

Udržitelné mořské zdroje bioaktivních látek v kosmetice

Žaneta Chybíková

Bakalářská práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Žaneta Chybíková
Osobní číslo: T23579
Studijní program: B0711A130009 Materiály a technologie
Specializace: Biomateriály a kosmetika
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Udržitelné mořské zdroje bioaktivních látek v kosmetice

Zásady pro vypracování

V literární studii se věnujte zadané problematice; zpracujte informace k mořským zdrojům rostlinného i živočišného původu; zaměřte se na jejich kosmetickou účinnost.
V praktické části ověřte účinnost vybraných látek in vivo pomocí neinvazivních instrumentálních metod.
Získané výsledky zpracujte, interpretujte a diskutujte s dostupnými odbornými zdroji.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] Kim, S.-K. (Ed.). (2012). Marine Cosmeceuticals: Trends and Prospects (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b10120>.
- [2] Pereira, L. (2017). Therapeutic and Nutritional Uses of Algae (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315152844>.
- [3] Agrawal S., Adholeya A., Barrow C. J., Deshmukh S. K. Marine fungi: An untapped bioresource for future cosmeceuticals. *Phytochemistry Letters* 2018, 23, 15-20.
- [4] Sanjeeva K.K.A., Kim E-A., Son K-T., Jeon Y-J. Bioactive properties and potentials cosmeceutical applications of phlorotannins isolated from brown seaweeds: A review. *J Photochem Photobiol B: Biology*, 2016, 162,100-105.
- [5] Brunt E.G., Burgess J.G. The promise of marine molecules as cosmetic active ingredients. *Int J Cosmet Sci.* 2018 Feb;40(1):1-15.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jana Pavlačková, Ph.D.**
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

Datum zadání bakalářské práce: **17. února 2025**
Termín odevzdání bakalářské práce: **16. května 2025**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Lucie Urbánková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

1. odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
2. bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
3. jedno vyhotovení bakalářské práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
4. na moji 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;
5. podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
6. podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – 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);
7. pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
8. pokud je výstupem 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.

Prohlašuji, že

1. jsem na bakalářské práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
2. odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....
podpis autora

ABSTRAKT

V teoretické části práce je popsán potenciál mořských zdrojů v kosmetologii. Je uveden výčet zdrojů bioaktivních molekul doplněný i o pomocné látky, které nalézají uplatnění ve složení kosmetických přípravků. Upozorněno bylo i na udržitelnost a monitorování rizik znečištěných mořských zdrojů. V praktické části práce byl hodnocen vliv gelových formulací obsahujících 1 % a 5 % Polyplant Marine extraktu – extraktu z řas na vybrané biofyzikální parametry kůže. Připravené formulace udržovaly pokožku hydratovanou na výchozí úrovni prováděných měření, s dobře fungující bariérou a fyziologickým pH. Nebyl prokázán vliv na depigmentaci a elasticitu kůže. Jako doplňující reologický parametr byla zjišťována viskozita, kdy aktivní látka v matrici přispívala k jejímu poklesu.

Klíčová slova: mořské bioaktivní látky, udržitelné zdroje, Polyplant Marine extrakt, pokožka, hydratace, transepidermální ztráta vody, pH, pigmentace, elasticita

ABSTRACT

The theoretical part of the thesis describes the potential of marine resources in cosmetology. A list of sources of bioactive molecules is given, supplemented by auxiliary substances that find application in the composition of cosmetic products. Sustainability and risk monitoring of polluted marine sources were also highlighted. In the practical part of the work, the effect of gel formulations containing 1 % and 5 % Polyplant Marine extract - algae extract on selected biophysical parameters of the skin was evaluated. The formulations prepared kept the skin hydrated at the baseline level of the measurements performed, with a well - functioning barrier and physiological pH. No effect on skin depigmentation and elasticity was demonstrated. Viscosity was investigated as an additional rheological parameter, with the active ingredient in the matrix contributing to its decrease.

Keywords: marine bioactives, sustainable sources, Polyplat Marine extract, skin, hydration, transepidermal water loss, pH, pigmentation, elasticity

Touto cestou bych ráda poděkovala své vedoucí práce, Ing. Janě Pavlačkové, Ph.D., za poskytnuté rady, materiály a také za veškerou pomoc, trpělivost a organizaci experimentu. Dále bych ráda poděkovala všem dobrovolnicím účastnících se měření praktické části. Poděkování patří také rodině za podporu po celou dobu studia.

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 POTENCIÁL MOŘSKÝCH ZDROJŮ V KOSMETOLOGII	11
1.2 HISTORIE VYUŽÍVÁNÍ MOŘSKÝCH ZDROJŮ	13
2 VYBRANÉ MOŘSKÉ ZDROJE BIOAKTIVNÍCH MOLEKUL	14
2.1 MOŘSKÁ VODA.....	14
2.2 MOŘSKÉ BAHNO	15
2.3 ŽIVOČICHOVÉ.....	15
2.3.1 Ryby	16
2.3.2 Želvy	17
2.4 FYTOPLANKTON	21
2.5 MOŘSKÉ MIKROORGANISMY	21
2.6 ŘASY.....	22
3 SHRUTÍ KOSMETOLOGICKÝCH APLIKACÍ AKTIVNÍCH LÁTEK VYBRANÝCH MOŘSKÝCH ORGANISMŮ.....	27
4 POMOCNÉ LÁTKY Z MOŘSKÝCH ZDROJŮ PRO KOSMETICKÉ FORMULACE.....	29
4.1 GELOTVORNÉ LÁTKY	29
4.2 KONZERVAČNÍ LÁTKY	29
4.3 PARFEMAČNÍ LÁTKY	30
4.4 ESENCIÁLNÍ OLEJE.....	30
4.5 PIGMENTY	31
5 MONITOROVÁNÍ RIZIK ZNEČISTĚNÝCH MOŘSKÝCH ZDROJŮ	32
6 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	33
7 CÍLE PRÁCE	35
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	36
8 METODIKA PRÁCE.....	37
8.1 MATERIÁLY, CHEMIKÁLIE A POMŮCKY	37
8.2 PŘÍSTROJE	37
8.3 PŘÍPRAVA GELOVÝCH FORMULACÍ	38
8.4 SOUBOR DOBROVOLNIC	38
8.5 PRŮBĚH MĚŘENÍ	39
8.6 ZPRACOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH DAT.....	41
9 VÝSLEDKY A DISKUZE	42

9.1	VLIV VIZKOZITY NA GELOVÉ FORMULACE	42
9.2	VLIV GELOVÝCH FORMULACÍ NA HYDRATACI	43
9.3	VLIV GELOVÝCH FORMULACÍ NA TEWL	44
9.4	VLIV GELOVÝCH FORMULACÍ NA KYSELOST KOŽNÍHO PLÁŠTĚ	46
9.5	VLIV GELOVÝCH FORMULACÍ NA PIGMENTACI.....	47
9.6	VLIV GELOVÝCH FORMULACÍ NA ELASTICITU KŮŽE.....	48
ZÁVĚR.....		51
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		52
SEZNAM OBRÁZKŮ		60
SEZNAM TABULEK.....		61
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		62
SEZNAM PŘÍLOH.....		63

ÚVOD

V posledních desetiletích roste zájem o využívání přírodních zdrojů v kosmetickém průmyslu, přičemž zvláštní pozornost je věnována bioaktivním látkám, které pocházejí z mořského prostředí. Moře představuje bohatý a dosud ne zcela prozkoumaný zdroj biologicky aktivních sloučenin vykazujících široké spektrum účinků vhodných pro péči o pleť, včetně antioxidačních, protizánětlivých a regeneračních vlastností. Současně však narůstá potřeba zajistit, aby bylo využívání těchto zdrojů prováděno udržitelným způsobem s ohledem na ochranu mořských systémů.

Využívání mořských zdrojů v kosmetickém průmyslu vyvolává důležitá témata spojená s udržitelným získáváním surovin a ochranou životního prostředí. V současné době se proto klade stále větší důraz na metody, které umožňují efektivní využívání mořských organismů bez negativního dopadu na jejich populace a přirozené prostředí.

Bioaktivní látky získávané z mořských organismů nacházejí uplatnění v celé řadě kosmetických přípravků, kde přispívají ke zlepšení hydratace pokožky, ochraně před ultrafialovým zářením či podpoře regenerace kožních buněk. Vývoj nových produktů však vyžaduje nejen identifikaci vhodných bioaktivních složek, ale také experimentální ověření jejich účinků na lidskou pokožku. Z toho důvodu byl vybrán extrakt z mořských řas a byly ověřeny jeho účinky na pokožku.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 POTENCIÁL MOŘSKÝCH ZDROJŮ V KOSMETOLOGII

Mořské zdroje představují použití bioaktivních přírodních látek, které jsou získávány z mořských organismů, jako jsou řasy a jiné mořské rostliny nebo živočichové při výrobě kosmetických přípravků. Sloučeniny pocházející z mořských zdrojů mají jedinečné strukturní a chemické vlastnosti, díky kterým jsou ideální pro využití v kosmetickém průmyslu a nabízejí řadu výhod. Mezi nejznámější mořské zdroje využívané v kosmetice patří výtažky z mořských řas, mořský kolagen a mořská sůl [1].

1.1 Legislativa a terminologie

Oblast kosmetických přípravků se v Evropské unii řídí nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č.1223/2009 ze dne 30. listopadu 2009 o kosmetických přípravcích [2]. „*Kosmetickým přípravkem se rozumí jakákoliv látka, nebo směs látek určených pro styk s vnějšími částmi lidského těla nebo se zuby a sliznicemi dutiny ústní, výhradně nebo převážně za účelem jejich čištění, parfemace, změny jejich vzhledu, ochrany, udržování v dobrém stavu nebo úpravy tělesných pachů*“. Za kosmetický přípravek nepovažujeme látku nebo směs látek, které jsou určeny k požití, vdechování, injekční aplikaci nebo k implantaci do lidského těla. U kosmetických přípravků musí proběhnout posouzení jejich bezpečnosti před tím, než dojde k jejich uvedení na trh. Při posuzování bezpečnosti musí být vypracována Zpráva o bezpečnosti kosmetického přípravku, která je v souladu s evropskou legislativou. Kosmetické přípravky musí být také registrovány v evropském Portálu pro oznamování kosmetických přípravků (CPNP). Nařízení se vztahuje jen na kosmetické přípravky, nevztahuje se na léčivé přípravky, zdravotnické prostředky nebo biocidní přípravky. Výrobci se musí tímto nařízením řídit a dodržovat jej [2].

Pojem kosmeceutikum byl zaveden pro produkty pečující o pleť, které využívají účinnosti kosmetických přípravků a léčiv. Tyto přípravky obsahují účinné látky, jež blahodárně působí na zlepšení stavu stárnoucí pleti a podporují její zdravý vzhled. Kosmeceutika jsou nyní velmi doporučována lékaři, kteří je používají jako součást programů na omlazování pleti, také jsou doporučována pacientům s akné, růžovkou, ekzémy a dalšími kožními onemocněními, kdy jsou běžně kombinována s léky na předpis [3].

Zooceutika jsou zvláštním typem produktů získávaných ze zvířat. Mezi zdroje takto označovaných látek patří například hmyz, hlemýžďí sliz, lanolin získávaný z mazových žláz ovcí nebo také mořský kolagen získávaný z mořských ryb a jiných živočichů. Zooceutika

se v dnešní době využívají méně než v minulosti z etických a ekologických důvodů. Navíc některé složky zooceutik mohou způsobovat dráždivou nebo alergickou dermatitidu [4].

Nutriceutika jsou produkty, které obsahují přirozeně se vyskytující látky (vitamíny, aminokyseliny, byliny). Většina nutriceutik funguje jako doplněk stravy, který se dá koupit běžně a bez lékařského předpisu [5].

Marineceutika můžeme popsat jako kosmeceutika obsahující látky z mořských zdrojů, tzn. že jsou vymezujícím termínem pro zooceutika tohoto typu. Lze sem zařadit mořské řasy, mořské okurky nebo ryby, z nichž lze získat látky disponující určitým kosmetologickým účinkem. Vykazují antioxidační, protizánětlivou, antialergickou aktivitu nebo také účinky proti stárnutí pleti a vráskám. Mohou pleť také chránit před ultrafialovým (UV) zářením. Mezi spotřebiteli se stávají stále oblíbenějšími díky svým zdravotním přínosům a potenciálu poskytovat alternativy k tradičním kosmetickým přísadám [6]. Mořské zdroje se hojně využívají v kosmetice určené pro citlivou pleť, protože jsou protizánětlivé a podporují bariérovou funkci kůže [7].

Po celém světě podléhají kosmetické přípravky legislativním úpravám. Požadavky v jednotlivých zemích jsou poměrně podobné. Ve Spojených státech amerických existuje vládní organizace, Food and Drugs Administration (FDA). Asociace FDA zavedla řadu pravidel zákonně upravených prostřednictvím Federal Food, Drug and Cosmetic Act (FD&CA) a Fair Packaging and Labeling Act (FPLA), které se týkají kontroly regulace potravin, doplňků stravy, léčiv humánních i veterinárních, kosmetických přípravků, lékařských přístrojů, biofarmaceutických a krevních produktů. V Kanadě existují zákonná pravidla pro kosmetiku, potraviny a léčiva, které prošly postupně četnými novelizacemi. V Brazílii jsou kompetentními institucemi pro kosmetické přípravky Ministerstvo zdravotnictví, Agentura pro regulaci zdraví (ANVISA) a Správa hygieny, parfémů, kosmetiky a dezinfekčních produktů (GHCOs). V Japonsku jsou kosmetické přípravky regulovány zákonem o farmaceutických a zdravotnických prostředcích (PMDL) s dohledem Ministerstva zdravotnictví, práce a sociálních věcí. V Číně existují tři hlavní orgány: Státní správa pro tržní regulaci (SAMR), Národní správa léčivých přípravků (NMPA) a Obecná celní správa (GAC). Pokud se vrátíme k evropskému trhu, hlavním regulačním rámcem pro hotové kosmetické přípravky je nařízení (ES) č.1223/2009, jak již bylo zmíněno výše [8].

1.2 Historie využívání mořských zdrojů

Potenciál mořských přírodních produktů v kosmetice si vědci uvědomují již řadu let. Rozlehlost oceánů a téměř nepochopitelná úroveň biologické rozmanitosti v mořském prostředí inspirovaly výzkumníky ke zkoumání farmakologického potenciálu sekundárních metabolitů mořských organismů. V posledních letech zaznamenal výzkum mořských organismů obrovský nárůst kvůli potřebě bioaktivních sloučenin nalézajících jak farmaceutické využití, tak využití na poli kosmetickém díky ekonomicky užitečným vlastnostem zúročeným v léčivech, kosmetických přípravcích a funkčních produktech osobní péče. Ačkoli většina komerčně vyráběných kosmetických přípravků nadále používá složky rostlinného původu, mořské prostředí je díky své bezkonkurenční biologické a chemické biodiverzitě rovněž považováno za slibný zdroj kosmetických složek [9].

Výzkumníci se v posledních letech zaměřují také na novou etapu nejpokročilejší technologie v kosmetice, která využívá mořské zdroje a provádí studie o obecných aspektech chemických struktur, fyzikálních a biochemických vlastnostech a biotechnologických aplikacích bioaktivních látek pocházející z mořských organismů [6].

2 VYBRANÉ MOŘSKÉ ZDROJE BIOAKTIVNÍCH MOLEKUL

Mořské prostředí je výjimečným rezervoárem bioaktivních přírodních látek, z nichž mnohé vykazují strukturní a chemické vlastnosti, které se u jejich suchozemských protějšků nenachází. Přes vysokou úroveň biologické a chemické rozmanitosti je mořské prostředí stále nedostatečně prozkoumaným zdrojem [10]. Co ovšem víme, že mezi bohaté mořské zdroje pro tyto funkční látky patří samotná mořská voda, mořské bahno, různé živočišné druhy, mořský fytoplankton, mořské mikroorganismy či mořské řasy [11].

Zvláštní pozornost bude věnována řasám *Fucus vesiculosus*, *Porphyra sp.*, *Spirulina maxima*, *Ascophyllum nodosum* a *Laminaria digitata* viz kap. 2.6, které se nachází v Polyplant Marine extraktu, jehož *in vivo* účinnost bude ověřována v praktické části práce.

2.1 Mořská voda

Mořská voda (název podle INCI *Aqua Maris*) je jednou z přírodních kosmetických složek. Díky svému bohatému složení poskytuje pokožce mnoho živin a má terapeutické vlastnosti. Obsahuje životně důležité minerály, kterými jsou chloridy (212,40 g/l) sodík (39,15 g/l), draslík (7,26 g/l), vápník (16,86 g/l), hořčík (40,65 g/l) a také bromidy (5,12 g/l), sírany (0,47 g/l) a hydrogenuhličitany (0,22 g/l), které jsou nezbytné pro správnou funkci lidského těla. Má velkou afinitu k lidské pokožce, dokáže se rychle vstřebat, osvěžuje a hydratuje pokožku. Mořská voda může také zpomalit stárnutí pokožky. Důležitá je také kvalita mořské vody [11]. V dnešní době jsou nejznámější účinky vody z Mrtvého moře. Slanost (345 g/l) vody z Mrtvého moře je téměř 7 až 10krát vyšší než v oceánech. O léčivé síle této mořské vody se zmiňuje již v Babylonském Talmudu Galén a další starověcí historici. Úplně první analýzu mořské vody z tohoto moře provedl Lavoisier v roce 1722 a publikoval ji o 4 roky později. Je pozoruhodné zmínit, že jde teprve o druhou zdokumentovanou analýzu vodního přírodního zdroje vůbec [12; 13]. Hlubinná mořská voda je voda, která je čerpána z hloubky 200 m. Charakteristikou této vody je nízká teplota, velká čistota, četnost živin a tělu prospěšných prvků. Hlubinná mořská voda má prokázány léčebné účinky proti lupénce. Rafinovaná nebo vyvážená mořská voda se získává odsolováním a následnou mineralizací. Při konzumaci této rafinované vody bylo zjištěno zlepšení příznaků zánětu a dermatitidy. Důležité je také zmínit sůl z mořské vody [14].

Sůl z mořské vody je známa pro své terapeutické a kosmetické vlastnosti, může ovlivňovat stabilitu a tokové vlastnosti produktů [15]. Na využití soli z mořské vody poukazuje již Papyrus Ebers (1600 př. n. l). Mořská sůl byla využívána jako protiinfekční

opatření na rány, pro léčbu kožních onemocnění, mozolů, při bolestech uší nebo také na zmírnění bolestí při artritidě. V poslední době je velmi využívána haloterapie, při které dochází k inhalaci soli a užívá se při léčbě dýchacích potíží, ekzému, dermatitidě, akné a proti stárnutí kůže [16].

2.2 Mořské bahno

Mořské bahno obsahuje různé živiny a minerály, a dokonce také antibakteriální složky. Proto je černé bahno často využíváno v kosmetice pro péči o pleť. Významné je bahno z Mrtvého moře (název podle INCI *Maris Limus*) pocházející ze starších sedimentů nebo červenohnědých půd, které jsou v zimním období odplaveny zpět do moře. Mořské bahno může být aplikováno přímo na tělo, nebo jen na jeho části. Hojně je využíváno v maskách na obličej, které napomáhají vypnutí pleti, čistí a posilují pokožku, čímž jí dodávají svěží vzhled a lesk. Své místo zaujímá i bahenní terapie, a to především z těchto důvodů: pomáhá zadržovat vodu v kůži po delší dobu, napomáhá krevnímu oběhu, hojení akné, obnovuje pH pokožky a také působí jako prevence proti stárnutí pokožky. Bahno také napomáhá k úlevě od bolesti. Kromě přímé aplikace nebo masek je bahno využíváno i jako součást minerálních bahenních mýdel, tělových peelingů, zpevňujících nočních krémů, masek na pokožku hlavy proti lupům nebo také přípravků pro pacienty s alopecií pro zpomalení vypadávání vlasů a podpoře jejich růstu [17; 18].

2.3 Živočichové

Moře a oceány se vyznačují vysokou koncentrací živočichů. Podle posledních zpráv žije ve světových oceánech 700 000 až jeden milion druhů. Avšak druhy, které byly zkoumány pro potenciální biologickou aktivitu, tvoří pouze malou část všech mořských živočichů, kteří nyní existují. Bylo prokázáno, že mořští živočichové produkují řadu látek s možnými biologickými aktivitami prospěšnými pro lidské zdraví. Téměř všechny skupiny živočichů vykazují rozmanitost molekul s výraznými strukturálními charakteristikami díky specifickým chemickým a fyzikálním vlastnostem mořského prostředí, ve kterém žijí. Ve srovnání s látkami suchozemského původu poskytují mořské zdroje mnohem vyšší biologickou rozmanitost. V současnosti využívá těchto látek pocházejících z moře nejen potravinářský průmysl, ale také farmaceutický a kosmetický. V několika posledních letech byly ryby, korály, žahavci a další mořské druhy předmětem řady výzkumných počinů. Často bylo dokázáno, že některé ze získaných peptidů mají účinky na imunitní systém a mají protizánětlivý účinek [19].

V subkapitolách 2.3.1–2.3.3 budou zmíněny živočišné mořské zdroje bioaktivních látek využívaných v kosmetologii, dermatologii a farmacii.

2.3.1 Ryby

Mořské ryby poskytují bohatý zdroj bioaktivních látek, jako jsou proteiny a peptidy, které jsou vyhledávány ve farmaceutickém a kosmetickém průmyslu díky antibakteriálním, antioxidačním a stárnutí zpomalujícím účinkům. Vzhledem k jejich schopnosti podporovat regeneraci tkání v posledních letech prudce vzrostlo použití proteinů a peptidů získaných chemickou či enzymatickou hydrolýzou vedlejších produktů ryb při výrobě kosmeceutik. Vedlejší produkty – rybí kůže a kosti jsou využívány po zpracování ryb v potravinářském průmyslu. Takový odpad však obsahuje značné množství užitečných proteinů, které představují zdroj bioaktivních peptidů. Jeden z nejhojnějších proteinů, který lze extrahovat z kůže, kostí a šupin ryb je kolagen [20]. Kolagen je jedním z důležitých strukturálních a funkčních proteinů v lidském těle. Byl zkoumán z různých suchozemských, ptačích i mořských zdrojů. Mořský kolagen (název dle INCI *Marine Hydrolyzed Collagen*) disponuje antioxidačními vlastnostmi, které jsou využívány v produktech péče o pleť [11]. Kolagen z mořských ryb má také výrazné výhody oproti kolagenu ze savců. Kolageny se nacházejí v extracelulární matici pojivých tkání včetně kůže, šlach, kostí, svalů, vazů a chrupavek. Díky své povaze jsou kolageny bioaktivní, biokompatibilní a biologicky odbouratelné. Rybí kolagen má obvykle nižší molekulovou hmotnost a nižší teplotu denaturace než kolagen savců. V závislosti na zvoleném typu tkáně a druhu ryb byly vyvinuty různé extrakční techniky pro jeho výrobu. Protože věda v této oblasti postupuje neustále dopředu a bude tak činit i v budoucnu, má kolagenová nanotechnologie světlou budoucnost. Klasický kolagen, jehož velikost byla zmenšena na nanometr, se nazývá nanokolagen. Nanotechnologie poskytují získání vysokého poměru plochy povrchu k objemu, což umožňuje optimální pronikání kolagenu do oblastí poranění a zvýšený kontakt buněk. Kolagen hraje zásadní roli pro zdravý vývoj tkání i orgánů.

Ztráta kolagenu v lidském těle začíná po dvacátém roku života a po čtyřicátém roku dosahuje 1 % ročně. Tento proces pokračuje až do osmdesáti let, kdy tělo ztratí zhruba tři čtvrtiny kolagenu oproti mladému věku. Proces úbytku kolagenu navíc ovlivňují další faktory, jakými jsou například nemoci, špatná životospráva, alkoholismus nebo kouření. Přirozené stárnutí zahrnuje změny v lidském těle, kdy se kůže morfologicky, strukturálně i funkčně zhoršuje. Hladina kolagenu i elastinu klesá, čímž dochází ke vzniku vrásek. Změny stavu kůže způsobené stárnutím jsou krucální pro zachování kvality života. Kontrola

stárnutí pleti je pro kosmetický průmysl výzvou, a právě využívání kolagenu se ukázalo jako alternativní řešení k potlačení příznaků stárnutí. V doposud provedených studiích bylo prokázáno, že rybí kolagen má schopnost zadržovat vodu, absorbovat vlhkost a znovu ji zadržovat, což se ukazuje jako dominantní v mechanismu anti-aging působení produktů určených k péči o pleť [21; 22].

2.3.2 Želvy

Mořské želvy se vyskytují ve všech oceánech na světě. Lidé využívají mořské želvy po celá staletí pro maso i vajíčka. Části těl některých druhů byly také zdrojem bioaktivních látek. Bohužel se velmi často lze setkat i s vycpaninami vylihnutých mláďat vyhledávaných turisty. Mořské želvy jsou obvykle loveny na hnízdních plážích nebo harpunováním v mělké vodě. Dalším způsobem pro lov želv je potápění [23]. Kromě environmentálních změn jsou pro želvy nebezpeční také predátoři, ale nejvýznamnějším stále zůstává záměrný odchyt. Nejčastěji jsou loveny pro účely potravy, kdy je v některých oblastech želví maso považováno za gurmánskou pochoutku. Zájem vzbuzují i želví vejce. Vejce jsou považována za afrodiziakum a energizující protein. Proto se konzumují jako syrové občerstvení v barech a posilovnách. Kromě toho byl olej z mořských želv uváděn ve složení řady kosmetických přípravků [24]. Želví olej (název dle INCI *Turtle Oil*) byl dříve získáván z želvy zelenavé, která patří do rodu *Chelonia*, čeledi *Chelonidea* a druhu *Chelonia Mydas*. Želva se živí výhradně mořskými řasami. Živá hmotnost poražených želv se pohybovala od 36 do více než 136 kg. Z těla želv byly odstraněny pouze tukové části, které byly jemně rozdrceny a následně upravovány varem v otevřených kotlích s vodou a párou. Takto získaný olej měl zlatavou až oranžově žlutou barvu a byl bez rybiho zápachu. Co se týče chuti, byl zvláště nasládlý. Konzistence záležela na teplotě. Při kontaktu se světlem olej bělal. Původní olej za normálních podmínek poměrně rychle žlukl, ale rafinovaný a bělený olej je možné uchovávat velmi dobře [25]. Kvalita želvího oleje se také lišila v závislosti na způsobu jeho získávání, druhu želvy a čištění. Velké rozdíly v želvích olejích neusnadňovaly tehdejšími kosmetickým analytikům určit přesné vlastnosti oleje a dospět ke konkrétním závěrům. Spoustu želvího oleje bylo také paděláno, kdy nejběžnější náhražkou byl olej žraločí. Problémy s paděláním želvího oleje nezmizely a jeho propagátorka v 50. letech minulého století, Nadja Avalor, zjistila, že většina vzorků želvího oleje, který zkoumala, byla bohužel padělána. Některé vzorky obsahovaly méně než 10 % želvího oleje. I přes tyto problémy byla ve 30. letech 20. století provedena řada testů. Bylo zjištěno, že většina aktivních složek byla inaktivována zahříváním a procesy, které se podílejí na extrakci a rafinaci oleje. Přesto,

jak již bylo uvedeno, byl želví olej v této době začleněn do velkého množství produktů v kosmetickém průmyslu včetně parfémů, mýdel, čistících prostředků, krémů nebo dokonce i řasenek. Převážná část krémů obsahovala 5-10 % želvího oleje. Třebaže šílenství kolem želvího oleje pominulo již před začátkem druhé světové války, produkty s tímto olejem se vyráběly až do 70. let 20. století. Nejslavnějším krémem se stal krém značky Estée Lauder, Re-Nutriv představený roku 1957 viz obrázek 1. Jeho složení zahrnovalo želví olej, žraločí olej, mateří kašičku a dalších 20 složek, které nikdy předtím nebyly smíchány dohromady. S postupem času a důrazem na ekologii přešly kosmetické společnosti na používání rostlinných extraktů. Nakonec, když země po celém světě zavedly legislativní zákaz dovozu a používání ohrožených druhů, stalo se nemožné vyvážet želví produkty. Výroba kosmetických přípravků, které želví olej obsahovaly, byla buď ukončena nebo byl tento olej nahrazen jinými složkami [26].



Obrázek 1 Estée Lauder Re-Nutriv krém

(zdroj: [26])

2.3.3 Žahavci

Vzhledem k tomu, že mají mořští bezobratlí živočichové dostatek bioaktivních látek, zájem o jejich výzkum narůstá po celém světě. Tuto pestrou skupinu bezobratlých mořských živočichů tvoří přibližně 11 000 druhů, z nichž 7500 patří do třídy *Anthozoa* (korálnatci). Mořské bioaktivní sloučeniny (terpenoidy, diterpenoidy, steroidy, prostaglandinoidy) mají různé potenciální aplikace zejména v kosmetice nebo agrochemickém průmyslu, kde jsou vyhledávanou skupinou díky jejich schopnosti produkovat silné jedy a toxiny [27].

Medúzy jsou planktonní mořští členové třídy *Scyphozoa*, kmene *Cnidaria* (žahavci). Je to skupina bezobratlých živočichů, která se skládá přibližně z 200 zatím popsanych druhů. Medúzy můžeme rozdělit na dva typy. Prvním typem jsou medúzy volně plavající, druhým typem jsou medúzy přisedlé, což znamená, že jsou přichyceny k mořským řasám nebo jiným předmětům. Volně plavající typ se vyskytuje ve všech oceánech, mají tvar disku a jsou volně unášeny podél pobřeží. Velké množství z nich žije pouze několik týdnů, ale o některých je známo, že mohou přežít rok i déle. Velikost těla medúz se pohybuje od 2 cm do 40 cm, a obsahují až 95 % vody. Jejich těla jsou tvořena dvěma buněčnými vrstvami ektodermem a endodermem, mezi nimiž je výrazná slizová vrstva. Živí se korýši, larvami ryb a malými živočichy, které chytají do svých chapadel obsahujících žahavé buňky [28]. Zájem o medúzy se v posledních letech zvedá hlavně z důvodu jejich využití coby potraviny, krmení pro zvířata, další využití je v medicíně a kosmetickém průmyslu. Své místo si také našly v zoologických akváriích pro svůj neobyčejný vzhled. Medúzy syntetizují tři skupiny biomolekul: proteiny (zejména kolagen a mucin), mastné kyseliny a složky surového jedu přítomného v žahavých buňkách [29]. Co se týče proteinů, bylo zjištěno, že kolagen a mucin z medúz je podobný lidskému kolagenu a mucinu. Kolagen z medúz je hojně využíván, protože je lepší alternativou než kolagen hovězí a prasečí. Tento kolagen se skládá z mnoha typů kolagenu, z nichž většina má podobné účinky na pokožku jako savčí kolagen typu I. Další věcí, která byla prokázána je, že protein medúzy má větší antioxidační účinky než kolagen z obratlovců a je netoxický pro lidskou kůži. Po testu dráždivosti kůže bylo vyhodnoceno, že tento kolagen nemá žádné dráždivé účinky na kůži a sliznice. Proto má extrakt z medúzy velkou hodnotu pro kosmetický průmysl [30]. Vlastnosti medúzových produktů na bázi kolagenu ovlivňuje hned několik faktorů, včetně druhu medúzy nebo podmínek zpracování. Tyto faktory ovlivňují také peptidový profil výsledných produktů na bázi tohoto kolagenu. I přes to je kolagen z medúz všestranným biomateriálem, který lze poměrně snadno rozložit za vzniku částečně či zcela hydrolyzovaných produktů. Výsledné

produkty mohou mít skvělé gelující vlastnosti a být vysoce hydrofilní, tedy dokáží přitahovat a zadržovat vlhkost. Vedle toho může hydrolýza medúzového kolagenu produkovat peptidy se silnými antioxidačními a antimikrobiálními účinky. Mořské kolageny obecně jsou považovány za přírodní humektanty díky své schopnosti zadržovat vodu. Kolagen z medúz obsahuje také různé aminokyseliny, jakými jsou např. arginin, prolin a glycin. Tyto specifické aminokyseliny hrají důležitou roli v pružnosti a pevnosti pokožky. Arginin je silným antioxidantem a pomáhá chránit pokožku před poškozením způsobeným volnými radikály. Volné radikály jsou molekuly, které mohou způsobit poškození buněk a přispět ke stárnutí pokožky. Arginin může také zlepšovat prokrvení pokožky, hydrataci a regeneraci buněk. Antioxidační vlastnosti tohoto kolagenu mohou také nabídnout ochranu před UV zářením. Kolagen je hojně využíván v kosmetických produktech, jako jsou tělová mléka, krémy, šampony, sunscreens, laky na vlasy, koupelové soli a mnoho dalších [31].

Korál je kombinací živočišných, rostlinných a minerálních látek, které tvoří hlavně vápník. Můžeme je rozdělit na dva typy: tvrdé a měkké. Tvrdé korály obsahují tvrdou vápenatou kostru s prodlužujícími se polypy. Masité polypy jsou používány k zachycení slunečního záření a částečně také potravy. Měkké korály nemají tvrdé kostry a nestavějí útesy. Na ochranu jim vyrůstají masité kůry. Měkké i tvrdé korály žijí v koloniích. Mořské gorgonské korály se ukázaly jako hojný zdroj bioaktivních terpenoidních sloučenin. Jedním ze zajímavých mořských produktů je rodina diterpenových glykosidů, které jsou známy jako pseudopterosiny. Tyto diterpenové glykosidy byly izolovány z karibského gorgonského korálu *Pseudopteroorgia elisabethae*. Zmíněné pseudopterosiny vykazují protizánětlivou i analgetickou aktivitu a jsou začleňovány do přípravků pečujících o pleť [32]. Dalšími produkty, které mají ve svém složení korály, jsou sunscreens, produkty proti stárnutí pleti nebo produkty na ošetření akné [33]. Měkké korály obsahují potenciální terapeutika, která zahrnují protirakovinná činidla. Tvrdé korály byly hodně opomíjeny jako zdroj bioaktivních látek. Může to být i proto, že velké množství sekundárních metabolitů pravděpodobně funguje v obraně a vápenatá kostra těchto korálů plní obrannou funkci [34]. V kosmetickém průmyslu je také využíván prášek z korálů k exfoliaci pokožky, kdy ji zbaví odumřelých buněk a dodá minerály. Po chemické stránce je korálový prášek čistý materiál složený převážně z uhličitanu vápenatého. Tento přírodní prášek také může obsahovat až 74 stopových minerálů a neobsahuje těžké kovy. Kromě čištění pokožky má tento prášek využití i při ochraně proti UV záření, působí jako antioxidant, napomáhá redukovat známky

stárnutí a využívá se i při boji s akné. Své uplatnění našel i v dekorativní kosmetice při formulování rtěnek, pudrů a deodorantů [6].

2.4 Fytoplankton

Slovo plankton je odvozeno z řečtiny, znamená „pro unášení“. Plankton je často popisován jako organismus unášený na vodní hladině. Mnoho planktonických organismů jsou jednobuněčné rostliny, které jsou potom odvisle nazývány jako fytoplankton. Jiní jednobuněční živočichové jsou nazýváni jako zooplankton. Planktonické organismy se nacházejí ve všech vodních ekosystémech a sehrávají důležitou roli ve vodních potravních sítích [35]. Plankton se často rozlišuje podle způsobu výživy. Autotrofní planktonní organismy využívají sluneční světlo k řízení fotosyntézy a jsou označovány jako fytoplankton, zatímco planktonní organismy, které se na nich pasou, se nazývají zooplanktony. Hranice mezi těmito druhy ale může být nepřesná, protože jsou některé organismy schopny autotrofie i heterotrofie současně nebo se střídají v závislosti na prostředí. Fytoplankton je znám už po dlouhá léta a hojně využíván jako potravina a krmení v akvaristice. Fytoplanktony jsou bohatým zdrojem bílkovin, některé druhy obsahují také polynenasycené mastné kyseliny, karotenoidy, polysacharidy, vitamíny a steroly [36]. Extrakt z fytoplanktonu je bohatý na lipidy a omega-3 mastné kyseliny, které stimulují pokožku k tvorbě cerebrosidů, posilují buněčnou soudržnost a obnovují ochrannou bariéru pokožky. Tento extrakt se v kosmetickém průmyslu využívá hlavně při bělení a tónování pleti. Využití našel i v oblasti přípravků proti stárnutí pleti a vráskám [6], dále v hydratačních krémech a přípravcích na ochranu před sluncem. Pigmenty fytoplanktonu, ale uplatnění v kosmetickém průmyslu nenašly [37].

2.5 Mořské mikroorganismy

Mořská voda obsahuje velké množství mikroorganismů. Jedna malá čajová lžička většinou obsahuje přes 50 milionů virů, 5 milionů bakterií, 100 000 Archaea (prokaryotický jednobuněčný organismus) a 50 000 eukaryotických mikrobů. Bioaktivní sloučeniny, které pocházejí z mořského prostředí, jsou pokládány za životně důležité zdroje funkčních složek oplývající příznivými funkcemi pro lidské zdraví. Mezi mořské bioaktivní sloučeniny patří enzymy, polysacharidy, vitamíny, proteiny, pigmenty a mnoho dalších sloučenin, které byly označeny jako prospěšné pro farmaceutický, kosmetický i potravinářský průmysl. Obzvláště mořské bakterie, houby a mikrořasy hrají významnou roli při získávání těchto bioaktivních sloučenin. Mořské polysacharidy získávané z bakterií mají velké množství funkcí, tyto

polysacharidy dělíme do tří skupin, a to podle jejich umístění v mikrobiální buňce na polysacharidy buněčné stěny, mezibuněčné a exocelulární polysacharidy (EPS). Podle druhu bakterie se liší charakteristika exocelulárních polysacharidů a také funkce. Druhy *Bacillus* mají různé typy exocelulárních polysacharidů, které se skládají z opakujících se jednotek tetrasacharidů a funkcí je antivirový a imunomodulační účinek. Druhy *Halomonas* a *Planococcus* disponují emulzifikačními účinky. Druh *Alteromonas* má antivirové účinky. Zdrojem proteinů získávaných z mořských mikroorganismů jsou mikrořasy – *Chlorella*, *Dunaliella*, *Micractinium*, *Spirulina*, *Oscillatoria* a další. Mořské mikroorganismy jsou také zdrojem enzymů. Tyto enzymy jsou stabilnější i aktivnější ve srovnání s enzymy rostlinného nebo živočišného původu. Různé typy enzymů mají různé aplikace a různý zdroj mikroorganismu. Proteázy se získávají například z *Aureobasidium pullulans* a jejich aplikace je ve farmaceutickém průmyslu. Lipázy jsou získávány z *Penicillium Oxalicum* a využívají se při výrobě kosmetiky. Mořské mikroorganismy, mezi které patří například bakterie a kvasinky, byly označeny jako výrobci polynenasycených mastných kyselin s dlouhými řetězci v mořském klimatu [38; 39].

2.6 Řasy

První zmínka o řasách sahá až do starověké čínské literatury, kdy se předpokládá, že spolu se vznikem věd zabývajících se rostlinami došlo k uznání řas jako samostatné skupiny. Řekové nazývali mořské řasy jako "Phycos". V roce 1674 to byl Leeuwenhoek, který jako první pozoroval pod mikroskopem jednobuněčné řasy. Poté došlo k mnoha klasifikacím řas do různých systémů [40]. Řasy patří do samostatné skupiny, i když mají některé podobnosti s rostlinami. Tyto podobnosti jsou však menší než jejich rozdíly. Rostliny vykazují velmi vysoký stupeň diferenciace s kořeny, listy a stonky. Všechny rostliny mají digenetický životní cyklus se střídáním haploidního gametofytu a diploidního sporofytu. Řasy nemají žádný z těchto znaků: nemají kořeny, stonky nebo listy, ani dobře definovaná cévní pletiva. Řasy se také vyskytují v mnoha odlišných formách, jako jsou mikroskopické jednobuněčné, makroskopické mnohobuněčné volné nebo tenké konglomeráty, matné nebo rozvětvené kolonie nebo složitější listnaté nebo čepelovité formy [41].

Řasy jsou vodní fotosyntetické organismy. Mají široké zeměpisné rozšíření, osídlují různá místa, ale vždy jsou poutány na vodu. Mohou se vyskytovat plovoucí na vodě, na vlhkých stěnách, skálách nebo ve spojení s jinými organismy. Obzvláště hojné jsou v jezerech, řekách a mořích, kde je můžeme zaznamenat i v nižších polohách, v místech, do

nichž proniká světlo, které potřebují pro fotosyntézu. Mohou být planktonní – mikrořasy nebo bentické – makrořasy. Mikrořasy jsou malé a žijí zavěšeny ve vodě, zatímco makrořasy zůstávají připevněny k substrátu (obvykle ke skále, kameni), jsou větší a mohou dosáhnout délky i 50 m. Mořské řasy obývají oceány více než 2000 milionů let. Dnes se mořské řasy využívají v mnoha zemích hned k několika účelům: přímo jako potravina, k extrakci fykokoloidů, což jsou v podstatě polysacharidy pocházející z mořských řas používané ve farmaceutickém, kosmetickém i potravinářském průmyslu. Řasy se využívají také při extrakci antivirových, antibakteriálních sloučenin a biohnojiv. Ještě větší, než makrořasy jsou mořské řasy, které se nacházejí ve třech taxonomických skupinách: *Chlorophyceae* (zelené řasy), *Rhodophyceae* (červené řasy) a *Phaeophyceae* (hnědé řasy). Toto zbarvení mořských řas je viditelným vyjádřením kombinace různých buněčných pigmentů [42].

2.6.1 Zelené řasy

Zelené řasy (*Chlorophyta*) jsou velkou, různorodou skupinou fotosyntetických eukaryot. Tyto řasy vykazují mnoho stupňů složitosti organismu od mikroskopických jednobuněčných až po makroskopické mnohobuněčné stélky dosahující délky více než metr. Jsou základními prvky mnoha suchozemských a téměř všech vodních ekosystémů. Komerční využití zelených řas zahrnuje výrobu mnoha průmyslových, kosmetických a léčivých sloučenin [43]. Zelené řasy se vyznačují chlorofyly typů a i b, které jsou hlavními fotosyntetickými pigmenty. Od ostatních eukaryotických řas je můžeme odlišit i tím, že mají dvě chloroplastové membrány a hvězdicovou strukturu v bičíkové přechodové oblasti [44]. Mořské řasy jsou bohatým zdrojem velkého množství bioaktivních sloučenin. Mezi tyto sloučeniny patří polysacharidy. Polysacharidy jsou zajímavé pro své fyzikální a chemické vlastnosti, které jsou využívány nejen v potravinářství. Řasy syntetizují polysacharidy různých druhů [45]. V kosmetickém průmyslu se využívá extrakt ze zelené řasy *Codium tomentosum* nebo také nazývané jako sametový roh viz Obrázek 2. Extrakt z této řasy je zdrojem pro kyselinu glukorovou, která reguluje distribuci vody a chrání ji před škodlivými vlivy prostředí [46]. Kromě již zmíněné *Codium tomentosum* se v kosmetice využívá také *Dunaliella salina*. Tato řasa obsahuje chlorofyl typu a i b a β -karoten. Zahrnuje také mastné kyseliny palmitovou a linolenovou. Mezi složky této řasy patří i kryptoxantin (katorenoidové barvivo) s antioxidačními účinky. V kosmetice našla tato řasa uplatnění jako antioxidant, vyhlazující a protizánětlivé činidlo. Další hojně využívané zelené řasy jsou: *Chlorella vulgaris*, *Tetraselmiss uecica* a *Botryococcus braunii*. Všechny tyto tři řasy obsahují typy

a, b chlorofylu a β -karoten. Jejich součástí jsou také mastné kyseliny palmitová, palmitoolejová a stearová. V kosmetice se využívají jako antioxidanty, hydratační látky, látky proti stárnutí pleti, depigmentační látky, nebo zahušťovadla [47].

Mezi zelené řasy můžeme zařadit i modrozelenou řasu *Spirulina maxima* viz Obrázek 3. Tato řasa je využívána, jako potravinářská přísada, je bohatá na bílkoviny a živiny. Obsahuje fenolové kyseliny, tokoferoly a beta karoten. O těchto látkách je známo, že vykazují antioxidační vlastnosti [48].



Obrázek 2 *Codium tomentosum*
(zdroj: [49])



Obrázek 3 *Spirulina maxima*
(zdroj: [50])

2.6.2 Červené řasy

Červené řasy jsou největší kategorií, která obsahuje bioaktivní látky využívané v kosmetickém a farmaceutickém průmyslu. Využívají se nejen v těchto průmyslech, ale také v potravinářství a zemědělství do hnojiv. Červené řasy obsahují širokou škálu bioaktivních látek, včetně polysacharidů (agar, alginát a karagen), lipidy a polyfenoly, steroidy, flavanoidy, trísloviny, glykosidy, saponiny, alkaloidy a mnoho dalších. Některé polysacharidy mají antivirové vlastnosti [51]. Významným polysacharidem, který se získává extrakcí z těchto řas, je karagen. O karagenu je obecně známo, že působí jako zahušťovadlo, stabilizátor a činidlo vázající vodu [52]. Kromě toho má inhibiční účinky, snižuje hladinu cholesterolu a působí jako antioxidant. V kosmetickém průmyslu se karagen využívá díky své vlastnosti zvyšovat viskozitu roztoků jako gelující činidlo a stabilizátor. Nejčastěji je využit v krémech, mýdlech, šamponech, pleťových vodách, pěnach a gelech. Ve farmaceutickém průmyslu je karagen využíván do zubních past [53]. Mezi neznámější červené řasy užívané v kosmetice patří *Irish moss* (viz Obrázek 4) obsahující omega-3

a omega-6 mastné kyseliny. Slouží jako emolient, zklidňuje a hydratuje pokožku, má protizánětlivé účinky a také vyživuje poškozené a suché vlasy [47].

Porphyra umbilicalis. nebo také řasu Nori ukazuje Obrázek 5. Využívá se extrakt z této červené řasy, která je plná proteinů, minerálních solí a vitaminů. Má velmi pozitivní vliv na pokožku, protože jí dodává hydrataci, vytváří na ní tenký film a brání ztrátě vody z pokožky. Užívá se jako složka přípravků pro ochranu pokožky před UV-A zářením. Má silné antioxidační účinky, napomáhá proti ztrátě elasticity a změnám pigmentace [54].



Obrázek 4 Irish moss

(zdroj: [55])



Obrázek 5 *Porphyra umbilicalis*

(zdroj: [56])

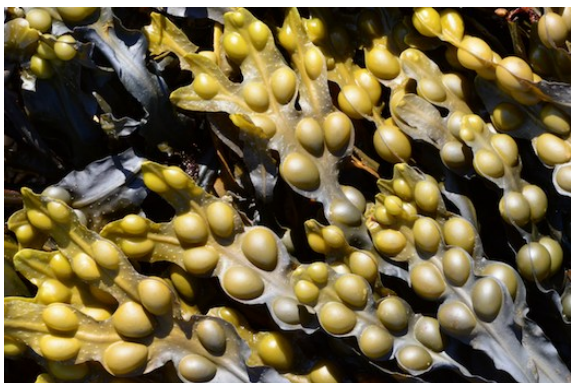
2.6.3 Hnědé řasy

Tato třída řas je známá pro svůj hnědý odstín. Jejich odstín se může pohybovat od olivově zelené až po zlatohnědou. Liší se svou velikostí od drobných vláknitých mořských řas až po obrovská složitá seskupení. V jejich chromatoforech (buňky obsahující barevné pigmenty) je přítomný zlatohnědý xantofylový pigment fukoxanthin, zbytkové pigmenty jako jsou chlorofyl c a a, se jeví nahnědlé důsledkem velkého pokrytí fukoxanthinem a karotenoidem. Převážná část hnědých řas se nachází v přílivové zóně. Hnědé řasy jsou bohaté na minerální látky v rozmezí od 14 do 35 % sušiny. Na rozdíl od jiných druhů řas, hnědé řasy ukládají sacharidy ve formě laminarinu, glukózového polysacharidu. Hnědé řasy našly své využití ve farmacii při léčbě žaludečních onemocnění, astmatu, bolestí hlavy, kašle, únavy a také celulitidy. Pomáhají v péči o pleť a usnadňují hubnutí [57]. Co se týče kosmetického průmyslu, své uplatnění v něm našla *Fucus vesiculosus* viz Obrázek 6 neboli chaluha bublinatá. Má zelenavě hnědé nebo žlutozelené zbarvení. Obsahuje chlorofyl c a fukoxanthin, minerální látky, vitaminy a stopové prvky jodu, bromu, vápníku a dalších.

V kosmetickém průmyslu se využívá pro svůj adstringentní účinek a stimulaci metabolismu [47].

Dalším významným zástupcem je *Ascophyllum nodosum* viz Obrázek 7. Tato řasa v sobě ukrývá chlorofyl typu c, fukoxanthin, algináty, vitamíny B, C, D, E a K, minerální látky, vlákninu a bílkoviny. V kosmetice využívána pro své účinky proti vráskám a stárnutí pleti, tonizující účinky a do výrobků proti celulitidě a striím [47].

Mezi zástupce hnědých řas patří také *Laminaria digitata* viz Obrázek 8 neboli Čepelatka prstnatá. Je to druh chaluhy, který se vyskytuje na pobřeží severního Atlantského oceánu. V kosmetickém průmyslu se využívá její extrakt a využívá se jako přísada k ochraně pokožky [58].



Obrázek 6 *Fucus vesiculosus*

(zdroj: [59])



Obrázek 7 *Ascophyllum nodosum*

(zdroj: [60])



Obrázek 8 *Laminaria digitata*

(zdroj: [61])

3 SHRUTÍ KOSMETOLOGICKÝCH APLIKACÍ AKTIVNÍCH LÁTEK VYBRANÝCH MOŘSKÝCH ORGANISMŮ

Mořské látky byly po staletí využívány a ceněny pro své účinky nejen na kůži, ale na celé tělo. Využívaly se pro zkrášlování, omlazování a zklidnění pokožky. I přes to byly tyto látky až do nedávna relativně neznámy. Mnoho mořských bioaktivních látek se pravděpodobně vyvinulo náhodnými mutacemi v důsledku přizpůsobování se drsným podmínkám pod hladinou. Vlastnosti kosmeceutických aplikací bioaktivních mořských látek se pohybují od zvyšování antioxidační aktivity, přes hydrataci pokožky až po protizánětlivé účinky. Tyto aktivity působí na posílení kožního metabolismu a napomáhají s produkcí fibroblastů (nejrozšířenější buněčný typ ve vazivové tkáni) a elastinu, což vede k redukci vrásek a vyhlazení pokožky. Všechny aplikace aktivních látek jsou shrnuty v Tabulce 1 [62].

Tabulka 1 Shrnutí kosmetologických aplikací aktivních látek vybraných mořských organismů

Aplikace	Organismus	Sloučenina / Extrakt	Význam	Zdroj
Hydratace pokožky	Ryba	Kolagen	Kolagen, který se izoluje z ryb se vyznačuje vysokým obsahem nepolárních aminokyselin. Kolagen má hydratační účinky, které pokožku hydratují vazbou na vodu.	[63]
Prevence proti stárnutí pokožky	Zelená řasa <i>Dunaliella salina</i>	Betakaroten	Betakaroten se používá v přípravcích proti stárnutí pokožky jako provitamin A, díky své schopnosti zabránovat hromadění reaktivních druhů kyslíku. Mimo jiné <i>Dunaliella salina</i> obsahuje velké množství minerálů, které chrání kožní buňky před volnými radikály.	[10]
Fotoprotekce	Řasy	<i>Porphyra umbilicalis</i> extrakt	Extrakt z uvedené řasy obsahuje Porphyru 334 což je sloučenina, která absorbuje UV záření.	[10]
Bělení pokožky	Zelená řasa	<i>Nannochloropsis Oculata</i> extrakt	Čištěný extrakt z uvedené řasy je bohatým zdrojem Zeaxantinu (karotenoid), který se využívá v mnoha bělicích krémech.	[63]
Anticelulitidní efekt	Hnědá řasa - <i>Laminaria digitata</i>		Stimuluje průtok krve a napomáhá tělu zbavit se přebytečných tekutin, což zmírňuje projev celulitidy, ale ne celulitidu samotnou.	[64]
Péče o citlivou pokožku	Řasy	<i>Laminaria ochroleuca</i> extrakt	Tento extrakt je považován za složku, která má zklidňující účinky na mnoha úrovních, protože působí protizánětlivě při podráždění kůže tím, že posiluje imunitní odpověď pokožky a chrání DNA před poškozením.	[7]
		<i>Ascophyllum nodosum</i> extrakt	Schopností tohoto extraktu je, že poskytuje antioxidační aktivitu, snižuje intenzitu zánětlivé reakce a podporuje rychlejší hojení tkání.	
Péče o akné pokožku	Hnědá řasa	Sargafuran	Sargafuran z hnědé mořské řasy <i>Sargassum macrocarpum</i> má silné antiakné účinky proti <i>Propionibacterium acnes</i> , což je bakterie podílející se na tvorbě akné.	[11]
	Mořská voda		Je zdrojem minerálů, které jsou přínosné při léčbě kožních onemocnění, zejména u zánětlivých dermatitid.	
Protizánětlivé látky	Korály	Pseudopterosiny	Pseudopterosiny izolované z karibského gorgonského korálu mají vynikající protizánětlivé a analgetické vlastnosti, díky kterým jsou začleňovány do přípravků pečujících o pleť.	[65]

4 POMOCNÉ LÁTKY Z MOŘSKÝCH ZDROJŮ PRO KOSMETICKÉ FORMULACE

Pro pomocné látky existuje několik definicí. Některé definice popisují pomocné látky jako inertní látky, které tvoří vehikulum (nosič). Jiné zase jako látky, které jsou jiné než účinné látky, přidávají se do přípravků záměrně za účelem konzervace, parfemace, upravení konzistence produktu nebo také pigmentace [62].

4.1 Gelotvorné látky

Gelotvorné látky se v kosmetických produktech využívají na úpravu reologických vlastností. Tyto látky mohou být klasifikovány jako přírodní nebo syntetické. Vzhledem k tomu, že současným trendem je kosmetika s co nejvíce přírodními složkami, začaly se více využívat přírodní gelotvorné látky. Při používání přírodních modifikátorů reologie se musí dávat pozor na jejich vysokou citlivost na pH nebo vysoké koncentrace iontů. Co se týče využití mořských zdrojů při úpravě reologických vlastností, nejvíce využívanou látkou je karagenan. Karagenan je přírodní sacharid získávaný z červených mořských řas. Jeho název je odvozený od druhu mořských řas *Chondrus crispus*, které jsou známé jako *Carrageen Moss* nebo *Irish Moss*. Karagenan nemá žádnou výživovou hodnotu. Využívá se nejen v kosmetice, ale také v potravinářství a ve farmaceutických aplikacích. V kosmetice se hojně využívá v zubních pastách, šamponech a krémech na obličej jako pojivo pro dodání požadovaných reologických vlastností [66; 65].

4.2 Konzervační látky

Konzervační látky jsou přítomny téměř ve všech typech kosmetických přípravků. Je nutné je do přípravků přidávat, abychom zabránili nežádoucím chemickým přeměnám, růstu mikroorganismů a udrželi přípravek dlouhodobě v dobrém stavu. Jako konzervační látka se používá tokoferol. Tokoferol se získává z mikrořasy *Euglena gracilis*, která produkuje velké množství α -tokoferolu. Ten má také vysokou antioxidační aktivitu. Další látkou užívanou jako konzervant jsou parabeny, v tomto případě získávané z mořské bakterie, jenž patří do rodu *Microbulbifer*. Tento rod bakterií produkuje látku 4-hydroxybenzoát známou jako paraben [67].

4.3 Parfemační látky

Parfemační látky se používají v kosmetických přípravcích pro úpravu vůně přípravku. Parfemační látky nám poskytuje i mořský svět. Mezi zdroje těchto parfemačních látek patří mořské řasy, mořská tráva nebo rostliny rostoucí na pobřežích, ale také mořští živočichové. Tyto vůně se vyznačují specifickou vůní moře, mořského vánku, řas, pobřeží a ústřic. Považují se za moderní a zelené vůně. Z mořských řas se využívá červená řasa *Portieria hornemannii* se silnou štiplavou vůní. Silná vůně této řasy je hojně vyhledávanou milovníky parfémů. Mezi další řasy patří *Chlorophyta*. Zelené řasy s aroma mořského pobřeží vyznačující se nepříjemným zápachem. Následující řasou je *Laminaria saccharina* neboli čepelatka cukrová. Tato řasa má zápach divokých mořských plodů včetně ryb. Co se týče parfemačních látek z mořských živočichů nejznámější je ambra. Jedná se o voskový sekret střeva vorvaně obrovského. Ambra má jemnou vůni, která připomíná mořskou řasu, dřevo a mech, má sladký, ale suchý podtón [68; 69].

4.4 Esenciální oleje

Esenciální oleje mají své místo nejen v kosmetických přípravcích, ale v mnoha dalších odvětvích. V kosmetickém průmyslu jsou velmi často využívány nejen pro svou vůni, ale mají také další vlastnosti. Mohou působit jako konzervanty, aktivní látky, antiseptika nebo se mohou využívat pro jejich protizánětlivou funkci. Esenciální oleje jsou získávány z mnoha zdrojů, mezi které patří i ty mořské. Nejznámějším mořským zdrojem esenciálních olejů jsou řasy, které se využívají pro svou antiseptickou a protizánětlivou funkci. *Undaria pinnatifida* je jedlá mořská řasa a esenciální olej z této řasy je zdrojem antioxidačních a antibakteriálních látek. Dalšími řasami jsou *Polysiphonia lanosa* (červená řasa) a *Durvillaea antarctica* (zelená řasa). Esenciální oleje z těchto řas se využívají na ochranu a kondicionaci pokožky. Nevyužívají se jen esenciální oleje z řas, ale využívá se i *Crithmum maritimum*. Jedná se o halofilní rostlinu rostoucí na pobřežích. Esenciální olej z této halofilní rostliny obsahuje zajímavou kombinaci látek, jenž propůjčují tomuto oleji výraznou vůni, která je kombinací citronu, kafru a santalového dřeva [70; 71; 72].

4.5 Pigmenty

Pigmenty se využívají hlavně k zabarvení nejen kosmetických produktů. Kromě zabarvení mohou mít i jiné biologické aktivity včetně protinádorových, antibakteriálních, antioxidačních a protizánětlivých. Přírodní pigmenty hrají velkou roli nejen v kosmetickém průmyslu, ale také v průmyslu potravinářském, farmaceutickém i textilním. Hlavními třemi zdroji mořských pigmentů jsou mořští bezobratlí, řasy a mikroby. Mezi nejznámější pigmenty pocházející z mořských živočichů patří astaxanthin produkovaný korýši a echinochrom produkovaný ostnokožci. Z pigmentů získávaných z řas je nejznámější chlorofyl, fukoxanthin a lutein. Mořské mikroorganismy produkují velké množství pigmentů, mezi které patří karotenoidy, alkaloidy a melaniny. Karotenoidy se vyskytují v mnoha barevných škálách, nejvíce ve žluté, oranžové a červené, kromě barvy mají také antioxidační vlastnosti. Chlorofyly jsou fotosyntetické nazelenalé pigmenty pocházející z řas, rostlin a sinic. Astaxanthin patří k červeným pigmentům s velkou antioxidační aktivitou [73].

5 MONITOROVÁNÍ RIZIK ZNEČISTĚNÝCH MOŘSKÝCH ZDROJŮ

Znečištění životního prostředí plasty a obzvláště mikroplasty je v současnosti jedním z nejvíce řešených témat. Mikroplasty jsou částice vyrobené z materiálu, který je nerozpustný ve vodě, syntetický, vyrobený z plastu a jeho velikost je méně než 5 mm. Plasty jsou každodenní součástí našeho života ať už jako obaly potravin, ale i kosmetických produktů nebo produktů osobní péče. Jsou vyrobeny z polymerů smíchaných s přísadami, kvůli požadovaným vlastnostem a funkcí. Částice využívané v kosmetice mají velmi malý rozměr a mnoho funkcí. Mezi tyto funkce patří tvorba filmu, regulace viskozity, stabilizace emulzí a mnoho dalších. Plasty z těchto produktů se dostávají do odpadních vod nejčastěji z oplachové kosmetiky. Tato kosmetika se po použití smývá a tím se dostává do odpadních vod. Odpadní vody jsou odváděny do čistíren, kde jejich cesta buď končí v čistírenských kalech, nebo pokračuje dál prostřednictvím vyčištěných vod. Některé z těchto odpadních vod jsou vypouštěny přímo do moře. Jiné vstupují do říčních systémů, které přepravují suspendované částice s proudem do moře. Dá se předpokládat, že mikroplasty ve vyčištěných vodách nepocházejí pouze z kosmetických výrobků a výrobků pro osobní péči, ale také z mnoha dalších výrobků, které plastové částice obsahují. Po uvolnění mikroplastů do prostředí trvá staletí, než se rozloží. Při vysokých dávkách jsou mikroplasty schopny způsobit toxicitu různých oblastí životního prostředí. V mořském prostředí narůstá množství mikroplastů a ty mají negativní vliv a dopad na mořské prostředí nejen rostlin, ale také živočichů. Ve vysokých dávkách mikroplasty ovlivňují fotosyntézu zelených řas. V dnešní době narůstá zájem i snaha o zlepšení životního prostředí, zmírnění již napáchaných škod různými zákazy látek, například zákaz používání mikroplastových kuliček v kosmetice a mnoho dalších [74; 75; 76].

6 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Kosmetické přípravky hrají v našem životě velkou roli, i když tomu nepřikládáme zvláštní důraz. Používáme je dnes již běžně a automaticky k vylepšení vzhledu, udržení, k péči o pokožku, vlasy a nehty. Kosmetický průmysl je dynamické odvětví, které se rychle vyvíjí a posouvá vpřed. Objevují se nové formulace přípravků, používají se nové ingredience, dbá se na ekologii a posouvají se vpřed i přípravky ve kterých se nachází mořské složky. Ty se v kosmetickém průmyslu využívaly již v historii. V dnešní době se stávají více populární, díky svým blahodárným účinkům na pokožku, a nejen díky nim, ale také uživatelé vyhledávají častěji přípravky s přírodními složkami než ty s těmi syntetickými. I díky tomu dochází k nahrazování syntetických složek přírodními. Nejčastěji používané mořské zdroje jsou řasy. Využívají se řasy zelené, hnědé i červené. Každý druh řas má svou jedinečnou aktivní sloučeninu, která má specifický účinek na naši kůži. Využívají se v produktech pro hydrataci pokožky, bělení pokožky i v přípravcích proti stárnutí pokožky. Jejich využití je velmi rozsáhlé. Novinkou v kosmetických přípravcích jsou korály, které jsou aplikovány v podobě prášků k čištění pokožky a jako dodavatelé minerálů. Hojně využívaný je také fytoplankton. Což je organismus, který zahrnuje také sinice. Fytoplanktony jsou bohaté na lipidy a omega-3 mastné kyseliny. Napomáhají pokožce v obnově kožní bariéry. V kosmetických přípravcích našel uplatnění při bělení pokožky a jejím tónování. Nelze opomenout mořskou vodu, mořskou sůl a také mořské bahno, které díky bohatému obsahu minerálů jsou nezbytné pro správnou funkci lidského těla. Mořská voda může zpomalovat stárnutí pleti, dodává jí hydrataci a také napomáhá léčit kožní dermatitidy. Mořská sůl je známá hlavně pro své terapeutické a kosmetické vlastnosti. Dokáže ovlivňovat stabilitu a reologické vlastnosti kosmetických přípravků. Využívá se při haloterapii, kdy dochází k inhalaci soli a užívá se při léčbě dýchacích potíží, ekzému, dermatitid i akné. Mořské bahno je bohaté na minerály a obsahuje také antibakteriální složky. Využívá se v maskách na obličej. Velmi důležité jsou i mořské ryby, ze kterých se vyrábí rybí kolagen. Tento kolagen je bioaktivní a biologicky odbouratelný. Kolagen z mořských ryb má schopnost zadržovat vodu a ukazuje se jako dominantní mechanismus antiaging působení produktů určených pro péči o pleť. Mořské zdroje jsou tedy výjimečnou součástí kosmetických produktů. Musíme ale také myslet na jejich udržitelnost a kapacitu. Všechny zdroje jsou vyčerpatelné. Proto musíme dbát na jejich udržení. Mořské zdroje jsou ovlivňovány působením vnějších vlivů (těžkými kovy, mikroplasty). Sloučeniny z mořského prostředí také čelí velké výzvě, která se týká objemu výroby, protože tyto sloučeniny se nachází v malém množství a občas

je velmi složité je izolovat. Je také náročné zajistit, aby se sloučeniny z mořského prostředí neměnily, zejména metabolity, které odsud pochází, protože jejich podmínky nejsou neměnné. Příznivým plánem k překonání těchto problémů je hemisyntéza. Při hemisyntéze se místo sklizně sledované sloučeniny sklídí její přirozený zdroj, který se přemění na sloučeninu, o kterou je zájem. Získávání mořských sloučenin čelí také výzvě omezené dostupnosti. Hlavně pokud se cílové organismy nachází na dně hlubokých oceánů. Dalším problémem souvisejícím s vysokou poptávkou po kosmetických přípravcích je ekotoxicitu. Ekotoxicitu jeví syntetické sloučeniny v kosmetických přípravcích. Přírodní přísady jsou náhradou syntetických, protože po návratu do životního prostředí jsou tyto sloučeniny méně nebezpečné. Velkým problémem jsou také obaly těchto přípravků. Co se týče mořského prostředí, bylo prokázáno, že plasty jsou hlavními zdroji jejich znečišťování. Začalo se tedy řešit udržitelné řešení pro obaly, kdy byly zavedeny udržitelně vyrobené obaly. Příkladem takového obalu jsou kompostovatelné obaly. Jako materiály využívané k bezodpadovému balení kosmetických přípravků jsou řasy. Mají vysoký obsah vlákniny a vitaminů a lze z nich vytvořit obaly bez potřeby chemikálií. V budoucnosti je potřeba řešit mnoho otázek, které se týkají mořských zdrojů, a hlavně jejich udržitelnosti. Je potřeba využít spolupráce mezi výzkumnými pracovníky a kosmetickým průmyslem a posouvat cestu směrem k ekologičtějšímu získávání mořských surovin, zavádění ekologičtějších výrobních procesů a experimentování s vynalézavými programy recyklace a opětovného použití. Touto cestou lze přispět ke zlepšení nejen našeho, ale i mořského prostředí [77].

7 CÍLE PRÁCE

Záměrem praktické části práce bylo ověřit účinnost a vlastnosti vybraného Polyplant Marine extraktu na pokožku. Tento extrakt obsahuje *Fucus Vesiculosus Extract*, *Laminaria Digitata Extract*, *Spirulina Maxima Extract*, *Porphyra Umbilicalis Extract*, *Ascophyllum Nodosum Extract*. Dle výrobce je extrakt energizující, tonizující, revitalizační, stimulační, uklidňující a hydratační pro pokožku [58]. Bylo prověřováno několik vybraných biofyzikálních parametrů pokožky: hydratace, transepidermální ztráta vody (TEWL), pH, pigmentace a elasticita kůže. Dalším z cílů práce bylo charakterizovat viskozitu gelových matric s aktivní látkou.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 METODIKA PRÁCE

V rámci této práce byla provedena experimentální studie zaměřená na hodnocení mechanických vlastností pokožky po aplikaci formulací 1 % a 5 % Polyplant Marine extraktu.

8.1 Materiály, chemikálie a pomůcky

- Polyplant Marine extrakt 50 ml (dodavatel Nature Store, Česká republika [68])
- karbopolový gel CarbopolFarm®; složení: *Aqua purificata*, *Carbomerum 980*, *Methylparabenum*, *Propylparabenum*, *Trolaminum* (Fargon, Česká republika)
- kádinky, tyčinky, lžičky, nůžky, buničina

8.2 Přístroje

Příprava formulací:

- Analytické váhy Nimbus (Adam Equipment, Velká Británie)

In vivo diagnostika:

- MPA 10 stanice (Multi Probe Adapter) se sondami korneometr CM® 825, tewametr TM® 300, mexametr MX® 18, reviskometr RVM® 600, pH® metr PH 905 (Courage & Khazaka, Německo) viz Obrázek 9–10



Obrázek 9 MPA 10 stanice se sondami

(zdroj: vlastní)



Obrázek 10 pH® metr PH 905

(zdroj: vlastní)

8.3 Příprava gelových formulací

Byly připraveny dvě formulace obsahující polyplant marine extrakt o koncentraci 1 % a 5 %. Karbopolový čistý gel byl využit jako placebo. Do skleněných kádinek bylo na analytických vahách naváženo vypočtené množství karbopolového gelu, který byl poté doplněn vypočteným množstvím Polyplant Marine extraktu tak, že vznikly dvě gelové formulace o hmotnosti 200 g. Tyto gelové formulace byly dobře promíchány skleněnou tyčinkou a rozděleny do 6 kelímků. Kelímky byly popsány a uloženy v lednici až do doby předání dobrovolnicím. Hodnota pH karbopolového gelu byla 4,7. Gelová formulace s obsahem 1 % Polyplant Marine extraktu měla pH 4,3 a formulace s obsahem 5 % Polyplant Marine extraktu měla rovněž pH 4,3. Popsané formulace rozděleny do kelímků jsou znázorněny na Obrázku 11.



Obrázek 11 Jednotlivé gelové formulace

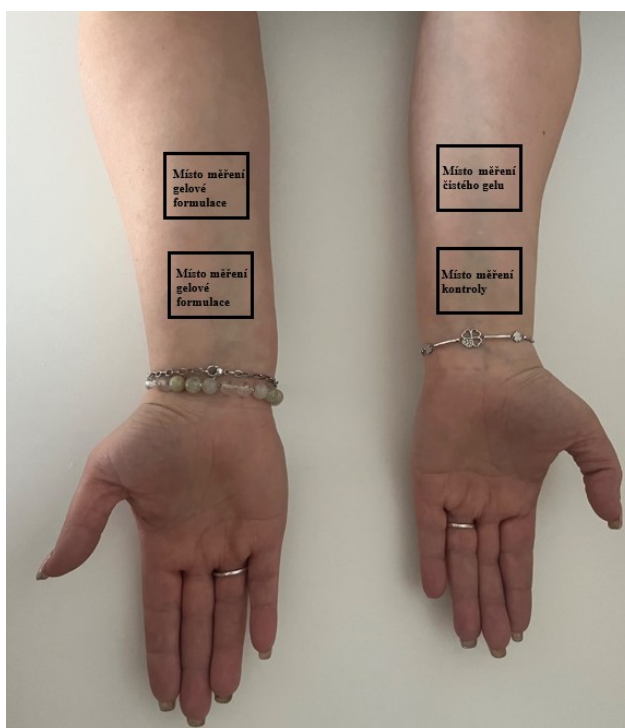
(zdroj: vlastní)

8.4 Soubor dobrovolnic

Celá skupina dobrovolnic skládající se ze 6 žen ve věku od 23 do 65 let účastníci se tohoto měření byla rozdělena do 2 skupin. První skupina skládající se ze 3 žen obdržela karbopolový gel – placebo a 1 % gelovou formulaci s Polyplant Marine extraktem. Druhá skupina skládající se rovněž ze 3 žen obdržela karbopolový čistý gel neboli placebo a 5 % gelovou formulaci s Polyplant Marine extraktem.

8.5 Průběh měření

Před začátkem experimentu proběhlo seznámení dobrovolnic s formulacemi a jejich účinky, průběhem měření a postupem použití formulací. Každé z dobrovolnic bylo předáno prohlášení účastníka studie (Příloha PI), informovaný souhlas (Příloha PII) a dotazník k vyplnění jejich zdravotního stavu (Příloha PIII). Dobrovolnicím byly přiděleny příslušné formulace podle rozdělení do skupin a byla jim vysvětlena aplikace formulace. Všechny formulace byly aplikovány každé ráno a večer na čistou pokožku vnitřní strany předloktí pravé i levé ruky po dobu 8 týdnů. Dobrovolnice byly poučeny, aby v době experimentu neaplikovaly na určená místa jiné kosmetické přípravky.



Obrázek 12 Měřené oblasti vnitřní strany předloktí dobrovolnic

(zdroj: vlastní)

Dobrovolnice se zúčastnily tří měření. První měření, tedy začátek experimentu, proběhl v únoru 2024 před první aplikací formulací na čisté kůži vnitřní strany předloktí. Další měření bylo zrealizováno po 4týdenní aplikaci připravených formulací a poslední měření po 8 týdnech proběhlo v dubnu 2024.

V již zmíněné oblasti měření byly sledovány hodnoty hydratace kůže, TEWL, pH, barva kůže (erytém) a její elasticita. Dále byla změřena viskozita jednotlivých formulací.

8.5.1 Měření hydratace kůže

Měření hydratace kůže bylo prováděno za pomoci MPA 10 stanice se sondou Korneometr CM[®] 825. Sonda byla přikládána na místa určená pro aplikaci formulace na vnitřní stranu předloktí a vytvářením jemného tlaku bylo zaznamenáno 5 hodnot hydratace. Pokud byla hodnota hydratace kůže nižší než 30 jednotek korneometrických (k. j.), byla kůže extrémně suchá. Hodnoty pohybující se v rozmezí 30–45 k. j. odpovídaly kůži suché a hodnoty vyšší než 45 k. j. monitorovaly normální hydratovanou kůži [78].

8.5.2 Měření TEWL

Měření TEWL bylo prováděno sondou Tewametr TM[®] 300. Sonda byla přiložena na určené místo a po její aktivaci bylo získáno 15 hodnot epidermální ztráty vody. Prvních 5 hodnot bylo vždy zanedbáno z důvodu vyrovnaní hodnot, které mohly být ovlivněny jednak teplotou a vlhkostí pokožky dobrovolnice a také teplotně-vlhkostními podmínkami prostředí. Hodnoty pohybující se v rozmezí 0–10 g·m⁻²·h⁻¹ určovaly velmi dobrý stav, hodnoty 10–15 g·m⁻²·h⁻¹ stav dobrý. Dále snímané hodnoty 15–25 g·m⁻²·h⁻¹ ukazovaly na normální stav, mírné poškození bariérové funkce charakterizovalo rozmezí hodnot 25–30 g·m⁻²·h⁻¹ a hodnoty vyšší nad 30 g·m⁻²·h⁻¹ vypovídaly o kritické bariérové funkci pokožky [79].

8.5.3 Měření pH

Měření pH pokožky na určeném místě bylo monitorováno sondou pH[®] 905. Sonda byla před každým jednotlivým měřením opláchnuta demineralizovanou vodou a jemně otřena buničinou. Pro každé místo určené k aplikaci formulace byly naměřeny 3 hodnoty. Fyziologickému pH kůže odpovídaly hodnoty 4,5–5,5 [80].

8.5.4 Měření erytému

Měření míry erytému bylo provedeno pomocí sondy Mexametr[®] MX 18. Na určeném místě aplikace formulací byly jemným přitlakem zaznamenány 3 hodnoty změny pigmentace.

8.5.5 Měření elasticity kůže

Elasticita kůže byla zjišťována sondou Reviskometr[®] RVM 600. Tato sonda dovoluje měření při úhlech 0–360°. Před začátkem měření byl na polohovací kroužek se stupnicí úhlů nalepen lepící kruh, který zajišťoval připevnění polohovacího kroužku ke kůži a usnadnil tak měření. Měření probíhalo jemným vložením měřicí jehličky sondy reviskometru po každých 30° do kroužku. Na určených místech bylo vždy zaznamenáno 13 hodnot.

8.5.6 Měření viskozity formulací

Viskozita je reologickou veličinou, která závisí na mnoha faktorech, mezi které patří teplota, tlak nebo koncentrace rozpuštěných látek [81].

Dynamická viskozita gelových formulací byla měřena pomocí rotačního viskozimetru Myr-V2. K viskozimetru byl připevněn rotační spindl, který byl zanořen do formulace a následně byla zvolena rychlost otáčení a spuštěno měření. Měření probíhalo zhruba po dobu 4 minut.

8.6 Zpracování naměřených dat

Vyhodnocení naměřených dat bylo provedeno prostřednictvím programu Microsoft Office Excel (Microsoft Corporation, USA). Pro biofyzikální parametry: hydrataci, TEWL, pH, pigmentaci a elasticitu kůže byl vždy vypočten aritmetický průměr (1) a směrodatná odchylka (2) pro všechny oblasti vnitřní strany předloktí rukou dobrovolnic odpovídající účinku všech formulací:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (1)$$

Kde:

$\bar{x}$ – aritmetický průměr,

N – počet měření,

x_i – hodnota měření.

$$s = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

Kde:

s – směrodatná odchylka,

N – počet měření,

$\bar{x}$ – aritmetický průměr,

x_i – hodnota měření.

9 VÝSLEDKY A DISKUZE

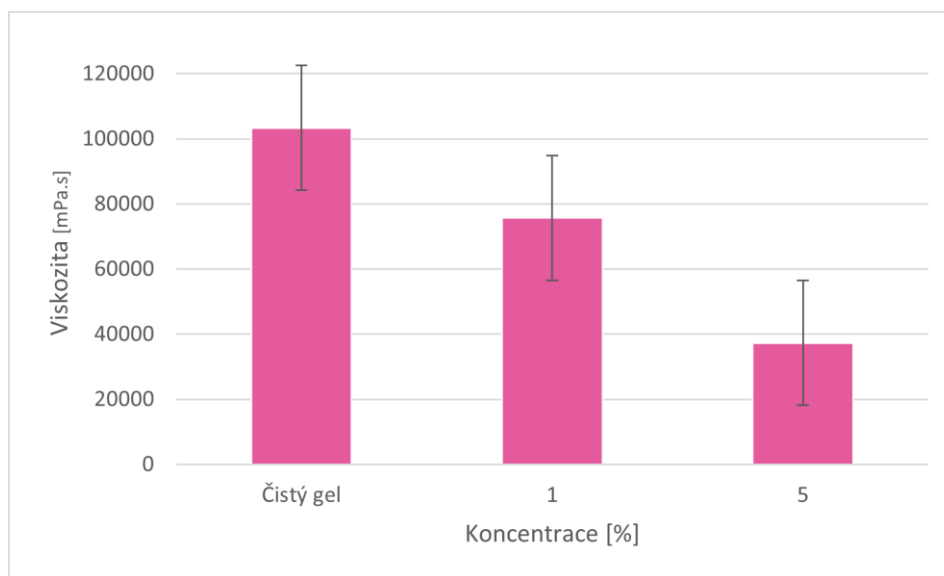
Účinky mořských řas jsou známy již mnoho let. Mořské řasy se nyní hojně využívají v přípravcích určených pro péči o pleť díky svým účinkům. Kosmetický průmysl není však jediný, kde se hojně mořské řasy využívají. Další využití našly také v potravinářském průmyslu. V průmyslu kosmetickém se využívají jejich extrakty, ať už jsou to extrakty z řas zelených, hnědých nebo červených. Extrakty z mořských řas se mohou pyšnit například bělícími, hydratačními nebo také protizánětlivými účinky.

V této části práce bylo provedeno shrnutí výsledků z *in vivo* testování gelových formulací s obsahem 0 %, 1 % a 5 % Polyplant Marine extraktu. Dodavatel Polyplant Marine extraktu uvedl, že mezi jeho vlastnosti patří hydratace, zklidňující účinek, tonizační účinek, filmotvorný účinek a také revitalizační účinek. Extrakt je doporučen do výrobků pro péči o pleť s dávkováním od 1 do 5 % [54] .

9.1 Vliv viskozity na gelové formulace

Měření viskozity gelových formulací bylo prováděno za pomoci rotačního viskozimetru Myr V2-L a data byla zpracována pomocí softwaru VisiotechPlus.

Z grafu na Obrázku 13 je patrné, že nejvyšší viskozitu má čistý gel, tedy gelová formulace bez Polyplant Marine extraktu. S přidavkem tohoto extraktu se viskozita gelových formulací snižuje pravděpodobně narušením gelové sítě, což vede ke zmenšení vnitřního tření a poklesu viskozity. Nejnižší viskozitu vykazovala gelová formulace obsahující 5 % Polyplant Marine extraktu. I když vyšší koncentrace extraktu ovlivňovala texturu gelu, formulace se při nanášení neroztékala.



Obrázek 13 Viskozita gelových formulací v závislosti na koncentraci Polyplant Marine extraktu

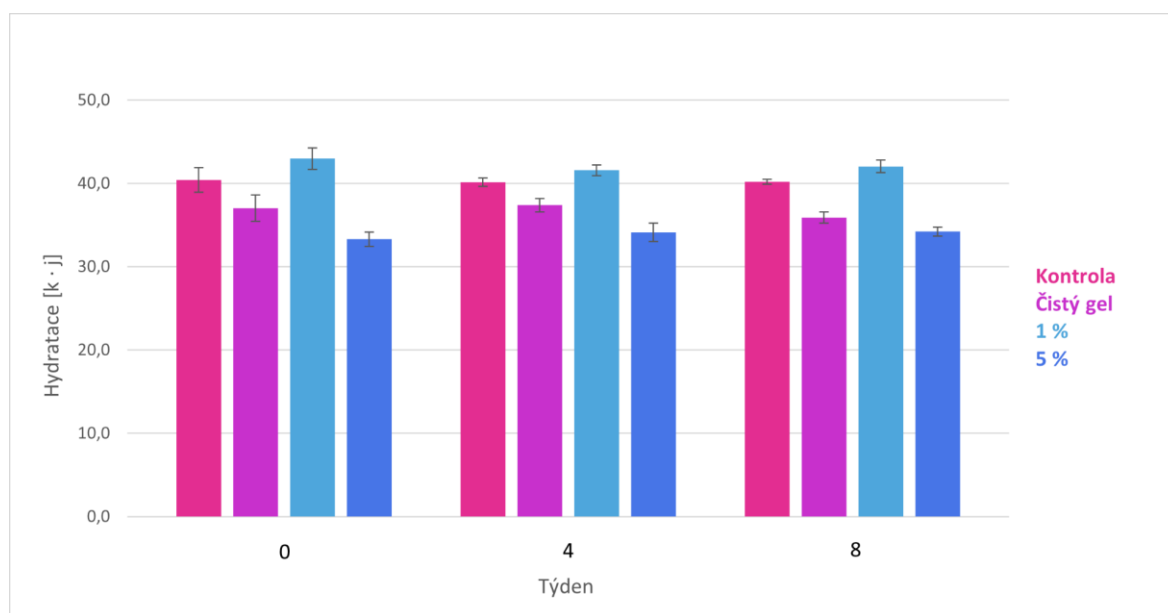
(zdroj: vlastní)

9.2 Vliv gelových formulací na hydrataci

Po přiložení sondy korneometru na kůži dochází k měření dielektrické konstanty rohové vrstvy kůže. Voda obsažená v kůži má vysokou dielektrickou konstantu a její obsah v kůži ovlivňuje kapacitanci neboli schopnost vodiče uchovávat elektrický náboj. Čím více vody je uloženo v kůži, tím vyšší je naměřená hodnota. Toto korneometrické měření nám umožňuje rychlé a neinvazivní hodnocení hydratace kůže [82].

Vliv jednotlivých gelových formulací na hydrataci kůže dobrovolníků v čase je znázorněn na Obrázku 14. Tento graf srovnává hodnoty hydratace kůže v závislosti na čase 0, 4 a 8 týdnů. Je tedy patrné, že na kontrolním místě, kde nebyla aplikována žádná gelová formulace, zůstává hydratace pokožky v průběhu měření relativně stejná. Hydratace kontrolního místa se pohybuje okolo $40 \pm 1,47$ k. j. Při aplikaci čistého gelu jsou hodnoty mírně nižší než na kontrolním místě, ale po čas měření zůstávají stabilní. Mírný pokles může být způsoben vlastnostmi gelu, který mohl kůži lehce vysušit. Naměřené hodnoty na pokožce ošetřované čistým gelem se pohybovaly okolo $37 \pm 1,6$ k. j. Formulace obsahující 1 % Polyplant Marine extraktu vedla k mírnému zvýšení hydratace pokožky, kde byly po 4. a 8. týdnu naměřeny hodnoty kolem $42 \pm 0,76$ k. j. Oproti kontrole a čistému gelu došlo ke zlepšení. Je tedy možné, že při dlouhodobějším používání této gelové formulace by došlo

k ještě dalšímu zvýšení směrem k dosažení normálního stavu pokožky. Naopak aplikace formulace s 5 % Polyplant Marine extraktu vedla ke snížení hydratace pokožky, kdy byly po 4 a 8 týdnech naměřeny hodnoty kolem $34 \pm 0,55$ k. j. Vyšší koncentrace extraktu mohla mírně narušit kožní bariéru a pokožku dehydratovat. Lze říci, že největší pozitivní vliv na zvýšení hodnot hydratace měla formulace obsahující 1 % Polyplant Marine extraktu. Po celou dobu měření hodnoty odpovídají suchému stavu kůže. Nebyl tedy prokázán účinek extraktu na hydrataci kůže, jak uvádí výrobce extraktu [58]. Dle studie [83], ve které byly testovány hydratační účinky extraktů z mořských řas, bylo prokázáno zvýšení hydratace pokožky již po jednom týdnu aplikace. Tento extrakt však obsahoval jiné aktivní látky než testovaný Polyplant Marine extrakt. Dalším faktorem, který mohl ovlivnit účinnost formulací bylo zvolené gelové vehikulum. Práce [84] zaměřující se na vliv aktivních látek na vlastnosti gelových a emulzních kosmetických základů porovnává gelový a emulzní základ. Dle výsledků této práce měly emulzní základy obecně vyšší viskozitu, ale byly méně stabilní. Zatímco gelové základy vykazovaly vyšší stabilitu.



Obrázek 14 Vliv gelových formulací na hydrataci pokožky v čase

(zdroj: vlastní)

9.3 Vliv gelových formulací na TEWL

Transepidermální ztráta vody je množství vody, které se přirozeně odpařuje z pokožky do okolního prostředí difúzí přes *stratum corneum*. Je ukazatelem integrity kožní bariéry. Zdravá kůže ztrácí méně vody, zatímco poškozená nebo slabá kůže více. Tuto hodnotu

měříme za pomoci sondy tewametry, která funguje na principu otevřené komůrky vybavené senzory. Díky těmto senzorům zjišťujeme gradient vodní páry nad povrchem kůže [85]. Metoda měření je založena na Fickově difuzním zákoně, který definuje difuzi vody z povrchu těla dle vztahu (3) [86].

$$J = K_m \cdot D \cdot \frac{dc}{dx} \quad (3)$$

Kde:

J – tok vody [$\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$],

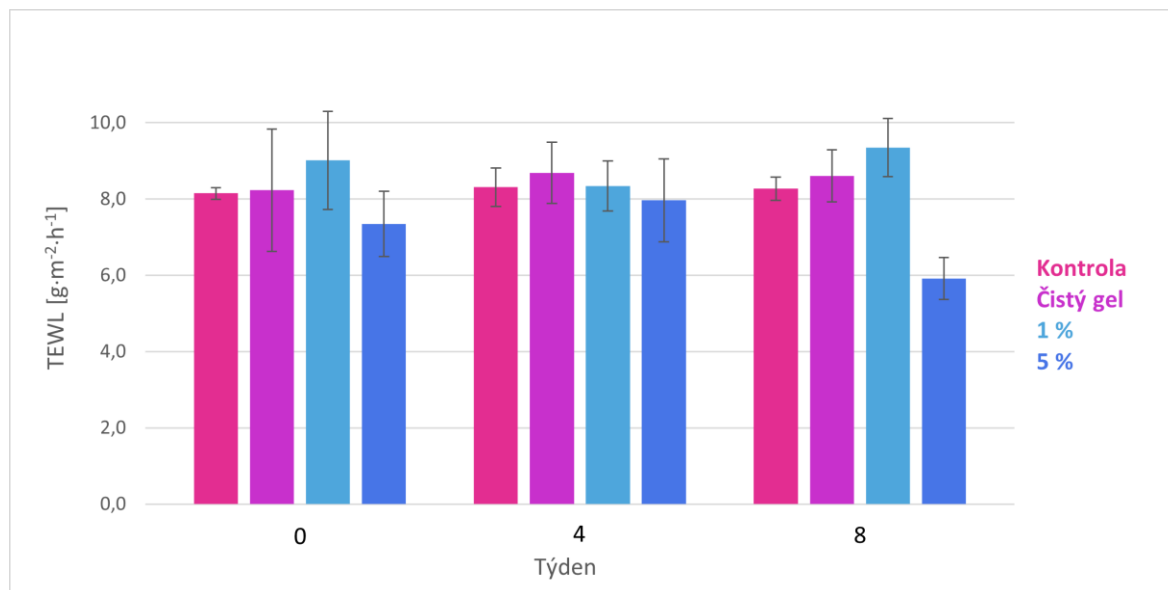
K_m – rozdělovací koeficient,

D – difuzní koeficient [$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$],

c – koncentrace vody [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$],

x – vzdálenost ve *stratum corneum* [m].

Cílem tohoto měření bylo zjistit účinnost gelových formulací s Polyplant Marine extraktem na stav kožní bariéry viz Obrázek 15. V nultém týdnu, tedy před první aplikací formulací můžeme vidět, že hodnoty naměřeny na kontrolním místě $8,1 \pm 0,15 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ a hodnoty naměřeny na místě pro aplikaci čistého gelu $8,2 \pm 0,17 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ jsou velmi podobné. Po přeměření hodnot ve 4. týdnu po aplikaci můžeme vidět, že se hodnoty nijak výrazněji neměnily v porovnání s hodnotami na začátku měření. Nejnížší hodnoty $5,9 \pm 0,17 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ byly naměřeny na místě ošetřeném gelovou formulací s 5 % Polyplant Marine extraktu. Poslední měření hodnot proběhlo po 8 týdnech a ukázalo, že hodnoty pro kontrolní místo a místo aplikace čistého gelu se po celé době měření výrazněji nezměnily. Hodnota $6 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ dle běžně užívané stupnice TEWL značí dobře funkční a posílenou kožní bariéru. U normálně hydratované pokožky se obvykle hodnoty pohybují okolo $0\text{--}10 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ a ukazují na lepší stav bariérové funkce pokožky. Na základě výsledků tedy můžeme usoudit, že 5% koncentrace Polyplant Marine extraktu má pozitivní vliv na kožní bariéru. Podobné výsledky vykazuje i studie [87], která se zabývala hodnocením kosmetického přípravku s extraktem z mořských řas na snížení TEWL, kdy došlo k posílení kožní bariéry.



Obrázek 15 Vliv gelových formulací na bariérové vlastnosti pokožky v čase

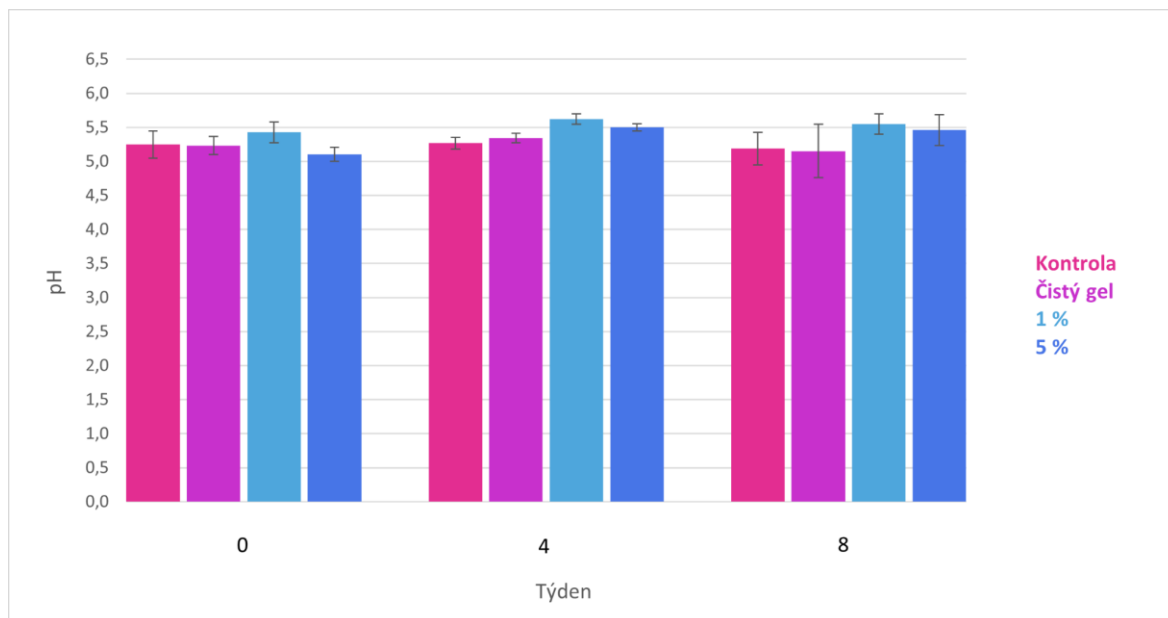
(zdroj: vlastní)

9.4 Vliv gelových formulací na kyselost kožního pláště

Měření pH povrchu kůže bylo provedeno použitím pH metr[®] 905. Sonda má ve skleněné části zabudovanou jak iontově selektivní elektrodu citlivou na vodíkové ionty (H^+), tak referenční elektrodu. Díky tomuto systému umožňuje zařízení přesné sledování hodnot pH s rozlišením na desetiny [88]. Kyselé pH povrchu kůže působí, jako regulační faktor pro udržení homeostázy *stratum corneum* a propustnosti bariéry. Zásadní význam kyselého pH spočívá zejména v podpoře diferenciaci keratinocytů, správné syntéze a funkci epidermálních lipidů a tvorbě lipidového obalu korneocytů. Klíčovou roli hraje dále při udržování rovnováhy kožního mikrobiomu, a tím i při prevenci kožních poruch a onemocnění [89].

Vliv gelových formulací s Polyplant Marine extraktem je prezentován na Obrázku 16. U pokožky kontrolního místa a pro místo měření čistého gelu se hodnoty pohybovaly okolo $pH\ 5,0 \pm 0,20$, což odpovídá fyziologickému pH kůže po celou dobu trvání experimentu. U hodnot naměřených na pokožce s formulací 1 % Polyplant Marine extraktu je patrný mírný nárůst pH ve 4. týdnu, přičemž v 8. týdnu se tato hodnota již výrazně nezměnila, ale zůstala větší než na kontrolním místě a místě s čistým gelem. Podobný trend byl zaznamenán i u místa s použitou 5 % formulací, kde pH mírně vzrostlo ve 4. týdnu a v 8. týdnu se pohybovalo na srovnatelné úrovni. Obě gelové formulace tedy pravděpodobně mírně stabilizují nebo slabě alkalizují pH pokožky v průběhu měření, ale pořád v oblasti

fyziologických hodnot. Výsledky zároveň ukazují, že vyšší koncentrace nemusí vždy znamenat výraznější a lepší účinky na pH pokožky.



Obrázek 16 Vliv gelových formulací na pH pokožky v časech

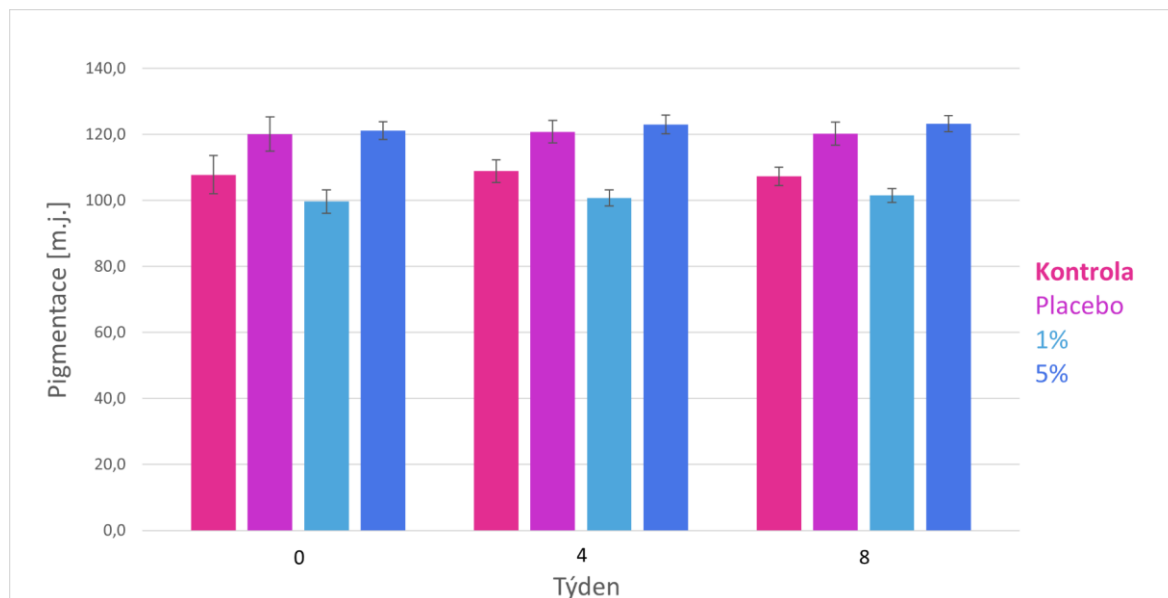
(zdroj: vlastní)

9.5 Vliv gelových formulací na pigmentaci

Měření vlivu gelových formulací na pigmentaci kůže bylo provedeno za pomoci sondy Mexametr® MX 18. Tato sonda pracuje na principu měření hodnot melaninu a hemoglobinu (erytému), které jsou zodpovědné za barvu kůže. Samotné měření je založeno na absorpci a odrazu. Sonda vyzařuje tři specifické vlnové délky světla (zelená: $\lambda = 568$ nm, červená: $\lambda = 660$ nm, infračervená: $\lambda = 870$ nm). Přijímač měří odraz světla od pokožky a podle množství vyzařovaného světla můžeme vypočítat množství světla absorbovaného kůží [90].

Na Obrázku 17 můžeme vidět výsledky měření vlivu gelových formulací na pigmentaci pokožky. Výsledky ukazují, že gelová formulace s 5 % extraktu vedla ke stabilnímu udržení pigmentace pokožky v průběhu celého měření. Formulací s 1 % extraktu bylo dosaženo po celou dobu měření nižší hodnoty pigmentace pokožky oproti formulaci s 5 % extraktu i kontrolnímu místu a místu pro placebo. To naznačuje, že účinnost Polyplant Marine extraktu na udržení pigmentace je pravděpodobně závislá na jeho koncentraci. Gelová formulace s 5 % Polyplant Marine extraktu přispívá k udržení úrovně pigmentace pokožky,

ale depigmentační efekt nebyl prokázán, což může naznačovat její potenciál při dlouhodobém zachování pigmentace.



Obrázek 17 Vliv gelových formulací na pigmentaci pokožky v čase

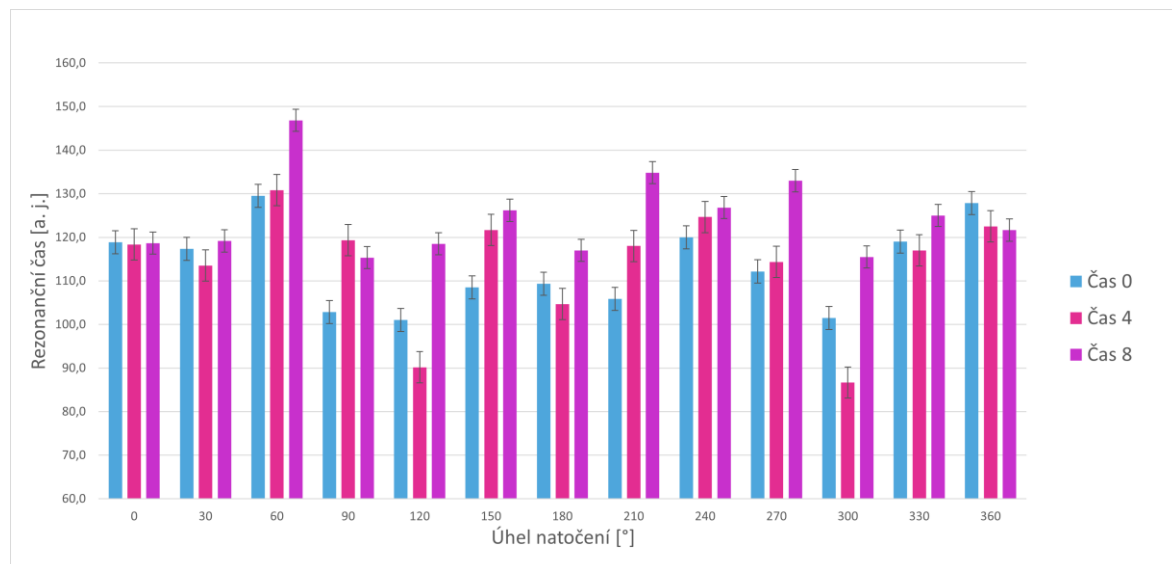
(zdroj: vlastní)

9.6 Vliv gelových formulací na elasticitu kůže

Míra elasticity kůže byla stanovena pomocí reviskometru, kdy je měření založeno na době rezonančního průběhu akustické rázové vlny, která kromě mechanických vlastností kůže určuje také směr kolagenových a elastinových vláken. Hlava sondy obsahuje dva senzory, z nichž první senzor vysílá akustickou rázovou vlnu a druhý slouží jako přijímač. Rázové akustické vlny se šíří kůží v závislosti na stavu elastinových vláken a obsahu vlhkosti kůže. Měřeným parametrem je poté doba, kterou vlna potřebuje k cestě od senzoru vysílajícího rázové akustické vlny k přijímači [91]. Naměřené rezonanční časy gelových formulací jsou uvedeny na Obrázcích 18–20 v reviskometrických jednotkách [a. j.]. Čím jsou hodnoty rezonančního času kratší, tím vykazuje kůže vyšší elasticitu a nižší tuhost. Cílem aplikovaných gelových formulací bylo zlepšit hodnoty elasticity kůže.

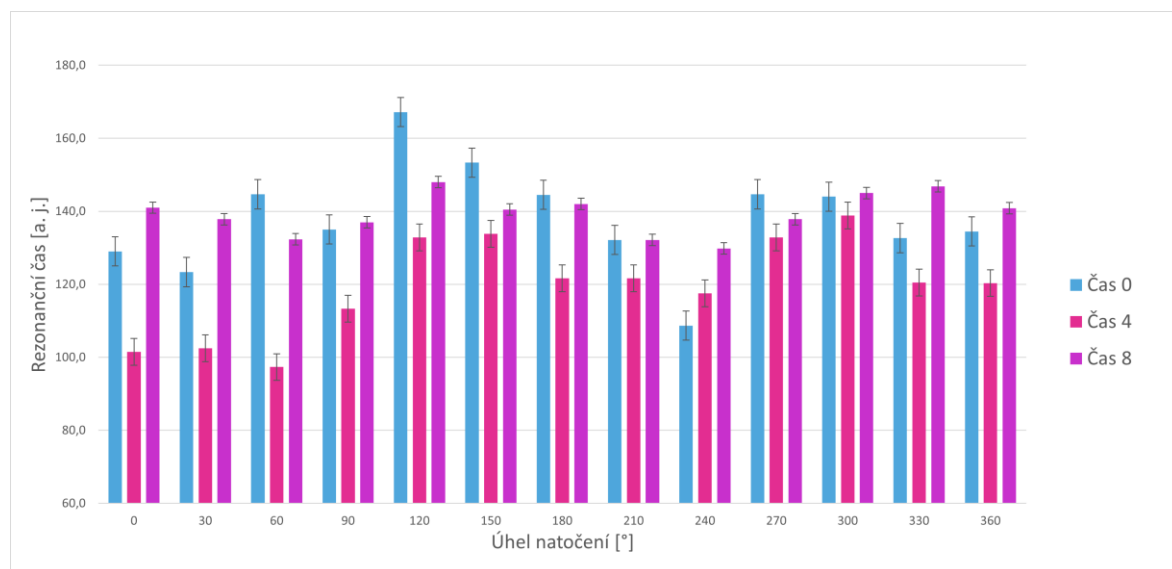
Z výsledků je bohužel patrná neúčinnost ve vztahu k delším hodnotám rezonančních časů u pokožky ošetřované připravenými formulacemi, a to jak čistého gelu, tak s obsahem 1 a 5 % Polyplant Marine extraktu. Nejvýraznější negativní změny elastických vlastností kůže byly monitorovány při různých úhlech pootočení při měření jak ve 4. tak i v 8. týdnu.

Došlo ke snížení elasticity a zvýšení tuhosti kůže. Nárůst rezonančních časů mohl být způsoben dehydratací kůže, což vedlo ke zvýšení její tuhosti.



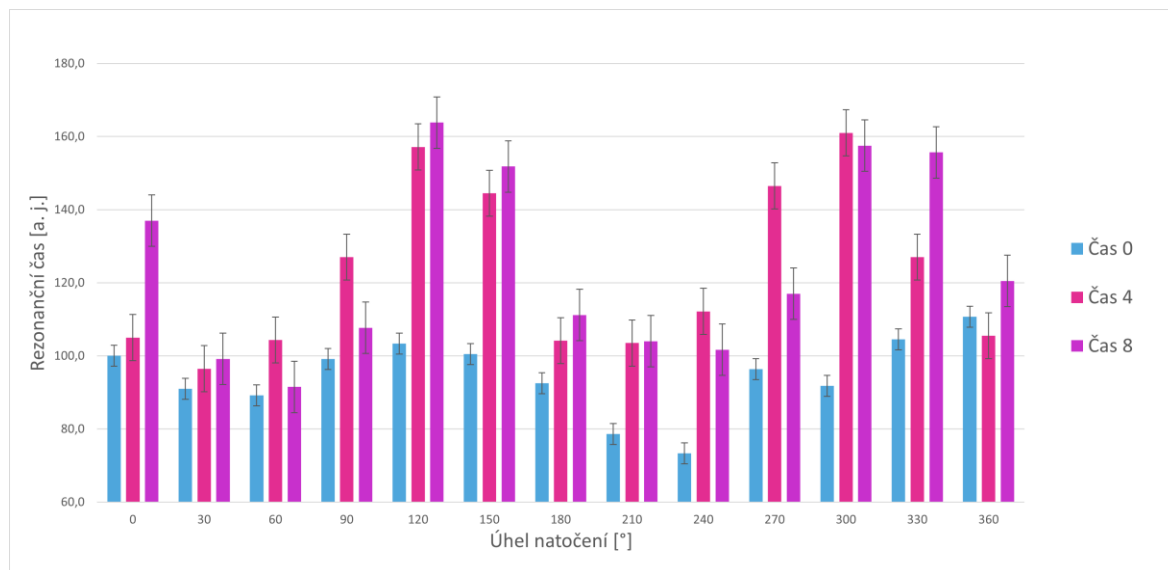
Obrázek 18 Změny rezonančních časů v závislosti na úhlu otočení a čase pro formulaci čistého gelu

(zdroj: vlastní)



Obrázek 19 Změny rezonančních časů v závislosti na úhlu otočení a čase pro formulaci 1 % extraktu

(zdroj: vlastní)



Obrázek 20 Změny rezonančních časů v závislosti na úhlu otočení a čase pro formulaci 5 % extraktu

(zdroj: vlastní)

Na základě měření rezonančních časů pokožky reviskometrem lze pozorovat účinky 1 % a 5 % formulace s Polyplant Marine extraktem na mechanické vlastnosti pokožky v průběhu celého měření. U formulace 1 % nebyl prokázán výrazný účinek na elasticitu kůže. Naopak u formulace 5 % byl prokázán opačný účinek, a to zhoršení elasticity kůže díky nárůstu rezonančních časů. Jednoznačnější výsledky ve prospěch vlivu na elasticitu pokožky zaznamenala studie [92] zkoumající vliv 1 % gelové formulace obsahující extrakt z mořské řasy *Fucus vesiculosus*. Nebyl tedy prokázán celkový vliv na mechanické vlastnosti kůže zejména na elasticitu, jak deklaroval výrobce.

ZÁVĚR

Teoretická část práce byla věnována udržitelným zdrojům bioaktivních látek využívaných v kosmetice. Byla zaměřena na jejich historii, rozdělení, účinnost, pomocné látky z mořských zdrojů a také současný stav. Pozornost byla také věnována méně využívaným mořským látkám nebo také zcela zakázaným ingrediencím, kdy jejich použití v minulosti bylo naprosto běžné. Zahrnuta a zhodnocena byla také problematika znečištění mořských zdrojů.

V praktické části práce byla zahrnuta příprava gelových formulací s obsahem 1 % a 5 % Polyplant Marine extraktu – extraktu z mořských řas. Za pomoci neinvazivních bioinženýrských metod byl zjišťován *in vivo* vliv gelových formulací na pokožku. Gelové formulace byly aplikovány po dobu 8 týdnů na kůži vnitřní strany předloktí rukou. Byly zjišťovány parametry hydratace, TEWL, kyselost kožního pláště (pH), pigmentace a elasticita pokožky. Jako doplňující reologický parametr byla zjišťována viskozita, kdy aktivní látka v matrici přispívala k jejímu poklesu.

Z výsledků měření plyne, že u hydratace pokožky bylo sledováno mírné zlepšení v případě gelové formulace s 1 % koncentrací Polyplant Marine extraktu, ale nebylo docíleno hodnot odpovídajících normálně hydratované kůži. Pozitivní vliv na hodnoty TEWL byl zaznamenán u gelové formulace s 5 % koncentrací Polyplant Marine extraktu. Formulace způsobila pokles hodnot TEWL, které po celou dobu experimentu odpovídaly funkční a posílené kožní bariéře. Gelové formulace udržovaly pH pokožky na fyziologické úrovni. Vliv gelových formulací na pigmentaci a elasticitu kůže dobrovolnic nebyl prokázán. Měření viskozity gelových formulací prokázalo, že aktivní látka v matrici přispěla k jejímu poklesu.

Udržitelné mořské zdroje si v kosmetice jistě zaslouží své místo i přes nedostatečně průkazný vliv testovaného Polyplant Marine extraktu. Tyto zdroje a složky jsou velmi zajímavou a jistě účinnou alternativou ke složkám vyráběným synteticky. V kosmetickém průmyslu se využívají řadu let i když svou pozici na čas ztratily díky využívání syntetických látek. Mořským zdrojům by v dnešní moderní a pokročilé době měla být věnována zvýšená pozornost.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ALPARSLAN, Levent; ŞEKEROĞLU, Nazım a KIJJOA, Anake. The Potential of Marine Resources in Cosmetics. Online. *Current Perspectives on Medicinal and Aromatic Plants (CUPMAP)*. 2018, roč. 1, č. 2, s. 53-66. ISSN 2619-9645. Dostupné z: <https://doi.org/10.38093/cupmap.488904>. [cit. 2023-10-11].
- [2] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č.1223/2009 ze dne 30. listopadu 2009 o kosmetických přípravcích. Online. EUR-Lex. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32009R1223>. [cit. 2023-12-05].
- [3] FARRIS, Patricia K. (ed.). *Cosmeceuticals and Cosmetic Practice*. Online. 2014. Wiley, 2013. ISBN 9781118384831. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/9781118384824>. [cit. 2023-10-17].
- [4] CRISTIANO, Luigi a GUAGNI, Manuela. Zooceuticals and Cosmetic Ingredients Derived from Animals. Online. *Cosmetics*. 2022, roč. 9, č. 1. ISSN 2079-9284. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/cosmetics9010013>. [cit. 2023-12-29].
- [5] KHARB, Simmi a SINGH, Veena. Nutraceuticals in health and disease prevention. Online. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*. 2004, roč. 19, č. 1, s. 50-53. ISSN 0970-1915. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/BF02872389>. [cit. 2023-12-29].
- [6] UPPALA, Latha. A Review on Active Ingredients from Marine Sources used in Cosmetics. Online. *SOJ Pharmacy & Pharmaceutical Sciences*. 2015, roč. 2, č. 3, s. 01-03. ISSN 23746866. Dostupné z: <https://doi.org/10.15226/2374-6866/2/3/00136>. [cit. 2023-10-18].
- [7] FERREIRA, Marta Salvador; RESENDE, Diana I. S. P.; LOBO, José M. Sousa; SOUSA, Emília a ALMEIDA, Isabel F. Marine Ingredients for Sensitive Skin: Market Overview. Online. *Marine Drugs*. 2021, roč. 19, č. 8. ISSN 1660-3397. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/md19080464>. [cit. 2023-10-18].
- [8] FONSECA, Sara; AMARAL, Mariana Neves; REIS, Catarina Pinto a CUSTÓDIO, Luísa. Marine Natural Products as Innovative Cosmetic Ingredients. Online. *Marine Drugs*. 2023, roč. 21, č. 3. ISSN 1660-3397. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/md21030170>. [cit. 2024-03-04].
- [9] ALPARSLAN, Levent; ŞEKEROĞLU, Nazım a KIJJOA, Anake. The Potential of Marine Resources in Cosmetics. Online. *Current Perspectives on Medicinal and Aromatic Plants (CUPMAP)*. 2018, roč. 1, č. 2, s. 53-66. ISSN 2619-9645. Dostupné z: <https://doi.org/10.38093/cupmap.488904>. [cit. 2023-10-17].
- [10] ALPARSLAN, Levent; ŞEKEROĞLU, Nazım a KIJJOA, Anake. The Potential of Marine Resources in Cosmetics. Online. *Current Perspectives on Medicinal and Aromatic Plants (CUPMAP)*. 2018, roč. 1, č. 2, s. 53-66. ISSN 2619-9645. Dostupné z: <https://doi.org/10.38093/cupmap.488904>. [cit. 2023-10-18].
- [11] KIM, Se-Kwon. Marine cosmeceuticals. Online. *Journal of Cosmetic Dermatology*. 2014, roč. 13, č. 1, s. 56-67. ISSN 1473-2130. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/jocd.12057>. [cit. 2023-10-18].
- [12] MA'OR, Zeev; HENIS, Yigal; ALON, Yaacov; ORLOV, Elina; SØRENSEN, Ketil B. et al. Antimicrobial properties of Dead Sea black mineral mud. Online. *International Journal of Dermatology*. 2006, roč. 45, č. 5, s. 504-511. ISSN 0011-

9059. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1365-4632.2005.02621.x>. [cit. 2023-10-19].
- [13] COUTEAU, Céline a COIFFARD, Laurence. Phycocosmetics and Other Marine Cosmetics, Specific Cosmetics Formulated Using Marine Resources. Online. *Marine Drugs*. 2020, roč. 18, č. 6. ISSN 1660-3397. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/md18060322>. [cit. 2024-03-04].
- [14] MOHD NANI, Samihah Zura; MAJID, F. A. A.; JAAFAR, A. B.; MAHDZIR, A. a MUSA, M. N. Potential Health Benefits of Deep Sea Water: A Review. Online. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2016, roč. 2016, s. 1-18. ISSN 1741-427X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1155/2016/6520475>. [cit. 2024-04-03].
- [15] ABU-JDAYIL, B.; MOHAMEED, H. A. a BSOUL, A. J. Cosmet. Sci., 59, 1–14 (January/February 2008)^[1]_[Sep] Determination of optimal dead sea salt content in a cosmetic emulsion using rheology and stability measurements. Online. *International Journal of Cosmetic Science*. 2009, roč. 31, č. 1, s. 71-71. ISSN 0142-5463. Dostupné z: https://doi.org/10.1111/j.1468-2494.2008.00446_1.x. [cit. 2023-10-19].
- [16] MANOHARAN, Prarthana a KALIAPERUMAL, Karthikeyan. Salt and skin. Online. *International Journal of Dermatology*. 2022, roč. 61, č. 3, s. 291-298. ISSN 0011-9059. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/ijd.15588>. [cit. 2023-10-19].
- [17] KIM, Se-Kwon; RAVICHANDRAN, Y. Dominic; KHAN, Sher Bahadar a KIM, Young Tae. Prospective of the cosmeceuticals derived from marine organisms. Online. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*. 2008, roč. 13, č. 5, s. 511-523. ISSN 1226-8372. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12257-008-0113-5>. [cit. 2023-10-19].
- [18] BAWAB, Abeer Al; BOZEYA, Ayat; ABU-MALLOUH, Saida; ABU IRMAILEH, Basha'er; DAQOUR, Ismail et al. The Dead Sea Mud and Salt: A Review of Its Characterization, Contaminants, and Beneficial Effects. Online. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018, roč. 305. ISSN 1757-8981. Dostupné z: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/305/1/012003>. [cit. 2023-10-19].
- [19] MONTUORI, Eleonora; DE PASCALE, Donatella a LAURITANO, Chiara. Recent Discoveries on Marine Organism Immunomodulatory Activities. Online. *Marine Drugs*. 2022, roč. 20, č. 7. ISSN 1660-3397. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/md20070422>. [cit. 2023-10-24].
- [20] VENKATESAN, Jayachandran; ANIL, Sukumaran; KIM, Se-Kwon a SHIM, Min. Marine Fish Proteins and Peptides for Cosmeceuticals: A Review. Online. *Marine Drugs*. 2017, roč. 15, č. 5. ISSN 1660-3397. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/md15050143>. [cit. 2023-10-24].
- [21] ALVES, Ana; MARQUES, Ana; MARTINS, Eva; SILVA, Tiago a REIS, Rui. Cosmetic Potential of Marine Fish Skin Collagen. Online. *Cosmetics*. 2017, roč. 4, č. 4. ISSN 2079-9284. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/cosmetics4040039>. [cit. 2024-01-02].
- [22] RAJABIMASHHADI, Zahra; GALLO, Nunzia; SALVATORE, Luca a LIONETTO, Francesca. Collagen Derived from Fish Industry Waste: Progresses and Challenges. Online. *Polymers*. 2023, roč. 15, č. 3. ISSN 2073-4360. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/polym15030544>. [cit. 2023-10-25].
- [23] HIRTH, Harold F. Marine turtles. In: *Nearshore marine resources of the South Pacific*. Forum Fisheries Agency, Honiara and Institute of Pacific Studies, Suva. 1993, s. 329-370.

- [24] WOODLEY, Cheryl M a BALL JR, R. M. Identification of marine turtle species: when your science becomes forensic. In: *Proceedings of the International Symposium on Sea Turtle Conservation Genetics*. 1996, s. 163-173.
- [25] LAURO, M. E. Green turtle oil. Online. *Oil & Soap*. 1934, roč. 11, č. 8, s. 174-174. ISSN 0003-021X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/BF02552220>. [cit. 2023-10-26].
- [26] BENNETT, James. *Cosmetics and Skin Turtle oil*. Online. Cosmetics and Skin: The History of Cosmetics. 1900-1999. Dostupné z: <https://www.cosmeticsandskin.com/cdc/turtle.php>. [cit. 2023-10-27].
- [27] ROCHA, Joana; PEIXE, Luisa; GOMES, Newton C.M. a CALADO, Ricardo. Cnidarians as a Source of New Marine Bioactive Compounds—An Overview of the Last Decade and Future Steps for Bioprospecting. Online. *Marine Drugs*. 2011, roč. 9, č. 10, s. 1860-1886. ISSN 1660-3397. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/md9101860>. [cit. 2023-10-31].
- [28] AUTOR, Nenalezený. *Jellyfish*. Online. Encyclopedia Britannica. Dostupné z: <https://www.britannica.com/animal/jellyfish>. [cit. 2023-10-31].
- [29] DUARTE, Inês Matos; MARQUES, Sónia Cotrim; LEANDRO, Sérgio Miguel a CALADO, Ricardo. An overview of jellyfish aquaculture: for food, feed, pharma and fun. Online. *Reviews in Aquaculture*. 2022, roč. 14, č. 1, s. 265-287. ISSN 1753-5123. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/raq.12597>. [cit. 2023-10-31].
- [30] ARUNWUTTIPONG, Supranee a KHUNNGAM, Pongsiri. Jellyfish Extract Cream, Effects Of Jellyfish Extract Cream On Wrinkle, Skin Elasticity And Hydration Of Facial Skin. In: *Latin American Journal of Pharmacy*. 2023, s. 1164-1170.
- [31] CHIARELLI, Peter G.; SUH, Joon Hyuk; PEGG, Ronald B.; CHEN, Jinru a MIS SOLVAL, Kevin. The emergence of jellyfish collagen: A comprehensive review on research progress, industrial applications, and future opportunities. Online. *Trends in Food Science & Technology*. 2023, roč. 141. ISSN 09242244. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.104206>. [cit. 2023-10-31].
- [32] KIM, Se-Kwon; RAVICHANDRAN, Y. Dominic; KHAN, Sher Bahadar a KIM, Young Tae. Prospective of the cosmeceuticals derived from marine organisms. Online. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*. 2008, roč. 13, č. 5, s. 511-523. ISSN 1226-8372. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12257-008-0113-5>. [cit. 2023-10-31].
- [33] VIGNESHWARAN, L. V. a SHAJU, Ann Mary. *Potential Cosmeceuticals from Marine Constituents: European Journal of Medical Genetics and Clinical Biology*. 2023.
- [34] KIM, Se-Kwon (ed.). *Hb25_Springer Handbook of Marine Biotechnology*. Online. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2015. ISBN 978-3-642-53970-1. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-53971-8>. [cit. 2023-10-31].
- [35] PACHIAPPAN, P.; SANTHANAM, P.; BEGUM, A. a BALAJI PRASATH, B. An Introduction to Plankton. Online. In: SANTHANAM, Perumal; BEGUM, Ajima a PACHIAPPAN, Perumal (ed.). *Basic and Applied Phytoplankton Biology*. Singapore: Springer Singapore, 2019, s. 1-24. ISBN 978-981-10-7937-5. Dostupné z: https://doi.org/10.1007/978-981-10-7938-2_1. [cit. 2023-10-31].
- [36] ABIDA, Heni; RUCHAUD, Sandrine; RIOS, Laurent; HUMEAU, Anne; PROBERT, Ian et al. Bioprospecting Marine Plankton. Online. *Marine Drugs*. 2013, roč. 11, č.

- 11, s. 4594-4611. ISSN 1660-3397. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/md11114594>. [cit. 2023-11-01].
- [37] PEREIRA, Leonel a MARTA GONÇALVES, Ana (ed.). *Plankton Communities*. Online. IntechOpen, 2022. ISBN 978-1-83968-608-5. Dostupné z: <https://doi.org/10.5772/intechopen.91092>. [cit. 2023-11-01].
- [38] SENADHEERA, Tharindu R. L.; HOSSAIN, Abul a SHAHIDI, Fereidoon. Marine Bioactives and Their Application in the Food Industry: A Review. Online. *Applied Sciences*. 2023, roč. 13, č. 21. ISSN 2076-3417. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/app132112088>. [cit. 2024-03-18].
- [39] SAHOO, Dinabandhu a SECKBACH, Joseph (ed.). *The Algae World*. Online. Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology. Dordrecht: Springer Netherlands, 2015. ISBN 978-94-017-7320-1. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/978-94-017-7321-8>. [cit. 2023-11-21].
- [40] SEYMOUR, Justin R. A sea of microbes: the diversity and activity of marine microorganisms. Online. *Microbiology Australia*. 2014, roč. 35, č. 4. ISSN 1324-4272. Dostupné z: <https://doi.org/10.1071/MA14060>. [cit. 2024-03-18].
- [41] BARSANTI, Laura; GUALTIERI, Paolo; GUALTIERI, Paolo a BARSANTI, Laura. General Overview. Online. In: *Algae*. Boca Raton: CRC Press, 2022, s. 1-70. ISBN 9781003187707. Dostupné z: <https://doi.org/10.1201/9781003187707-1>. [cit. 2023-11-21].
- [42] KIM, Se-Kwon (ed.). *Hb25 Springer Handbook of Marine Biotechnology*. Online. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2015. ISBN 978-3-642-53970-1. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-53971-8>. [cit. 2023-10-19].
- [43] JOHN WILEY & SONS, LTD (ed.). *ELS*. Online. Wiley, 2001. ISBN 9780470016176. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/047001590X>. [cit. 2023-11-01].
- [44] NOZAKI, Hisayoshi. FLAGELLATED GREEN ALGAE. Online. In: *Freshwater Algae of North America*. Elsevier, 2003, s. 225-252. ISBN 9780127415505. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-012741550-5/50007-6>. [cit. 2023-11-08].
- [45] KIM, Se-Kwon (ed.). *Hb25 Springer Handbook of Marine Biotechnology*. Online. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2015. ISBN 978-3-642-53970-1. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-53971-8>. [cit. 2023-11-08].
- [46] KIM, Se-Kwon; RAVICHANDRAN, Y. Dominic; KHAN, Sher Bahadar a KIM, Young Tae. Prospective of the cosmeceuticals derived from marine organisms. Online. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*. 2008, roč. 13, č. 5, s. 511-523. ISSN 1226-8372. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12257-008-0113-5>. [cit. 2023-11-08].
- [47] JOSHI, Surabhi; KUMARI, Roshani a UPASANI, Vivek N. Applications of algae in cosmetics. In: *An overview. Int. J. Innov. Res. Sci. Eng. Technol.* 2018, s. 1269-1278.
- [48] MIRANDA, M.S.; CINTRA, R.G.; BARROS, S.B.M. a MANCINI-FILHO, J. Antioxidant activity of the microalga *Spirulina maxima*. Online. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 1998, roč. 31, č. 8, s. 1075-1079. ISSN 0100-879X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1590/S0100-879X1998000800007>. [cit. 2023-12-28].
- [49] CONTRIBUTORS, Wikipedia. *File: Codium tomentosum.jpg*. Online. In: Wikipedia, The Free Encyclopedia. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Codium_tomentosum.jpg. [cit. 2023-11-08].

- [50] BENELUX, Just. *Spirulina (Spirulina Maxima)*. Online. Just Benelux. Dostupné z: https://www.just-benelux.com/krauterlexikon/spirulina-spirulina-maxima/?utm_source=www.just-benelux.com&utm_medium=social&utm_campaign=OpenGraph&utm_content=og%3Aurl. [cit. 2023-12-28].
- [51] AZIZ, Ejaz; BATOOL, Riffat; KHAN, Muhammad Usman; RAUF, Abdur; AKHTAR, Wasim et al. An overview on red algae bioactive compounds and their pharmaceutical applications. Online. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*. 2021, roč. 17, č. 4. ISSN 1553-3840. Dostupné z: <https://doi.org/10.1515/jcim-2019-0203>. [cit. 2023-11-08].
- [52] SHAFIE, Muhammad Hakim; KAMAL, Mohd Lias; ZULKIFLEE, Fathin Farhah; HASAN, Sharizal; UYUP, Noor Hafizah et al. Application of Carrageenan extract from red seaweed (Rhodophyta) in cosmetic products: A review. Online. *Journal of the Indian Chemical Society*. 2022, roč. 99, č. 9. ISSN 00194522. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jics.2022.100613>. [cit. 2023-11-08].
- [53] PANGESTUTI, Ratih a KIM, Se-Kwon. Biological Activities of Carrageenan. Online. In: *Marine Carbohydrates: Fundamentals and Applications, Part A*. Advances in Food and Nutrition Research. Elsevier, 2014, s. 113-124. ISBN 9780128002698. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800269-8.00007-5>. [cit. 2023-11-08].
- [54] NATURE-STORE. *Polyplant Marine extrakt 50ml*. Online. Nature-store.cz. Dostupné z: <https://www.nature-store.cz/extrakty-co2-susene-extrakty/polyplant-marine-extrakt-50ml/>. [cit. 2023-11-08].
- [55] AUTOR, Nenalezený. *Sea Life*. Online. Gulf Of Maine, Inc. Dostupné z: <https://gulfofme.com/all-sea-life/irish-moss-chondrus-crispus-9wk7s>. [cit. 2023-11-08].
- [56] AUTOR, Nenalezený. *8 Effortless Ways To Eat Atlantic Dulse Every Day*. Online. Pacific Harvest Seaweeds. Dostupné z: <https://pacificharvest.co/blogs/learn/8-effortless-ways-to-use-atlantic-dulse-every-day>. [cit. 2023-11-08].
- [57] REMYA, R. R.; SAMROT, Antony V.; KUMAR, S. Suresh; MOHANAVEL, V.; KARTHICK, Alagar et al. Bioactive Potential of Brown Algae. Online. *Adsorption Science & Technology*. 2022, roč. 2022, s. 1-13. ISSN 2048-4038. Dostupné z: <https://doi.org/10.1155/2022/9104835>. [cit. 2023-11-09].
- [58] NATURE-STORE. *Polyplant Marine extrakt 50ml*. Online. Nature-store.cz. Dostupné z: <https://www.nature-store.cz/extrakty-co2-susene-extrakty/polyplant-marine-extrakt-50ml/>. [cit. 2023-11-21].
- [59] AUTOR, Nenalezený. *Fucus vesiculosus Linnaeus*. Online. Nenalezený vydavatel. Dostupné z: https://www.seaweed.ie/descriptions/Fucus_vesiculosus.php. [cit. 2023-11-09].
- [60] AUTOR, Nenalezený. *Ascophyllum nodosum*. Online. Powder purchase. Dostupné z: <https://alganex.com/products/ascophyllum-nodosum-powder>. [cit. 2023-11-09].
- [61] AUTOR, Nenalezený. *Laminaria digitata (Hudson) J.V. Lamouroux*. Online. Nenalezený vydavatel. Dostupné z: https://www.seaweed.ie/descriptions/Laminaria_digitata.php. [cit. 2023-11-21].
- [62] SIVAMANI, Raja K.; JAGDEO, Jared R.; ELSNER, Peter a MAIBACH, Howard I. *Cosmeceuticals and active cosmetics*. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, [2016]. ISBN 978-1-4822-1417-8.

- [63] KIM, Se-Kwon; RAVICHANDRAN, Y. Dominic; KHAN, Sher Bahadar a KIM, Young Tae. Prospective of the cosmeceuticals derived from marine organisms. Online. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*. 2008, roč. 13, č. 5, s. 511-523. ISSN 1226-8372. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12257-008-0113-5>. [cit. 2024-03-24].
- [64] BEDOUX, Gilles; HARDOUIN, Kevin; BURLOT, Anne Sophie a BOURGOUGNON, Nathalie. Bioactive Components from Seaweeds. Online. In: *Sea Plants*. Advances in Botanical Research. Elsevier, 2014, s. 345-378. ISBN 9780124080621. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408062-1.00012-3>. [cit. 2024-03-27].
- [65] NECAS, J. a BARTOSIKOVA, L. Carrageenan: a review. Online. *Veterinární medicína*. 2013, roč. 58, č. 4, s. 187-205. ISSN 03758427. Dostupné z: <https://doi.org/10.17221/6758-VETMED>. [cit. 2024-03-28].
- [66] RIGANO, Luigi; DEOLA, Miriam; ZACCARIOTTO, Francesca; COLLEONI, Thomas a LIONETTI, Nicola. A New Gelling Agent and Rheology Modifier in Cosmetics: *Caesalpinia spinosa* Gum. Online. *Cosmetics*. 2019, roč. 6, č. 2. ISSN 2079-9284. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/cosmetics6020034>. [cit. 2024-03-28].
- [67] KIM, Se-Kwon; RAVICHANDRAN, Y. Dominic; KHAN, Sher Bahadar a KIM, Young Tae. Prospective of the cosmeceuticals derived from marine organisms. Online. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*. 2008, roč. 13, č. 5, s. 511-523. ISSN 1226-8372. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12257-008-0113-5>. [cit. 2024-03-30].
- [68] RAMESH, C. H.; KOUSHIK, S; SHUNMUGARAJ, T a MURTHY, M V Ramana. A red alga *Portieria hornemannii* (Lyngb.) PC Silva 1987 (Gigartinales, Rhizophyllidaceae): A source of fragrance ingredient for perfume industry. 2020, s. 898-902. ISSN 0975-1033 (Online); 0379-5136 (Print).
- [69] RIAD, Nacera; ZAHI, Mohamed Reda; BOUZIDI, Naima; DAGHBOUCHE, Yasmina; TOUAFEK, Ouassila et al. Occurrence of Marine Ingredients in Fragrance: Update on the State of Knowledge. Online. *Chemistry*. 2021, roč. 3, č. 4, s. 1437-1463. ISSN 2624-8549. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/chemistry3040103>. [cit. 2024-03-30].
- [70] GUILLERME, Jean-Baptiste; COUTEAU, Céline a COIFFARD, Laurence. Applications for Marine Resources in Cosmetics. Online. *Cosmetics*. 2017, roč. 4, č. 3. ISSN 2079-9284. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/cosmetics4030035>. [cit. 2024-03-30].
- [71] KIM, Se-Kwon. Marine cosmeceuticals. Online. *Journal of Cosmetic Dermatology*. 2014, roč. 13, č. 1, s. 56-67. ISSN 1473-2130. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/jocd.12057>. [cit. 2024-03-30].
- [72] KIM, Se-Kwon; RAVICHANDRAN, Y. Dominic; KHAN, Sher Bahadar a KIM, Young Tae. Prospective of the cosmeceuticals derived from marine organisms. Online. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*. 2008, roč. 13, č. 5, s. 511-523. ISSN 1226-8372. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12257-008-0113-5>. [cit. 2024-03-30].
- [73] YE, Kai-Xiong; FAN, Ting-Ting; KEEN, Lawrence Jordan a HAN, Bing-Nan. A Review of Pigments Derived from Marine Natural Products. Online. *Israel Journal of Chemistry*. 2019, roč. 59, č. 5, s. 327-338. ISSN 0021-2148. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/ijch.201800154>. [cit. 2024-03-30].

- [74] LESLIE, H. A. Review of microplastics in cosmetics. IVM Institute for Environmental Studies. 2014, č. 476, s. 1-33.
- [75] ANAGNOSTI, Lamprini; VARVARESOU, Athanasia; PAVLOU, Panagoula; PROTOPAPA, Evangelia a CARAYANNI, Vilelmine. Worldwide actions against plastic pollution from microbeads and microplastics in cosmetics focusing on European policies. Has the issue been handled effectively? Online. *Marine Pollution Bulletin*. 2021, roč. 162. ISSN 0025326X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111883>. [cit. 2024-03-30].
- [76] GUERRANTI, C.; MARTELLINI, T.; PERRA, G.; SCOPETANI, C. a CINCINELLI, A. Microplastics in cosmetics: Environmental issues and needs for global bans. Online. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 2019, roč. 68, s. 75-79. ISSN 13826689. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.etap.2019.03.007>. [cit. 2024-03-30].
- [77] FONSECA, Sara; AMARAL, Mariana Neves; REIS, Catarina Pinto a CUSTÓDIO, Luísa. Marine Natural Products as Innovative Cosmetic Ingredients. Online. *Marine Drugs*. 2023, roč. 21, č. 3. ISSN 1660-3397. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/md21030170>. [cit. 2024-03-31].
- [78] *The Corneometer CM 825: Technical charges*. 2013.
- [79] *The Tewameter TM 300: Technical charges*. 2013.
- [80] *The skin-pH-meter PH 905: Technical charges*. 2013.
- [81] PAVLÍNEK, Vladimír; ŠTĚNÍČKA, Martin a MRLÍK, Miroslav. *Reologie potravin a kosmetických prostředků*. Online. SKRIPTA. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. 2000. Dostupné z: <http://kosmetika.ft.utb.cz/EntityDisplayTab.aspx?id=4>. [cit. 2025-03-26].
- [82] BERARDESCA, E. EEMCO guidance for the assessment of stratum corneum hydration: electrical methods. Online. *Skin Research and Technology*. 1997, roč. 3, č. 2, s. 126-132. ISSN 0909-752X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0846.1997.tb00174.x>. [cit. 2025-03-28].
- [83] MURPHY, Michael J a DOW, Aileen A. *Clinical Studies of the Safety and Efficacy of Macroalgae Extracts in Cosmeceuticals*. Online. PMC. Dostupné z: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8711622/>. [cit. 2025-04-28].
- [84] GARDONOVÁ, Lenka. *Vliv vybraných aktivních látek na vlastnosti gelových a emulzních kosmetických základů*. Online, Diplomová práce, vedoucí Jana Zemanová. Brno: Vysoké učení technické v Brně. Fakulta chemická. Ústav fyzikální a spotřební chemie, 2009. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11012/11670>. [cit. 2025-05-06].
- [85] Tewameter® TM hex - Ultimate Measurement of Transepidermal Waterloss and Beyond. Online. *Courage + Khazaka electronic GmbH*. Dostupné z: [file:///C:/Users/42077/Downloads/Brochure_Tewameter%20TMHex%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/42077/Downloads/Brochure_Tewameter%20TMHex%20(1).pdf). [cit. 2025-04-07].
- [86] ROGIERS, Vera. EEMCO Guidance for the Assessment of Transepidermal Water Loss in Cosmetic Sciences. Online. *Skin Pharmacology and Physiology*. 2001, roč. 14, č. 2, s. 117-128. ISSN 1660-5527. Dostupné z: <https://doi.org/10.1159/000056341>. [cit. 2025-04-07].
- [87] KANG, Jung-Wook; HYUN, Seung Hun; KIM, Hyo-Min; PARK, Sook-Young; LEE, Jung-A et al. The effects of fucoidan-rich polysaccharides extracted from *Sargassum horneri* on enhancing collagen-related skin barrier function as a potential cosmetic product. Online. *Journal of Cosmetic Dermatology*. 2024, roč. 23, č. 4, s.

- 1365-1373. ISSN 1473-2130. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/jocd.16108>. [cit. 2025-04-28].
- [88] Courage+Khazaka electronic GmbH: Skin pH Meter PH 905: pH Measurement on Skin and Scalp. Online. *Köln: Courage+Khazaka electronic GmbH, 2024*. Dostupné z: file:///C:/Users/42077/Downloads/Brochure_pH-meter.pdf. [cit. 2025-04-07].
- [89] LUKIĆ, Milica; PANTELIĆ, Ivana a SAVIĆ, Snežana D. Towards Optimal pH of the Skin and Topical Formulations: From the Current State of the Art to Tailored Products. Online. *Cosmetics*. 2021, roč. 8, č. 3. ISSN 2079-9284. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/cosmetics8030069>. [cit. 2025-04-07].
- [90] Courage+Khazaka electronic GmbH: Mexameter® MX18- Assessing Melanin Content and Erythema Level. Online. *Köln: Courage+Khazaka electronic GmbH, 2024*. Dostupné z: https://www.courage-khazaka.com/images/Downloads/Brochures/Wissenschaftlich/Brochure_Mexameter.pdf. [cit. 2025-04-08].
- [91] AUTOR, Nenalezený. *Reviscometer® RVM 600 – Interesting Aspects of Skin Ageing*. Online. Nenalezený vydavatel. Dostupné z: https://cyberderm-inc.com/wp-content/uploads/2024/04/revisometer_rvm600.pdf. [cit. 2025-04-08].
- [92] KALASARIYA, Haresh S.; MAYA-RAMÍREZ, Carlos Eliel; COTAS, João a PEREIRA, Leonel. Cosmeceutical Significance of Seaweed: A Focus on Carbohydrates and Peptides in Skin Applications. Online. *Phycology*. 2024, roč. 4, č. 2, s. 276-313. ISSN 2673-9410. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/phycolgy4020015>. [cit. 2025-04-29].

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Estée Lauder Re-Nutriv krém.....	18
Obrázek 2 Codium tomentosum	24
Obrázek 3 Spirulina maxima.....	24
Obrázek 4 Irish moss.....	25
Obrázek 5 Porphyra umbilicalis.....	25
Obrázek 6 Fucus vesiculosus	26
Obrázek 7 Ascophyllum nodosum.....	26
Obrázek 8 Laminaria digitata.....	26
Obrázek 9 MPA 10 stanice se sondami	37
Obrázek 10 pH® metr PH 905.....	37
Obrázek 11 Jednotlivé gelové formulace.....	38
Obrázek 12 Měřené oblasti vnitřní strany předloktí dobrovolnic	39
Obrázek 13 Viskozita gelových formulací v závislosti na koncentraci Polyplant Marine extraktu.....	43
Obrázek 14 Vliv gelových formulací na hydrataci pokožky v čase	44
Obrázek 15 Vliv gelových formulací na bariérové vlastnosti pokožky v čase	46
Obrázek 16 Vliv gelových formulací na pH pokožky v časech.....	47
Obrázek 17 Vliv gelových formulací na pigmentaci pokožky v čase.....	48
Obrázek 18 Změny rezonančních časů v závislosti na úhlu otočení a čase pro formulaci čistého gelu	49
Obrázek 19 Změny rezonančních časů v závislosti na úhlu otočení a čase pro formulaci 1 % extraktu.....	49
Obrázek 20 Změny rezonančních časů v závislosti na úhlu otočení a čase pro formulaci 5 % extraktu.....	50

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Shrnutí kosmetologických aplikací aktivních látek vybraných mořských organismů.....	28
---	----

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

TEWL	Transepidermální ztráta vody
UV	Ultrafialové záření
INCI	Mezinárodní názvosloví kosmetických ingrediencí
pH	Potenciál vodíku
Pa.s	Pascal za sekundu
$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	Metr čtverečný za sekundu
k. j.	Korneometrické jednotky
$\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$	Jednotka TEWL
m. j.	Mexametrická hodnota melaninu
a. j.	Arbitrární jednotky
g/l	Gram na litr
m	metr

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Prohlášení účastníka studie

Příloha P II: Individuální informovaný souhlas

Příloha P III A: Dotazník pro účastníka měření

Příloha P III B: Dotazník pro účastníka měření

PŘÍLOHA P I: PROHLÁŠENÍ ÚČASTNÍKA STUDIE

Prohlášení účastníka

Souhlasím se svou účastí v testování modelových formulací, obsahující polyplant marine extrakt – extrakt z řas, které mi bylo popsáno a které bude garantováno pracovníky Ústavu technologie tuků, tenzidů a kosmetiky. Beru na vědomí, že experiment může zahrnovat riziko nežádoucích účinků na kůži. Toto riziko mi bylo detailně objasněno a mohl(a) jsem se informovat o všech podrobnostech experimentu.

Vím, že mohu kdykoliv odvolat svůj souhlas s účastí v experimentu a mohu kdykoliv odstoupit od své účasti.

Mohu si vyžádat další informace o experimentu a oznámit nežádoucí účinky u zodpovědného pracovníka.

Souhlasím, že data získaná během experimentu mohou být statisticky zpracována. Veškeré údaje o průběhu a výsledcích měření, které ~~me~~ mohou identifikovat, zůstanou přísně důvěrné.

Prohlašuji, že toto poučení plně chápu a podepisuji ho při plném vědomí.

.....
plné jméno účastníka cvičení

.....
podpis účastníka cvičení

Ve Zlíně dne

PŘÍLOHA P II: INDIVIDUÁLNÍ INFORMOVANÝ SOUHLAS

Individuální informovaný souhlas

V rámci realizace experimentální části bakalářské práce budou na Vaši kůži v oblasti volární (předloktí) aplikovány modelové gelové formulace obsahující polyplant marine extrakt – extrakt z mořských řas. Všechny známé informace o přísadách obsažených v modelových formulacích dovoluji testování na dobrovolnících.

Cíl studie

Cílem práce je zjistit odezvu Vaší pokožky na aplikovanou modelovou formulaci pomocí exaktně změřených veličin.

Podmínky účasti

Před zahájením vlastního experimentu je nutno vyplnit dotazník (viz příloha č. 3). Součástí dotazníku jsou údaje o Vašem zdravotním stavu, alergiích, kožních problémech, o užívaných lécích a o dřívější účasti v obdobných studiích. Na základě Vašich pravdivých odpovědí bude rozhodnuto o účasti v daném cvičení.

Metodika testu

Experiment bude prováděn zaškolenými studentkami bakalářského studia pod dohledem kvalifikovaných pracovníků Ústavu technologie tuků, tenzidů a kosmetiky. Plánovaná práce zahrnuje: aplikaci a testování účinnosti modelových formulací na pokožku ve volární (předloktí) oblasti pomocí bioinženýrských metod.

Odstoupení z laboratorní práce

Z práce je možno odstoupit při výskytu závažnějších potíží po dohodě s vedoucím bakalářské práce.

Rizika a nepříjemnosti

Během práce může dojít k lehkému podráždění pokožky. Místo aplikace může zrudnout nebo zčervenat, dočasně pálit, svědit nebo se vysušit. Nejsilnější očekávanou reakcí je zrudnutí. Nejsou očekávány žádné trvalé následky.

PŘÍLOHA P III A: DOTAZNÍK PRO ÚČASTNÍKA MĚŘENÍ

Dotazník pro účastníka měření

Jméno:

Příjmení:

Věk:

Pohlaví:

Kód pokusné osoby (evidenční číslo):

Současný zdravotní stav:

Vyskytuje se u Vás nyní:	ano	ne	jaké
lupénka			-----
ekzém			-----
rakovina kůže			-----
jiné kožní problémy a onemocnění			
jizvy, mateřská znaménka, jiné vady kůže v místě testu			-----
zarudnutí kůže po slunění nebo z jiného důvodu v místě testu			-----
astma vyžadující denní příjem léků			-----
jiné chronické respirační onemocnění			
diabetes vyžadující léčbu inzulínem			-----
onemocnění imunitního systému			

Zdravotní stav v minulosti

Prodělal(a) jste:	ano	ne
transplantaci orgánů		
léčbu maligního nádoru v posledních 6 měsících		

Užívání léků

Berete či používáte pravidelně:	ano	ne	jaké
protizánětlivé léky (např. aspirin, ibuprofen, hydrokortizon, nebo jiné steroidy)			
imunosupresivní léky (např. cyklosporin A)			
jiné léky			

Alergologická léčba

Probíhá u vás v současné době:	ano	ne	jaká
alergologická léčba (kapky, injekce, apod.)			
dostali jste poslední dávku během minulého týdne			-----
očekáváte další dávky v průběhu studie			-----

PŘÍLOHA P III B: DOTAZNÍK PRO ÚČASTNÍKA MĚŘENÍ

Pouze pro ženy

Jste:	ano	ne
těhotná nebo kojící		

Alergie

Projevila se u vás někdy alergie na:	specifikujte:
detergenty a čisticí prostředky	
kosmetické přípravky a vůně parfémů	
přípravky do koupele a na mytí (šampón, mýdlo)	
pleťové krémy a mléka, lotiony	
antiperspiranty a deodoranty	
léky	
jiné materiály	

Doplňující údaje

Zdravotní stav:	specifikujte:
používáte pravidelně jakýkoliv přípravek pro léčbu kůže	
používáte pravidelně jakékoliv léčivo (na předpis, či volně prodejné)	
navštěvujete v současné době lékaře kvůli:	
alergiím	
kožním problémům	
z jiného důvodu	
máte nějaké jiné zdravotní potíže	

Účast v dalších studiích

Studie:	Typ studie:	Datum poslední studie:
účastnil(a) jste se někdy kožního testu	-----	
účastníte se v současné době jiné studie jakéhokoliv druhu		

podpis účastníka měření:

datum:

Pouze pro účely organizátora měření

Na základě zjištěných údajů je účastník a) přijat
b) nepřijat

Zdůvodnění:

Datum:

Podpis organizátora: