

Univerzita Hradec Králové

Přírodovědecká fakulta

Katedra biologie

Plastové obaly budoucnosti z řas – motivační výuková hodina

Bakalářská práce

Autor: Jan Meduna

Studijní program: B1407 – Chemie

Studijní obor: Biologie a chemie se zaměřením na vzdělávání

Vedoucí práce: RNDr. Lenka Šejnohová, Ph.D.

Hradec Králové

květen 2023

Obor v rámci kterého má být VŠKP vypracována: Bc. učitelství – všeobecný základ

Podklad pro zadání BAKALÁŘSKÉ práce studenta

Jméno a příjmení: **Jan Meduna**
Osobní číslo: **S19CH112BP**
Adresa: **Dolní Brusnice 18, Dolní Brusnice, 54472 Bílá Třemešná, Česká republika**
Téma práce: **Plastové obaly budoucnosti z řas – motivační výuková hodina**
Téma práce anglicky: **Algal bioplastic for the future – motivation for lesson**
Jazyk práce: **Čeština**
Vedoucí práce: **RNDr. Lenka Šejnohová, Ph.D.**
Katedra biologie

Zásady pro vypracování:

Anotace

Práce je zaměřena na jeden nejpálčivější problém lidské populace, kdy se budoucí generace bude potýkat s obrovským nahromaděním plastů nejen na souši, ale i v oceánech. Z toho důvodu je důležitá motivace studentů při vyučování možných alternativ plastů prostřednictvím moderních poznatků pro vytváření plastů z řas. Cílem práce je umožnit studentům středních škol nahlédnout do světa řas zábavným a poučným způsobem. Ukázat, že jsou řasy velice důležité pro život na Zemi a dají se i velice dobře využít ve prospěch lidí i všech dalších organismů.

Zadání práce

- 1) Cíle, hypotéza, motivace
- 2) Literární rešerše
 - a) výroba plastů – historie, výroba (chemie), rozklad, ekologický dopad
 - b) bioplasty – přehled možných alternativ – pro a proti
 - c) výuka řas – časová dotace na SŠ, metody výuky a pomůcky se zaměřením na výuku ruduch a zelených řas
- 3) Praktická část
 - a) náslech hodin ruduchy a zelené řasy na SŠ
 - b) vlastní návrh výukové hodiny ruduchy a zelené řasy na SŠ
- 4) Shrnutí výsledků a zhodnocení tématu jako náplně pro diplomovou práci

Seznam doporučené literatury:

- Brabcová, B. a kol. (2018). Analýza tématu Řasy ve vybraných učebnicích přírodopisu. Scientia in Educatione – Univerzita Karlova. Vol 9, No 1. Dostupné z: <https://ojs.cuni.cz/scied/article/view/992>
- CCALA – Výukové sady sinic a řas pro základní a střední školy <http://ccala.butbn.cas.cz/en/vyukove-sady-pro-zakladni-a-stredni-skoly>
- Flekalová, A. (2019): Sinice a řasy ve výuce a využití makroskopických sinic a řas při výuce na základních a středních školách. – Diplomová práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 87 str.
- Hrabí, L. (2007). Názory žáků a učitelů na učebnice přírodopisu. Pedagogická orientace. 4/2007. Dostupné z: http://www.ped.muni.cz/pedor/archiv/2007/pedor07_4_nazoryzakuucitelunaucebniceprirodopisu_hrabi.pdf
- Jelínek, J. & Zicháček, V. (2006). Biologie pro gymnázia: (teoretická a praktická část). 11. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc. ISBN 978-80-7182-338-4.
- Kafková, K. (2017): Pojetí výuky tématu sinice a řasy na SŠ. – Diplomová práce, Západočeská Univerzita v Plzni, 100 str.

- Kaštovský, J. & Juráň, J. (2016). Nový pohled na systém sinic a řas a jak ho učit? Nakladatelství Academia, SSČ AV ČR. Ľiva 6/2016
- Kaufnerová, V. & Vágnerová, P. (2013). Sinice a řasy v učebnicích pro základní a střední školy. *Arnica*, 1–2, 9–18. Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň. ISSN 1804-8366.
- Kincl, L., Kincl, M. & Jakřlová, J. (2008). *Biologie rostlin: pro 1. ročník gymnázií*. 4., přeprac. vyd. Praha: Fortuna. ISBN 80-7168-947-5.
- Knecht, P. et al. (2008). *Učebnice z pohledu pedagogického výzkumu*. Brno: Paido. Pedagogický výzkum v teorii a praxi. ISBN 978-80-7315-174-4.
- Nolčová, L. & Vágnerová, P. (2016). Zajímavá a motivující výuka řas a sinic na základních a středních školách. *Arnica* 5, 1–2, 32–38. Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň. ISSN 1804-8366.
- Pavlasová, L. (2013). Přehled didaktiky biologie. Ústav profesního rozvoje pracovníků ve školství. Univerzita Karlova v Praze. Pedagogická fakulta. Dostupné z: <http://vzdelavani.vpp.eu/download/opory/02pavlasova.Kn.bl.TISK.pdf>
- Petty, G. (2013): *Moderní vyučování*. – Portál Praha. ISBN 978-80-262-0367-4 (šesté, rozšířené a přepracované vydání). <https://www.algaebase.org>

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a že jsem v seznamu použité literatury uvedl všechny prameny, ze kterých jsem vycházel.

V Hradci králové dne

Jan Meduna

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat RNDr. Lence Šejnohové, PhD. za odborné vedení, vstřícnost a spoustu užitečných rad. Děkuji RNDr. Janě Dobrorukové, mé učitelce biologie z Gymnázia Dvůr Králové nad Labem, za navedení mě pedagogickým směrem. Děkuji Mgr. Evě Poláškové, Ph.D., za umožnění vykonání navržené hodiny v její třídě a za didaktickou inspiraci moderního vyučování. V neposlední řadě děkuji RNDr. PhDr. Ivu Králíčkovi, Ph.D. za umožnění hospitací.

Anotace

MEDUNA, J. *Plastové obaly budoucnosti z řas – motivační výuková hodina*. Hradec Králové, 2023. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí bakalářské práce RNDr. Lenka Šejnohová, Ph. D. 57 s.

Jeden z problémů, který svět dnes řeší je plastové znečištění a jeho negativní dopady na životní prostředí. Možným řešením tohoto problému jsou bioplasty připravené z řas. Řasy jsou vhodnou komoditou pro přípravu bioplastů díky polymerním látkám obsažených v jejich stélkách. Současně ale téma řasy patří ve výuce mezi ty méně oblíbené. Z těchto důvodů je práce zaměřena na výuku řas na středních školách aktivní formou. V praktické části jsou nejprve sepsány hospitační záznamy ze dvou výukových hodin na téma řasy vč. dotazníku s učitelem, ze kterého vychází zájem učitele o oživení frontálního výkladu tohoto abstraktního tématu. Proto jsou v této práci také vytvořeny dvě výukové hodiny řas s cílem zapojit v co největší míře praktické využití řas. První příprava do hodiny je zaměřená motivačně, kdy se žáci seznámí se základním rozdělením řas prostřednictvím vytvoření vlastního MENU z řas, za pomoci zástupců jedlých zástupců mořských chaluh, ruduch a zelených řas běžně využívaných v přímořských státech. Pro tuto hodinu je uveden postup přípravy motivačního prvku v podobě bioplastu z agaru, který jsem shrnul do prezentace v MS PowerPoint: https://docs.google.com/presentation/d/16Ug0R0_Q3S_xaa_MYdfMAPAkMNwstzO2114gsXisF40s/edit?usp=sharing. Ve druhé hodině si žáci díky metodě expertních skupin osvojí teoretické znalosti o stavbě stélek řas, obsažených barvivech, zásobních látkách a dalšího využití.

Klíčová slova

Bioplasty z řas, plasty, plastové znečištění, řasy, výuka řas

Annotation

MEDUNA, Jan. *Algal bioplastic for the future – motivation for lesson*. Hradec Králové, 2023. Bachelor Thesis at Faculty of Science University of Hradec Králové. Thesis Supervisor RNDr. Lenka Šejnohová, Ph. D. 57 s.

One of the problems that the world is dealing with today is plastic pollution and its negative effects on the environment. A possible solution to this problem is bioplastics prepared from algae. Algae are a suitable commodity for the preparation of bioplastics due to the polymeric substances contained in their thallus. At the same time, the topic of algae is one of the less popular topics in schools. For this reason, the work is also focused on the teaching of algae in high schools in an active form. In the practical part, hospitation records of two algae lessons are written, incl. questionnaire with the teacher from which the teacher's interest in reviving the frontal interpretation of this abstract topic is based. Therefore, in this thesis, two algae lessons are also created with the aim of involving as much as possible the practical use of algae. The first lesson is focused on motivation, students get to know the basic classification of algae by creating their own MENU from algae, with the help of representatives of edible seaweed., commonly used in coastal states. For this class, the procedure for preparing a motivational element in the form of bioplastic from agar is presented, which I summarized in a presentation in MS PowerPoint:https://docs.google.com/presentation/d/16Ug0R0_Q3Sxaa_MYdfMAPAkMNwstzO2114gsXisF40s/edit?usp=sharing. In the second lesson, thanks to the method of expert groups, students will acquire theoretical knowledge about the structure and composition of the thallus of algae, the contained dyes, storage substances and other uses.

Key words

Bioplastics from algae, plastics, plastic pollution, algae, teaching algae

Obsah

Seznam zkratk	9
1. Úvod	10
2. Literární rešerše	11
2.1. Problematika plastů	11
2.1.1. Historie plastů	11
2.1.2. Výroba neznámějších plastů	11
2.1.3. Negativní dopad plastů na životní prostředí a zdravotní rizika	15
2.2. Bioplasty z řas	17
2.2.1. Využití řas člověkem	18
2.2.2. Vhodné řasy pro výrobu bioplastů	18
2.2.3. Vlastní výroba plastových obalů z řas	21
2.3. Výuka řas na SŠ	22
2.3.1. Rámcový vzdělávací program	22
2.3.2. Školní vzdělávací program	23
2.3.3. Téma „Využití řas“ v učebnicích biologie	24
2.3.4. Motivace žáků ve výuce	25
3. Praktická část	26
3.1. Metodika	26
3.1.1. Náslech 2 hodin na téma řasy	26
3.1.2. Příprava vlastního agarového jedlého obalu na potraviny	26
3.1.3. Návrh motivační výukové hodiny na téma využití řas	26
4. Výsledky	26
4.1. Náslech hodin ruduchy a zelené řasy	26
4.2. Příprava vlastního bioplastu z agaru	28
4.3. Návrh výukových hodin řas	29
5. Závěr	35
Seznam použité literatury	36
Přílohy	43

Seznam zkratek

PE	– polyethylen
HDPE	– high density polyethylen (vysoko-hustotní polyethylen)
LDPE	– low density polyethylen (nízko-hustotní polyethylen)
PP	– polypropylen
PVC	– polyvinylchlorid
PET	– polyethylentereftalát
PS	– polystyren
PBAT	– polybutylenadipát
PLA	– polymléčná kyselina
PHA	– polyhydroxyalkanoát
PHB	– polyhydroxybutyrát
RVP	– Rámcový vzdělávací program
RVP-G	– Rámcový vzdělávací program pro gymnázia
ŠVP	– Školní vzdělávací program

1. Úvod

Jeden z problémů, který svět dnes řeší je plastové znečištění. Plasty jsou nedílnou součástí našich životů, bohužel kvůli jejich chemické odolnosti a odolnosti vůči přírodním vlivům (vlhkost, vítr, teplo) se hromadí nejen na souši (na skládkách, na ulicích, v přírodě), ale i v oceánech, kde se tvoří obrovské tzv. plastové ostrovy, mnohdy větší než některé evropské státy. Budoucí generace 21. století se budou mnohem více setkávat s tímto typem znečištění, proto je důležitá motivace žáků při vyučování možných alternativ plastů. Tuto motivaci bych chtěl zajistit seznámením žáků s možnostmi vyrábění biologicky odbouratelných plastů z řas.

V teoretické části nejprve čtenáře stručně seznámím s plasty, které se na světě nejvíce využívají a co se s nimi děje po použití. Nahlédnu do problematiky degradace plastů v přírodě a jejich vlivu nejen na mořské organismy. Poté se zaměřím na výrobu alternativních plastů z řas. Uvedu některé konkrétní polymerní látky obsažené v řasách, ze kterých lze připravit rozkladatelné obaly. Také zde zařadím některé firmy a organizace, které se výrobou těchto bioplastů zabývají. V poslední části literární rešerše se budu zabývat způsobem výuky řas na gymnáziích.

V praktické části nejprve zhotovím hospitační záznamy z náslechů hodin ruduch a zelených řas na Biskupském gymnáziu Hradec Králové, který bude zaměřen na pozorování možného využití řas v oboru bioplasty. Dále se zaměřím na navrhnutí výukové hodiny řas. Žáky seznámím s některými druhy řas, které lze běžně konzumovat a poskytnu návod, jak vyrobit domácí plastový obal z agaru včetně návodu na přípravu v prezentaci v MS PowerPoint.

Cíle práce jsou:

1. Sepsání literární rešerše na témata:
 - a. Využití a problematika plastů.
 - b. Plastové obaly z řas.
 - c. Výuka řas na středních školách.
2. Zhotovení praktické části:
 - a. Náslech hodin ruduch a zelených řas a tvorby hospitačního záznamu.
 - b. Příprava vlastního bioplastu z agaru
 - c. Návrh výukové hodiny řas.

2. Literární rešerše

2.1. Problematika plastů

2.1.1. Historie plastů

Většina lidí si pod pojmem plast představí výrobky, který běžně používá, např. igelitový sáček, potrubi, kelímek. **Plasty jsou z části nebo zcela synteticky vyrobené polymerní látky**, které se využívají pro jejich velkou variabilitu vlastností a tím pádem možností využití.

Poprvé se začaly vyrábět ve druhé polovině 19. století **z přírodních látek**.

- Za **první výrobu** plastů úpravou z přírodních materiálů lze považovat postup **v roce 1839**, kdy Charles Goodyear **upravoval přírodní kaučuk pomocí síry**. Tuto úpravu, která gumu zpevnila a zlepšila její odolnost proti teplotě, chemikáliím a elektřině, nazval **vulkanizace** (Suchý, 2009).
- **Nitrát celulosy** byl světu představen roku 1863. John W. Hyatt zlepšil vlastnosti této látky **smícháním s kafrem**. Nový plast se nazýval **celuloid** a byl využíván jako levná náhražka slonoviny k výrobě kulečnickových koulí (Cídllová et al., 2011). Pro jeho pružnost, průhlednost a vlastnostem příznivých pro nanášení fotocitlivé vrstvy se celuloid využíval pro výrobu filmových pásků. Nevýhodou celuloиду byla jeho hořlavost i za nepřístupu kyslíku (Tesařík, 2012).

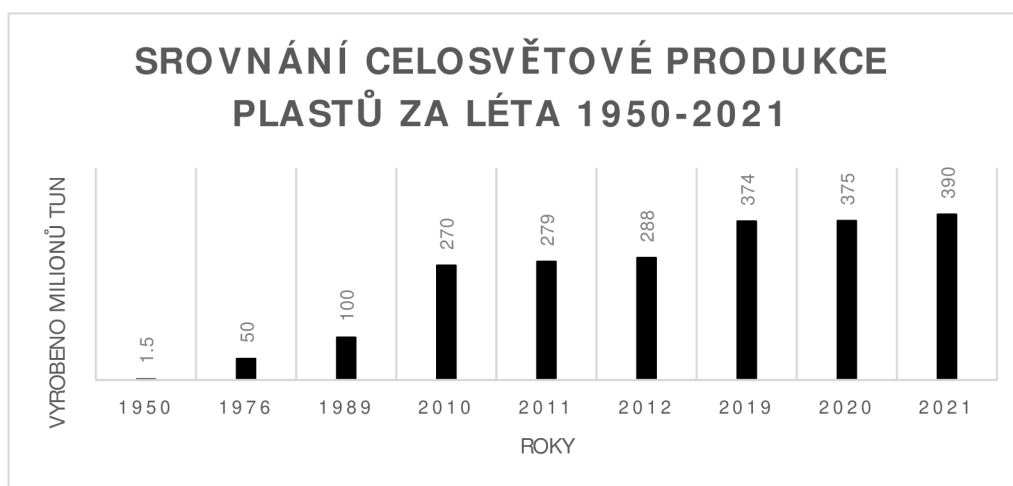
Prvním čistě syntetickým plastem byl bakelit, připravený kondenzační reakcí formaldehydu a fenolu, který vynalezl **Leo Baekeland v roce 1907**. Využíval se k výrobě hraček, telefonů, knoflíků, a dokonce i automobilů (Bensaude-Vincent, 2022).

Až v 1. polovině 20. století se začaly vyrábět plasty, na které jsme zvyklí i dnes my:

- V roce 1925 to byl **polyvinylchlorid (PVC)**, který byl náhodně objeven již v roce 1835, jenže v té době ještě nenašel své uplatnění.
- **Polystyren (PS)**, který se dnes vyrábí hlavně pro účely izolací, se začal vyrábět v roce 1931.
- Následoval ho **polyethylen (PE)**, opět náhodně objeven na konci 19. století. Průmyslově se začal vyrábět vysokohustotní polyethylen (HDPE) v roce 1939 a nízkohustotní polyethylen (LDPE) v roce 1955.
- Další nejpoužívanější plast **polypropylen (PP)** našel své uplatnění od roku 1957 (Ducháček, 2011).

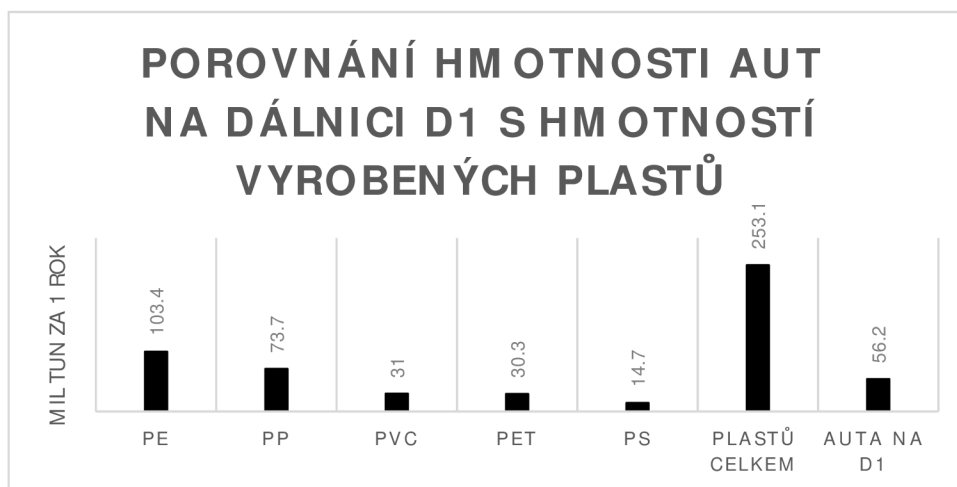
2.1.2. Výroba nejznámějších plastů

S nástupem stále větší poptávky po plastových výrobcích se po roce 1950 rapidně zvýšila jejich produkce (viz Graf 1). Na počátku 21. století je největším producentem plastů Čína, která v roce 2021 vyrobila 32 % celkového celosvětového množství (Tiseo, 2021). Z celkové celosvětové produkce je největší poptávka po obalových materiálech. Nejvíce vyráběny jsou tyto polymery: polyethylen (PE) – 36 %, polypropylen (PP) – 21 %, polyvinylchlorid (PVC) – 12 %, polyethylterfthalát (PET) a polystyren (PS) (Geyer, Jambeck, Law, 2017).



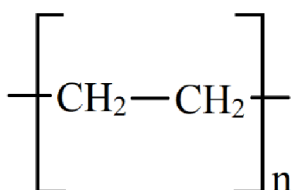
Graf 1 Srovnání celosvětové produkce plastů během let 1950-2021 (www.statista.com, upraveno: Meduna J., 28. 1. 2023)

Například v roce 2016 se vyprodukovalo 103,4 milionů tun PE, 73,7 milionů tun PP, 31 milionů tun PVC, 30,3 milionů tun PET a 14,7 milionů tun PS (Rodrigues, et al., 2019). Jednotlivou i sečtenou hodnotu hmotností vyprodukovaných plastů můžeme porovnat s hmotností 37,595 milionů osobních automobilů (viz Graf 2), které za 1 rok projedou po nejzatíženějším úseku dálnice D1 – mezi Modleticemi a Říčany (Bartošová, 2022). Dle Šurkaly (2018) váží průměrný automobil cca 1500 kg.



Graf 2 Srovnání hmotnosti aut projíždějících po dálnici D1 za 1 rok s hmotností vyrobených plastů za 1 rok

Polyethylen (PE)

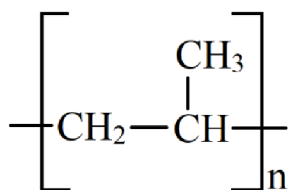


Obrázek 1 Vzorec polyethylenu

Existuje několik typů PE a pro obalové materiály se využívají nejvíce LDPE (low-density polyethylene) a HDPE (high-density polyethylene). Všechny typy PE se vyrábí polymerací. HDPE je mechanicky pevnější než LDPE díky jeho lineární struktuře.

Postup výroby – granulátu PE	Výroba LDPE probíhá polymerací při teplotě 150–200 °C a tlaku 15000–20000 MPa, HDPE při teplotě 60–75 °C a atmosférickém tlaku, katalyzátorem je chlorid titaničitý (Ducháček, 2011).
Zpracování PE	Vstřikování PE při teplotě 200–300 °C se vyrábí kbelíky či lahve. Vytlačováním se vyrábějí trubky do průměru 300 mm a odstředivým litím se připraví trubky do 1500 mm. Vytlačováním lze připravit i PE folie, ze kterých následně i obalové materiály (www.samosebou.cz , 2020).
Výhodné vlastnosti	průhlednost, odolnost, chemická stálost
Recyklace	Lze recyklovat. Nevýhodou je, že lze recyklovat pouze čistý PE bez přítomnosti jiných plastů (www.samosebou.cz , 2020). Rozklad PE sáčku (LDPE) v přírodě trvá přibližně 25 let (Pánková, 2018). HDPE se rozkládá přibližně 450 let (maesindopaperpackaging.com , 2020).
Příklad výrobků	sáčky na potraviny, trubky, folie
Zdravotní rizika	Nejnižší pravděpodobnost uvolňování škodlivých látek do okolí ze všech plastů (www.zemito.cz , 2018).

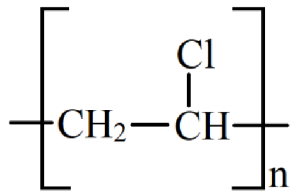
Polypropylen (PP)



Obrázek 3 Vzorec polypropylenu

Postup výroby – granulátu PP	Výroba PP se podobá výrobě HDPE (probíhá za nízkého tlaku).
Zpracování PP	Z PP se vyrábí trubky i folie. Díky jeho odolnějším vlastnostem oproti PE se využívá k výrobě součástí různých strojů (automobilový průmysl, vysavače).
Výhodné vlastnosti	Oproti PE je méně odolný vůči mrazu a oxidaci, je ale pevnější a odolnější vůči oděru a jiným chemikáliím (Ducháček, 2011).
Recyklace	Lze recyklovat (Ducháček, 2011). Rozklad PP v přírodě trvá přibližně 200-450 let (maesindopaperpackaging.com , 2020).
Příklad výrobků	lahve, obalové materiály, injekční stříkačky,
Zdravotní rizika	Neuvolňuje nežádoucí látky, pokud není vystaven vysokým teplotám (www.zemito.cz , 2018).

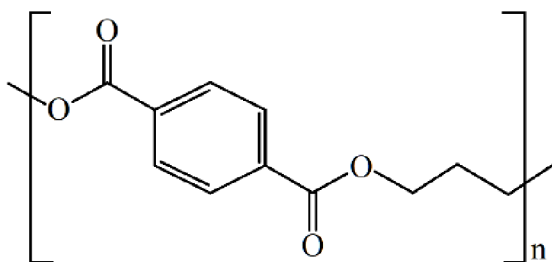
Polyvinylchlorid (PVC)



Obrázek 4 Vzorec polyvinylchloridu

Postup výroby – granulátu PVC	Pro výrobu PVC je třeba nejdříve připravit chlor. V Evropě je nejrozšířenější metodou přípravy amalgámová elektrolýza chloridu sodného. Dále vzniklý chlor reaguje s ethenem za vzniku ethylendichloridu, ze kterého se připraví monomer vinylchlorid, který se polymeruje na výsledný PVC (www.arnika.org).
Zpracování porézního prášku PVC	PVC se nevyužívá v čisté formě, kvůli jeho křehkosti a nestálosti vůči teplu a světlu. Pro dosažení patřičných vlastností je nutno dodat různá aditiva, která mnohdy tvoří až 70 % výsledného produktu (www.arnika.org). Pouze se stabilizátory, mazivy a modifikátory vznikají pevné výrobky, např. trubky. Se změkčovadly vznikají elastické výrobky (folie, hračky, ochranné rukavice) (Ducháček, 2011).
Výhodné vlastnosti	pevnost v tahu, odolnost vůči ohni, kyselinám a zásadám (Ducháček, 2011).
Recyklace	Lze recyklovat pouze neměkčený PVC, kvalita se recyklací zhoršuje. Rozklad v přírodě trvá přibližně 450 let (maesindopaperpackaging.com , 2020).
Příklad výrobků	trubky, folie, rukavice, hadice
Zdravotní rizika	Může uvolňovat látky narušující činnost hormonů (www.zemito.cz , 2018).

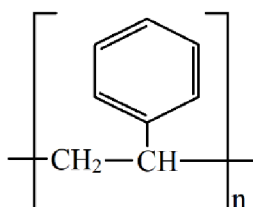
Polyethylentereftalát (PET)



Obrázek 5 Vzorec polyethylentereftalátu

Postup výroby – granulátu PET	Vyrábí se transesterifikací dimethyltereftalátu s ethylenglykolem při teplotě 190 °C až 195 °C (Ducháček, 2011).
Zpracování PET	výroba folií, lahví, vláken
Výhodné vlastnosti	Nesmáčivý povrch
Recyklace	Dobře mechanicky recyklovatelný (Blažej, 2013). Rozklad PET lahve v přírodě trvá přibližně 450 let (Pánková, 2018).
Příklad výrobků	lahve
Zdravotní rizika	Uvolňuje látky narušující činnost hormonů (www.zemito.cz, 2018).

Polystyren (PS)



Obrázek 6 Vzorec polystyrenu

Postup výroby – granulátu PS	PS se v průmyslu nejčastěji připravuje radikálovou polymerací. Lze jej připravit i iontovou či stereospecifickou polymerací.
Zpracování PS	Homopolymer PS je tvrdý a křehký materiál, proto se vyrábí kopolymery tzv. roubováním s butadien-styrenovými kaučuky, které výslednému plastru dodají na houževnatosti.
Výhodné vlastnosti	Jedná se o jeden z nejkvalitnějších izolačních materiálů díky jeho nepolární struktuře molekuly (Gibello, 1960).
Recyklace	Obtížná a nákladná chemická recyklace. Rozklad PS v přírodě trvá více než 10 000 let (Pánková, 2018).
Příklad výrobků	izolační materiály
Zdravotní rizika	Jedná se o karcinogenní látku (www.zemito.cz, 2018).

2.1.3. Negativní dopad plastů na životní prostředí a zdravotní rizika

Z celkového množství odpadu vyprodukovaného lidmi tvoří 54 % plasty (Rodrigues, et al., 2019). V první čtvrtině 21. století Spojené státy americké drží prvenství v množství vyprodukovaného plastového odpadu. V roce 2016 toto množství činilo 42 milionů tun (Tiseo, 2022). Zhruba 170 milionů tun plastů, které každý rok skončí v přírodním prostředí, je dostatečné množství k výstavbě celé Velké čínské zdi měřící 6000 km (Chamas et al., 2020).

Rozklad plastů – uvolňování nežádoucích látek

I když jsou **plasty považovány z biochemického hlediska za inertní** (resp. nereaktivní, stálé), mohou negativně působit na životní prostředí a organismy v něm. **Pokud jsou vystaveny biologickému rozkladu, resp. abiotické a biotické degradaci, změny svoji chemickou i fyzikální strukturu.** Uvolňují se chemické látky, které byly k polymerům přidány během jejich výroby tzv. aditiva (viz. text níže). Zároveň polymery například slunečním zářením či mechanickým opotřebením slábnou a rozpadají se na menší částice (tzv. mikroplasty), dokonce i na jejich monomery.

Při rozkladu plastů se mohou, například vyšší teplotou nebo UV zářením, uvolňovat látky, které se k polymerům přidávají pro zlepšení jejich vlastností – tzv. **aditiva**. U většiny z nich bylo zanedbáno jejich testování pro škodlivost k prostředí a nejsou tedy zařazena jako nebezpečná. Ty aditiva, která jsou klasifikována, jsou zařazena do středně vysokého stupně nebezpečí. PVC je polymer, při jehož přípravě se používá nejvíce aditiv, následují ho PE, PP a PS. Změkčovadla jako je **bisfenol A** nebo **ftaláty** se díky svojí slabé vazbě k molekule polymeru mohou uvolňovat do ovzduší, vody, půdy i tkáně. Narušují hormonální systém a reprodukci (Rodrigues et al., 2019). Dle posledních výzkumů z roku 2022 byly nalezeny ftaláty v moči téměř u všech ze zkoumaného vzorku 600 mladistvých v okolí Brna (Stuchlík Fišerová et al., 2022).

Příklady dalších uvolňovaných látek při rozkladu polymerů dle Rodriguese et al. (2019)

1) Kovové katalyzátory pro přípravu některých polymerů zapříčiní, že je ve výsledném produktu obsaženo **stopové množství kovů**.

- chlorid titaničitý v PP a HDPE, může zapříčinit podráždění pokožky a očí.
- Při přípravě PVC se využívají termostabilizátory jako je olovo, kvůli jeho nestálosti při vyšší teplotě. Olovo je toxické, zapříčiňuje poruchy plodnosti, poškozují tkáně, orgány, nervový a imunitní systém.
- oxid zinečnatý v PET, je nejvíce nebezpečným katalyzátorem pro vodní organismy.
- Oxid antimonitý z PET, který je považován za karcinogen, se uvolňuje z PET do vody při zahřátí (například PET lahve).

2) Při degradaci se polymery mohou rozkládat na jejich **monomery**, které mohou být nebezpečné.

- Ethylen, monomer PE, je neškodný pro živočichy, avšak ovlivňuje rostliny. Vystavení vyšší dávce tohoto plynu může způsobit zastavení fotosyntézy a růstu.
- Propylen, monomer PP, je považován za nejméně nebezpečný pro živočichy a životní prostředí, protože je po jeho vdechnutí ihned vydechnut.
- Monomer PVC, vinylchlorid, je považován za nejvíce toxický kvůli přítomnosti chloru.
- Polymery (PS) jejichž monomery obsahují molekulu benzenu, resp. styrenu jsou považovány za karcinogenní.

Jednorázové obaly – smrt mořských organismů

V poslední čtvrtině 20. století lidé začali využívat pro přenos nákupu **polyethylenové tašky a sáčky**, protože byly a stále jsou levné, lehké a pevné. Většina z těchto plastů je použita jen jednou, následně jsou pak vyhozeny do odpadu nebo na ulici či do přírody. Pro jejich již zmíněnou lehkost jsou větrem odnášeny na zemědělské půdy a pro jejich odolnost se v nich nerozloží. Svojí přítomností pak brání růstu zemědělských plodin. Větre mohou být zaneseny i do řek a jimi následně do oceánů. **Zanášení plastů řekami do oceánů** se děje především v regionech, kde není vytvořena kvalitní infrastruktura pro nakládání s odpady. Jedná se především o plasty na jedno použití, tzv. single-use plastic products, a to převážně obaly potravin. (Tiseo, 2022). **Někteří mořští živočichové, například mořské želvy, si pletou plastové sáčky s medúzami, které tvoří jejich jídelníček a po požití spousty plastu pak hynou** (Jalil et Mian et Rahman, 2013).

Žádný z běžně používaných plastů není biologicky zcela rozložitelný, proto se plasty hromadí, místo aby se rozložily. Způsob, jak eliminovat plastový odpad je spalování nebo pyrolýza. Bohužel kontaminace přírodního prostředí plasty je nevyhnutelná. Pozůstatky plastů byly nalezeny ve všech světových oceánech. Stejně tak se zvyšuje znečištění sladkých vod a pevniny (Geyer et Jambeck et Law, 2017).

Na konci devadesátých let 20. století bylo zaznamenáno, že se v Tichém oceánu kumuluje plastový odpad, který tvoří doslova ostrovy z plastů. Největší z nich tzv. Velká tichomořská odpadková skvrna se rozkládá na 1,6 milionu čtverečních kilometrů, což je zhruba 4,5násobek velikosti Německa. V moři skončí ročně zhruba 10 milionů tun plastového odpadu. Většina plastů se ale cestou do moře a oceánu rozmělní na menší částice o velikosti cca 0,5 mm, a v oceánech pak skončí jako tzv. mikroplasty, které se nemusí kumulovat v plastových ostrovech, ale rozšiřují se do celého oceánu. Takto drobné částice pak končí spolu s planktonem v žaludcích mořských organismů, mnohdy jsou rybí žaludky zaplněny plasty až z 35 % (Bensaude-Vincent, 2022). Dle výzkumu z roku 2017 většina vzorků pitných vod odebraných v Evropě obsahuje mikroplasty a to v množství 3-9,6 částic/litr (zkoumány byly částice o 2,5 mikrometru do cca 1 milimetru). Podle výzkumu z roku 2017/2018 na třech úpravárnách pitné vody v ČR byla koncentrace mikroplastů ve stovkách/litr. Materiálově dominují polyethylentereftalát (PET) a polypropylen (PP), popř. polyethylen (PE). Dle vyjádření státního ústavu v Praze (2018) a WHO (2019) se odborný tisk zatím zdržuje hodnocení zdravotních rizik mikroplastů, současně ale sleduje trend vývoje jejich množství.

2.2. Bioplasty z řas

Řasy jsou uměle vytvořený název skupiny organismů, která nemá společného předka (jedná se o tzv. polyfyletickou skupinu), a skládá se tak z různých taxonomických říší a oddělení. Jsou to mikroskopické (do 1000 μm) či makroskopické (až 60 m) organismy žijící ve sladké i slané vodě, ale i terestricky. Společným znakem této skupiny je například podobný způsob života, schopnost fotosyntézy, přítomnost buněčné stěny. Zároveň je lze odlišit od vyšších rostlin (Cormobionta), kterým mohou být některé makroskopické řasy podobné. Tělo rostlin je rozlišeno na kořen, stonek, list, mají cévní systém xylém a floém. Řasy postrádají vše zmíněné, jejich tělo se nazývá stélka. Z fylogenetického hlediska jsou řasy eukaryotní organismy, které jsou zařazeny do 3 říší – Plantae s 5 odděleními, Chromista se 4 odděleními, Protozoa se 2 odděleními (anglické zdroje řadí mezi skupinu

řas tzv. „Algae“ i prokaryotní sinice (říše Eubacteria) (viz Tabulka 1). Je nutné podotknout, že některé řasy jsou spolu s vyššími rostlinami zařazeny do stejné říše – rostliny (Plantae) (Barsanti et Gualtieri, 2022).

Tabulka 1 Taxonomické rozdělení řas (a sinic). (Barsanti et Gualtieri, 2022, upraveno: Meduna J., 15. 3. 2023)

Říše	Plantae	Chromista	Excavata	(Eubacteria)
Oddělení	Glaucophyta	Haptophyta	Cercozoa	(Cyanobacteria)
	Rhodophyta	Cryptophyta	Euglenozoa	
	Prasinodermatophyta	Ochrophyta		
	Chlorophyta	Miozoa		
	Charophyta			

2.2.1. Využití řas člověkem

Dle Nanda a Bharadvaja (2022) jsou k výrobě bioplastů nejvhodnější zástupci hnědých řas (Ochrophyta), ruduch (Rhodophyta) a zelených řas (Chlorophyta), proto se ve zbytku práce budu věnovat těmto jmenovaným oddělením. Bioplasty se budu zabývat v další kapitole, níže uvedu i jiná využití těchto oddělení.

- **Oddělení hnědé řasy (Ochrophyta), třída chaluhy (Phaeophyceae)** – Ve Skandinávii, na Faerských ostrovech a na Islandu jsou využívány jako krmivo pro ovce. Zároveň jsou využívány jako palivo a hnojivo. Jsou také součástí pokrmů ve východní Asii. Například řasy rodu *Laminaria* jsou známé jako Kombu, z nichž se připravuje japonská polévka „Dashi“. Ze stélek hnědých řas se získává tzv. fykokoloid alginát. Pro jejich nestravitelnost se algináty využívají například pro výrobu pastilek na hubnutí (Kalina et Váňa, 2005).
- **Oddělení ruduchy (Rhodophyta)** – Některé druhy se využívají k přímé konzumaci. Rod *Porphyra* je známý především jako japonská Nori, pro přípravu sushi. Ze stélek ruduch se získávají fykokoloidy agar a karagenan, které nacházejí uplatnění v potravinářství jako želírovací prostředek, ale také v mikrobiologických laboratořích jako prostředí pro kultivaci bakterií (Kalina et Váňa, 2005).
- **Oddělení zelené řasy (Chlorophyta)** – Pro vysoký obsah bílkovin a vitaminů se rod *Chlorella* využívá jako tzv. super-potravina v podobě pilulek jako doplněk stravy. Zároveň se využívá pro přípravu pigmentů. Zástupce *Ulva lactuca* se využívá v potravinářství k přímé konzumaci (Kalina et Váňa, 2005).

Řasy se převážně sbírají a kultivují ke konzumaci, nejvíce Nori (*Porphyra*), Wakame (*Undaria*) a Kombu (*Laminaria*) (Jensen, 1993). Jejich kultivace se rozrostla během 20. století. Od roku 1960 do roku 2019 celosvětová produkce vzrostla z 0,56 milionů tun mokré váhy na 35,82 milionů tun. Mikroskopické řasy a sinice tvoří 0,16 % z celkové produkce, takřka veškerá sklizená hmotnost náleží hnědým řasám, ruduchám a zeleným řasám. Takřka veškeré množství makroskopických řas se kultivuje ve východní a jihovýchodní Asii (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2021).

2.2.2. Vhodné řasy pro výrobu bioplastů

Jak již bylo naznačeno v kapitole 2.1. Problematika plastů, jsou umělé hmoty v moderní společnosti hojně využívané pro jejich vlastnosti, např. pro jejich lehkost, nepropustnost

vody, odolnost vůči teplu a elektřině a taky pro jejich relativně snadnou výrobu. Ročně se však do oceánů dostane zhruba 10 milionů tun plastového odpadu. Předpokládá se, že do roku 2025 bude v přírodním prostředí nakumulováno 11 miliard tun plastového odpadu (Brahney et al., 2020). Z tohoto důvodu se vyvíjejí alternativy plastových výrobků, tzv. bioplasty, které by se v přírodě neakumulovaly a rychleji rozložily.

Bioplasty rozdělujeme do tří hlavních skupin:

1. na bázi fosilních paliv, ale biologicky rozložitelné, např. polybutylenadipát (PBAT).
2. na biologické bázi, ale biologicky nerozložitelné, např. PE, PP, PET na biologické bázi.
3. **na biologické bázi a biologicky rozložitelné, např. kyselina polymléčná (PLA), polyhydroxyalkanoáty (PHA), mezi které se řadí polyhydroxybutyrát (PHB).**

V následující části práce se budu zabývat pouze poslední jmenovanou skupinou – bioplasty na biologické bázi, které jsou biologicky rozložitelné. Patří mezi ně právě bioplasty z řas

Historie bioplastů na biologické bázi (Barrett, 2018):

- První bioplast byl připraven roku 1863 z celulosy, byl nazván celuloid.
- Dalším bioplastem z celulosy byl roku 1912 tzv. celofán.
- Prvním bioplastem připraveným z bakterií *Bacillus megaterium* byl v roce 1926 polyhydroxybutyrát (PHB).
- První společnost vyrábějící bioplasty se stala v roce 1983 Marlborough Biopolymers.
- V roce 1992 bylo objeveno, že se PHB může vyrábět z rostliny huseniček rolní.
- V roce 2001 začali Cargill and Dow Chemicals z kukuřičného škrobu vyrábět polymléčnou kyselinu (PLA) a v roce 2005 se stali hlavním výrobcem PLA (pod novým názvem NatureWorks).
- **V roce 2010 vznikla ve Francii první firma vyrábějící bioplasty z biomasy řas, Algopack.**
- V roce 2018 byl vyroben první obal z ovoce.

Jak bylo naznačeno výše, s bioplasty na biologické bázi se setkáváme již více než 100 let. Příčina toho, že se nezačaly komerčně vyrábět po většinu 20. století byla nízká cena ropy pro přípravu umělých plastů (Barrett, 2018). Nyní, v první třetině 21. století, je stále výroba bioplastů oproti výrobě syntetických plastů takřka zanedbatelná. V roce 2020 bylo vyprodukováno v poměru s hmotností (368 milionů tun) vyrobených „běžných plastů“ vyrobeno pouze necelé 1 % bioplastů (European Bioplastics, 2020). Možnou nevýhodou současných bioplastů mohou být jejich hygroskopické vlastnosti, menší pevnost, teplotní nestabilita a vysoká výrobní cena oproti běžným plastům (Kato, 2019).

Řasy jako komodita pro výrobu bioplastů

Řasy mají k výrobě bioplastů velký potenciál jakožto obnovitelný zdroj, protože nevyžadují ornou půdu a hnojiva. Například mikroskopické řasy mohou růst i v odpadních vodách bohatých na oxid uhličitý, dusík či fosfor (Zerrouki

et Henni, 2019). Makroskopické řasy jsou bohaté zdroje polysacharidů jako jsou **škrob, karagenan, agar a alginát**, což jsou látky, z nichž lze připravit bioplasty (Sudhakar et al., 2021). Jak jsem naznačil výše, kultivace řas pro výrobu bioplastů je pro člověka oproti pěstování rostlin výhodnější v tom, že rostliny vyžadují ornou půdu, hnojiva a velké množství vody. Kdežto například mikroskopické řasy lze pěstovat v průmyslových odpadních vodách, čímž lze ušetřit nemalou sumu peněz (Kumar et Bharadvaja, 2021). Zároveň rostou mnohonásobně rychleji než rostliny. Například rod *Eucheuma* se pěstuje v Indonésii tzv. off-bottom technikou (taktéž známá jako „stake, rope and line“ metoda), kdy je asi 400 mladých jedinců řas (cca 75-100 g) rozmístěno na lano asi 20 cm od dna moře (každý jedinec je vzdálen minimálně 20 cm), následně je vytvořen útvar, složený z 12 lan, měřící 2,5x5 m. 50 těchto útvarů tvoří čtverec a na jeden hektar plochy se vejde 16 těchto čtverců. Sklizeň je možná po 8 týdnech (Hiriadi et Hiriadi, 1987). Což potvrzuje i Pool (2019), která uvádí, že je možné řasy sklídit po 45 dnech. Oproti pěstovaným plodinám jako je například kukuřice či cukrová třtina, kterých se ročně vyprodukuje 3-30 tun sušiny na hektar, makroskopických řas se vyprodukuje 30-83 tun sušiny na hektar. Je tedy zřejmé, že se z hlediska biomasy vyplatí kultivovat řasy (Konda et al., 2015).

Kromě skupiny řas zmíním i možnou výrobu **bioplastů ze sinic** (Cyanobacteria), jelikož jsou v anglických literaturách řazeny mezi skupinu Algae (v překladu „řasy“). V tělech sinic se hromadí **PHB**, stejně jako v mnoha dalších prokaryotních organismech (Saratale et al., 2020).

Jak již bylo zmíněno, bioplasty lze vyrobit z přírodních polymerních látek obsažených v řasách nebo sinicích. Níže uvedu látky obsažené v řasách/sinicích, ze kterých by se bioplasty mohly vyrábět, již se vyrábějí nebo jsou vedeny výzkumy o možném využití pro výrobu.

1. Sinice – PHB

Sinice intramolekulárně hromadí polyhydroxybutyrát (PHB) jako zásobu uhlíku a energie pro případ nepříznivých podmínek (Sharma et Mallick, 2005). Příkladem rodů vhodných pro extrakci PHB jsou *Spirulina* či *Nostoc*. Kultivace sinic pro extrakci PHB je zatím velmi nákladná a vyvíjejí se metody, které by proces kultivace zlevnily a zdostupnily (Panuschka et al., 2019). Polyhydroxybutyrát (PHB) je vhodný pro přípravu bioplastů, nicméně je sám o sobě pětkrát dražší než PP (Costa et al., 2019). Vhodný je díky svojí biodegradabilitě – 65 % hmotnosti produktu se v mořské vodě rozloží za 8 týdnů (Doi et al., 1992).

2. Mikroskopické řasy – škrob, bílkoviny

Škrob je obsažen v mikroskopických řasách (např. *Chlorella*, *Chlamydomonas*) ve formě granulí (Gifuni et al., 2017). Mikroskopické řasy jsou cílem výzkumu možných alternativ plastů, právě díky produkci škrobu a taky proto, že rostou rychleji než makroskopické řasy. Škrob sám o sobě není vhodný pro výrobu bioplastů kvůli jeho vysoké hydrofilitě. Pro zlepšení jeho vlastností jsou k němu nutné přidávat změkčovadla (glycerol či sorbitol) (Özeren et al., 2020). Kromě škrobu řasy rodu *Chlorella* obsahují ve svých stélkách vysoký obsah bílkovin (až 58 %), které jsou taktéž vhodné pro výrobu bioplastů (Cinar et al., 2020). Rod *Chlorella* je zároveň vhodný díky jejich relativně snadné kultivaci (mohou být pěstovány v odpadních vodách).

3. Makroskopické řasy

a. Agar

Agar se získává z ruduch alkalickou metodou pomocí hydroxidu sodného. Bioplasty vzniklé touto metodou jsou zcela biologicky rozložitelné, ale jejich produkce je nákladná (Mpatani et Vuai, 2019).

b. Karagenan

Podobně jako agar je karagenan extrahován z ruduch a náklady pro jeho extrakci jsou pro komerční výrobu bioplastů vysoké. Může však sloužit jako přídavek do biologicky rozložitelného plastového výrobku spolu s dalšími komponenty:

Pro potravinové obaly se podíl 1 % karagenanu přidá k extraktu z olivových listů a glycerolu, následně vznikne folie s antibakteriálními účinky (Martiny et al., 2020).

Bionanokompozity se mohou připravit kombinací 0,5 % podílu karagenanu, želatiny a nano oxidu křemičitého. Mohou sloužit jako obaly, jejichž rezistivita vůči vodě je vyšší, než kdyby byl obal připraven bez karagenanu (Hashemi Tabatabaei et al., 2018).

c. Alginát

Algináty jsou extrahované z hnědých řas (Rashedy et al., 2021). Extrahují se především z řas rodu *Laminaria*, *Macrocystis*, *Ascophyllum*, *Sargassum*, *Fucus* (Rhein-Knudsen et al., 2015). Biologicky rozložitelné folie z alginátu byly studovány v roce 2016, produkt se skládal z 11,4 % podílu alginátu, škrobu a polyvinylalkoholu a jeho vlastnosti byly přijatelné k použití (Brandelero et al., 2016).

d. Fukoidan

Fukoidany se nacházejí v buněčných stěnách hnědých řas (Etman et al., 2020). Například v druzích *Undaria pinnatifida* a *Fucus vesiculosus*, ze kterých je lze extrahovat a využít je v potravinářství (Lähteenmäki-Uutela et al., 2021). Fukoidany jsou velmi drahé (1 g stojí více než 600 euro) (Etman et al., 2020). Využití jako přísada pro výrobu bioplastů není prostudované.

e. Ulvan

Ulvan lze extrahovat ze zelených řas, např. z rodů *Ulva* či *Enteromorpha*. Zatím není výzkum pro výrobu bioplastů z ulvanu znám (Glasson et al., 2019).

2.2.3. Vlastní výroba plastových obalů z řas

Nejběžnější techniky výroby:

- **Lisování** – nejběžnější metoda. Jedná se o vložení směsi biomasy řas nebo sinic, polymerů (např. pšeničný lepek) a aditiv do formy, kde je vystavena vysoké teplotě a tlaku po dobu 3-20 min (Cinar et al., 2020).
- **Odlévání** – řasy nebo sinice, polymery (např. škrob) a aditiva jsou smíchány v rozpouštědle, výsledný roztok je pak odlit a vysušen do podoby filmu/folie (Fabra et al., 2018).
- **Vstříkování** – směs řas nebo sinic, polymerů a aditiv je zahřívána na vysokou teplotu a následně vstříkována do nízké teploty, kde směs tuhne (Torres et al., 2015).

Aditiva přidávaná do bioplastu pro zlepšení výsledného produktu:

- **Změkčovadla** (netěkavé organické látky) bývají přimíchány k bioplastům pro zlepšení jejich roztažitelnosti, zpracovatelnosti či biologické odbouratelnosti (Sudhakar et al., 2021) Nejpoužívanějším změkčovadlem je glycerol. Dalšími příklady změkčovadel jsou kyselina kaprylová, sorbitol, PEG (polyethylenglykol) či butan-1,4-diol (Cinar et al., 2020).
- **Kompatibilizátory** jsou přidávány pro zvýšení pevnosti. Příkladem je maleinanhydrid (Cinar et al., 2020).

Firmy, které se zabývají výrobou nebo studiem bioplastů pomocí řas/sinic, již několik let ve světě působí. Jsou to například:

- AlgoPack vyrábí z řas rodu *Sargassum* kelímky na tekutiny a tácky na potraviny (Algopack, 2010).
- AMAM vyrábí svoje produkty „Agar Plasticity“ z agaru ruduch (Amam, 2015).
- Bloom (Bloom, 2016).
- Cereplast vyrábí biologicky rozložitelné pryskyřice (Cereplast, 2001).
- Evoware vyrábí z řas bez konzervantů obalové materiály, které se dají skladovat po dobu 2 let (Evo & Co., 2016).
- Loliware fungují na základě SEA technologie (Seaweed-based, Emission-Avoiding, Alternatives to Paper and Plastic), která vytváří výrobky nahrazující plasty na jedno použití (Loliware, 2015).
- Notpla vysvětluje, jak využít řasy k vytvoření kompostovatelných obalových materiálů (Noptla, 2014).
- PlastoCyan je projekt zabývající se výrobou bioplastů ze sinic, kultivací v odpadní vodě. Získávají z nich PHB (Grivalský et Kopp, 2022).
- Soley Biotechnology Institute vytváří bioplasty z vzniklé sedliny, která vznikne po zpracování sinice rodu *Spirulina*.

2.3. Výuka řas na SŠ

V poslední části literární rešerše se zaměřím na výuku řas na středních školách (vyšších gymnáziích).

2.3.1. Rámcový vzdělávací program

Rámcové vzdělávací programy (RVP) tvoří obecně závazný rámec pro tvorbu školních vzdělávacích programů (ŠVP) škol všech oborů vzdělání v předškolním, základním, základním uměleckém, jazykovém a středním vzdělávání. Do vzdělávání v České republice byly zavedeny zákonem č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon). V roce 2015 proběhla novelizace tohoto zákona pod č. 82/2015 Sb. Stanovují konkrétní cíle, formy, délku a povinný obsah vzdělávání. Také stanovují podmínky pro vzdělávání žáků se speciálními vzdělávacími potřebami a nezbytné materiální, personální a organizační podmínky a podmínky bezpečnosti a ochrany zdraví. Musí odpovídat nejnovějším poznatkům vědních disciplín, jejichž základy a praktické využití má vzdělávání zprostředkovat, a pedagogiky a psychologie o účinných metodách a organizačním uspořádání vzdělávání přiměřené věku a rozvoji vzdělávaného (Národní pedagogický institut České republiky, 2023).

2.3.1.1. Biologie řas v RVP-G

Předmět biologie je rozdělen do několika tematických celků: Obecná biologie, Biologie virů, Biologie bakterií, Biologie protist, Biologie hub, Biologie rostlin, Biologie živočichů, Biologie člověka, Genetika, Ekologie. Samotný pojem řasy není uveden. V tematickém celku Biologie protist (kam se řadí jednobuněčné řasy jako je například *Euglena*) chybí zmínka o samotných řasách úplně. V tematickém celku Biologie rostlin je zmíněn pouze bod v očekávaných výstupech žáka, který by měl porovnat společné a rozdílné vlastnosti stélkatých a cévnatých rostlin (Rámcový vzdělávací program pro gymnázia, 2021).

2.3.2. Školní vzdělávací program

Školní vzdělávací program (ŠVP) musí být v souladu s rámcovým vzdělávacím programem (RVP). Obsah vzdělávání může být ve školním vzdělávacím programu uspořádán do předmětů nebo jiných ucelených částí učiva. Školní vzdělávací program vydává ředitel školy nebo školského zařízení, zároveň jej zveřejní na přístupném místě ve škole nebo školském zařízení (Národní pedagogický institut České republiky, 2023).

2.3.2.1. Biologie řas v ŠVP

Protože si Školní vzdělávací program vytváří každá škola svůj, zvolil jsem pro představu výuky řas 2 ŠVP škol, které jsou spojené s praktickou částí práce: Na Biskupském gymnáziu Hradec Králové byl uskutečněn následek hodin. Gymnázium Dvůr Králové nad Labem byla škola, kde jsem vyzkoušel navrženou výukovou hodinu.

Na Biskupském Gymnáziu Hradec Králové je dle ŠVP ke dni 1. 9. 2022 týdenní hodinová dotace biologie od prvního do čtvrtého ročníku následující: 3 – 3 – 2 (+2 volitelný předmět seminář z biologie) – 0 (+2 volitelný předmět seminář z biologie). V rámci učiva biologie 1. ročníku Stavba a funkce protist, chromist jsou očekávané školní výstupy následující: Žák charakterizuje protista z ekologického, zdravotnického a hospodářského hlediska. Pojem řasy je zmíněn při učivu 1. ročníku Systém a evoluce rostlin (řasy, rymnofyty, mechorořasy, kapraďorořasy, cykasy, jinaný, jehličnany, rostliny krytosemenné), očekávané školní výstupy jsou následující: Žák porovná společné a rozdílné vlastnosti stélkatých a cévnatých rostlin. Poslední učivo a očekávané školní výstupy jsou totožné i předmětu seminář z biologie.

Na Gymnáziu Dvůr Králové nad Labem je dle ŠVP ke dni 1. 9. 2021 týdenní hodinová dotace biologie od prvního do čtvrtého ročníku následující: 2,5 – 2,5 – 2,5 (+2 volitelný předmět biologický seminář) – 0 (+2 volitelný předmět biologický seminář), (0,5 hodiny týdně v 1. až 3. ročníku je věnováno dvouhodinovým laboratorním cvičením, které probíhají vždy jednou za měsíc). V předmětu biologie pojem řasy není zmíněn, v rámci učiva 1. ročníku Biologie rostlin jsou očekávané školní výstupy následující: Žák porovná společné a rozdílné vlastnosti stélkatých a cévnatých rostlin. Při Biologii chromist ve 2. ročníku jsou očekávané školní výstupy následující: Žák odvodí hospodářský význam chaluh. V předmětu biologický seminář nejsou řasy zmíněny, pouze je jako učivo ve 4. ročníku zmíněné Opakování, procvičování a rozšiřující učivo k tematickým celkům: Říše: Rostliny, Houby, Chromista, Prvoci, Živočichové, Rostliny.

2.3.3. Téma „Využití řas“ v učebnicích biologie

Dle Vodrážkové (2022) se pro výuku biologie na středních školách (vyšších gymnáziích) nejvíce využívají následující 4 učebnice (viz Tabulky 2-5). Pro potřebu bakalářské práce z nich vybírám jen využití oddělení hnědých řas (třída chaluhy), ruduch a zelených řas – tato využití byla také jediná zmíněná, co se tématu řas týkala (také bylo zmíněno využití křemeliny získávané z třídy rozsivky – pro tuto práci nepodstatné).

Tabulka 2 Využití řas v učebnici *Biologie pro gymnázia*

Biologie pro gymnázia (teoretická a praktická část) (Jelínek et Zicháček, 2014)	
oddělení/třída řas	využití
<i>hnědé řasy/chaluhy</i>	palivo, krmivo pro ovce, výroba kompostu, získávání jodu a potaše
<i>ruduchy</i>	agar (z rodu <i>Gelidium</i>) – potravinářství, výroba papíru, příprava živných půd pro mikroorganismy. Karagen (z rodu <i>Chondrus</i>) – vznik rosolu
<i>zelené řasy</i>	rod <i>Chlorella</i> – zdroj bílkovin do krmných směsí pro zvířata a k přípravě biologicky aktivních preparátů; zástupce <i>Ulva lactuca</i> – ke konzumaci jako tzv. mořský salát

Tabulka 3 Využití řas v učebnici *Biologie rostlin: pro 1. ročník gymnázií*

Biologie rostlin: pro 1. ročník gymnázií (Kincl et al., 2008)	
oddělení/třída řas	využití
<i>hnědé řasy/chaluhy</i>	hnojivo, palivo; výroba jodu, sody a potaše; krmivo pro ovce, potravina v Asii (např. <i>Laminaria japonica</i>), alginové kyseliny – potravinářský, farmaceutický a textilní průmysl
<i>ruduchy</i>	příprava pokrmů (rod <i>Porphyra</i>), zdroj cenných léčivých látek; agar (z rodu <i>Gelidium</i>) – mikrobiologie, potravinářský průmysl
<i>zelené řasy</i>	rod <i>Chlorella</i> – zdroj bílkovin a vitaminů; zástupce <i>Ulva lactuca</i> – příprava salátů

Tabulka 4 Využití řas v učebnici *Odmaturuj! Z biologie*

Odmaturuj! Z biologie (Benešová et al., 2013)	
oddělení/třída řas	využití
<i>hnědé řasy/chaluhy</i>	krmivo pro ovce, hnojivo, palivo, potravina (rod <i>Laminaria</i> – kombu); výroba jodu, sody a potaše
<i>ruduchy</i>	příprava pokrmů, zdroj léčivých látek, agar – potravinářský průmysl, příprava živných půd pro pěstování mikroorganismů
<i>zelené řasy</i>	potravina

Tabulka 5 Využití řas v učebnici *Biologie v kostce*

Biologie v kostce (Hančová et al., 2008)	
oddělení/třída řas	využití
<i>hnědé řasy/chaluhy</i>	Potrava, krmivo, v tradičním čínském léčení
<i>ruduchy</i>	Agar a karagen – potravinářský průmysl (zmrzlina, želé), farmaceutický průmysl, mikrobiologie (živné půdy)
<i>zelené řasy</i>	Zástupce porost locikový – potravina tzv. mořský salát

2.3.4. Motivace žáků ve výuce

Na základě vlastní zkušenosti a ústního sdělení od učitelů, téma „Řasy“ není mezi žáky gymnázií příliš oblíbené, což dokazuje i Flekalová (2019) ve své diplomové práci. Dle Nolčové a Vágnerové (2016) toto téma v žácích nezanechává výraznější stopu, neuchvátí je – chybou bývá nedostatečná motivace k výuce v podobě frontálního výkladu. I když jsou řasy lehce dostupné, žáci se s nimi fyzicky v hodinách či praktických cvičeních neseškávají. Řasy by učitel teoreticky mohl nasbírat i po cestě do školy, např. z borky stromů, vzorek ze stojaté vody, nebo se jen stavit v obchodě a koupit řasové plátky na přípravu sushi. Dle Čapka (2015) právě takové či podobné, prakticky využitelné „hmatatelné“ prvky slouží k motivaci pro dané téma. Pro motivaci je potřeba žákům učivo zatraktivnit, například zábavnou činností nebo praktickým zaměřením s důrazem na osobní zkušenost žáků. Pro kvalitní a motivující výuku je třeba brát v potaz žákovy názory a potřeby ohledně výuky a probíraného tématu. Pokud žákům nevyhovuje náš přístup, je potřeba jej změnit.

Existuje mnoho metod, využitelných k motivaci žáků. Je pak na učiteli, kterou si pro danou hodinu zvolí. Proto je důležité, aby byl s těmito metodami dostatečně seznámen. Možnou inspiraci může učitel nabrat například v knihách: Moderní didaktika (Čapek, 2015), Výukové metody (Maňák et Švec, 2003) či Základy školské psychologie (Hvozdík, 2017).

Motivace primárně přichází od učitele, Petty (2013) uvádí možný postup: Učitel jeví zájem a nadšení pro daný obor. Ukazuje například praktické využití učiva, konkrétní aplikace učiva či reálné exponáty. Dodává učivu osobní rozměr, tj. uplatnění v životě žáků. Vyučování by mělo být zajímavé a dynamické s překvapivými informacemi.

Dle Lokšy a Lokšové (1999) existují **motivační činitelé**, které žáka ovlivňují. Jsou to **vnitřní činitelé** (poznávací potřeby a zájmy, potřeba výkonu, potřeba vyhnout se neúspěchu a dosažení úspěchu, potřeba pozitivního vztahu) a **vnější činitelé** (školní známky, odměna a trest). S těmito motivačními činiteli souvisí individuální přístup k žákům, kterým je učitel povinen se řídit. Dle Čapka (2021) frontální výuka (výklad učitele před tabulí, stále nejvíce používaná metoda výuky na českých školách) žáky izoluje a demotivuje. Skupinová práce je motivuje k zapojení do zajímavé činnosti a snižuje strach z chyby. Ve skupině může každý žák vyniknout v tom, co mu jde nejlépe a naučit se od ostatních to, v čem si není tak jistý. Po této vnitřní motivaci by měla přijít i ta vnější v podobě hodnocení – pokud žáci splnili předem známé zadání práce, zaslouží si jedničku, jinak taky řečeno odměnu za dobře provedenou práci. Pokud nesplnili, obdrží zpětnou vazbu, nikoliv sníženou známku, která by vedla k demotivaci. Zároveň je nutné podotknout, že učitel nehodnotí výsledek práce, ale její proces. Tím učitel splní individuální postoj – každý žák plnil úkol na své vlastní úrovni.

3. Praktická část

Jako skvělou motivační hodinu řas považuji seznámení se s využitím řas naživo. Inspirací pro praktickou část této práce mi byl návrh hodiny s názvem Sensational Seaweed z California Academy of Sciences, kde si žáci mohli kromě jiného připravit vlastní salát z mořských řas (dostupné z www.calacademy.org, 1. 4. 2023). Proto jsem pro návrh výukové hodiny v praktické části práce zvolil aktivitu s několika zástupci hnědých řas, ruduch a zelených řas. Spolu s ochutnávkou si žáci vyzkouší i návrh vlastního MENU, do kterého tyto řasy zakomponují. Seznámí se i s bioplasty z řas.

3.1. Metodika

3.1.1. Náslech 2 hodin na téma řasy

V první části praktické části jsem uskutečnil ve dnech 6. a 7. 2. 2023 náslech 2 hodin výuky řas (konkrétně se jednalo o řasy z říše rostlin – ruduchy a zelené řasy). Hospitace se konala v prvním ročníku vyššího gymnázia. Během výuky jsem si vše potřebné zapisoval do hospitačních záznamů. Převážně jsem se soustředil na možné využití řas člověkem (viz Přílohy č. 1 a 2).

3.1.2. Příprava vlastního agarového jedlého obalu na potraviny

Ve druhé části jsem připravoval plastový obal z agaru. Vytvořil jsem jej dle návodu z YouTube (Chef Rudakova, 2020). Nakonec jsem zhotovil prezentaci v MS PowerPoint (viz kapitola Výsledky a Příloha č. 3), kde jsem „recept na svůj vlastní bioplast“ shrnul a přidal fotky z přípravy (pořízené na osobní mobilní telefon).

3.1.3. Návrh motivační výukové hodiny na téma využití řas

Jelikož se řasy dle hospitací (viz výše) probírají během dvou vyučovacích hodin, navrhl jsem dvě výukové hodiny řas, které neprobíhají frontální výukou.

První hodina (viz Tabulka 6) slouží jako seznamovací hodina s řasami, kde žáci pomocí Brainstormingu zjistí, jaké informace o řasách již znají z běžného života. Dále ochutnají několik vybraných zástupců řas (zástupce třídy chaluhy a oddělení ruduchy a zelené řasy) a seznámí se s bioplasty z řas jako možnou náhradou umělých plastů.

Náplní druhé hodiny (viz Tabulka 7) je skupinová práce tzv. expertních skupin (Čapek, 2015), kde žáci zjistí základní informace o daných skupinách řas. Jako podklad pro obrázky stélek, informace o barvivech a zásobních látkách řas jsem využil 4 učebnice z teoretické části (viz výše). Výsledkem práce bude zápis v podobě přehledné tabulky s informacemi.

4. Výsledky

4.1. Náslech hodin ruduchy a zelené řasy

Téma řasy je učeno (dle RVP) v rámci několika témat – protista, chromista a rostliny. Ruduchy a zelené řasy se probírají (bez opakování) na gymnáziích během dvou vyučovacích hodin, proto jsem uskutečnil dva náslechy na Biskupském gymnáziu v Hradci Králové a vytvořil 2 hospitační záznamy (viz Přílohy č. 1 a 2). Právě z těchto

oddělení lze totiž připravit bioplasty, tudíž jsem si chtěl ověřit, zda se tato informace v hodině promítne. Jako specifický cíl hospitace jsem se soustředil na zmínění využití řas.

Hodiny řas probíhaly z 90 % frontální výukou s prezentací promítané na tabuli. Motivace k tématu nebyla využita. Žáci měli před sebou vytisknutá skripta (sloužící jako pomocný text k tématu), do kterých si mohli zapisovat poznámky. Během hodin se učitel často ptal na různé otázky (například ohledně morfologie řas) a vyvolával žáky, kteří se přihlásili s odpovědí. Otázek bylo celkem 35 (za 2 výukové hodiny).

Příklady otázek: Jak se nazývá vědní obor zabývající se řasami? Co je to autotrofní způsob výživy? Jaké jsou výhody a nevýhody pohlavního rozmnožování? Jaké je využití řas v přírodě? Jaké je využití řas člověkem? Jaký typ stélky má stélka ruduchy na obrázku?

Žáci na otázku o využití řas odpověděli: potrava (učitel doplnil: lékařství, palivo, hnojivo, krmivo a stelivo, v průmyslu pro čištění odpadních vod).

V prvních 10 minutách druhé hodiny proběhla aktivita, kdy žáci pomocí svých mobilních telefonů hledali na internetu různé zástupce řas. Vybraným řasám pak měli určit typ stélky a společně s tímto popisem je poslat do sdílené tabulky, kterou učitel promítal na tabuli.

Zhodnocení naplnění specifického cíle hospitace první vyučovací hodiny (viz Příloha č. 1):

Využití řas bylo obecně sděleno během 3 minut (nebyly zmíněny konkrétní druhy řas). Využitelnost se týkala schopnosti fotosyntézy a tvorby kyslíku, využití v potravinářství a ve spojení s chovem zvířat. Využití řas jen zmíněno.

Zhodnocení naplnění specifického cíle hospitace druhé vyučovací hodiny (viz Příloha č. 2):

Využití řas bylo sděleno vyučujícím za pomoci obrázků jednotlivých zástupců. Využití (především v potravinářství) bylo zmíněno u následujících druhů/rodů řas: *Porphyra*, *Chondrus*, *Gelidium*, *Chlorella*.

Odpovědi fakultního učitele na gymnáziu na dotazy ohledně výuky:

- Myslíte si, že je téma řasy u žáků oblíbené?
 - Myslím, že obecně moc ne.
- Mohla by být celá hodina navržena tak, že by se probíralo jen využití řas?
 - Nevidím důvod, proč ne.
- Myslíte si, že by žáci uvítali možnost ochutnat při hodině některé řasy?
 - Rozhodně ano.
- Slyšel jste už o využití řas jako zdroj pro výrobu bioplastů?
 - Zatím ne.
- Myslíte si, že by tato informace mohla žáky nadchnout pro výuku?
 - Pokud by byla dobře uchopená, tak ano.
- Budete s žáky ještě mluvit o využití řas?
 - Myslím, že už moc ne. Na příští hodinu máme naplánovaný test z předchozího učiva. Po něm dobereme zelené řasy, myslím, že je tam jediné využití, a to konkrétně konzumace porostu locikového.

4.2. Příprava vlastního bioplastu z agaru

Vlastní bioplast jsem připravoval u sebe doma za pomoci běžně dostupných komponent. Používal jsem následující kuchyňské spotřebiče a nádoby: hrnec na vaření, metla, misky, kuchyňská váha, odměrná nádoba na vodu, plastová krabice či plech na pečení, nůžky, gumové rukavice.

Dokoupil jsem: glycerol (volně prodejný v lékárně), agar (využil jsem velkoobchodního řetězce, v sekci s želatinami a pečícími potřebami), bonbony (hroznový cukr).

Domácí výroba bioplastu je následující:

- 1) Do hrnce nalijte 800 ml vody, přidejte 20 g agaru a 5 g glycerolu.
- 2) Dobře promíchejte a dejte na sporák.
- 3) Za stálého míchání přiveďte k varu a vařte 30 sekund.
- 4) Poté vzniklou směs nalijte do připravených forem (doporučuji plech na pečení či plastovou nádobu). Vrstva by neměla být tlustší než 5 mm. Nechte schnout v pokojové teplotě po dobu 2-5 dnů (záleží na tloušťce vrstvy), dobré zkušenosti mám s vrstvou tlustou cca 4 mm a bioplast byl vyschnut za 3 dny.
- 5) Výsledný bioplast nastříhejte na kousky cca 7x5 cm a zabalte do nich hroznový cukr

Během procesu mějte nasazené gumové rukavice. Celý postup jsem také shrnul do **prezentace v MS PowerPoint** (viz Příloha č. 3), kterou lze otevřít v následujícím odkazu:

https://docs.google.com/presentation/d/16Ug0R0_Q3Sxaa_MYdfMAPAkMNwstzO2114gsXisF40s/edit?usp=sharing

Shrnutí výsledků práce:

- Celý proces přípravy probíhal bez problémů. Musím podotknout, že při lití výsledného roztoku do formy je potřeba pracovat rychle, protože roztok velmi rychle tuhne.
- Je nutné dbát, aby forma měla hladké a rovné dno (nerovnoměrné dno znamená nerovnoměrná bioplastová folie – tenká část by se mohla trhat).
- Výsledný bioplast lze recyklovat (při tvorbě bonbonů zbydou odstřížky, které můžeme povařit v dostatečném množství horké vody a připravit tak další folii – množství vody záleží na množství odstřížků, roztok by měl mít konzistenci toho původního).
- Pokud se plasty nezrecyklují, je možné je vyhodit do běžného odpadu či do kompostu (dokonce se mohou vyhodit i do volné přírody, protože jsou 100% rozkladatelné a nezávadné).

4.3. Návrh výukových hodin řas

Svůj návrh jsem si vyzkoušel dne 27. 4. 2023 na Gymnáziu Dvůr Králové nad Labem.

4.3.1. Motivační hodina s tvořením MENU z řas

Tabulka 6 Návrh výukové hodiny řas 1

Příprava na výuku 1	
Předmět: Biologie	Třída: 1. ročník SŠ
	Časová dotace: 45 min
	Místo: třída (nejlépe nestupňovitá, pro komfortnější práci skupin)
Téma hodiny: Seznámení s řasami – základní rozdělení do skupin a jejich využití	
Cíle: <ol style="list-style-type: none">1) Žák najde co nejvíce vědomostí/pojmů, které ví o řasách pomocí brainstormingu.2) Žák pracuje ve skupině a na základě pozorování a ochutnání řas vyvodí příslušnost poskytnutých zástupců do barevné skupiny řas.3) Žák zakreslí podobu navrženého pokrmu z řas.4) Žák prezentuje skupinové MENU před třídou.	
Metody výuky: brainstorming, skupinová práce	Formy výuky: skupinová, kooperativní, hromadná
Pomůcky: <ul style="list-style-type: none">• tabule• křídly/fixy• jedlí zástupci řas a výrobky z řas (Doporučuji vybrat si min 1 zástupce z různých oddělení, přinést 1 balení agarů pro ukázkou – agar (4g sáček, velkoobchodní řetězec, 30 Kč), dále zdravé výživy – ruduchy: Dulse (<i>Palmaria palmata</i>), Nori (<i>Porphyra tenera</i>), Irský mech (<i>Chondrus crispus</i>); hnědé řasy – chaluhy: Mořské špagety (<i>Himanthalia elongata</i>), Wakame (<i>Undaria pinnatifida</i>); zelené řasy: Mořský salát (<i>Ulva lactuca</i>). (25g balení, dikyprirode.cz, do 100 Kč, Nori plátky, velkoobchodní řetězec, do 100 Kč)• misky a sítko na řasy• lžice na nabírání řas (záleží na počtu zástupců vybraných řas, učitel přinese vlastní)• papírové tácky pro žáky (25 ks, velkoobchodní řetězec, na krajích popsané názvy řas)• kartičky s inspiracemi pokrmů z řas, tisk – do každé čtveřice 1 kopie (viz Příloha č. 4)• pro výrobu bioplastu na zabalení bonbonů: agar, gumové rukavice• koupené bonbony z hroznového cukru (dle počtu žáků, 20 Kč/balení), které zabalím do bioplastového obalu z řas vyrobeného dle návodu dostupného z prezentace (viz Příloha č. 3): https://docs.google.com/presentation/d/16Ug0R0_Q3Sxaa_MYdfMAPAkMNwstzO2114gsXisF40s/edit?usp=sharing	
Fáze výuky + čas	Příprava předem, týden
Obsah, popis činností	<ul style="list-style-type: none">– Vyrobím bioplast z agarů (týden před hodinou) dle PowerPointové prezentace (viz odkaz výše, Příloha č. 3).– Zakoupím řasy.

	<ul style="list-style-type: none"> – Případně rehydratuji řasy pitnou vodou řas (pozn. řasa Nori konzumuje suchá) den předem nebo před hodinou, vodu slijí přes sítko. – Při manipulaci s řasami i bioplastem pracuji v gumových rukavicích. – Před hodinou připravím řasy na katedru, spolu s kartičkami (viz Příloha č. 4), tácky (popsané názvy přítomných zástupců řas) a lžícemi.
Fáze výuky + čas	Úvod, 3 min
Obsah, popis činností	<ul style="list-style-type: none"> – Zahájení hodiny (zápis do systému, docházka). – Slovně uvedu žáky do dnešní hodiny: <i>Dnes začínáme téma nižší rostliny a v následujících dvou hodinách se budeme zabývat řasami. Dnes nás čeká seznámení se s některými druhy mořských řas. V první části hodiny nás čeká brainstorming a ve druhé si zahrajete na šéfkuchaře a vytvoříte si vlastní MENU z řas.</i>
Fáze výuky + čas	Hlavní část, 10 + 25 min
Metody výuky	brainstorming, skupinová práce
Obsah, popis činností	<ul style="list-style-type: none"> – Napíšu na tabuli nápis ŘASY – Slovní zahájení brainstormingu: <i>Nyní vás poprosím, abyste po jednom chodili k tabuli a napsali cokoli vás napadne, když se řekne slovo řasy. Pokud na tabuli už bude napsané to, co jste si mysleli, vymyslete něco jiného, pokud nic nevymyslíte, nevádí, jen podtrhněte to, co je tam už napsané.</i> – Žáci chodí k tabuli a zapisují. Koriguji třídu. – Jakmile se všichni žáci vystřídají u tabule, dodám: <i>Pokud by chtěl někdo ještě něco napsat, teď má možnost.</i> – Slovní shrnutí napsaných pojmů: Nyní učitel projde jednotlivá slova/slovní spojení, v krátkosti je rozvede. Možné příklady uvádím spolu s komentářem daných pojmů na odkazu (viz Příloha č. 5): https://www.mindmeister.com/2745580999/asy <ul style="list-style-type: none"> – Poté žáky vyzvu, aby vytvořili čtveřice. Chvilí počkám, a pak zadám, aby jeden ze skupiny došel nabrat řasy na připravené tácky pomocí lžic – aby aktivita byla úspěšná doporučuji obstarat minimálně následující řasy: Nori (<i>Porphyra</i>, sushi plátky), Irský mech (<i>Chondrus</i>), Mořský salát (<i>Ulva</i>), Mořské špagety (<i>Himanthalia</i>), balení agaru. Upozorním: <i>Naberte si do skupiny všechny řasy, od každé trochu. Všimněte si, že jsou tácky označené názvy řas, naberte tedy správně, abyste věděli, jak se dané řasa jmenuje a nemuseli se vracet ke katedře. Nezapomeňte si vzít kartičky s inspiracemi pokrmů řas a papíry na které budete psát.</i> – Počkám, než si žáci rozeberou řasy. – Poté si vezmu do ruky sáček s agarem. Žáky nahlas poprosím o pozornost a ústně jim sdělím: <i>V ruce držím výrobek z řas. Toto je agar, látka, která se získává z takzvaných ruduch, i vy máte na stole před sebou zástupce ruduch. Poznáte, jaké to jsou? Ano, jsou to ty červené. Agar se používá v potravinářství jako želatina nebo ho používají vědci v laboratořích pro kultivaci bakterií.</i> – Pak žáky obcházím a všem nabídnu bonbon v agarovém bioplastu (viz Příprava předem), rozdám bez dalšího komentáře.

	<ul style="list-style-type: none"> – Počkám, až žáci bonbon rozbalí a snědí (v mé hodině se tak stalo hned po rozdání). Až potom jim sdělím: <i>Rozdal jsem vám bonbony z řas. Jenomže z řas není samotný bonbon, jak si mnozí z vás mysleli, ale ten obal. Jedná se o tzv. bioplast, který je vyrobený z agaru (pro připomínku ukážu sáček s agarem), tento bioplast je zcela jedlý a rozložitelný v přírodě. Z řas se dají vytvářet bioplasty, a kdo ví jednou možná úplně nahradí ty umělé. Pro zájemce mohu nabídnout návod, jak si takový bioplast vytvořit doma (v mé hodině jsem prezentaci, viz výše, nahrál do třídní skupiny v MS Teams).</i> – Zadám slovně práci: <i>Můžete ochutnat řasy. Vaším úkolem je teď ve skupině vymyslet MENU o třech chodech: předkrm/polévka, hlavní chod, dezert. V každém chodu musí být jiná řasa. Daný pokrm může být jakýkoli si vymyslíte. Mně teď například napadá rohlík s máslem, posypaný řasou Nori. Pokuste se také každý chod nakreslit, aby váš případný zákazník věděl, jak jídlo vypadá.</i> – Chvilku počkám, než žáci ochutnají řasy, pak se půjdu projít po třídě a zeptám se, jak jim chutnají. – Obcházím žáky a kontroluji, jak pokročili se svojí prací. Jakmile vidím, že má většina třídy hotovo, sdělím třídě: <i>Nastává moment, kdy třídu představíte svá MENU. Ze skupiny mluví vždy jeden nebo se můžete střídát, to nechám na vás. Zbytek třídy poslouchá a na konci každého odprezentování zvedne ruku ten, kdo by si na MENU zašel do restaurace.</i> – Vyzvu první skupinu, aby začala. Po odprezentování vyzvu zbytek třídy k „hodnocení“: <i>Kdo by si na MENU zašel do restaurace, ať zvedne ruku.</i> Takto pokračuji s každou skupinou (učitel zvedá ruku vždy). – Na následném odkazu uvádím některé vytvořené pokrmy žáky v mé hodině ze dne 27. 4. 2023 (viz Příloha č. 6): https://www.mi-ndmeister.com/2745608053/menu-z-as
Fáze výuky + čas	Závěr, 7 min
Obsah, popis činností	<ul style="list-style-type: none"> – Nyní žáky poprosím, aby zbylé řasy vyhodily i s tácky do odpadu. – <i>Shrnutí dle cílů + odpovědi žáků:</i> 1) <i>Na začátku hodiny jsme našli několik informací o řasách, které jsme znali z běžného života. Jaké to například byly?</i> Žijí v mořích, ve sladkých vodách i na pevnině; Mají v tělech různá barviva; Některé z nich patří do říše rostlin; Konzumují se převážně v asijských zemích; Produkují kyslík. <i>Dozvěděli jste se nějaké nové využití řas během hodiny? Připravuje se z nich agar a bioplasty.</i> 2) <i>Při vytváření MENU z řas ve skupinách jsme měli možnost ochutnat a porovnat barevnost různých oddělení řas. Jaká oddělení to byla?</i> Byly to hnědé řasy, ruduchy a zelené řasy. <i>Zároveň jsme se díky bonbonům dozvěděli, že se řasy dají využít k výrobě čeho?</i> Bioplastů rozložitelných ve volné přírodě. 3) <i>Jakým způsobem jste MENU vytvářeli?</i> Vymýšleli jsme různé pokrmy, napsali jejich název, a pak celý pokrm nakreslili. 4) <i>Co jste s výsledným MENU nakonec provedli?</i> Prezentovali jsme je našim spolužákům a vzájemně si je hodnotili.

4.3.2. Hodina expertních skupin

Tabulka 7 Návrh výukové hodiny řas 2

Příprava na výuku 2	
Předmět: Biologie	Třída: 1. ročník SŠ
	Časová dotace: 45 min
	Místo: třída (nejlépe nestupňovitá, pro komfortnější práci skupin)
Téma hodiny: Anatomie a morfologie hnědých řas, ruduch a zelených řas	
Cíle:	
<ol style="list-style-type: none"> 1) Žák charakterizuje stélku pozná a vyjmenuje 8 typů stélek řas. 2) Žák vyjmenuje zásobní látky chaluhy, ruduch a zelených řas. 3) Žák určí typy barviv chaluhy, ruduch a zelených řas. 4) Žák vyjmenuje alespoň 1 konkrétní využití ke každé skupině řas – chaluhy, ruduchy a zelené řasy. 5) Žák spolupracuje v mateřských a expertních skupinách, aby zjistil všechny potřebné informace o řasách, které zapíše do připravené tabulky. 	
Metody výuky: skupinová práce, expertní skupiny	Formy výuky: skupinová, kooperativní
Pomůcky:	
<ul style="list-style-type: none"> • Vytisknuté (popř. nastříhané) texty a přílohy: <ul style="list-style-type: none"> ○ Tabulka pro vyplnění, pro každého žáka ve třídě 1 kopie (viz Příloha č. 7a) ○ Tabulka s autorským řešením, pro učitele 1 kopie (viz Příloha č. 7b) ○ Zadání práce pro 4 expertní skupiny, 1 kopie (celkem 4 zadání) (viz Příloha č. 8a-b) ○ Text k práci Skupiny stélky, 1 kopie (viz Příloha č. 9a) ○ Sada obrázků stélek řas, pro každého žáka ve třídě 1 sada, v Příloze jsou 2 sady na stránku tzn, tisk počet žáků/2 (viz Příloha č. 9b) ○ Grafy k práci Skupiny barviva, 1 barevná kopie (viz Příloha č. 10a-c) • Pro Skupinu zásobní látky odborná literatura/učebnice (já využil následující: Biologie pro gymnázia (teoretická a praktická část) (Jelínek et Zicháček, 2014), Nový přehled biologie (Rosypal, 2003), Fylogeneze, systém a biologie organismů (Rosypal, 1992) • Pro Skupinu využití zpřístupněný počítač <p>Poznámka k přílohám: U každé Přílohy (viz Přílohy 7-10 této práce) je napsán počet kopií potřebných k výuce.</p>	
Fáze výuky + čas	Příprava předem, hodina předem
Obsah, popis činností	<ul style="list-style-type: none"> – Vytisknu tabulky k expertním skupinám pro všechny žáky (viz Příloha č. 7a) – Připravím (vytisknu a rozstříhám) zadání a přílohy pro expertní skupiny (viz Přílohy č. 8-10). – těsně před hodinou rozmístím materiály na přední lavice, práci Skupiny využití připravím k učitelскому stolu se spuštěným počítačem.
Fáze výuky + čas	Úvod, 5 min
Obsah, popis činností	<ul style="list-style-type: none"> – Zahájení hodiny (zápis do systému, docházka). – Slovně uvedu žáky do dnešní hodiny: <i>Minulou hodinu jste mohli ochutnat některé řasy. Tyto řasy patřily do oddělení hnědé řasy,</i>

	<p><i>ruduchy a zelené řasy. Dnes si tato oddělení rozebereme více do hloubky. Zaměříme se na stavbu jejich těl, kterým se říká stélky, a také na to, co ve svých tělech obsahují. Jak můžete vidět, na předních lavicích a u mého stolu jsou označeny pracovní místa. Celý proces totiž bude probíhat v expertních skupinách, do kterých se za malou chvíli rozdělíte.</i></p>
Fáze výuky + čas	Hlavní část, 35 min
Metody výuky	Expertní skupiny
Obsah, popis činností	<ul style="list-style-type: none"> - Nejprve žáky poprosím, aby si rozdali tabulky, do kterých si budou během hodiny zapisovat (viz Příloha č. 7a). - Poté je požádám, aby se rozdělili do čtveřic, do tzv. mateřských skupin. Počkám, než se rozdělí, pak dám pokyn, aby si každý žák v rámci mateřské skupiny vybral jednu z expertních rolí: Expert na stélky Expert na barviva řas Expert na zásobní látky řas Expert na využití řas - Toto budou zároveň názvy jejich expertních skupin. Upozorním, že Experti na stélky řas budou k práci potřebovat nůžky a lepidlo (popřípadě si mohou půjčit od spolužáků nebo učitele). - Jakmile jsou expertízy přiděleny, vysvětlím žákům zadání: <i>Nyní opustíte svoji mateřskou skupinu a vydáte se do svých expertních skupin v prvních lavicích. Název skupiny je napsaný na zadání práce. Váš úkol je spolupracovat v nové skupině, každý ve skupině musí přiložit ruku k dílu. Nabyté informace si zapisujete do tabulky, kterou jsme si rozdali na začátku hodiny. Na práci v expertních skupinách máte 25 minut. Až dokončíte svoji práci v expertních skupinách, vrátíte se zpět do svých mateřských skupin, kde si společně doplníte zbývající informace do tabulky. Pokud neporozumíte zadání, samozřejmě se mě můžete ptát. Nyní se přesuňte do svých expertních skupin a začněte. Pokud budete potřebovat sesunout lavice k sobě, můžete.</i> - Nechám žáky, aby se přesunuli do expertních skupin. Popřípadě jim pomohu se sesunutím lavic pro vytvoření většího pracovního prostoru. - Nechám žáky pracovat, popřípadě odpovídám na dotazy. - Po 5 minutách jdu obcházet skupiny a pozoruji jejich práci, každé skupiny se zeptám: <i>Máte nějakou strategii postupu práce?</i> Počkám, co mi odpoví, pochválím za dobrý nápad (popřípadě poradím) a přesunu se k další skupině. - Po 25 minutách (od začátku práce) žáky upozorním, že je čas, aby se přesunuli zpět do svých mateřských skupin. Počkám, než se přesunou a vydám pokyn: <i>Nyní máte 10 minut, abyste si v mateřské skupině doplnili chybějící informace do tabulky, pokud by vás zajímali podrobnosti, zeptejte se experta na dané téma, pokud expert neví, zavolejte si experta z jiné skupiny, popřípadě mě.</i> - Kontroluji doplňování tabulky. Jakmile jsou tabulky doplněny, ústně všem žákům sdělím pro kontrolu správné výsledky (viz Příloha č. 7b), pouze využití řas musí přečíst žáci sami, každá skupina by měla přečíst alespoň jedno využití.

Fáze výuky + čas	Závěr, 5 min
Obsah, popis činností	<p>– <i>Shrnutí dle cílů + odpovědi žáků:</i></p> <p>1) <i>Co je to stélka a vyjmenujte alespoň jeden typ mikroskopické a jeden typ makroskopické stélky.</i> Stélka je tělo řas, typy mikroskopických stélek jsou: monadoidní, rhizopodová, kokální, kapsální Makroskopické: trichální, pletivná, sifonokladální a sifonální.</p> <p>2) <i>Jaké jsou zásobní látky hnědých řas, ruduch a zelených řas?</i> Zásobní látka chaluhy je chrysolaminaran, ruduch fluorideový škrob a zelených řas škrob.</p> <p>3) <i>Jaká barviva se nacházejí v řasách?</i> V hnědých řasách chlorofyl a,c + také hnědé barvivo fukoxantin, v ruduchách chlorofyl a + také červené barvivo fykoerytrin, modré barvivo fykocyanin a oranžové karotenoidy, v zelených řasách chlorofyl a,b + oranžové karotenoidy a žluté xanthofyly.</p> <p>4) <i>Řekněte alespoň jedno různé využití hnědých řas, ruduch a zelených řas.</i> Např. hnědé řasy jsou v severských zemích spásány ovce, ruduchy se využívají k získávání agaru, zelené řasy se konzumují jako např. mořský salát.</p> <p>5) <i>Dnes jste pomocí expertních skupin zjistili základní anatomii a morfologii stélek řas pomocí, a protože jste dnes spolupracovali a dokázali tak zjistit všechny potřebné informace k vyplnění tabulky, uděluji každému z vás, kdo mi ukáže vyplněnou tabulku jedničku.</i></p>

5. Závěr

Plasty se začaly vyrábět ve druhé polovině 19. století úpravou přírodních látek (například celulozid z celulosy). V první polovině 20. století se začaly vyrábět umělé plasty a od roku 1950 jejich produkce rapidně vzrostla (1,5 mil tun v roce 1950 proti 390 mil tunám v roce 2021). Nejvíce se vyrábí polyethylen, ze kterého se vyrábějí převážně obalové materiály na potraviny. Další známé plasty jsou polypropylen, polyvinylchlorid, polyethylentereftalát a polystyren.

Z celkového množství odpadu, který je vyprodukován lidmi k roku 2019, tvoří 54 % plasty. Zhruba 170 milionů tun plastů, které každý rok skončí v přírodním prostředí, je dostatečné množství k výstavbě celé Velké čínské zdi měřící 6000 km. V oceánech jsou plasty požírány například mořskými želvami, které po požití velkého množství hynou. Biotickými vlivy (slunečním zářením, mechanickým odíráním) mohou plasty degradovat na svoje monomery (například vinylchlorid z PVC obsahuje toxický chlor) či mohou uvolňovat aditiva, která do nich byla přidána během výroby (například Bisfenol A přidávaný do PET-lahví se uvolňuje do vody a negativně působí na hormonální soustavu).

Ačkoliv řasy slouží člověku převážně jako potravina (nejvíce v asijských zemích), mají však velký potenciál stát se komoditou pro výrobu bioplastů díky látkám s polymerním charakterem, obsažených v jejich stélkách. Jsou to polyhydroxybutyrát obsažený v sinicích, škrob a bílkoviny v mikroskopických zelených řasách, agar a karagenan v ruduchách, alginát v chaluách. V současné době je kultivace řas oproti rostlinám (ze kterých se bioplasty na biologické bázi nejvíce připravují) výhodnější v tropických či subtropických oblastech (např. Indonésie). Nicméně je předmětem výzkumu řasy kultivovat rentabilně i v našich podnebných podmínkách.

Současně ale téma řasy patří ve výuce mezi ty méně oblíbené. Výuka řas na českých gymnáziích (středních školách) většinou probíhá frontálním výkladem. Jelikož jsme vnitrozemský stát, žáci běžně nepřijdou do styku s faktickými zástupci řas a o jejich využití se dozvědí pouze z textu v učebnicích nebo sdělením od učitele.

V rámci praktické části jsem nejprve sepsal hospitační záznamy ze dvou výukových hodin na téma řasy, vč. dotazníku s učitelem, ze kterého vychází zájem učitele o oživení frontálního výkladu tohoto abstraktního tématu. Proto jsem připravil návrh dvou výukových hodin řas, pojaté aktivizační formou s cílem na praktické využití řas. První hodina je motivační, skládá se ze dvou aktivit. První aktivitou je Brainstorming, kde žáci zjistí, co už o řasách vědí z běžného života. Druhá aktivita spočívá v sestavení si vlastního MENU z řas, pomůckou žákům slouží mořské řasy, které mohou ochutnat, a kartičky s inspiracemi možných pokrmů. Pro tuto hodinu jsem vyrobil vlastní bioplast z agaru, který slouží jako motivační prvek. Celý postup jsem zpracoval do prezentace v MS PowerPoint, která je dostupná z odkazu: https://docs.google.com/presentation/d/16UgOR0_Q3Sxaa_MYdfMAPAkMNwstzO2114gsXisF40s/edit?usp=sharing. Druhá hodina probíhá metodou expertních skupin, kde si žáci osvojí teoretické znalosti o řasách pro porozumění stavby jejich stélek. Obě přípravy do hodiny jsou k dispozici v praktické části a Přílohách této práce.

Seznam použité literatury

- Algopack. 2010. [online]. [cit. 3. 3. 2023]. Dostupné z: <https://www.algopack.com/en/>.
- Autorský kolektiv. 2021. *Rámcové vzdělávací programy pro gymnázia*. Praha. Výzkumný ústav pedagogický. [online]. [cit. 9. 3. 2023]. Dostupné z: <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-programy-pro-gymnazia-rvp-g/#2-aktualizace-rvp-pro-gymn%C3%A1zia-s-%C3%BA%C4%8Dinnost%C3%AD-od-1-z%C3%A1%C5%99%C3%AD-2022>
- BARRETT A. 2018. *The history of Bioplastics*. [online]. [cit. 15. 3. 2023]. Dostupné z: <https://bioplasticsnews.com/2018/07/05/history-of-bioplastics/>
- BARSANTI L., GUALTIERI P. 2022. *Algae: Anatomy, Biochemistry, and Biotechnology*. Itálie. Taylor & Francis Ltd. 438 s. DOI 10.1201/9781003187707. [online]. [cit. 15. 3. 2023]. Dostupné z: https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=3RmbEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&q=algae+anatomy+biochemistry+and+biotechnology+3rd+edition+pdf&ots=BOdQzXBE-G&sig=5V527kIzmd-IpxOBoAqn60UEPAE&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- BARTOŠOVÁ J. 2022. *D1: Nejzatíženější dálnice v České republice. V úseku Modletice-Říčany denně projede 103 000 aut*. [online]. [cit. 5. 2. 2023]. Dostupné z: <https://ekonomickydenik.cz/d1-nejzatizenejsi-dalnice-v-ceske-republice-v-useku-modletice-ricany-denne-projede-103-000-aut/>
- BENSAUDE-VINCENT B. 2022. *Between Nature and Society: Biographies of Materials*. Francie. World Scientific Publishing Company. 292 s. ISBN 978-981-125-174-0
- Bloom. 2016. [online]. [cit. 3. 3. 2023]. Dostupné z: <https://www.bloommaterials.com/>
- BRAHNEY J., et al. 2020. *Plastic rain in protected areas of the United States*. In: Science. Vol. 368, Issue 6496, s. 1257–1260. DOI 10.1126/science.aaz5819
- BRANDELERO R. P. H., BRANDELERO E. M., de ALMEIDA F. M. 2016. *Filmes biodegradáveis de amido/PVOH/alginato em sistema de embalagem para alface (Lactuca sativa L.) minimamente processada*. In: Ciencia e Agrotecnologia. Vol. 40, No. 5, s. 510–521. <https://doi.org/10.1590/1413-70542016405010516>.
- Cereplast. 2001. [online]. [cit. 3. 3. 2023]. Dostupné z: https://www.linkedin.com/company/cereplast?original_referer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F
- CÍDLOVÁ H., et al. 2011. *Plastické hmoty*. [online]. [cit. 27. 1. 2023]. Dostupné z WWW: <https://www.ped.muni.cz/wchem/sm/hc/hist/tov/plasty.html>
- CINAR S. O., et al. 2020. *Bioplastic Production from Microalgae: A Review*. In: International journal of environmental research and public health. Vol. 17, No. 11, s. 1–22. <https://doi.org/10.3390/ijerph17113842>
- COSTA S. S., et al. 2019. *Microalgae as source of polyhydroxyalkanoates (PHAs) — A review*. In: International Journal of Biological Macromolecules. Vol. 131, s. 536–547. DOI 10.1016/j.ijbiomac.2019.03.099.

California Academy of Sciences. [online]. [cit. 1. 4. 2023]. Dostupné z: <https://www.calacademy.org/educators/lesson-plans/sensational-seaweed>

ČAPEK R. 2015. *Moderní didaktika*. Praha. Grada Publishing, a.s. 624 s. ISBN 978-80-247-3450-7

ČAPEK R. 2021. *Líný učitel: Cesta pedagogického hrdiny*. Praha. Dr. Josef Raabe s.r.o. 175 s. ISBN 978-80-7496-378-2

Does Plastic Decompose? How Does It Take? 2020. [online]. [cit. 19. 2. 2023]. Dostupné z: <https://maesindopaperpackaging.com/does-plastic-decompose-how-long-does-it-take/>

DOI Y., et al. 1992. *Biodegradation of microbial polyesters in the marine environment*. In: *Polymer Degradation and Stability*. Vol. 36, Issue 2, s. 173–177. [https://doi.org/10.1016/0141-3910\(92\)90154-W](https://doi.org/10.1016/0141-3910(92)90154-W)

DUCHÁČEK V. 2011. *Polymery: Výroba, vlastnosti, zpracování, použití*. Praha. VŠCHT Praha. 276 s. ISBN 978-80-7080-788-0

Encyklopedie plastů: polyethyleny (PE, LDPE i HDPE). 2020. [online]. [cit. 28. 1. 2023]. Dostupné z: <https://www.samosebou.cz/2020/02/28/encyklopedie-plastu-polyethyleny-pe-ldpe-i-hdpe/>

ETMAN S. M., ELNAGGAR Y. S. R., ABDALLAH O. Y. 2020. *Fucoidan, a natural biopolymer in cancer combating: From edible algae to nanocarrier tailoring*. In: *International Journal of Biological Macromolecules*. Vol. 147, s. 799–808. DOI 10.1016/j.ijbiomac.2019.11.191

European Bioplastics. 2022. *Bioplastics market development update 2022*. Dostupné z: <https://www.european-bioplastics.org/news/publications/#MarketData>

Evo & Co. 2016. <https://rethink-plastic.com/>

FABRA M. J., et al. 2018. *Structural and physiochemical characterization of thermoplastic corn starch films containing microalgae*. In: *Carbohydrate Polymers*. Vol. 186, s. 184–191. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.01.039>

FLEKALOVÁ A. 2019. *Sinice a řasy ve výuce a využití makroskopických sinic a řas při výuce na základních a středních školách*. České Budějovice. Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Vedoucí diplomové práce RNDr. Tomáš Hauer, Ph.D.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2021. *Global seaweeds and microalgae production, 1950–2019*. [online]. [cit. 12. 2. 2023]. Dostupné z: <https://www.fao.org/3/cb4579en/cb4579en.pdf>

GEYER R., JAMBECK J. R., LAW K. L. 2017. *Production, use, and fate of all plastics ever made*. In: *Science Advances*. Vol. 3, No. 7, s. 1-5. DOI 10.1126/sciadv.1700782

GIBELLO H. 1960. *Styren a jeho polymery*. Praha. Státní nakladatelství technické literatury. 216 s.

- GIFUNI I., et al. 2017. *Autotrophic starch production by Chlamydomonas species*. In: Journal of Applied Phycology. Vol. 29, No. 1, s. 105–114. DOI 10.1007/s10811-016-0932-2
- GLASSON C. R. K. 2019. *Multiple response optimisation of the aqueous extraction of high quality ulvan from Ulva ohnoi*. In: Bioresource Technology Reports. Vol. 7, No. 100262, s. 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2019.100262>
- GRIVALSKÝ T., Kopp J. 2022. *Cyanobacteria 101 – How to get from wastewater to PHB*. In: Bioplastics MAGAZINE. Vol. 17, s. 24-25. Dostupné z: <https://epaper.bioplasticsmagazine.com/issue-06-2022/67407084/24>
- HASHEMI TABATABAEI R., et al. 2018. *Preparation and characterization of nano-SiO₂ reinforced gelatin-k-carrageenan biocomposites*. In: International Journal of Biological Macromolecules. Vol. 111, s. 1091–1099. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.01.116>
- HIRIADI A., HIRIADI P. 1987. *Culture of Eucheuma cottonii and Eucheuma spinosum in Indonesia*. In: RAGAN M.A., BIRD C. J. (eds) Twelfth International Seaweed Symposium. Developments in Hydrobiology. Vol. 41, s. 355-358. https://doi.org/10.1007/978-94-009-4057-4_52
- HVOZDÍK J. 2017. *Základy školskej psychológie*. Košice. Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach. 381 s. ISBN 978-80-8152-505-6
- CHAMAS A. 2020. *Degradation Rates of Plastics in the Environment*. In: ACS Sustainable Chemistry & Engineering. Vol. 8, s. 3494-3511. <https://dx.doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b06635?ref=pdf>
- Chef Rudakova. 2020. *How to make an EDIBLE PLASTIC WRAP (crazy molecular recipes)*. [online]. [cit. 25. 3. 2023]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=IGvPo_U_Jjs
- CHISTI Y. 2007. *Biodiesel from microalgae*. In: Biotechnol Adv. Vol. 25, Issue 3, s. 294–306. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2007.02.001>
- JALIL A., MIAN N., RAHMAN M. K. 2013. *Using Plastic Bags and Its Damaging Impact on Environment and Agriculture: An Alternative Proposal*. In: International Journal of Learning & Development. Vol. 3, No. 4, s. 1-14. DOI 10.5296/ijld.v3i4.4137
- KATO N. 2019. *Production of crude bioplastic-beads with microalgae: Proof-of-concept*. In: Bioresource Technol. Reports. Vol. 6, No. 4, s. 81–84. DOI 10.1016/j.biteb.2019.01.022
- KONDA N. V. S. N. M. et al. 2015. *An Investigation on the Economic Feasibility of Macroalgae as a Potential Feedstock for Biorefineries*. In: Bioenergy Research. Vol. 8, No. 3, s. 1046–1056. ISSN 1939-1234
- KOŽÍŠEK F. 2017. *Stanovisko Státního zdravotního ústavu – Národního referenčního centra pro pitnou vodu ke zprávě o výskytu mikroplastů v pitné vodě a zdravotnímu riziku*. [online]. [cit. 19. 2. 2023]. Dostupné z: https://spotřebitelzakvalitou.cz/users/files/temadne/Stanovisko_NRC_mikroplasty-v-pitne-vode.pdf

- KUMAR L., BHARADVAJA N. 2021. *Algal-Based Wastewater Treatment and Biorefinery*. V knize: *Wastewater treatment*. s. 413–432. Elsevier Science Publishing Co Inc. 596 s. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821881-5.00020-9>
- LÄHTEENMÄKI-UUTELA A. et al. 2021. *European Union legislation on macroalgae products*. In: *Aquaculture International*. Vol. 29, s. 487–509. <https://doi.org/10.1007/s10499-020-00633-x>
- LI K., et al. 2019. *Microalgae-based wastewater treatment for nutrients recovery: A review*. In: *Bioresource Technology*. Vol. 291, s. 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.121934>.
- LOKŠA J., LOKŠOVÁ I. 1999. *Pozornost, motivace, relaxace a tvořivost dětí ve škole*. Praha. Portál. 199 s. ISBN 80-717-8205-X
- Loliware. 2015. [online]. [cit. 3. 3. 2023]. Dostupné z: <https://www.loliware.com/>
- MAŇÁK J., ŠVEC V. 2003. *Výukové metody*. Brno. Paido. 223 s. ISBN 80-7315-039-5
- MARTINY T. R., et al. 2020. *A novel biodegradable film based on κ-carrageenan activated with olive leaves extract*. In: *Food Science & Nutrition*. Vol. 8, s. 3147–3156. DOI 10.1002/fsn3.1554
- MPATANI F. M., VUAI S. A. H. 2019. *Performance of Low-Cost Agar from Gracilaria salicornia on Tissue Culture of Pleurotus HK-37*. In: *The Scientific World Journal*. Vol. 2019, s. 1–7. <https://doi.org/10.1155/2019/2565692>
- NANDA N., BHARADVAJA N. 2022. *Algal bioplastics: current market trends and technical aspects*. In: *Clean Technologies and Environmental Policy*. Vol. 24, s. 2659–2679. [online]. [cit. 9. 2. 2023]. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10098-022-02353-7>
- Národní pedagogický institut České republiky. 2023. *Rámcové vzdělávací programy*. [online]. [cit. 9. 3. 2023]. Dostupné z: <https://www.npi.cz/ramcove-vzdelavaci-programy>
- NOLČOVÁ L., VÁGNEROVÁ P. 2016. *Zajímavá amotivující výuka řas a sinic na základních a středních školách*. Plzeň. Západočeská univerzita v Plzni. ISSN 1804-8366
- Notpla. 2014. [online]. [cit. 3. 3. 2023]. Dostupné z: <https://www.notpla.com/>
- ÖZEREN H. D., et al. 2020. *Ranking plasticizers for polymers with atomistic simulations: PVT, mechanical properties, and the role of hydrogen bonding in thermoplastic starch*. In: *ACS Applied Polymer Materials*. Vol. 2, s. 2016–2026. <https://doi.org/10.1021/acsapm.0c00191>
- PÁNKOVÁ B. 2018. *INFOGRAFIKA: Jak dlouho se rozkládá odpad? PET lahvi to trvá skoro půl tisíciletí*. [online]. [cit. 19. 2. 2023]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/magazin/infografika-jak-dlouho-se-rozklada-odpad-pet-lahvi-to-trva-skoro-pul-tisicileti-1347264>
- PANUSCHKA S., et al. 2019. *Photoautotrophic production of poly-hydroxybutyrate – First detailed cost estimations*. In: *Algal Research*. Vol. 41, s. 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2019.101558>.

- PECINA P. 2008. *Tvořivost ve vzdělávání žáků*. Brno. Masarykova univerzita. 100 s. ISBN 9778-80-210-4551-4
- PETTY G. 2013. *Moderní vyučování*. Praha. Portál. 568 s. ISBN 978-80-262-0367-4
- Polyvinylchlorid (PVC)*. [online]. [cit. 28. 1. 2023]. Dostupné z: <https://arnika.org/toxicke-latky/nase-temata/toxicke-latky/polyvinylchlorid-pvc>
- POOL R. 2019. *Have your packaging and eat it*. In: Engineering & Technology. Vol. 14, No. 3, s. 36-38. DOI 10.1049/et.2019.0305.
- PRŮCHA J., WALTEROVÁ E., MAREŠ J. 2003. *Pedagogický slovník*. Portál. 400 s. ISBN 978-80262-0403-9
- RASHEDY S. H., et al. 2021. *Evaluation and Characterization of Alginate Extracted from Brown Seaweed Collected in the Red Sea*. In: Applied Science. Vol. 11, Issue 14, s. 1–17. DOI [10.3390/app11146290](https://doi.org/10.3390/app11146290)
- RHEIN-KNUDSEN N., ALE M. T., MEYER A. S. 2015. *Seaweed hydrocolloid production: An update on enzyme assisted extraction and modification technologies*. In: Marine Drugs. Vol. 13, No. 6, s. 3340–3359. DOI [10.3390/md13063340](https://doi.org/10.3390/md13063340)
- RODRIGUES M. O., et al. 2019. *Impacts of plastic products used in daily life on the environment and human health: What is known?* In: Environmental Toxicology and Pharmacology. Vol. 72, s. 1-19. DOI 10.1016/j.etap.2019.103239
- SARATALE R. G. et al. 2020. *Utilization of Noxious Weed Water Hyacinth Biomass as a Potential Feedstock for Biopolymers Production: A Novel Approach*. In: Polymers. Vol. 12, s. 1–17. <https://doi.org/10.3390/POLYM12081704>
- SHARMA L., MALLICK N. 2005. *Accumulation of poly-β-hydroxybutyrate in Nostoc muscorum: regulation by pH, light-dark cycles, N and P status and carbon sources*. In: Bioresource Technology. Vol. 96, Issue 11, s. 1304–1310. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2004.10.009>
- Statista Research Department. 2023. *Annual production of plastics worldwide from 1950 to 2021 (in million metric tons)*. [online]. [cit. 28. 1. 2023]. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/282732/global-production-of-plastics-since-1950/>
- STUHLÍK FIŠEROVÁ P. 2022. *Personal care product use and lifestyle affect phthalate and DINCH metabolite levels in teenagers and young adults*. Environ Res. 2022 Oct;213:113675. doi: 10.1016/j.envres.2022.113675. Epub 2022 Jun 11. PMID: 35700762.
- SUDHAKAR M. P., MAGESH PETER D., DHARANI G. 2020. *Studies on the development and characterization of bioplastic film from the red seaweed (Kappaphycus alvarezii)*. In: Environmental Science and Pollution Research. Vol 28, s. 33899–33913. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10010-z>
- SUCHÝ M. 2009. *Mechanické vlastnosti plastů*. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav materiálových věd a inženýrství. Vedoucí práce Ing. Eva Novotná, Ph.D. [online]. [cit. 27. 1. 2023]. Dostupné z: <https://core.ac.uk/download/pdf/30291146.pdf>

- ŠURKALA M. 2018. *Rozměry a hmotnost aut: Jak se změnily za 20 let?* [online]. [cit. 5. 2. 2023]. Dostupné z: <https://www.svetmobilne.cz/rozmery-a-hmotnost-aut-jak-se-zmenily-za-20-let/6943>
- TESAŘÍK B. 2012. *Umělé hmoty: 150 let celuloidu*. [online]. [cit. 27. 1. 2023]. Dostupné z: <https://www.3pol.cz/cz/rubriky/bez-zarazeni/285-umele-hmoty-150-let-celuloidu>
- TISEO I. 2021. *Global plastic industry – statistic & facts*. [online]. [cit. 28. 1. 2023]. Dostupné z: <https://www.statista.com/topics/5266/plastics-industry/#topicOverview>
- TISEO I. 2022. *Plastic waste worldwide – statistics & facts*. [online]. [cit. 28. 1. 2023]. Dostupné z: <https://www.statista.com/topics/5401/global-plastic-waste/#topicOverview>
- TORRES S., et al. 2015. *Green Composites from Residual Microalgae Biomass and Poly(butylene adipate-co-terephthalate): Processing and Plasticization*. In: ACS Sustainable Chemistry & Engineering. Vol. 3, s. 614–624. <https://doi.org/10.1021/sc500753h>
- Víte co je BPA a je vážně škodlivé pro naše zdraví?* 2018. [online]. [cit. 19. 2. 2023]. Dostupné z: <https://www.zemito.cz/blog/co-je-vlastne-bpa-a-je-pro-nas-opravdu-tak-skodlive/>
- VODRÁŽKOVÁ, A. 2022. *Řasa Noctiluca miliaris jako baterka mořská? Aneb jak je to s českým názvoslovím v algologii a mykologii*. Hradec Králové. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí bakalářské práce RNDr. Lenka Šejnohová, Ph.D. 47 s.
- WHO calls for more research into microplastics and a crackdown on plastic pollution*. 2019. [online]. [cit. 19. 2. 2023]. Dostupné z: <https://www.who.int/news/item/22-08-2019-who-calls-for-more-research-into-microplastics-and-a-crackdown-on-plastic-pollution>
- ZERROUKI D., HENNI A. 2019. *Outdoor Microalgae Cultivation for Wastewater Treatment*. V knize: Application of Microalgae in Wastewater Treatment: Volume I. s. 81–99. Springer. 437 s. DOI [10.1007/978-3-030-13913-1_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-13913-1_5)
- ZIELENIECOVÁ P. 2015. *Metody a organizační formy výuky: Heuristická metoda. Týmová výuka, případová metoda, konstruktivismus, inscenační metoda, didaktické hry, otevřená škola*. [online]. [cit. 9. 3. 2023]. Dostupné z: <https://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/pedagogika/materialy/2015%20LS/20150429%20Pedagogika%20II%20-%2011%20prednaska%20LS%202014-15.pdf>
- ZORMANOVÁ L. 2012. *Výukové metody aktivizující*. [online]. [cit. 9. 3. 2023]. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/s/15017/VYUKOVE-METODY-AKTIVIZUJICI.html>

POSUZOVANÁ ŠVP

Biskupské gymnázium Hradec Králové: Školní vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání – Poznáním a láskou k moudrosti. [online]. [cit. 16. 3. 2023]. Dostupné z: https://www.bisgymbb.cz/sites/default/files/dokumenty/svp_vg_a_ng_01_09_22_final.pdf

Gymnázium Dvůr Králové nad Labem: Školní vzdělávací program pro vyšší stupeň šestiletého gymnázia a čtyřleté gymnázium – Plod přijde časem. [online]. [cit. 16. 3. 2023]. Dostupné z: https://gdknl-my.sharepoint.com/personal/zastupce_gym-dk_cz/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Fzastupce%5Fgym%2Ddk%5Fc%2FDocuments%2Fpublic%2Fsvp%2Fsvp%5F20210901%2Epdf&parent=%2Fpersonal%2Fzastupce%5Fgym%2Ddk%5Fc%2FDocuments%2Fpublic%2Fsvp&ga=1

POSUZOVANÉ UČEBNICE

BENEŠOVÁ et al. 2013. *Odmaturuj z biologie – druhé, přepracované vydání*. Brno. Nakladatelství DIDAKTIS. ISBN 978-80-7358-231-9

HANČOVÁ H., VLKOVÁ M. 2008. *Biologie v kostce*. Brno. Nakladatelství DIDAKTIS. ISBN 978-80-7358-231-9

JELÍNEK J., ZICHÁČEK V. 2014. *Biologie pro gymnázia (teoretická a praktická část)*. Olomouc. Nakladatelství Olomouc. ISBN 978-80-7182-338-4

KINCL L., KINCL M., JAKRLOVÁ J. 2008. *Biologie rostlin pro 1. ročník gymnázií – čtvrté, přepracované vydání*. Praha. Nakladatelství Fortuna. ISBN 80-7168-947-5

Hospitační záznam 1

HOSPITAČNÍ ZÁZNAM 1

Fakultní učitel	Fakultní škola
RNDr. PhDr. Ivo Králíček, Ph.D.	Biskupské gymnázium Hradec Králové
Datum a čas výuky	Třída
6. 2. 2023, 8:55–9:40	1.G
Vyučovací předmět	Téma vyučovací hodiny
Biologie	Uvedení do výuky řas

Specifický cíl hospitace: Zaměření se na využití řas

Záznam průběhu vyučovací hodiny

Časová osa	Popis činnosti vyučujícího	Popis činnosti žáků	Náplň
8:55 – 9:24	Frontální výklad s prezentací, kladení otázek k tématu, vyvolávání žáků	Zapisování do vytisknutých skript poznámky z výkladu. Odpovídání na otázky učitele	Probíhala frontální výuka – výklad a otázky k žákům byly na témata: anatomie a morfologie řas, způsob výživy, typy stélek, stavba stélky, rozmnožování
9:25 – 9:28	Frontální výuka spojená s otázkami	Zapisování si a odpovídání na otázky k výkladu	Během 3 minut kladl učitel otázky, co se využití řas týče. Byly to následující: Jaký je největší význam řas v přírodě? (odpovědi žáků: Řasy vytvářejí kyslík) Řasy vytvářejí víc kyslíku než lesy, proč? (odpovědi žáků: Protože jsou v oceánech a ty jsou rozlohou větší než lesy) Jaké je využití člověkem? (odpovědi učitelem: potrava, lékařství, palivo, hnojivo, krmivo, stelivo, při čištění odpadních vod)
9:29 – 9:40	Frontální výuka spojená s otázkami	Zapisování si a odpovídání na otázky k tématu	Oddělení řas Glaucophyta a ruduchy. Ruduchy – popis typů stélek z prezentace, barviva, rozmnožování

Hospitační záznam 2

HOSPITAČNÍ ZÁZNAM 2

Fakultní učitel	Fakultní škola
RNDr. PhDr. Ivo Králíček, Ph.D.	Biskupské gymnázium Hradec Králové
Datum a čas výuky	Třída
7. 2. 2023, 8:00–8:45	1.G
Vyučovací předmět	Téma vyučovací hodiny
Biologie	Ruduchy a zelené řasy

Specifický cíl hospitace: Zaměření se na využití řas

Záznam průběhu vyučovací hodiny

Časová osa	Popis činnosti vyučujícího	Popis činnosti žáků	Náplň
8:00 – 8:10	Zadání úkolu s použitím mobilních telefonů žáků	Vkládání obrázků řas a určení typů stélek do sdílené aplikace přes QR kódy	Žáci si vybrali na internetu libovolnou řasu a určili typ její stélky, obrázek s popiskem vložili do sdílené aplikace
8:11 – 8:15	Kladení otázek pro opakování ruduch	Odpovídání na otázky	
8:16 – 8:25	Frontální výuka prezentace s obrázky konkrétních druhů řas	Zapisování si poznámek	Ekologie zástupců řas (Polerka žabí símě, <i>Hildenbrandia</i> , <i>Coralina</i>). Využití řas: <i>Porphyra</i> (konzumuje se v Asii), puchratka (<i>Chondrus</i>) (obsahuje karagen – potravinová barviva), rosolenka (<i>Gelidium</i>) (obsahuje agar – živná půda, na které se pěstují bakterie, vypadá jako želé). Otázka pro žáky: K čemu můžeme využít ruduchy? (barviva, potraviny, farmacie, agar)
8:25 – 8:45	Zelené řasy. Zadání úkolu na doplnění (2 min). Prezentace obrázků s konkrétními druhy řas	Zápis do skript	Žáci si zapisovali do skript. Jmenování zástupci: <i>Chlamydomonas</i> , <i>Volvox</i> , <i>Scenedesmus</i> , <i>Pediastrum</i> , <i>Chlorella</i> – zmínění využití jako zdroj bílkovin a pro tvorbu zelených pleťových masek v kosmetice

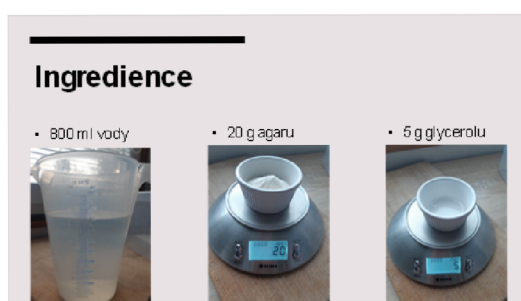
Prezentace MS PowerPoint – Příprava vlastního bioplastu z agaru



1



2



3



4



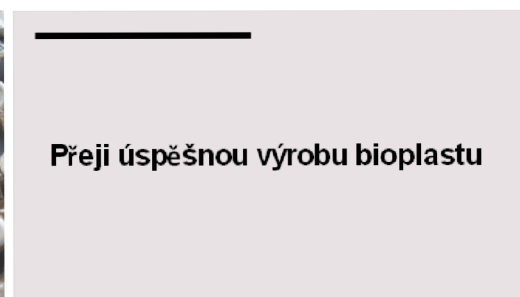
5



6



7



8

Kartičky s inspiracemi pokrmů (tisk – pro každou čtveřici 1 kopie), Příprava na výuku 1:
Seznámení s řasami – základní rozdělení do skupin a jejich využití, kap. 4.3.1.

NORI

Latinský název: *Porphyra*

Oddělení: **Ruduchy**

Možnosti přípravy: sushi, saláty, solené jako obdoba chipsů, drcená jako dochucovadlo (polévky, brambory, rýže, míchaná vejce,...)

DULSE

Latinský název: *Palmaria*

Oddělení: **Ruduchy**

Možnosti přípravy: saláty, polévky, omelety, uzená jako náhražka slaniny

IRSKÝ MECH

Latinský název: *Chondrus*

Oddělení: **Ruduchy**

Možnosti přípravy: vařené do salátů, polévek; rozmixované jako zahušřovadlo do omáček

MOŘSKÝ SALÁT

Latinský název: *Ulva*

Oddělení: **Zelené řasy**

Možnosti přípravy: saláty, vývary, do těsta na pizzu, do míchaných vajec

MOŘSKÉ ŠPAGETY

Latinský název: *Himathalia*

Oddělení: **Hnědé řasy**

Možnosti přípravy: saláty, náhražka těstovin, příloha ke smaženým jídlům, lze přidat do těsta na pečivo

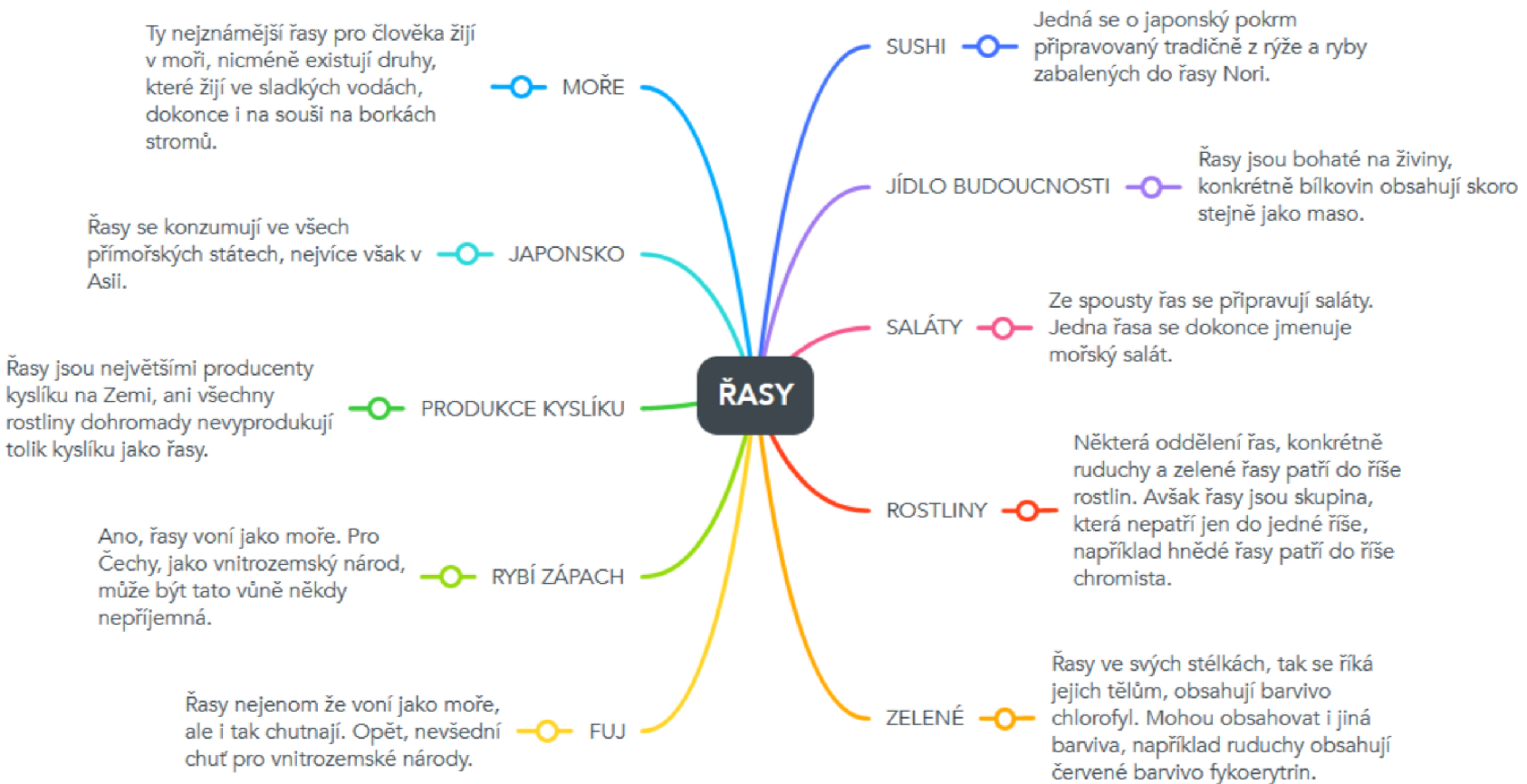
WAKAME

Latinský název: *Undaria*

Oddělení: **Hnědé řasy**

Možnosti přípravy: saláty, polévky, omelety, k rýži, k těstovinám

Brainstorming s komentářem pojmů z mnou vyzkoušené hodiny ze dne 27. 4. 2023
(možné autorské řešení)



Žáky vytvořené pokrmy z mnou vyzkoušené hodiny ze dne 27. 4. 2023

MENU z řas

PŘEDKRM/POLÉVKA

- Rajská polévka s krutony z řasy Nori
- Mořský salát s rajčaty a okurkou, přelítý omáčkou zahuštěnou irským mechem

HLAVNÍ CHOD

- Nori plněná hovězím masem a irským mechem
- Treska s mořskými špagetami a krémovou omáčkou zahuštěnou irským mechem, podávané na bioplastovém talířku z řas

DEZERT

- Zmrzlina z mořských špaget a slaného karamelu
- Sladké sushi s ovocem

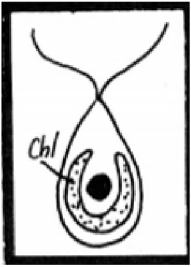
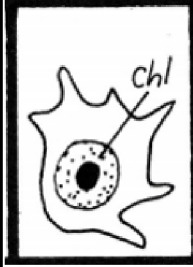
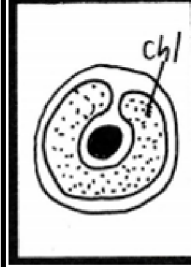
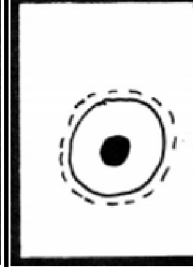
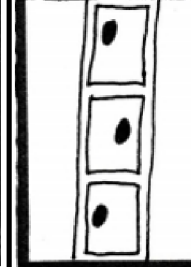
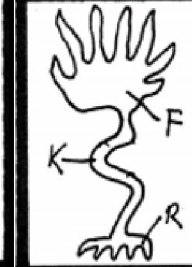

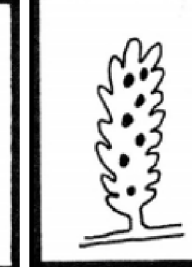
Tabulka pro vyplnění k expertním skupinám (tisk – pro každého žáka 1 kopie), Příprava na výuku 2: Anatomie a morfologie hnědých řas, ruduch a zelených řas, kap. 4.3.2.

Typy stélek řas							
mikroskopické			makroskopické				
monoidní	rhizopodová	kokální	kapsální	trichální	pletivná	sifonokladální	sifonální

Říše	Oddělení	Barviva		Zásobní látky	Využití
		Chlorofyl	Přídavná barviva (název + barva)		
Chromista	Hnědé řasy (Ochromphyta)				
Rostliny (Plantae)	Ruduchy (Rhodophyta)				
Rostliny (Plantae)	Zelené řasy (Chlorophyta)				

Tabulka pro vyplnění k experimentům skupinám (autorské řešení) (tisk – pro učitele 1 kopie),
 Příprava na výuku 2: Anatomie a morfologie hnědých řas, ruduch a zelených řas, kap.
 4.3.2.

Příloha č. 7b

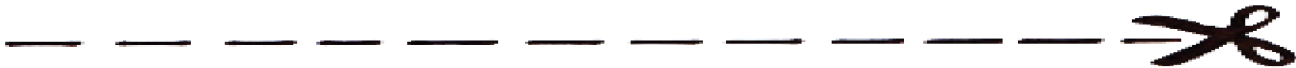
Typy stélek řas							
mikroskopické				makroskopické			
monadoidní	rhizopodová	kokální	kapsální	trichální	pletivná	sifonokladální	sifonální
							

Říše	Oddělení	Barviva		Zásobní látky	Využití
		Chlorofyl	Přídavná barviva (název + barva)		
Chromista	Hnědé řasy (Ochrophyta)	a, c	fukoxantin (hnědá)	chrysolaminaran	Záleží na žácích, co najdou na internetu
Rostliny (Plantae)	Ruduchy (Rhodophyta)	a	fykocyanin (modrá) fykoerytrin (červená) karotenoidy (oranžová)	fluorideový škrob	Záleží na žácích, co najdou na internetu
Rostliny (Plantae)	Zelené řasy (Chlorophyta)	a, b	karotenoidy (oranžová) xanthofyly (žlutá)	škrob	Záleží na žácích, co najdou na internetu

Zadání práce pro expertní skupiny (tisk – 1 kopie, rozdat do příslušné skupiny),
Příprava na výuku 2: Anatomie a morfologie hnědých řas, ruduch a zelených řas,
kap. 4.3.2

1. Expertní skupina stélky řas

- Tělo řas se nazývá stélka, existují různé typy stélek.
- Každý si vezme 4 sady obrázků stélek, jednu sadu rozstříhá na jednotlivé stélky (zbylé 3 sady vezme po skončení práce zpět do své mateřské skupiny pro spolužáky).
- Spolupracujte v expertní skupině a pomocí textů přiřaďte správné obrázky k názvům stélek.
- Po dohodnutí se na správném přiřazení, vlepте obrázky na vyznačená místa ve svých tabulkách
- Po skončení práce se vraťte zpět do svých mateřských skupin. Podělte se o své výsledky se spolužáky.



2. Expertní skupina zásobní látky řas

- Spolupracujte v expertní skupině a v dodané literatuře najděte, jaké zásobní látky se nachází v jednotlivých oddělení z tabulky.
- Nalezené informace zapište do tabulky.
- Odpovězte si ve skupině na otázky:

Je vám některá zásobní látka povědomá?

Která z nich se nachází i u některých vyšších rostlin?
- Po vypracování se vraťte zpět do své mateřské skupiny. Podělte se o své výsledky se spolužáky.

Zadání práce pro expertní skupiny (tisk – 1 kopie, rozdat do příslušné skupiny),
Příprava na výuku 2: Anatomie a morfologie hnědých řas, ruduch a zelených řas,
kap. 4.3.2

3. Expertní skupina barviva ve stélkách řas

- Spolupracujte v expertní skupině, pomocí textu níže a grafů zjistěte, jaká barviva obsahují jednotlivá oddělení řas z tabulky.
- Svoje poznatky si zapište do tabulky.
- Po skončení práce se vraťte zpět do svojí mateřské skupiny. Podělte se o své výsledky se spolužáky.

Byla provedena kvalitativní zkouška na obsah barviv obsažených ve stélkách (tělech) různých zástupců (viz 8 přiložených grafů). Konkrétně třídy chaluhy (oddělení hnědé řasy) a oddělení ruduchy a zelené řasy.

Nejprve byla provedena zkouška obsahu **chlorofylu a, b, c**

Konkrétně pro rody:

Chaluhy: *Himantalia, Sargassum, Laminaria*

Ruduchy: *Porphyra, Chondrus, Palmaria*

Zelené řasy: *Chlorella, Ulva, Cladophora*

Dále bylo zjištěno, že jsou v řasách obsažena i další přídatná barviva:

fykocyanin (modré)

fykoerytrin (červené)

fukoxantin (hnědé)




karotenoidy (oranžové až červené)

xanthofyly (žluté až červené).

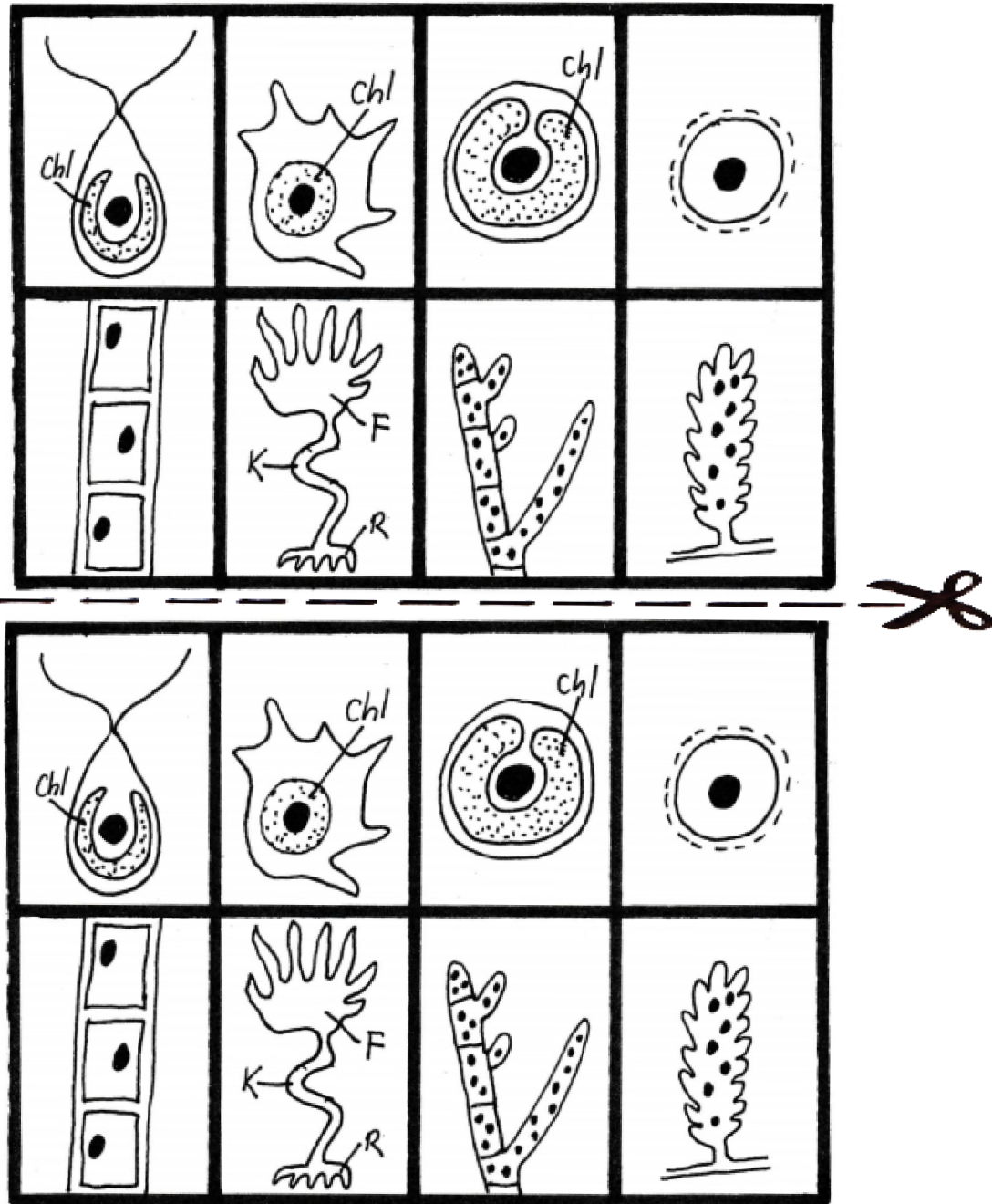
4. Expertní skupina využití řas

- Spolupracujte v expertní skupině a najděte na internetu minimálně 5 využití daných oddělení z tabulky.
- Využijte počítač a vaše mobilní telefony, případně učebnice.
- Poté se zaměřte na bioplasty z řas, najděte firmy, které se výrobou zabývají. (Pokud nenaleznete zdroj v češtině, použijte anglický, např. Algae bioplastics company).
- S pomocí internetu najděte a zařadte ke správnému oddělení řas z tabulky následující látky: **agar, alginát** (+ napište jejich využití)
- Po provedení práce se vraťte do své mateřské skupiny. Podělte se o své výsledky se spolužáky.

Texty pro **skupinu stélky** (tisk – 1 kopie, nastříhat), příprava na výuku 2: Anatomie a morfologie hnědých řas, ruduch a zelených řas, kap. 4.3.2.

<p>Monadoidní stélka je jednobuněčná a jednojaderná. Bývá často kapkovitého tvaru a na předním (apikálním) konci má bičíky.</p>	
<p>Rhizopodová stélka je jednobuněčná a jednojaderná (někdy mnohojaderná). Tvoří panožky (pseudopodia).</p>	
<p>Kokální stélka je jednobuněčná a jednojaderná. Chloroplast dospělé buňky zaplňuje takřka celý vnitřní prostor buňky.</p>	
<p>Kapsální stélka je jednobuněčná a jednojaderná. Povrch buněk kryje sliz.</p>	
<p>Trichální stélka je mnohobuněčná, vláknitá. Její buňky jsou jednojaderné.</p>	
<p>Pletivná stélka je morfologicky diferenciovaná. Svoji stélkou připomíná vyšší rostliny, je totiž rozdělená na rhizoidy (obdoba kořenů), kauloidy (obdoba stonku) a fyloidy (obdoba listů)</p>	
<p>Sifonokladální stélka je vláknitá nebo vakovitá. Je jednoduchá nebo větvená. Její buňky jsou mnohojaderné.</p>	
<p>Sifonální stélka je vláknitá nebo vakovitá. Celá stélka je útvar, který tvoří jediná velká mnohojaderná buňka (až 50 cm velká buňka).</p>	

Obrázky pro skupinu stélky (tisk – pro každého žáka 1 sada – tzn. tisk počet žáků/2), příprava na výuku 2: Anatomie a morfologie hnědých řas, ruduch a zelených řas, kap. 4.3.2.



Grafy (Přílohy č. 10a-c) pro skupinu barviva (tisk – 1 kopie 7a-c, nastříhat), příprava na výuku 2: Anatomie a morfologie hnědých řas, ruduch a zelených řas, kap. 4.3.2.

