

Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Didaktika chemie



Mgr. Karolína Kotvaltová Sezemská

**Integrovaná výuka a interdisciplinární přístup v chemii
a biologii v prostředí českých škol**

Integrated Curriculum and Interdisciplinary Approach in Chemistry and
Biology in Czech Schools

Disertační práce

Vedoucí závěrečné práce: RNDr. Simona Petrželová, Ph.D.

Praha, 2019

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 8. 7. 2019

Karolína Kotvaltová Sezemská

Poděkování:

Ráda bych poděkovala RNDr. Simoně Petrželové, Ph.D. za rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování disertační práce.

Abstrakt

Tato práce se zabývá tématem integrované výuky v prostředí českých škol, konkrétně těmito hlavními otázkami: Jaký stupeň integrace preferují čeští učitelé pro úroveň středních škol? Jakým způsobem je možné podpořit integrovanou výuku na středních školách?

Z těchto otázek plynou následující hlavní cíle: zjistit, jaký stupeň integrace přírodovědných předmětů preferují čeští učitelé pro úroveň středních škol; zjistit hlavní překážky zavádění integrované výuky; zjistit faktory, které mohou napomoci častější integraci poznatků; vytvořit podporu pro integrovanou výuku na českých středních školách.

Za účelem dosažení těchto cílů bylo provedeno především dotazníkové šetření mezi středoškolskými učiteli doplněné o informace z rozhovorů s akademickými pracovníky Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy. Z výsledků dotazníkového šetření vyplynulo, že respondenti preferují zachování samostatných přírodovědných předmětů s důrazem na mezipředmětové vztahy. Za hlavní překážky označili respondenti skutečnost, že se související témata v chemii a biologii neprobírají ve stejnou dobu, nedostatečné znalosti z druhého oboru či nedostatek výukových materiálů. Hlavním faktorem, který pak může napomoci respondentům s častější integrací poznatků z biologie a chemie, pak jsou vhodné výukové materiály. Respondenti uvedli, že z výukových materiálů nejvíce využijí návody na praktické úlohy.

V reakci na tato zjištění byly navrženy výukové materiály ke třem interdisciplinárním tématům. Tyto výukové materiály byly orientačně ověřeny žáky gymnázia a studenty učitelských kombinací s biologií. Orientační ověření výukových materiálů ukázalo, že jsou realizovatelné ve školní praxi. Studenti učitelství pak většinou uváděli, že je využijí ve své budoucí učitelské praxi.

Klíčová slova:

Integrovaná výuka, interdisciplinární přístup, interdisciplinární téma

Abstract

The topic of this thesis concerns the interdisciplinary approach in teaching chemistry and biology at Czech grammar schools. Especially with two main questions: the determination of the level of integration that secondary school teachers prefer and how to promote an interdisciplinary approach at grammar schools.

The following main objectives were established: find out which level of integration of science subjects is preferred by Czech teachers for secondary schools level, identify the main obstacles of implementation of integration, find out the factors which can help with the integration of knowledge, create support for interdisciplinary approach at Czech grammar schools.

In order to achieve these objectives, a questionnaire survey among secondary school teachers and interviews with the academic staff of the Faculty of Science of Charles University were carried out. The results of the questionnaire survey showed that respondents prefer to preserve separate subjects with an emphasis on interdisciplinary relationships. The main restriction of integration is that similar topics in chemistry and biology are not taught in the same period, insufficient knowledge of the second subject or lack of learning materials. The main factor which can help with more frequent integration is learning materials. As for learning materials, the respondents prefer the manuals for practical tasks.

In response to these findings, materials for three interdisciplinary topics have been proposed. These materials were used for the teaching of grammar school pupils and students of the teaching of biology, as well. The results have shown that it is possible to use these learning materials for teaching at schools. Students of the teaching of biology consider these materials to be useful for their future practice at schools.

Keywords:

Integrated curriculum, interdisciplinary approach, interdisciplinary topic

Seznam zkratek

ADP – Adenosindifosfát

ADP-GLUK – ADP-glukosa

ATP – Adenosintrifosfát

ČŠI – Česká školní inspekce

FRUKT-6-P – Fruktosa-6-fosfát

GLUK-1-P – Glukosa-1-fosfát

GLUK-6-P – Glukosa-6-fosfát

ISCED – International Standard Classification of Education (ISCED 1: 1. stupeň ZŠ, ICSED 2: 2. stupeň ZŠ a odpovídající ročníky víceletých gymnázií), (Mezinárodní standardní klasifikace vzdělávání podle UNESCO)

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj)

Pi – Fosfát

PISA – Programme for International Student Assessment (Program pro mezinárodní hodnocení žáků)

PPi – Pyrofosfát

PřF UK – Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy

ROSE – The Relevance of Science Education Project

RVP G – Rámcový vzdělávací program pro gymnázia

RVP ZV – Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání

ŠVP – Školní vzdělávací program

UDP – Uridindifosfát

UDP-GLUK – UDP-glukosa

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organizace Spojených národů pro výchovu, vědu a kulturu)

UTP – Uridintrifosfát

Obsah

1 Úvod a cíle práce	9
2 Teoretická východiska	11
2. 1 Didaktická východiska	11
2. 1. 1 Vymezení základních pojmů.....	11
2. 1. 2 Realizované výzkumy zaměřené na integrovanou výuku	15
2. 1. 3 Možnosti (stupně) integrace učiva.....	16
2. 1. 4 Důvody pro zavádění integrované výuky	21
2. 1. 5 Příklady přístupů k integraci výuky v praxi a přírodovědné vzdělávání v České republice	26
2. 1. 6 Zavádění integrované výuky – překážky, jejich příčiny a možná řešení	36
2. 1. 7 Výukové materiály, pracovní listy a učební úlohy.....	42
2. 1. 8 Pozorování a praktická cvičení (laboratorní práce).....	48
2. 2 Odborná východiska k jednotlivým výukovým materiálům	51
2. 2. 1 Odborná východiska k tématu Život ve slaných vodách a žábřonožka solná.....	51
2. 2. 2 Odborná východiska k úloze Půdní respirace	58
2. 2. 3 Odborná východiska k úloze Svět uvnitř rostlin.....	63
3 Metodika	70
3. 1 Šetření mezi akademickými pracovníky PŘF UK	70
3. 2 Šetření mezi středoškolskými učiteli biologie a chemie	72
3. 3 Návrh vlastních materiálů s interdisciplinární tematikou a jejich ověření	74
4 Výsledky	79
4. 1 Výsledky šetření mezi akademickými pracovníky PŘF UK.....	79
4. 2 Výsledky šetření mezi středoškolskými učiteli	84
4. 3 Výsledky orientačního ověření výukových materiálů	92
4. 3. 1 Výsledky orientačního ověření výukových materiálů k tématu <i>Život ve slaných vodách a žábřonožky solné</i>	92
4. 3. 2 Výsledky orientačního ověření výukových materiálů k tématu <i>Půdní respirace</i>	99
4. 3. 3 Výsledky orientačního ověření výukových materiálů k tématu <i>Svět uvnitř rostlin</i>	103
5 Diskuse	108
6 Závěr	117
7 Informační zdroje a zdroje obrázků	119

8 Přílohy	130
8. 1 Dotazník pro dotazníkové šetření mezi středoškolskými učiteli biologie a chemie	131
8. 2 Dotazník k hodnocení výukových materiálů – varianta pro žáky	137
8. 3 Dotazník k hodnocení výukových materiálů k tématu <i>Půdní respirace</i> – varianta pro studenty PŘF UK.....	138
8. 4 Dotazník k hodnocení výukových materiálů k tématům <i>Život ve slaných vodách a žábřonožky solné</i> a <i>Svět uvnitř rostlin</i> – varianta pro studenty PŘF UK.....	139
8. 5 Metodické pokyny k tématu <i>Život ve slaných vodách a žábřonožky solné</i>	140
8. 6 Pracovní list k tématu <i>Život ve slaných vodách a žábřonožky solné</i>	144
8. 7 Autorské řešení pracovního listu k tématu <i>Život ve slaných vodách a žábřonožky solné</i>	149
8. 8 Prezentace k úloze 2 (úkol 5) pracovního listu <i>Život ve slaných vodách a žábřonožky solné</i>	153
8. 9 Metodické pokyny k tématu <i>Půdní respirace</i>	159
8. 10 Otázky a úkoly k úloze <i>Půdní respirace</i>	162
8. 11 Autorské řešení otázek a úkolů k úloze <i>Půdní respirace</i>	165
8. 12 Návod k úloze <i>Půdní respirace</i>	168
8. 13 Pracovní list <i>Stínky – pozorování, chov a význam</i>	174
8. 14 Autorské řešení pracovního listu <i>Stínky – pozorování, chov a význam</i>	177
8. 15 Metodické pokyny k tématu <i>Svět uvnitř rostlin</i>	179
8. 16 Pracovní list k tématu <i>Svět uvnitř rostlin</i>	182
8. 17 Řešení pracovního listu k tématu <i>Svět uvnitř rostlin</i>	193

1 Úvod a cíle práce

V řadě zemí celého světa probíhají reformy přírodovědného vzdělávání. Společným znakem těchto reformních snah je nespokojenost s tradičním způsobem výuky přírodovědných předmětů (Van Driel a kol. 2002). Možnou příčinou je to, že přírodovědné předměty jsou často vnímány jako soubor faktů, teorií a pravidel, ve kterém se ztrácí pravá podstata vědy (Beane, 1991; Van Driel a kol. 2002). Tento kritizovaný přístup má neblahý vliv na oblíbenost přírodovědných předmětů a následně na malé množství žáků, kteří si jako studijní obor volí právě přírodní vědy (závěry projektu ROSE (Sjøberg a Schreiner, 2005)). Druhým hlavním problémem je rychlý rozvoj přírodních věd, který se ale jen málo promítá do školní výuky. Tím, jak se současné přírodní vědy stále více prolínají, začíná být tradiční pojetí striktně oddělených předmětů problematické.

Přírodovědné vzdělávání tedy musí řešit dva zásadní problémy – totiž opad zájmu žáků o studium přírodních věd a stále zřetelnější konflikt mezi rozvojem přírodovědného poznání a podobou jeho interpretace a převodu do obsahu a metod vzdělávání (Papáček, 2010). Alespoň částečným řešením druhého problému může být integrace vzdělávacího obsahu, což je podle definice RVP ZV (2016) propojení vzdělávacího obsahu na úrovni témat, tematických okruhů, případně vzdělávacích oborů či oblastí.

S integrací vzdělávacího obsahu či tzv. integrovanou výukou bývá spojována řada výhod. Může např. vést k eliminaci zdvojení vzdělávacího obsahu a tím k efektivnějšímu využití hodinové dotace (Hesová, 2011, Průcha, 2017). Různé studie ukazují i pozitivní vliv na hlubší pochopení učiva, motivaci žáků aj. (MacMath, 2010; Drake a Reid, 2018). Na druhou stranu je ale se zaváděním integrované výuky spojována řada často oprávněných obav a námitek. Za všechny je možné zmínit náročnost plánování a přípravy této výuky (Jacobs, 1989; Podroužek, 2002) nebo nedostatečnou přípravu učitelů pro tento způsob výuky (Jacobs, 1989; Podroužek, 2002; Hejnová, 2011; Hesová, 2011).

Podle Tamassia a Frans (2014) navíc zatím žádná kvantitativní studie nedokázala prokazatelnou souvislost mezi integrovaným způsobem výuky a úrovní přírodovědné gramotnosti. Zavádění integrované výuky se tak z tohoto důvodu může jevit spíše jako filosofická záležitost. Podle mého názoru je vhodné zařazení integrované výuky alespoň některých témat, jelikož integrovaná výuka pomáhá vidět žákům celkový obraz namísto

roztříštěných znalostí (Podroužek, 2002, Hesová, 2011; Tamassia a Frans, 2014) a žáky lépe připravuje na reálný život, kde skutečné problémy nejsou rozděleny na samotné předměty (např. Vlček, 1981; Beane, 1991, Tamassia a Frans, 2014). Ačkoliv nevnímám integraci přírodovědných poznatků jako universální řešení problémů přírodovědného vzdělávání a nejsem příznivkyní vyšších stupňů integrace přírodovědných předmětů na středních školách, myslím si, že mají mít integrační přístupy ve výuce své místo.

Z tohoto důvodu se v práci zabývám těmito hlavními otázkami:

- *Jaký stupeň integrace preferují čeští učitelé pro úroveň středních škol?*
- *Jakým způsobem je možné podpořit integrovanou výuku na středních školách?*

Z těchto otázek plynou následující hlavní cíle:

- *Zjistit, jaký stupeň integrace přírodovědných předmětů preferují čeští učitelé pro úroveň středních škol.*
- *Zjistit hlavní překážky zavádění integrované výuky.*
- *Zjistit faktory, které mohou napomoci častější integraci poznatků.*
- *Vytvořit podporu pro integrovanou výuku na českých středních školách.*

2 Teoretická východiska

Kapitolu *teoretická východiska* jsem rozdělila na dvě podkapitoly. Podkapitola 2. 1 seznamuje čtenáře s didaktickými východisky, v podkapitole 2. 2 jsou pak představena odborná východiska k jednotlivým tématům zpracovaným v rámci této práce.

2. 1 Didaktická východiska

V podkapitole *didaktická východiska* jsou vymezeny základní pojmy, dále jsou představeny vybrané výzkumy zaměřené na integrovanou výuku. Čtenář je pak seznámen s možnostmi integrace učiva, důvody pro zavádění integrované výuky a příklady přístupů k integraci výuky v praxi. Zmíněna je i problematika zavádění integrované výuky do praxe. Dvě poslední podkapitoly didaktických východisek se týkají výukových materiálů, pracovních listů a učebních úloh a pozorování a praktických cvičení.

2. 1. 1 Vymezení základních pojmů

Cílem této podkapitoly je vymežit základní pojmy jako je integrace, integrace přírodních věd, integrovaná výuka, integrovaný vyučovací předmět, integrace vzdělávacího obsahu, integrované kurikulum, interdisciplinární přístup aj.

Hesová (2011) uvádí, že pojem integrace je nejčastěji chápán jako propojování, sjednocování, spojování, zapojení, začlenění či zařazení. Integrace s sebou nese přidanou hodnotu obohacení výsledného celku o novou kvalitu, které by izolované části nemohly dosáhnout.

Podle Vlčka (1981) a Lepila (2006) jsou jako integrace přírodních věd označeny *„přístupy, při nichž jsou koncepce a principy přírodních věd prezentovány tak, že vyjadřují základní jednotu přírodovědného myšlení a pojmů a potlačují přežilé nebo nevýznamné rozdíly mezi různými oblastmi přírodních věd“*.

Integrovaná výuka je podle Průchy a kol. (2003) výuka, která realizuje mezipředmětové vztahy a propojení teoretických činností s praktickými. Integrovaná výuka je podle autorů realizována v těchto hlavních formách: integrované předměty nebo kurzy, moduly nebo témata zařazovaná jako součást více předmětů, projekty propojující poznatky z více předmětů a s praktickými zkušenostmi a produktivními činnostmi nebo integrované dny, kdy celá škola realizuje jedno společné téma. V souvislosti s pojmem

„integrace“ autoři zmiňují ještě pojmy integrovaná škola¹ a integrované vzdělávání², ty však mají odlišný význam. Podroužek (2002) chápe integrovanou výuku jako spojení učiva jednotlivých předmětů nebo kognitivně blízkých poznávacích oblastí v jeden celek.

Podle Hesové (2011) bývá prvním krokem k integraci hledání mezipředmětových souvislostí. Uplatňování těchto přesahů mezi jednotlivými předměty však probíhá na úrovni učiva, nepostihuje ale zpravidla výstupy a cíle vzdělávání. Nejen k naplnění cílů jednotlivých integrovaných oborů, ale i k naplnění nového, integrovaně pojatého cíle pak směřuje integrovaný vyučovací předmět.

Integrovaný vyučovací předmět definuje Průcha (2017) jako obsahový element kurikula, který slučuje několik tradičně izolovaných předmětů nebo témat obsahu vzdělávání. Ve výsledku pak učební plán školy zahrnuje celkově menší počet vyučovacích předmětů.

Integrace vzdělávacího obsahu je podle RVP ZV (2016) propojení vzdělávacího obsahu na úrovni témat, tematických okruhů, případně vzdělávacích oborů či oblastí. Integrovaný vyučovací předmět vzniká integrací vzdělávacího obsahu více vzdělávacích oborů. Podle RVP G (2007) je jako integrovaný předmět označen předmět, který na úrovni školního vzdělávacího programu integruje celé vzdělávací obsahy vzdělávacích oborů nebo jejich části. Vzdělávací program založený na integrované výuce se pak označuje jako integrované kurikulum (Průcha a kol., 2003).

Průcha a kol. (2003) označují interdisciplinární přístup jako didaktický přístup prosazující mezipředmětové vztahy, zadávání speciálních úloh nutících žáky integrovat poznatky z různých předmětů, týmové vyučování, vytváření integrovaných vyučovacích předmětů, tvorbu integrovaných učebnic aj. Mezipředmětové vztahy chápou autoři jako vzájemné souvislosti mezi jednotlivými předměty, chápání příčin a vztahů přesahujících předmětový rámec.

¹ Integrovaná škola je podle Průchy a kol. (2003) organizační spojení rozdílných stupňů nebo typů školního vzdělávání v jednu organizační jednotku. Integrovanou školou se též může rozumět škola provádějící integrované vzdělávání.

² Integrované vzdělávání jsou přístupy a způsoby zapojení žáků se zvláštními vzdělávacími potřebami do hlavních proudů vzdělávání a do běžných škol (Průcha a kol., 2003)

Podle Altmanna (1975) se o mezipředmětových vztazích v jednotlivých předmětech mluví v případě, že je pro dokonalé porozumění a pochopení některého poznatku daného předmětu třeba využít poznatky, které jsou součástí jiného učebního předmětu.

Altmann (1975) rozděluje mezipředmětové vztahy následovně: za horizontální vztahy označuje autor mezipředmětové vztahy v hranicích jednoho vyučovacího předmětu (např. vztahy mezi botanikou a zoologií), za vertikální označuje vztahy mezi dvěma vyučovacími předměty. Vertikální vztahy jsou pak ještě rozlišeny na vnitřní vertikální vztahy (vztahy jednoho předmětu k druhému předmětu, jehož obsahem studia je nižší forma pohybu hmoty; např. vztah biologie k chemii) a vnější vertikální vztahy (vztahy jednoho předmětu k druhému předmětu, jehož obsahem studia je vyšší forma pohybu hmoty; např. vztah fyziky k biologii). Altmann (1975) zmiňuje ještě existenci mezivědních vztahů např. vztahů mezi biologií a psychologií.

Na to, jak pojem integrace chápou samotní učitelé, se zaměřil ve svém výzkumu Podroužek (2002). Respondenti si nejčastěji tento pojem spojují se zapojováním handicapovaných žáků do běžného vzdělávání. Chápou ho tedy ve smyslu definice integrovaného vzdělávání např. podle Průchy a kol. (2003). Menší část respondentů spojovala tento pojem s integrovanou výukou, tzn. ve smyslu spojování učebních předmětů v jeden učební celek (Podroužek, 2002).

V anglicky psané literatuře se používá pojem „interdisciplinary“. Ten označuje v kontextu vzdělávání přístup k učení, který využívá více než jedné vědecké disciplíny k řešení jediného problému nebo otázky. Tato výuka podporuje zkoumání jednoho tématu z pohledu různých předmětů (Collins a O'brient, 2003). Pojem „interdisciplinary“ lze tedy překládat jako mezioborový (mezipředmětový) či interdisciplinární.

Dále se lze setkat s pojmy „integrated curriculum“ a „integrated learning“, přičemž se pojem „integrated curriculum“ vyskytuje v cizojazyčné literatuře častěji. Pojmem „integrated curriculum“ se obecně míní program učení, ve kterém jsou témata nebo oblasti studovány z pohledu různých oborů. V raném dětství to může znamenat, že je nějaké téma studováno tak, aby byly stimulovány všechny smysly a využívány různé styly učení. Dále se tímto pojmem označuje výuka, při které jsou předměty tradičně vyučované odděleně, propojeny. Při této výuce se na vybrané téma nahlíží optikou dvou

či více předmětů (Collins a O'brient, 2003). Tento pojem se tedy nejvíce blíží pojmu integrovaná výuka.

Pojem „integrated learning“ se používá pro „horizontální“ propojení vědeckých a profesních oblastí učebních plánů, které nabízí žákům kontakt s různými oblastmi a umožňuje využití dovedností a znalostí z těchto oblastí. Za zmínku stojí ještě pojem „integrated science“ což je seskupení všech oborů, které prostřednictvím vědeckých metod zkoumá vztahy a souvislosti v rámci různých odvětví vědy. Například studie zabývající se sluncem by mohla využívat pojmů a postupů z astronomie, biologie, jaderné fyziky, chemie fotosyntézy a světla apod. (Collins a O'brient, 2003).

Pro účely této práce chápu interdisciplinární téma na základě Altmannovy (1975) definice mezipředmětových vztahů jako takové téma, u kterého, aby bylo plně pochopeno, je třeba využít znalostí z více předmětů. Pojem integrace používám ve smyslu propojení vzdělávacího obsahu na úrovni témat, tematických okruhů, případně vzdělávacích oborů či oblastí (RVP ZV, 2016). Jako interdisciplinární přístup chápu takovou integrovanou výuku, při které jsou zachovány samostatné předměty, mezi kterými se hledají vzájemné souvislosti Lederman a Niess (1997), jedná se tedy o užší definici, než uvádí Průcha a kol. (2003).

2. 1. 2 Realizované výzkumy zaměřené na integrovanou výuku

Zahraniční výzkumy zaměřené na integrovanou výuku se zbývají např. efektivitou této výuky či jejím vlivem na motivaci žáků. Tamassia a Frans (2014) uvádějí, že existuje pouze málo kvantitativních studií pracujících s dostatečným vzorkem žáků. Kvantitativní studie zaměřené na vliv integrované výuky na úroveň přírodovědné gramotnosti prováděla např. Åström (2008). Na druhou stranu relativně časté jsou různé kvalitativní studie, které např. popisují vliv absolvování určitého integrovaného celku na motivaci žáků, jejich pozornost, rozvoj schopností aj. Za všechny lze zmínit případové studie MacMath a kol. (2010), Russell a Burtona (2000) nebo Drake a Reid (2010). Nicméně ani menší studie nehovoří vždy jednoznačně ve prospěch integrované výuky (např. Applebee a kol., 2007).

Šetření uskutečněná v rámci této disertační práce navazovala především na výzkumy Podroužka (2002), Škody a Doulíka (2007), Šíby (2009, 2013) a Hejnové (2011).

Na názory a postoje vyučujících základních škol k problematice koncipování současných učebních textů přírodovědných a společenských předmětů a stanoviska k integrované výuce se zaměřil Podroužek (2002).

Učiteli preferovanými formami integrace se dále zabývali Šimíčková (2001), Škoda a Doulík (2007), Hejnová (2011) či Šíba (2009, 2013). Šimíčková (2001), Škoda a Doulík (2007) a Hejnová (2011) se zabývali úrovní základní školy. Škoda a Doulík (2007), stejně jako Šíba (2009, 2013), zjišťovali i preferovaný rozsah integrace i pro střední školy.

Překážkami zavádění integrované výuky se zabývali Podroužek (2002), Škoda a Doulík (2007), nebo Hejnová (2011). Šíba (2009, 2013) zjišťoval také metody, které používají učitelé, pokud chtějí poukázat na mezioborové souvislosti.

2. 1. 3 Možnosti (stupně) integrace učiva

Cílem této kapitoly je nastínění různých přístupů k integraci učiva. Z následujícího textu je zřejmé, že existují různé stupně integrace, které jsou zároveň různě využitelné v praxi. Řada autorů popisuje „nižší“ stupně integrace spočívající např. v uspořádání učiva různých předmětů tak, že se stejná či podobná témata vyučují ve stejnou dobu apod. Takovéto přístupy jsou např. podle Jacobs (1989) poměrně snadno realizovatelné a využitelné ve školní praxi. Na druhé straně stojí extrémní formy integrace, které popisuje např. Jacobs (1989) či Kysilka (1998) jako tzv. úplnou integraci. Tyto přístupy pak samozřejmě nejsou vhodné pro použití ve větším měřítku, realizovat je lze např. ve školách se specifickým přístupem učitelů a rodin žáků (Jacobs, 1989). Jak je vidět z následujícího textu, mnozí autoři se víceméně shodují v pohledu na určité stupně integrace, liší se však v hloubce rozpracování jednotlivých stupňů (např. Fogarty (2011) představuje až deset modelů integrace vzdělávání).

Podroužek (2002) definuje integrovanou výuku jako spojení učiva jednotlivých předmětů nebo kognitivně blízkých poznávacích oblastí v jeden celek. Tento autor uvádí, že lze integrovanou výuku v širším slova smyslu chápat jako konsolidování, koncentrování a koordinaci učiva.

Konsolidací učiva je myšleno sjednocení a ustálení obsahu různých učebních předmětů (např. spojení chemie a fyziky, dějepisu a občanské nauky...). V tomto případě jsou témata jednotlivých předmětů řazena lineárně za sebou, spojení využívá jen bilaterální mezipředmětové vazby. Vhodné logické řazení témat ale umožňuje postihnout řadu souvislostí mezi jednotlivými problémy (Podroužek, 2002). V souvislosti s pojmem konsolidace učiva hovoří Podroužek (2002) o vnější integraci, kdy je integrace zaměřena na sjednocení učebních předmětů z podobných kognitivních oblastí

Za koncentrování učiva Podroužek (2002) považuje vytvoření nového učebního předmětu, v rámci kterého by byl určitý problém řešen z různých hledisek jednotlivých vědních oborů. V souvislosti s tímto používá pojem vnitřní integrace, kdy je daná tematika koncipována tak, aby umožňovala jednotný pohled na vybraný problém a jeho řešení z několika vědních oborů současně.

Koordinace učiva znamená součinnost a spolupráci založenou na principu využívání a aplikování obsahu nebo formy jednoho učebního předmětu druhým. Koordinování se omezuje na vztahy mezi dílčími tématy jednotlivých učebních předmětů, protože její

plošné aplikování je obtížné a docházelo by často i k porušování logiky uspořádání obsahu a struktury jednotlivých předmětů. Při koordinování by nemělo být porušováno pojetí obsahu jednoho učebního předmětu druhým, a pokud je to možné, měl by být ujednocen společný význam pojmů. Koordinace učiva je podle Podroužka (2002) teoreticky možná u jakýchkoliv předmětů.

Organizací UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) byla doporučena stupnice rozdělující integrované projekty a kurzy podle stupně integrace a intenzity zastoupení přírodních věd. V integrovaném přírodovědném projektu mají být zastoupeny alespoň dvě z přírodních věd (fyzika, chemie, biologie, geologie...) jako dostatečně intenzivní složky plnicí mimo jiné své specifické cíle (Lepil, 2006). Vlček (1981) a Lepil (2006) uvádějí toto rozdělení projektů a kurzů podle stupně integrace: koordinovaná výuka, kombinovaná výuka a sjednocená výuka.

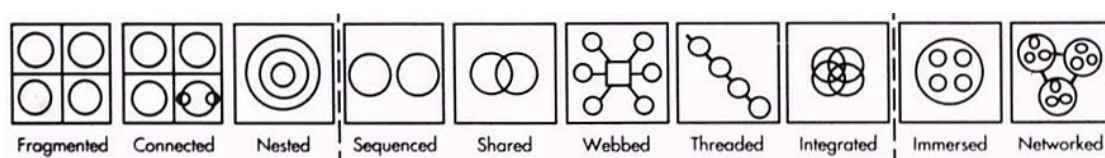
Při koordinované výuce (někdy nazývané též interdisciplinární výuka) jsou samostatné přírodovědné předměty tvořeny jednotlivými přírodními vědami. U těchto předmětů se uplatňují objektivně existující obsahové vazby, ve výuce jde především o nalezení logických souvislostí a jejich didaktické využití (Lepil, 2006). Při koordinaci se podle Vlčka (1981) dosahuje pomocí učebního plánu prohloubení mezipředmětových vztahů a vzájemného doplňování učiva mezi jednotlivými tradičními předměty.

Kombinovaná výuka podle Lepila (2006) obnáší v první fázi sjednocenou výuku přírodovědných předmětů a jejich následnou diferenciaci v samostatné předměty, případně přechod od samostatných předmětů k sjednocenému předmětu integrujícího poznatky žáků, které získali předchozí výukou. Podle Vlčka (1981) se za kombinovanou výuku označuje program, ve kterém jsou některé kapitoly nebo základní témata organizovány jako plně sjednocené, zároveň jsou však zachovány samostatné předměty. Tohoto principu využívá i týmové mezipředmětové vyučování, které popisuje Herink a kol. (2014). V tomto způsobu vyučování se zvolí tematický okruh, který svým obsahem zasahuje do více vzdělávacích oblastí. Výuka tohoto tématu je naplánována a následně realizována týmem učitelů (dva až tři učitelé) s různými specializacemi.

Při sjednocené výuce již neexistují hranice jednotlivých učebních předmětů. Výuka začíná nějakým obecným problémem, který je řešen společně všemi přírodními vědami (Lepil, 2006). Kurzy typu sjednocená výuka tedy nahrazují jednotlivé přírodovědné vyučovací předměty předmětem jedním (Vlček, 1981).

Lederman a Niess (1997) rozlišují tři přístupy k integraci přírodních vědních předmětů – integrovaný přístup, interdisciplinární přístup a tematický přístup. Integrovaný přístup vychází z toho, že v reálných situacích neexistují řešení jen v hranicích určitých předmětů. Při tomto přístupu se tedy vychází z určitého skutečného světového problému, kolem kterého se organizuje výuka, přesné hranice mezi předměty neexistují. Tematický přístup je pak podobný přístupu integrovanému, odlišují se tím, že tematická výuka se zaměřuje na témata širší a méně specifická. Při interdisciplinárním přístupu je zachována samostatnost jednotlivých předmětů, v rámci kterých se hledají propojení.

Fogarty (2011) popisuje deset modelů integrace obsahu vzdělávání (obr. 1).



Obr. 1 Modely integrace (převzato z Fogarty, 2011)

Tradiční model organizace kurikula představují samostatné obory či předměty. Fogarty (2011) tento model označil „*Fragmented model*“.

Mezi modely hledající souvislosti v rámci jednoho oboru patří model „*Connected*“ a „*Nested*“. Model označený jako „*Connected*“ zahrnuje propojení dílčích témat v rámci jednotlivých oborů. Model „*Nested*“ se zaměřuje na několik rozměrů vyučovací hodiny (učitel se tak může v rámci výuky jednoho tématu zaměřit na rozvoj logického myšlení i sociálních či jiných dovedností žáka) (Fogarty, 2011).

Souvislostí mezi více obory si všímají modely „*Sequenced*“, „*Shared*“, „*Webbed*“, „*Threaded*“ a „*Integrated*“. V rámci modelu „*Sequenced*“ jsou předměty stále oddělené, jsou však uspořádány a seřazeny tak, aby se synchronizovala výuka podobných témat v rámci jednotlivých předmětů. V modelu „*Shared*“ se hledají koncepty a dovednosti společné dvěma oborům. „*Webbed*“ model využívá přístupu, při kterém je obvykle nějaké téma zkoumáno z pohledu různých oborů. Model označený jako „*Threaded*“ propojuje rozvoj dovedností jako je logické myšlení, sociální dovednosti, studijní dovednosti apod. napříč mnoha vědními obory. „*Integrated model*“ hledá překryvy v dovednostech, konceptech či postojích společných více oborům a využívá je k tvorbě společných dovedností, konceptů a postojů (Fogarty, 2011).

Modely „*Immersed*“ a „*Networked*“ se zaměřují na žáky či studenty samotné. V modelu „*Immersed*“ využívají žáci různé obory perspektivou jedné oblasti zájmu. Poslední model označený jako „*Networked*“ již není omezen na jedinou oblast zájmu. Žáci řídí integrační proces tím, že vyhledávají různé zdroje mezi a napříč různými oblastmi zájmu (Fogarty, 2011).

Kysilka (1998) uvádí následující stupně integrace: paralelní předměty, multidisciplinární stupeň, interdisciplinární stupeň, integrované dny a úplná integrace.

V případě paralelních předmětů stále existují oddělené předměty, témata jsou však uspořádána tak, aby související myšlenky, koncepty aj. byly vyučovány souběžně v rámci samostatných předmětů. Tento stupeň v podstatě odpovídá Fogartyho (2011) modelu „*Sequenced*“ či koordinované výuce, jak ji popisuje Lepil (2006).

V multidisciplinárním stupni jsou příbuzné předměty formálně spojovány do větších celků, dochází tak ke vzniku nových předmětů/kurzů, které hledají souvislosti v rámci již existujících předmětů (Kysilka, 1998). Podobného principu využívají modely „*Shared*“ a „*Webbed*“ (Fogarty, 2011).

Při interdisciplinárním přístupu jsou vytvořeny výukové bloky, které mohou trvat týden, měsíc či celé pololetí. V rámci těchto bloků se studují témata, která jsou součástí klasického kurikula. Toto uspořádání nenahrazuje existující předměty, ale doplňuje je (Kysilka, 1998). Podobný koncept popisuje pod pojmem kombinovaná výuka Vlček (1981), využívá ho i Fogartyho (2011) model „*Webbed*“. Při integrovaných dnech je pak realizován celodenní tematický program (Kysilka, 1998). Ten je zaměřen na zájmy a potřeby studentů obdobně jako v případě modelů „*Immersed*“ a „*Networked*“ (Fogarty, 2011).

V případě úplné integrace je náplň vyučování plně podřízena potřebám žáků, jejich zkušenostem a zájmům. Mohou dokonce nastat situace, že stejné učební plány nemají žáci ani v rámci jedné školy (Kysilka, 1998).

Obdobný náhled na problematiku rozdělení stupňů integrace nabízí Jacobs (1989). Podle jejího rozdělení existují klasické samostatné vyučovací předměty, dále tzv. paralelně uspořádané předměty, které Jacobs (1989) chápe stejně jako Kysilka (1998), nebo jako Fogarty (2011) (model „*Sequenced*“) či Lepil (2006) (koordinovaná výuka).

Následně Jacobs (1989) popisuje přístup, který označuje jako komplementární. Ten se velmi podobá stupni označenému Kysilkou (1998) za multidisciplinární. Při tomto přístupu se tedy spojují určité předměty do celku, které mají umožnit zkoumat určitá společná témata či oblasti. Ve shodě s Kysilkou (1998) je také popsán interdisciplinární přístup a integrované dny a úplná integrace.

Drake a Burns (2004) rozlišují integraci multidisciplinární, interdisciplinární a transdisciplinární. Základním rozdílem mezi těmito stupni je míra oddělení jednotlivých oblastí klasických předmětů. Stupeň multidisciplinární integrace je zaměřen primárně na obsah vyučovacích předmětů. Při multidisciplinární integraci se kolem jednoho tématu shromažďují poznatky z různých předmětů (tzn. opět se jedná o přístup ve smyslu modelu „*Webbed*“ (Fogarty, 2011) aj.). Nemusí však nutně docházet jen k integraci poznatků, ale i dovedností (např. čtenářských dovedností, pracovních návyků) či postojů (např. postoje k životnímu prostředí).

Interdisciplinární integrace je podobná stupni multidisciplinárnímu. Opět je dané nějaké téma napříč jednotlivými předměty, nicméně samotné předměty nemají takový význam jako v předchozím typu. Cílem interdisciplinární integrace je totiž primárně důraz na mezipředmětové dovednosti a koncepty. Při transdisciplinární integraci se vychází z otázek a zájmů žáků, kolem kterých pak učitelé organizují obsah učiva. Žáci tak využívají interdisciplinární dovednosti ve skutečných situacích (Drake a Burns, 2004).

2. 1. 4 Důvody pro zavádění integrované výuky

V řadě zemí po celém světě probíhají reformní snahy v přírodovědném vzdělávání, jejichž společným znakem je nespokojenost s tradičním způsobem výuky. Jedním z důvodů je to, že přírodovědné předměty jsou často prezentovány jako soubor velkého množství faktů, teorií a pravidel, namísto aby sloužily jako cesta k poznávání přírodních jevů (Van Driel a kol. 2002). Dochází pak k tomu, že lidé vnímají znalosti z přírodovědných oborů jako něco abstraktního a odtrženého od každodenního života Beana (1991), což má neblahý vliv na oblíbenost přírodovědných předmětů a následně na malé množství žáků, kteří si jako studijní obor volí právě přírodní vědy. To dokládají např. výsledky projektu ROSE (Sjøberg a Schreiner, 2005).

Druhým hlavním problémem je rychlý rozvoj přírodních věd, který se ale jen málo promítá do školní výuky. Vlček (1981) uvádí, že „*obsah školního vzdělání byl a zůstane obrazem, do kterého se do značné míry promítá stav vědy*“. Avšak již v článku z roku 1981 poukazyval na to, že výrazná specializace učební látky do řady od sebe navzájem ostře oddělených předmětů je obrazem vědy století minulého. Podle Beana (1991) dochází k velkému rozvoji znalostí v oblasti přírodních věd, nicméně tradiční učivo ve školách tvoří jen jakési útržky, které v některých případech zahrnují vědomosti již nepotřebné a naopak nezahrnují ty, které by potřebné byly. Podle Hurda (2002) byla kurikula přírodovědných oborů přes 350 let rozdělena na samostatné předměty, jako biologie, fyzika a chemie aj. Nicméně pro současné přírodní vědy je typická diferenciací na specializovaná odvětví a interdisciplinarita, která se projevuje např. propojováním přírodních a humanitních věd v oblastech, jako zdravotnictví, vzdělávání, životní prostředí nebo zemědělství. Míru diferenciací vědních oborů na různá specializovaná odvětví demonstruje Hurd (2002) na příkladu biologie. Ta je rozdělena do více než 400 pojmenovaných oblastí výzkumu a pravděpodobně více než 1000 dalších nepojmenovaných výzkumných oblastí souvisejících s biologií.

Škoda a Doulík (2009) píší, že proces multidisciplinární diferenciací probíhá analogicky ve všech přírodních vědách. Navíc vznikají a rozvíjejí se hraniční disciplíny, které nezahrnují pouze přírodní vědy, ale vytvářejí se stále větší přesahy i do jiných vědních odvětví (např. bioarcheologie, biolingvistika, environmentalistika, geomytologie, kybernetika atd.). Stejně tak Hurd (2002) uvádí, že jsou stále více propojovány přírodní a humanitní vědy. Podle Van Driela a kol. (2002) budou časem do výuky přírodních věd zařazována témata jako je historie a filosofie věd nebo vztah

mezi vědou a společenskými tématy. Konkrétní příklady souvislostí mezi matematikou, přírodními a humanitními vědami popisují třeba Furner a Ramirez (1999).

Na výrazný nárůst poznatků v oblasti biologie poukazuje i Papáček (2010). Uvádí, že významný růst objemu nových poznatků je jen jedním z důsledků rychlého rozvoje biologie jako vědní disciplíny. Dalším důsledkem je vznik zcela nových dílčích oborů a přístupů k výzkumu. Výzkum v biologii tedy bude podle Papáčka (2010) stále více interdisciplinární a integrující. Takovýto nárůst poznatků s sebou přináší problémy v oblasti ontodidaktiky, neboť nutně nastává stále zřetelnější konflikt mezi rozvojem přírodovědného poznání a podobou jeho interpretace a převodu do obsahu a metod vzdělávání.

Rozpor mezi narůstajícím objemem přírodovědných poznatků a jejich praktických aplikací a omezenými možnostmi výuky ve školách označil za základní problém současného přírodovědného vzdělávání i Lepil (2006). Podle Lepila musí školská praxe i didaktici jednotlivých přírodovědných předmětů hledat různé přístupy k výběru učiva, jeho uspořádání do didaktické soustavy a volbě vhodných vyučovacích metod.

Pokud má být podle Vlčka (1981) vzdělávání ve škole obrazem současné vědy a zároveň současné přírodní vědy mají interdisciplinární či multidisciplinární charakter (Hurd, 2002), měla by i výuka přírodovědných předmětů ve školách odrážet tyto trendy.

Požadavek, aby se žákům předkládal vědecky správný výklad učiva na úrovni současné vědy, vyžaduje *Zásada vědeckosti* (Altmann, 1975). Při osvojování vědeckých poznatků ve výuce se mají podle Altmanna (1975) také co nejvíce využívat vyučovací metody, které se co nejvíce blíží metodám vědeckým. Koordinaci učiva mezi předměty vyžaduje podle Duška (2000) i *Zásada soustavnosti*. Mezipředmětové vztahy mezi přírodovědnými předměty totiž vytvářejí soustavy poznatků, které formulují ucelenou představu o přírodě.

Už v roce 1962 poukázala Skalková-Procházková na skutečnost, že poznatky osvojené žáky zůstávají navzájem izolovány a že se žákům často ztrácí vzájemná souvislost mezi informacemi z blízkých předmětů. Žáci tak např. ve fyzice nejsou schopni využívat poznatky z matematiky, v dějepise informace z literatury atd. V této souvislosti upozorňuje Beane (1991) na to, že se při řešení reálného problému neptáme, zda náleží do oblasti matematiky, přírodních věd či jiné, ale využíváme všech znalostí a dovedností, které nám mohou problém pomoci vyřešit. Tento přístup by tedy měl být

zohledněn i ve školní výuce. Podle Drake a Reid (2018) vede integrovaná výuka k hlubšímu pochopení problému a porozumění souvislostem. Větší schopnost aplikace poznatků prokázala i studie MacMath a kol. (2010). Hesová (2011) vidí výhody integrované výuky v představení vzdělávacího obsahu v jeho komplexnosti. Integrované vyučovací předměty jsou těsněji spjaty s životní praxí a vedou k propojování poznatků a vnímání souvislostí, rozvíjí se také aplikace již nabytých dovedností.

Nutnost podepření poznatků z biologie o znalosti z jiných přírodovědných předmětů vyžaduje i *Zásada respektování mezipředmětových vztahů* (Altmann, 1975). Podle Altmanna (1975) nelze zaručit dobré výsledky v biologii bez respektování vnitřních mezipředmětových vztahů. Dodržování *Zásady respektování mezipředmětových vztahů* vede totiž ve výuce všech předmětů přírodovědného charakteru k ulehčení používání didaktického pravidla postupu od jednoduchého ke složitějšímu (žákům je tak usnadněno osvojení základů vědeckého přístupu k řešení studovaných problémů), odstranění obvyklé izolovanosti poznatkových soustav jednotlivých vyučovacích předmětů, rozvoji logického myšlení, zkvalitnění metodiky práce ve výuce biologie, ujasnění souvislostí a vztahů mezi jednotlivými poznatkovými strukturami, usnadnění využívání teoretických poznatků v praxi, získání nových asociačních spojů (to vede ke zkvalitnění trvalosti poznatků a zvýšení efektivity výuky), přesvědčení žáků o významu spolupráce rozmanitých věd (Altmann, 1975).

Altmann (1975) dále uvádí, že každý vyučovací předmět musí vždy přednostně řešit své vnitřní mezipředmětové vztahy. Vnější je pak možné podle tohoto autora zcela zanedbat, a i v tomto případě pak může dojít k dobrým vzdělávacím výsledkům. Biologie tedy nutně musí využívat poznatky z chemie či fyziky, zatímco fyzika, chemie či geologie nemusí ve vyučování využívat poznatků z biologie.

Dalším argumentem pro integrovanou výuku bývají např. výsledky výzkumů PISA. Ty ukazují, že mezi nejúspěšnějšími zeměmi jsou ty, kde se přírodní vědy vyučují v integrované podobě³ (Drake a Reid, 2018). Podle Drake a Reid (2018) přináší opakovaně důkazy o efektivitě integrovaného přístupu na všech úrovních vzdělávání

³ Tamassia a Frans (2014) nicméně uvádějí, že zatím existuje pouze málo kvantitativních studií dostatečného rozsahu, které by se zabývaly problematikou dopadu integrace přírodovědných předmětů na přírodovědnou gramotnost, navíc z těch mála relevantních studií nedokázala ani jedna prokazatelný pozitivní vliv integrované výuky na přírodovědnou gramotnost. Důvody, proč jsou země s integrovanou výukou v mezinárodních srovnáních úspěšnější, tak budou nejspíš jiné.

řada studií. Žáci či studenti, kteří měli zkušenosti s integrovanou výukou, si vedou stejně či lépe než ti, kteří zažili pouze výuku tradiční. Studie MacMath a kol. (2010) ukázala, že lepších výsledků dosahují při zařazení integrované výuky i žáci, kteří mají problémy s učením. Tito autoři dále uvádějí, že integrační přístupy zvyšují motivaci žáků, pomáhají žákům déle si informace zapamatovat a pochopit. Podobně Drake a Reid (2010) ukázaly, že se při zařazení integrované výuky zvýšilo zapojení žáků do vyučování a omezily se problémy s chováním žáků.

Eurydice (2011) uvádí, že ve všech evropských zemích začíná výuka přírodovědných předmětů jako jednotná, obecná a integrovaná oblast, která má za cíl podporovat zvědavost žáků, poskytuje jim základní znalosti o světě a dává jim nástroje k dalšímu poznávání. Integrované vědní předměty podporují podle Eurydice (2011) dotazování žáků a badatelský přístup k životnímu prostředí a připravují děti pro podrobnější studium ve vyšších ročnících.

Podle Průchy (2017) je možné souhrnně říci, že v kurikulech základního vzdělávání všech vyspělých zemí lze nalézt určité integrované předměty. Kurikulární obsahy školní edukace totiž nemohou nadále setrvávat na principu monodisciplinárnosti vyučovacích předmětů, podle něhož každá z věd má svůj odpovídající předmět, protože kapacity učebních plánů jsou omezené a počet vyučovacích předmětů nelze neustále zvyšovat (Průcha, 2017). Integrace tedy může podle Hesové (2011) vést k eliminaci zdvojování vzdělávacího obsahu, některé školy ji tak vítají jako způsob, kterým lze efektivněji využít hodinovou dotaci. Zároveň tímto může dojít k překonání konkurence mezi obory a sporů o rozdělení vyučovacích hodin.

Podroužek (2002) se dotazoval učitelů, jaká pozitiva shledávají u integrovaných učebních textů. Výzkum ukázal, že učitelé u integrovaných textů považují za pozitivní a významné to, že umožňují globální pohled na svět, podílí se na pochopení učiva a žáci si lépe uvědomují jeho využití v praktickém životě. Učitelé dle tohoto šetření též usuzují, že integrované učební texty zvyšují motivaci žáků k učení.

Pro přehlednost shrnuji hlavní argumenty pro zavádění integrované výuky ještě v bodech:

- **Reálný život a skutečné problémy nejsou rozděleny na samostatné předměty** (např. Vlček, 1981; Beane, 1991; Tamassia a Frans, 2014).
- **Integrovaná výuka pomáhá žákům vidět celkový obraz namísto roztržitých znalostí** (např. Altmann, 1975; Podroužek, 2002; Hesová, 2011; Tamassia a Frans, 2014).
- **Integrovaná výuka pomáhá žákům s hlubším pochopením problému a porozuměním souvislostem** (např. Drake a Reid, 2018; MacMath a kol., 2010).
- **Integrovaná výuka pomáhá žákům s aplikací poznatků** (např. Podroužek, 2002; Hesová, 2011; MacMath a kol., 2010).
- **Integrovaná výuka podle některých studií zvyšuje motivaci žáků** (např. Drake a Reid, 2010; MacMath a kol., 2010).
- **Země s integrovanou výukou dosahují lepších výsledků v oblasti přírodovědné gramotnosti** (např. Straková, 2002; Drake a Reid, 2018).
- **Integrace může vést k eliminaci zdvojení vzdělávacího obsahu a efektivnějšímu využití časové dotace pro přírodovědné předměty** (např. Hesová, 2011; Průcha, 2017).

2. 1. 5 Příklady přístupů k integraci výuky v praxi a přírodovědné vzdělávání v České republice

Integrace přírodovědných předmětů v zahraničí

Podle Průchy (2017) se v kurikulech českých škol jen v omezené míře uplatňují integrované předměty. Jinak je tomu však v západoevropských zemích, USA, Japonsku atd. Applebee a kol. (2007) uvádějí, že se návrhy na zavádění interdisciplinární výuky v USA datují již do dvacátých a třicátých let minulého století. Některé integrované předměty se pak začaly vytvářet a zavádět do škol v USA od 60. let minulého století. Jedním z takovýchto předmětů je „new social science“ (nová sociální věda), který zahrnuje učivo dějin USA, dějin světa, zeměpisu USA a světa, politické vědy, sociologie, psychologie, ekonomie, právní vědy, antropologie a etnografie (Průcha, 2017).

Průcha (2017) dále odkazuje na experiment realizující integrované kurikulum již na úrovni nižšího stupně základní školy, který probíhal v Bulharsku. Tento experiment popisuje Walterová (1987). Východiskem práce skupiny⁴ pracující na tomto projektu byl požadavek na vytvoření perspektivní koncepce školního vzdělávání, která by byla adekvátní aktuálním a budoucím společenským potřebám.

Základem koncepce bylo hledání toho, co je nezbytné pro všechny obory a co je zároveň nezbytné pro vybavení moderního člověka (princip celostnosti). Druhým základním principem byl integrovaný přístup, který vedl k tvorbě netradičních integrovaných vyučovacích předmětů (Walterová, 1987).

Na prvním stupni základní školy tak byly vytvořeny např. předměty *Čtu, píš, počítám; Zpívám a hraji; Jsem na koncertě; Kreslím a modeluji; Projektuji a konstruji; Cvičím a Hraji si; Čtu knihy; Poznávám rodný kraj; Chodím na exkurse* (Walterová, 1987).

Na druhém stupni pak byly zavedeny předměty *Jazyk a matematika; Společnost; Příroda a Výroba*. Obsah přírodovědného vzdělávání je možné nalézt v předmětu *Příroda*, jehož obsahem je poznávání přírody, světa, materiálních podmínek, v nichž

⁴ Členy výzkumné skupiny byli vědci (představitelé přírodovědných, technických i společenských věd), kteří byli autory koncepce a projektu výuky. Při zpracování učebnic s nimi dále spolupracovali spisovatelé, básníci, hudebníci a výtvarníci. Učitelé spolupracovali až ve fázi realizace výuky a jejího hodnocení (Walterová, 1987).

lidé žijí, rozvíjejí se a tvoří. Důraz byl kladen na význam vědeckého poznání pro praxi, předmět ozřejmoval procesy lidského poznání přírodních zákonů, smysl, funkci, a metody vědeckého poznání nebo způsoby vědecké argumentace (Walterová, 1987). Tento experiment však byl zapomenut a nevyužit (Průcha, 2017).

Další příklady pokusů o zavádění integrované výuky popisuje Bílek a kol. (2008). Autoři zmiňují např. snahy z 60. let ve Velké Británii. Cílem zdejšího projektu bylo zvýšení zájmu žáků o přírodovědné vzdělávání a zvýšení jeho úrovně jako celku. Dále je popisován výukový systém určený pro žáky pátých až devátých tříd všeobecně vzdělávací školy v USA. Tento systém vychází z motivace jako je vypravování, uvedení filmu apod., která vede k formulování otázky. Následuje analýza, diskuse, realizace, popis pozorování, znovu analýza a formulace výsledků. Ve výuce převládá činnost žáků. Bílek a kol. (2008) dále předkládají příklad koncepce integrovaného vyučovacího předmětu *Fyzika/Chemie* z Dolního Saska nebo příklad integrace oborů fyzika, chemie a biologie do jediného předmětu na 2. stupni ZŠ v Bavorsku.

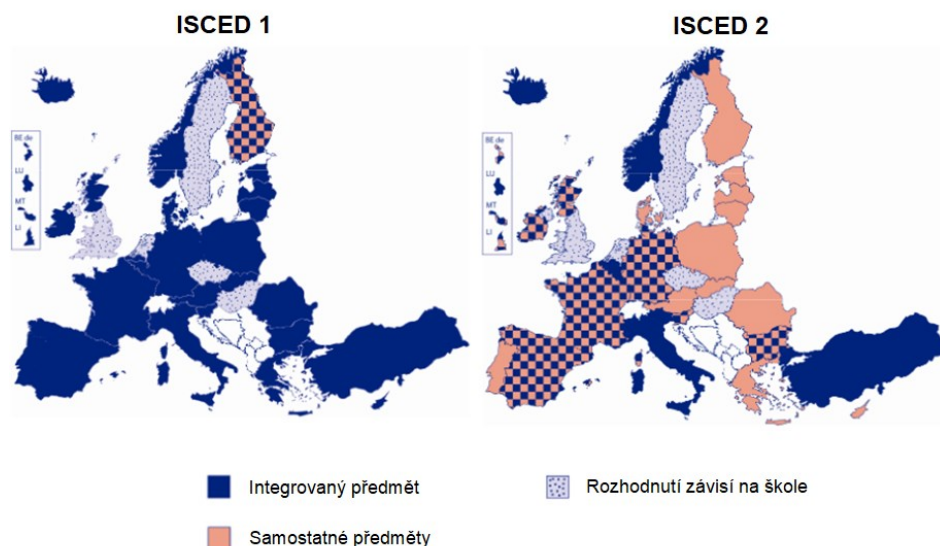
Jak už bylo nastíněno v kapitole 2. 1. 3, existují různé stupně integrace. Integrovaná výuka tak může probíhat na úrovni témat. Příkladem interdisciplinárního tématu může být téma proteiny. Bethel a Lieberman (2014) navrhly výuku tohoto celku tak, že využívají nejen interdisciplinární přístup, ale i badatelsky orientovanou výuku či práci s multimédií. V interdisciplinárních částech autorky zmiňují centrální dogma molekulární biologie, vliv mutací, strukturu proteinů s důrazem na její funkci aj. Příkladem jiného tématu může být téma alkoholy zpracované Godin a kol. (2014). Autoři toto téma rozdělili do čtyř modulů, v nichž propojují poznatky z chemie (oxidace, redukce, redoxní reakce, enzymová katalýza, rozpustnost, struktura molekul, chemická vazba atd.) a biologie (stavba a typy buněk, membránový transport, cévní soustava, pasivní difuze, stavba mozku, buněčný cyklus atd.).

Objevují se také integrované kurzy pro úroveň vysokých škol. Abdella a kol. (2011) popisují kurzy Integrovaná chemie a biologie I a II. V rámci předmětů Integrovaná chemie a biologie I a II jsou studenti seznámeni např. s tématem chemická vazba (s tím se v oblasti biologie pojí témata, jako jsou koordinačně kovalentní vazba v chlorofylu, hemu aj.) nebo disociační energie vazby (a s ní spojené „skladování“ energie v molekulách), struktura molekul (s biologií se pojí např. struktura proteinů), rovnovážné systémy, elektrochemie (skladování železa ve ferritinu, membránový potenciál) atd. Van Hecke a kol. (2002) zase popisují koncept mezioborových

laboratorních cvičení propojujících fyziku, chemii a biologii. V tomto kurzu jsou zařazena např. témata obsah uhlíčanů v tvrdých tkáních, molární hmotnost makromolekul, syntéza a charakterizace tekutých krystalů atd. Obdobnou integraci chemie, fyziky a biologie v rámci laboratorních cvičení popisují Ulsh a kol. (2009). V rámci tohoto kurzu jsou např. zařazena ústřední témata oscilace (z biologie zde autoři řadí globální oteplování, z chemie skleníkové plyny či infračervenou spektroskopii a z fyziky harmonické kmitání nebo Fourierovu transformaci), voda (z biologie sem patří např. mikrobiologické rozборы vody, z chemie analýza tvrdosti vody, potenciometrická titrace, z fyziky pak hydrodynamika) či membrány (sem autoři z biologie zařadili biologické membrány a akční potenciál, z chemie elektrochemii a z fyziky obvody).

Integrační přístupy se netýkají jen klasických přírodovědných předmětů. Např. Quintero a kol. (2016) popisují snahy o vytvoření integrovaných učebních osnov pro lékařské vzdělávání. Cílem této integrace má být hlubší propojení přírodních věd, klinických oborů i humanitních přístupů.

Eurydice (2011) na základě analýzy předepsaných nebo doporučených kurikulárních dokumentů shrnula organizaci vyučování přírodovědných předmětů na úrovních ISCED 1 a ISCED 2 v evropských zemích (obr. 2).



Obr. 2 Organizace vyučování přírodovědných předmětů podle předepsaných nebo doporučených kurikulárních dokumentů pro úroveň ISCED 1 a 2 (převzato a upraveno podle Eurydice (2011))

Podle Eurydice (2011) se v téměř všech evropských zemích se přírodní vědy vyučují jako integrovaný předmět po celou dobu primárního vzdělávání. Výjimkou jsou Dánsko a Finsko, kde oddělení výuky přírodních věd do několika předmětů začíná v posledním roce nebo dvou na úrovni ISCED 1. Naproti tomu na úrovni nižšího sekundárního vzdělávání se přírodní vědy vyučují především v rámci samostatných předmětů. V některých zemích jako je např. Bulharsko, Estonsko, Španělsko či Francie probíhá výuka přírodních věd v rámci integrovaného předmětu i na úrovni ISCED 2, ale ještě před jeho koncem je rozdělena na samostatné předměty. Pouze v sedmi evropských vzdělávacích systémech jsou přírodní vědy vyučovány v rámci integrovaných předmětů po celou dobu ISCED 1 a 2 (mezi tyto země se řadí např. Itálie, Norsko, Turecko...) (Eurydice, 2011).

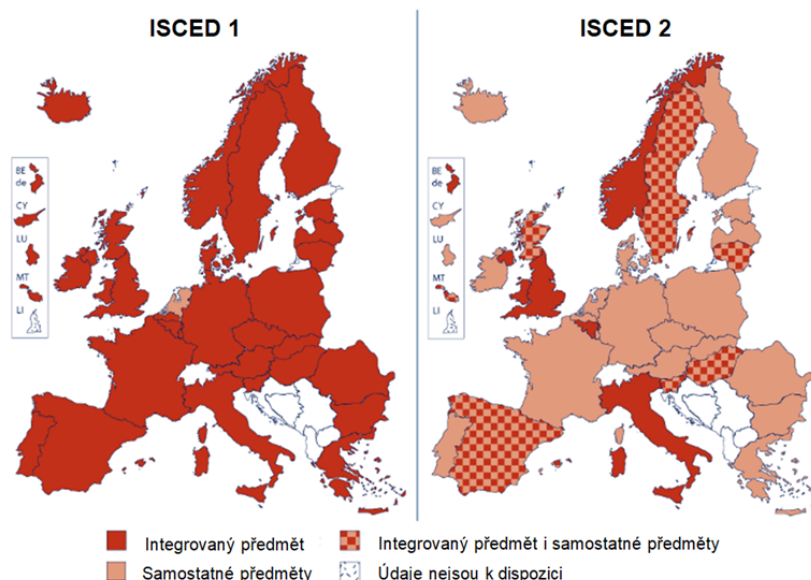
Ve většině evropských zemí probíhá výuka integrovaných přírodovědných předmětů šest až osm let. Ve všech evropských zemích začíná výuka přírodovědných předmětů jako jednotná, obecná a integrovaná oblast. Výuka je obvykle organizována v širokých tématech, například „*Živé organismy reagují na životní prostředí*“ (Belgie), „*Rozmanitost živých organismů*“ (Španělsko) nebo „*Život a živé organismy*“ (Turecko) (Eurydice, 2011).

Přírodovědné vzdělávání a možnosti integrace přírodovědných poznatků v prostředí současných českých základních škol a gymnázií

Ve Vzdělávacím programu Základní škola (1996) byl obsah přírodovědného vzdělávání na prvním stupni ZŠ vymezen v rámci předmětu prvouka (1. - 3. ročník), přírodověda (4. - 5. ročník), vlastivěda (4. - 5. ročník) či výchova ke zdraví (4. - 5. ročník). Na druhém stupni ZŠ výuka přírodních věd probíhala v rámci předmětů přírodopis (6. - 9. ročník), zeměpis (6. - 9. ročník), fyzika (7. - 9. ročník), chemie (8. - 9. ročník), případně rodinná výchova (6. - 9. ročník) (Vzdělávací program Základní škola, 1996).

Podle Průchy (2017) na druhém stupni základní školy na rozdíl od stupně prvního nebyl začleněn žádný z integrovaných předmětů, které jsou běžné v zahraničních kurikulech pro odpovídající stupeň školy, jako je např. předmět „přírodní vědy“. Jediným integrovaným předmětem na tomto stupni byla „občanská výchova“, Vzdělávací program Základní škola navíc umožňoval integrovat předměty „občanská výchova“ a „rodinná výchova“ (Průcha, 2017).

Eurydice (2006) tedy na základě analýzy Vzdělávacího programu Základní škola vyhodnotila, že na úrovni ISCED 1 byly v České republice přírodovědné předměty vyučovány v integrované formě, zatímco na úrovni ISCED 2 probíhá výuka v rámci samostatných předmětů (obr. 3).



Obr. 3 Organizace vyučování přírodovědných předmětů podle předepsaných nebo doporučených kurikulárních dokumentů pro úroveň ISCED 1 a 2 (převzato a upraveno podle Eurydice, 2006)

Situace se částečně změnila se zaváděním Rámcových vzdělávacích programů (RVP ZV, RVP G). Rozsáhlé změny v této době byly vynucovány faktory, jako jsou komplexní společenské změny ve světě a s nimi související prudký rozvoj vědeckého a technologického výzkumu. Tyto změny se odrazily i ve vzdělávání a ovlivnily přístupy při tvorbě vzdělávacích programů (Maršák a Janoušková, 2006).

Jedním z hlavních trendů v evropském a severoamerickém kontextu je podle Maršáka a Janouškové (2006) to, že při tvorbě nových kurikulárních dokumentů je kladen důraz spíše na porozumění osvojovaným poznatkům a na schopnosti je využívat, než na jejich množství a na pouhou recepci žáky.

Dalším trendem je posilování vzdělávací autonomie škol. Je potřeba pružně se přizpůsobovat mohutnému rozvoji vědeckých oborů i proměnám charakteristik samotných žáků. Nicméně modernizace vzdělávacích programů z centra je obtížná, stále většího významu tak nabývá samotná škola, respektive učitel. Uplatňuje se tedy dvouúrovňový model vzdělávání, tzn. z úrovně centra (např. stát) jsou vytvářeny programy rámcově formulující požadavky na cílové a obsahové zaměření vzdělávání

(pro určitý typ a stupeň vzdělávání), tyto pak využívají jednotlivé školy jako podklad pro zpracování školních vzdělávacích programů (Maršák a Janoušková, 2006).

Maršák a Janoušková (2006) poukazují na určité podobnosti a trendy v přírodovědném vzdělávání v kurikulárních dokumentech. Za jeden ze základních cílů přírodovědného vzdělávání, který je společný připravovaným či již připraveným kurikulárním dokumentům, označují porozumění základním přírodovědným pojmům a zákonům. Porozumění fundamentálním přírodovědným pojmům a zákonům má žákům poté umožnit lépe a hlouběji poznávat reálný svět, který je obklopuje.

Další významné cíle pak jsou požadavek, aby žáci s porozuměním používali metody vědeckého zkoumání přírodních faktů a rozvíjení schopnosti žáků využívat své přírodovědné vědomosti a dovednosti při řešení konkrétních problémů. Tím mají být žáci připravováni k odpovědnému rozhodování týkajícího se jejich osobního života, naplňování jejich osobních potřeb i jejich fungování v občanském a případně budoucím profesním životě (Maršák a Janoušková, 2006).

Podle RVP ZV tvoří školy své ŠVP od roku 2007. RVP ZV zavádí podle Průchy (2017) princip integrace obsahu vzdělávání, přičemž integrace je realizována dvojitým způsobem:

- kurikulum je strukturováno do devíti vzdělávacích oblastí, které mají integrovat některé vyučovací předměty,
- druhým prostředkem jsou pak průřezová témata (např. environmentální výchova).

Na prvním stupni základní školy je v současnosti obsah přírodovědného vzdělávání vymezen především v rámci vzdělávací oblasti Člověk a jeho svět. Žáci se v rámci této vzdělávací oblasti učí pozorovat a pojmenovávat věci, jevy a děje, jejich vzájemné vztahy a souvislosti, čímž se utváří jejich prvotní ucelený obraz světa. Tato vzdělávací oblast poskytuje žákům základy pro další vzdělávání v oblastech Člověk a společnost, Člověk a příroda a Výchova ke zdraví (RVP ZV, 2016).

Vzdělávací oblast Člověk a jeho svět je členěna do pěti tematických okruhů – Místo kde žijeme, Lidé kolem nás, Lidé a čas, Rozmanitost přírody a Člověk a jeho zdraví. RVP ZV (2016) umožňuje tradiční vytváření jednoho předmětu v 1. – 3. ročníku a dvou předmětů pro 4. a 5. ročník (tematické okruhy Místo kde žijeme, Lidé kolem nás, Lidé a čas tak lze využít jako základ pro vlastivědu, okruhy Rozmanitost přírody a Člověk a jeho zdraví jako základ pro přírodovědu). Další možností je vytvoření jediného

předmětu i ve 4. a 5. ročníku nebo vytvoření jediného souvislého předmětu od 1. do 5. ročníku. Pro úroveň druhého stupně základní školy lze nalézt obsah přírodovědného vzdělávání především ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda, případně v oblasti Člověk a zdraví. V rámci vzdělávací oblasti Člověk a příroda dostávají žáci příležitost poznávat přírodu jako systém, jehož součásti jsou vzájemně propojeny, působí na sebe a ovlivňují se. Tato vzdělávací oblast je však již rozdělena do čtyř vzdělávacích oborů: Fyzika, Chemie, Přírodopis a Zeměpis. Vzdělávací oblast Člověk a zdraví pak zahrnuje vzdělávací obor Výchova ke zdraví a Tělesná výchova (RVP ZV, 2016).

Podle RVP ZV (2016) může být z jednoho vzdělávacího oboru vytvořen jeden vyučovací předmět nebo více vyučovacích předmětů, případně může vyučovací předmět vzniknout integrací vzdělávacího obsahu více vzdělávacích oborů (integrováný vyučovací předmět). RVP ZV (2016) umožňuje propojení (integraci) vzdělávacího obsahu i na úrovni témat a tematických okruhů. Integrace vzdělávacího obsahu však musí respektovat logiku výstavby jednotlivých vzdělávacích oborů.

Škoda a Doulík (2009) ve své studii uvádějí, že pro současné přírodní vědy i pro přírodovědné vzdělávání je charakteristická interdisciplinarita či dokonce multidisciplinarita. Podle těchto autorů se interdisciplinární přístup uplatňuje v prostředí českých škol především na primárním stupni vzdělávání, méně na nižším stupni sekundárního vzdělávání a velmi málo na vyšším stupni sekundárního vzdělávání (plnou integraci na tomto stupni přitom odmítají především sami učitelé).

Podle šetření Eurydice (2011) vycházející z analýzy předepsaných nebo doporučených kurikulárních dokumentů pro úroveň ISCED 1 a 2 (v případě ČR se jednalo o RVP ZV) je rozhodnutí o tom, zda se přírodovědné předměty budou vyučovat ve formě integrovaných nebo oddělených předmětů, na rozhodnutí školy (obr. 2). Nicméně praxe je dle Eurydice (2011) taková, že na úrovni prvního stupně ZŠ (ISCED 1) probíhá výuka integrovanou formou, na úrovni druhého stupně ZŠ pak formou samostatných předmětů.



Obsah přírodovědného vzdělávání pro úroveň gymnázií je vymezen především ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Tato oblast je rozdělena do pěti vzdělávacích oborů: Fyzika, Chemie, Biologie, Geografie a Geologie (RVP G, 2007). Vyučovací předmět může vzniknout převzetím celého vzdělávacího obsahu jednoho oboru vymezeného v RVP G, vzdělávací obsah jednoho vzdělávacího oboru ale může být také

rozdělen mezi více vyučovacích předmětů. RVP G (2007) umožňuje také možnost vytvoření integrovaného vyučovacího předmětu integrací více vzdělávacích oborů. V ŠVP mohou být integrovány i tematické okruhy, celky a témata odlišných vzdělávacích oborů RVP G tak, aby byly podpořeny mezipředmětové či mezioborové vazby. Integrace však v tomto případě musí cíleně směřovat k rozvíjení schopnosti žáků vzájemně propojovat získané vědomosti a dovednosti (RVP G, 2007).

Za největší a nejdůležitější mezinárodní šetření v oblasti měření výsledků vzdělávání, které v současné době ve světě probíhá, je považováno šetření PISA. Šetření je zaměřeno na zjišťování úrovně přírodovědné, matematické a čtenářské gramotnosti patnáctiletých žáků, kteří se ve většině zúčastněných zemí nacházejí v posledních ročnících povinné školní docházky. Testování probíhá ve tříletých cyklech, přičemž pokaždé je kladen důraz na jednu z uvedených oblastí tak, aby bylo možno o ní získat detailnější informace. Výzkum je koncipován tak, aby poskytoval tvůrcům školské politiky v jednotlivých zemích všechny důležité informace o fungování jejich školských systémů (ČŠI, 2018). Průměrné výsledky českých žáků v oblasti přírodovědné gramotnosti za roky 2000 až 2015 shrnuje tabulka 1.

Tab. 1 Průměrné výsledky českých žáků v oblasti přírodovědné gramotnosti (zpracováno podle Strakové a kol., 2002; Kouckého a kol., 2004; Palečkové a kol. 2007, 2010, 2014; Blažka a Příhodové, 2016)

	2000	2003	2006	2009	2012	2015
Průměrný výsledek v testu přírodovědné gramotnosti	511	523	513	500	508	493

 Výsledek nad průměrem zemí OECD	 Výsledek v průměru zemí OECD
---	--

V roce 2000 dosáhli čeští žáci v oblasti přírodovědné gramotnosti statisticky významně lepších výsledků, než je průměr zemí OECD. Tento výzkum také ukázal, že čeští žáci mají v průměru více hodin přírodovědných předmětů ve srovnání s vrstevníky z jiných zemí (v průměru mají pět hodin přírodovědných předmětů týdně, mezinárodní průměr jsou 4) (Straková a kol., 2002). Straková a kol. (2002) vysvětlovali úspěch českých žáků tím, že mnoho otázek z oblasti přírodovědné gramotnosti bylo možné zodpovědět pouze na základě znalosti nějakého faktu. Podle Strakové a kol. (2002) se není možné právě v oblasti přírodovědné gramotnosti vyhnout jistému důrazu na vědomosti. Pro české žáky se tak mohlo stát výhodou tradiční kladení důrazu na osvojování vědomostí a nácvik postupů spolu s vyšší průměrnou hodinovou dotací přírodovědných předmětů v českých školách.

V oblasti přírodovědné gramotnosti došlo v roce 2003 podle Kouckého a kol. (2004) ke statisticky významnému zlepšení průměrného výsledku našich žáků. Změna tohoto výsledku byla způsobena především tím, že se výrazně zlepšili žáci s lepšími výsledky – zvětšil se tak rozdíl mezi dobrými a slabými žáky. V roce 2006 patřili čeští žáci mezi žáky dvaceti zemí s nadprůměrným výsledkem v přírodovědném testu. Česká republika se však zároveň zařadila mezi země s nadprůměrným rozdílem mezi dobrými a slabými žáky (Palečková a kol., 2007).

Výzkum PISA umožňuje srovnání nejen na celkové přírodovědné škále, ale i na různých dílčích škálách (škála rozpoznávání přírodovědných otázek, škála vysvětlování jevů pomocí přírodních věd, škála používání vědeckých důkazů, škála vědomostí z přírodních věd a škála vědomostí o přírodních vědách). Na dílčích kompetenčních škálách přírodovědné gramotnosti vykazovali čeští žáci ve srovnání s celkovým výsledkem přírodovědného testu vyšší úspěšnost na škále vysvětlování jevů pomocí přírodních věd (aplikace vědomostí) a menší úspěšnost na škále rozpoznávání přírodovědných otázek (rozpoznání otázek, které lze vědecky zodpovědět). Výsledky českých žáků byly výrazně horší i na škále používání vědeckých důkazů (interpretace a používání vědeckého dokazování). Na vědomostních škálách byly výsledky českých žáků na škále vědomostí o přírodních vědách (vědecké postupy) výrazně horší než výsledky na škále vědomostí z přírodních věd (znalost obsahu) (Palečková, 2007).

Závěrem šetření tak bylo, že čeští žáci mají, spolu s žáky maďarskými a slovenskými, osvojené velké množství přírodovědných poznatků a teorií, problematické však pro ně je vytváření hypotéz, využívání výzkumných metod, experimentování, získávání dat a jejich interpretace, posuzování výsledků výzkumů či formulace a dokazování závěrů (Palečková a kol. 2007). Ve čtvrtém cyklu výzkumu v roce 2009 došlo v oblasti přírodovědné gramotnosti ke zhoršení výsledků českých žáků, ČR se tak zařadila mezi země s pouze průměrným výsledkem (Palečková a kol., 2009). V roce 2012 dosáhli čeští žáci opět výsledku nad průměrem zemí OECD (Palečková a kol., 2014).

Předposlední šetření proběhlo v roce 2015. Česká republika se v tomto roce zařadila do skupiny zemí, jejichž nadprůměrný výsledek z roku 2006 se statisticky významně zhoršil. Výsledky na dílčích škálách přírodovědné gramotnosti ukázaly, že v porovnání s průměrem zemí OECD dosáhli čeští žáci lepších výsledků, co se týče obsahové znalosti a dovednosti vysvětlovat jevy vědecky. Hůře si vedli v oblasti vyhodnocování

a navrhování přírodovědného výzkumu a procedurální a epistemické znalosti (Blažek a Příhodová, 2016).

2. 1. 6 Zavádění integrované výuky – překážky, jejich příčiny a možná řešení

Ačkoli se z kapitoly 2. 1. 4 může zdát, že integrace přírodovědných předmětů přináší samé výhody, je třeba upozornit, že i tato mince má dvě strany. Jak už bylo popsáno v kapitole 2. 1. 3, existuje celá řada možností přístupů k integraci. Ve zmíněné kapitole bylo nastíněno, že problematické může být především zavádění extrémních forem integrace jako je úplná integrace popsaná Jacobs (1989) nebo Kysilkou (1998). Obecně lze říct, že větší problémy s sebou nesou vyšší formy integrace předmětů. Jsou totiž velmi náročné na plánování, přípravu a schopnosti učitele (organizační, odborné aj.). Zároveň se obtížně zajišťuje splnění základních požadavků na obsah učiva, především u starších žáků (Jacobs, 1989). V kapitole 2. 1. 4. již také bylo zmíněno, že dosud nebyla opakovaně prokázána souvislost mezi integrovanou výukou přírodovědných předmětů a vyšší úrovní přírodovědné gramotnosti žáků⁵ (Tamassia a Frans, 2014).

Všechny změny přístupu k vzdělávání sebou také automaticky nesou z počátku odpor a neochotu upustit od tradičních metod (Jacobs, 1989; Quintero a kol., 2016). Quintero a kol. (2016) dokonce hovoří o odolnosti kurikula vůči reformám. Tato nedůvěra k novému přístupu se navíc netýká jen učitelů, ale i odborné veřejnosti (Podroužek, 2002) či rodičů žáků, kteří tento způsob výuky nezažili (Jacobs, 1989).

RVP ZV (2016) uvádí, že základní podmínkou integrace je kvalifikovaný učitel. Za klíčovou označují přípravu učitelů pro tento způsob výuky i Jacobs (1989) a Quintero a kol. (2016). Podroužek (2002) však poukazuje na to, že jedním z hlavních problémů, které bude nutné řešit při zavádění integrované výuky do českých základních škol, je právě nepřipravenost učitelů pro tuto výuku. Podle Hejnové (2011) je důvodem skutečnosti, že se především sami učitelé staví rezervovaně k možnosti integrace přírodovědných předmětů, především pregraduální příprava učitelů ve dvou aprobačních předmětech nebo dlouholetá tradice výuky samostatných předmětů.

I Hesová (2011) označuje za problematický oborový způsob přípravy učitelů na vysokých školách, kdy jsou obory sice na fakultách nabízeny v kombinacích, avšak studují se izolovaně, nezávisle na sobě. Učitelé tak nejsou k integrované výuce

⁵ Statisticky významný rozdíl ve výsledcích v přírodovědné gramotnosti mezi žáky, kteří se vzdělávali ve školách s integrovanou a klasickou výukou, prokázala Åström (2008) pouze ve své druhé studii a pouze u dívek.

přípravě, zároveň realizace integrace ve školní praxi většinou vyžaduje pedagoga s konkrétní kombinací oborů (Hesová, 2011). Podle Škody a Doulíka (2007) nebudou učitelé schopni v praxi kvalifikovaně realizovat integrovanou výuku bez toho, aby k tomu byli systematicky připravováni v rámci pregraduální přípravy.

Nad problematikou pregraduální přípravy učitelů se zamýšlí i Šmídl (2007). Uvádí, že zavedením RVP vznikl dostatečný prostor pro to, aby byly některé předměty nebo alespoň dílčí témata integrována. Upozorňuje však na to, že bude potřeba především budoucí učitele na tento krok připravovat. Autor též poukazuje na současný nepříznivý stav pregraduální přípravy učitelů k integrované výuce – studenti učitelství se setkávají s didaktikou (s výjimkou didaktiky obecné) téměř až v druhé polovině studia a do té doby jsou jim formou izolovaných předmětů předávány především odborné znalosti. Integrace je podle Šmídla (2007) naznačena jen v předmětech, jako je např. biochemie nebo ekologie. Řešení vidí v přípravě na integraci ve výuce v rámci oborových didaktik, spíše pak ještě v rámci samostatného předmětu didaktika integrované výuky přírodovědných předmětů.

Otázkou dále zůstává rozsah přípravy studentů k integraci výuky. Podle Šmídla (2007) je třeba, aby probíhala odlišně příprava učitelů středních a základních škol. Důvodem je menší rozsah a hloubka učiva v případě základních škol. Na základních školách je tak větší prostor pro integraci, než je tomu na školách středních. Tam se nabízí spíše společná výuka některých témat či tematických celků.

Trna (2005) vidí možné řešení problematiky mezipředmětových vztahů v konstituování mezioborových didaktik. Mezioborovou didaktiku autor chápe jako didaktickou disciplínu zastřešující skupinu blízkých oborových didaktik. Mezioborová didaktika by měla hrát roli integrační (měla by řešit problémy společné oborovým didaktikám) a koordinační (koordinace by měla nastat v oblastech, které jsou a zůstanou doménou jednotlivých oborových didaktik).

Trna (2005) uvádí, že současná struktura oborových didaktik je daná nikoli vazbou na obor, ale spíše na konkrétní vyučovací předmět. Tím, jak bude docházet k proměně struktury vyučovacích předmětů na školách, bude pravděpodobně docházet i k proměnám pedagogických pracovišť – mohou tak být vytvářeny např. „katedry didaktiky přírodovědy“. Tato situace je podle Trny (2005) provázána právě s konstituováním oborových didaktik. Dále bude třeba řešit samotnou přípravu učitelů

na výuku v integrovaných předmětech. Trna (2005) předpokládá, že stávající dvouoborové učitelské kombinace budou rozšířeny na celou vzdělávací oblast. Otázkou ale zůstává, zda je vhodnější připravit studijní programy a obory již pro celou oblast v pregraduální přípravě, nebo dvouoborové učitele doškolovat až v rámci postgraduální přípravy (Trna, 2005).

Podle Hesové (2011) je jednou z překážek zavádění integrované výuky minimum učebnic⁶ a učebních pomůcek. Stejně tak i Podroužek (2002) a Hejnová (2011) poukazují na absenci učebnic a jiných výukových materiálů pro integrovanou výuku.

Škoda a Doulík (2007) se ve svém dotazníkovém šetření ptali samotných učitelů na pět nejzávažnějších faktorů, které v současné době nejvíce brání v zavádění integrované výuky přírodovědných předmětů do škol. Nejčastěji uváděnou odpovědí byla již výše zmíněná profílace učitelů na jeden až dva předměty a s tím související nedostatečná odborná způsobilost. Následovaly odpovědi: chybějící učebnice, nedostatek financí na dovybavení specializovaných učeben a laboratoří, náročnost tvorby rozvrhu, neochota učitelů měnit zažité způsoby výuky, nedostatečná motivace, chybějící spolupráce mezi předměty, nezájem žáků a nezájem vedení školy, velká časová náročnost. Na zvýšenou náročnost na přípravu výuky integrovaného předmětu upozorňuje i Hesová (2011). Podle Hesové (2011) je s integrací spojována obava také ze směřování k povrchnosti vzdělávání.

Škoda a Doulík (2007) též poukazují na nebezpečí doprovázející pokusy o integraci, tedy že jeden předmět se stává dominantním a dalším nemusí být věnována taková pozornost. Autoři toto riziko vysvětlují současným systémem pregraduální přípravy učitelů, který je založen na studiu dvou aprobačních předmětů – při důsledné integraci je totiž třeba obsáhnout více oborů a jejich vzájemných vazeb, k tomu však učitelé nejsou kompetentní. Tuto skutečnost v praxi popisuje Bílek a kol. (2008) – autoři zmiňují příklad předmětu „Fyzika/Chemie“, který byl zaveden v 70. letech v Dolním Sasku. Ačkoliv v učebnici lze vysledovat pokus o jednotný přírodovědný pohled na svět, jedná se spíše o pohled fyzika.

⁶ Z česky psaných textů pro integrovanou výuku lze zmínit řadu Člověk a příroda nakladatelství Fraus: Energie (Bergstedt, 2005), Půda (Bergstedt a kol., 2005a), Voda (Bergstedt a kol., 2005b), Vzduch (Dietrich, 2005), Zdraví (Klepel, 2005) a Informace a komunikace (Zahradník, 2005).

Realita tohoto předmětu navíc vypadá tak, že je určitou dobu vyučovaná fyzika učitelem aprobovaným ve fyzice, a následně se vyučuje odděleně další předmět. Realizace integrované výuky pak může být spíše společným vyučováním více předmětů. Bílek a kol. (2008) poukazují i na další příklad integrovaného předmětu z Dolního Saska s názvem „Zážitek z fyziky a chemie“. Z názvů hlavních kapitol učebnice k tomuto předmětu lze opět vysledovat, že jsou zachována odděleně tradiční fyzikální a chemická témata. Applebee a kol. (2007) také uvádějí, že někdy bývají „v zájmu integrace“ vytvářena umělá propojení mezi předměty.

Dalšími problémy jsou podle Podroužka (2002) malá propracovanost řešení problematiky didaktické transformace vědních poznatků na didaktizované poznatky pro integrovanou výuku. Integrované předměty také mohou způsobit komplikace při přechodu žáků na jinou školu (Hesová, 2011).

Pro přehlednost shrnuji hlavní překážky zavádění integrované výuky a argumenty proti zavádění integrované výuky ještě v bodech:

- **Především vyšší formy integrace jsou velmi náročné na plánování, přípravu a schopnosti učitele** (např. Jacobs, 1989, Podroužek, 2002).
- **Řešení problematiky transformace vědních poznatků na didaktizované poznatky pro integrovanou výuku je málo propracované** (např. Podroužek, 2002), **na vysokých školách chybí mezioborové didaktiky** (např. Trna, 2005).
- **Učitelé nejsou dostatečně připravováni na tento způsob výuky** (např. Jacobs, 1989; Podroužek, 2002; Hejnová, 2011, Hesová, 2011).
- **Existuje málo výukových materiálů pro integrovanou výuku** (např. Podroužek, 2002; Hejnová, 2011; Hesová, 2011).
- **S integrovanou výukou je spojována obava ze směřování k povrchnosti vzdělávání** (např. Hesová, 2011), **či upozadění některého předmětu jiným** (Bílek a kol., 2008).
- **Neexistuje prokazatelná souvislost mezi integrovanou výukou přírodovědných předmětů a úrovní přírodovědné gramotnosti** (např. Tamassia a Frans, 2014).

S ohledem na všechny tyto problémy a argumenty není překvapivé, že šetření prováděná v oblasti názorů učitelů na zavádění integrované výuky na základních a středních školách v ČR ukazují, že samotní učitelé preferují spíše zachování samostatných předmětů s důrazem na mezipředmětové vztahy. Preference „nižších“ forem integrace českými učiteli dokládají např. šetření Škody a Doulíka (2007), Šíby (2009, 2013) nebo Hejnové (2011).

Škoda a Doulík (2007) se ve svém výzkumu dotazovali učitelů, jakou formu integrace přírodovědných předmětů na základní škole by preferovali. Nejčastěji uváděnou možností byla „*Větší důraz na mezipředmětové vztahy v rámci samostatných předmětů*“ (uvedlo ji 52 % respondentů). Druhou nejčastější odpověď „*Společná (integrovaná) výuka vybraných témat*“ vybralo 28 % respondentů. Další varianty odpovědí byly zastoupeny následovně: „*Jednotlivé samostatné předměty (nulová integrace)*“ – 2 %, „*Širší integrace – např. formou práce na projektech*“ – 6 % a „*Plná integrace dvou či více přírodovědných předmětů*“ (12 %). Podle Škody a Doulíka (2007) je tedy patrné, že učitelé upřednostňují formy integrace, které se vyskytují ve výuce přírodovědných předmětů i v současnosti, a uvádějí, že plná integrace na úrovni základních škol je prozatím spíše hypotetická.

Zastoupení odpovědí na stejnou otázku, tentokrát pro úroveň středních škol, bylo obdobné (rozdíly ve výsledcích nebyly statisticky významné). Možnost „*Jednotlivé samostatné předměty (nulová integrace)*“ volilo 4 % respondentů, „*Větší důraz na mezipředmětové vztahy v rámci samostatných předmětů*“ volilo 56 % respondentů, 24 % se vyslovilo pro „*Společná (integrovaná) výuka vybraných témat*“, 12 % pro „*Širší integrace – např. formou práce na projektech*“ a 4 % pro „*Plná integrace dvou či více přírodovědných předmětů*“ (Škoda a Doulík, 2007).

Šíba (2009) pokládal učitelům otázku „*Co si myslíte o úvahách, že by se v budoucnosti měly přírodovědné předměty (biologie, chemie, fyzika) vyučovat společně v rámci jednoho předmětu?*“. Nejčastěji vybranou možností byla „*Taková změna je možná pouze na základních školách či v nižších ročnících víceletých gymnázií. Na středních školách by měly být i nadále vyučovány přírodovědné předměty samostatně.*“, volilo ji 78 % respondentů. Možnost „*Takovéto úvahy nepovažuji vůbec za reálné. Vedlo by to spíše k informačnímu chaosu.*“ volilo 22 % respondentů, pro možnost „*Ta možnost se mi líbí, podporuji ji.*“ se nevyslovil nikdo.

Obdobnou položku zařadil Šíba (2013) i do svého dalšího šetření. Možnost „*Taková změna je možná pouze na základních školách či v nižších ročnících víceletých gymnázií. Na středních školách by měly být i nadále vyučovány přírodovědné předměty samostatně.*“ volilo 48 % respondentů, variantu „*Takovou možnost nepovažuji vůbec za reálnou*“ volilo 41 % respondentů a možnost „*Ta myšlenka se mi líbí, podporuji ji.*“ volilo necelých 11 %.

Hejnová (2010) se učitelů dotazovala „*Jaké formě integrace přírodovědných předmětů byste dali přednost (bez ohledu na to, zda k tomu v současné době máte vytvořené podmínky)?*“. Většina učitelů (88 %) odpověděla, že jsou pro zachování samostatných předmětů s větším důrazem na mezipředmětové vazby a se zařazením projektové výuky, 69 % z nich by pak ještě zařadilo integrovanou výuku některých vybraných témat. Pro plnou integraci se vyslovilo 12 % respondentů. Šetření Šíby (2013) ukázalo, že za nejvhodnější způsob realizace mezioborových vztahů ve výuce přírodovědných předmětů učitelé považují „*začlenění integrovaných témat přímo do obsahu výuky*“ (asi 70 %). „*Projektové vyučování*“ volilo přibližně 25 % respondentů, pro možnost „*vytvoření samostatného interdisciplinárního volitelného semináře*“ bylo asi 5 % učitelů.

Podroužek (2002) se učitelů dotazoval na názor na počet učebních předmětů v současné základní škole a s tím související počet vyučovacích hodin. Přibližně 60 % učitelů uvedlo, že považují stávající počet předmětů za přiměřený, podle více než 30 % respondentů by mělo dojít k redukci počtu předmětů, případně nahrazení jinými, např. integrovanými předměty.

Jako nejpřijatelnější (na úrovni základní školy) se podle šetření Škody a Doulíka (2007) učitelům jeví případná plná integrace chemie a přírodopisu, fyziky a chemie a přírodopisu, chemie a fyziky. Naopak nejméně vhodné se učitelům zdály varianty integrace fyzika a zeměpis, chemie a zeměpis, fyzika a přírodopis. Pro úroveň středních škol vycházely preference jednotlivých variant integrace analogicky úrovni základní školy, avšak na SŠ vycházely možnosti integrace obecně jako méně vhodné než na ZŠ⁷.

Šíba (2013) se učitelů dotazoval na obory, jejichž výstupy byly v rámci ŠVP integrovány do předmětu chemie – nejčastěji začleňovaným učivem byly výstupy z biologie (tuto možnost volilo přes 80 % respondentů) a fyziky (více než 70 %). To tedy může podpořit výsledky Škody a Doulíka (2007), podle nichž se jako nejpřijatelnější zdá učitelům právě integrace chemie a biologie, případně chemie a fyziky.

⁷ Otázky zněla „*Uvažujeme nyní plnou integraci přírodovědných předmětů na ZŠ/SŠ. Uvedte prosím v procentech svůj názor na vhodnost integrace výuky v následujících alternativách, přičemž 0 % = naprostá nevhodnost, 100 % = naprostá vhodnost*“. Pořadí daných kombinací předmětů od nejvhodnější po nejméně vhodnou vycházelo obdobně pro základní i střední školu, lišila se procenta, která učitelé „*vhodnosti*“ příslušné kombinace přidělili (Škoda a Doulík, 2007).

2. 1. 7 Výukové materiály, pracovní listy a učební úlohy

Pojem výukové materiály používám ve stejném smyslu jako Lepil (2010). Výukovým materiálem je tedy jakékoliv verbální, grafické, obrazové či audiovizuální sdělení učební informace, které má buď tištěnou podobu, nebo může případně být uloženo na samostatném nosiči a sloužit pro elektronickou prezentaci. V širším smyslu slova je možné za výukový materiál považovat i učební pomůcky pro realizaci demonstračních a žákovských experimentů.

Výukovým materiálem tak může být třeba učebnice, odborná a metodická literatura pro učitele, pomůcky v materializované podobě (např. modely, žákovské soupravy) atd. Východisky pro tvorbu výukových materiálů jsou obsah učiva, metody a organizační formy výuky a materiální didaktické prostředky zajištění výuky. Z hlediska obsahu je rozhodující celková koncepce vzdělávacího programu dané školy (Lepil, 2010).

Pracovní listy jsou řazeny mezi materiální didaktické prostředky, konkrétně mezi textové pomůcky. Tvorba vlastních pracovních listů umožňuje učiteli přizpůsobit výuku potřebám svým i potřebám žáků, vlastní tvorba pracovních listů může vést k rozvoji tvořivosti učitele. Učitel se při tvorbě pracovního listu také více zamýšlí nad jejich formou i obsahem, klade otázky způsobem, na který jsou žáci zvyklí a má možnost zvolit takový rozsah a počet úloh, který uzná za vhodný. Učitel může v pracovních listech navázat i na jiné předměty a rozvíjet mezipředmětové vztahy (Tymráková a kol., 2005).

Pracovní listy obsahují obdobné typy úloh jako pracovní sešity, umožňují však učiteli jejich zařazení v různém pořadí s ohledem na edukační proces (Tymráková a kol., 2005). Podle Pettyho (2004) mohou pracovní listy obsahovat sérii příkladů, otázek či praktických úkolů, někdy v nich bývá i shrnutí probírané látky. Na procvičení složitějších úkonů doporučuje Petty (2004) zařadit více než jeden příklad. V úvodu pracovního listu by měli být jednodušší otázky a úlohy, složitější by měli přijít na řadu až žáci pochopí základní postupy.

Učební úlohou se rozumí požadavek na žáky, aby vykonávali určitou cílevědomou činnost směřující k předem stanovenému cíli – ten má složku poznatkovou a činnostní (Čtrnáctová, 1997). Kryrkorková (1981) chápe učební úlohy jako jeden z nejdůležitějších prostředků výchovně vzdělávacího procesu. Učební úloha přispívá k upevnění a prohloubení získaných vědomostí a je elementem, který navozuje aktivní činnosti

žáka. Prvořadým cílem učebních úloh s ohledem na cíle výchovně vzdělávacího procesu je navozovat takové situace, které by žákovi umožnily aktualizovat osvojené poznatky ve směru jejich tvůrčího uplatnění a na základě aktivizace činnosti žáka v průběhu řešení úlohy přispět k realizaci těchto cílů. Učební úloha je definovaná Průchou a kol. (2003) jako každá pedagogická situace vytvářená proto, aby zajistila u žáků dosažení určitého učebního cíle. Učební úloha je zaměřena na následující aspekty učení: aspekt obsahový, stimulační (motivační), operační, formativní a regulativní.

Podle Kalhouse (2002) jsou učebními úlohami v podstatě všechna učební zadání, každý učitel jich tak využívá ve své každodenní práci. Učební úlohy jsou jedním z nejdůležitějších nástrojů řízení učení a aktivizace žáků, neboť jejich prostřednictvím učitel vyvolává u žáků činnost. Proces řešení úloh by měl např. vést k získávání nových vědomostí a dovedností, opakování a procvičování dříve probraného učiva, rozvíjení schopnosti spolupráce, rozvíjení schopnosti práce s literaturou a volby vhodné metody práce, osvojování myšlenkových operací potřebných k řešení problémů. Prostřednictvím úloh mohou žáci získávat osobní vlastnosti jako je cílevědomost, systematickosti, soustředěnost na práci či svědomitost...

Učební úlohy by měly pronikat celým vyučovacím procesem (tzn., že využívány by měly být i ve výkladové části vyučování, nejen na konci vyučovací hodiny či tematického celku). Úlohy mají nejen vzdělávací, ale i formativní funkci. Úlohy navíc ve vyučovacím procesu nemohou hrát autonomní roli, jsou jen jednou z jeho složek. Ve výuce by měly být úlohy zadávány tak, aby vzbuzovaly dojem, že logicky vyplývaly z okamžité situace vyučování (Holoušová 1983, cit. podle Kalhous, 2002). Didaktickou funkcí úloh je podle Wahly (1983) být prostředkem pro aktivní proces osvojování učiva. Úlohy jsou tedy prostředkem pro aktivizaci činností žáků. Cílem úlohy může být např. zjišťování údajů potřebných k další práci, oživení dříve získaných poznatků o daném učivu, procvičování, opakování atd. Ačkoliv úlohy např. v učebnici formuluje autor, který zároveň rozhoduje o místě, kam budou v učebnici zařazeny, je učitel tím, kdo rozhoduje o tom, kdy budou úlohy použity, které úlohy budou použity a k jakým didaktickým cílům (Wahla, 1983).

Kritériem pro klasifikaci úloh může být náročnost na uplatnění myšlenkové činnosti žáků, tzn., zda převažuje myšlení reproduktivní nebo produktivní. Je tak možné rozlišit otázky a učební úlohy. Otázky představují nejméně náročnou skupinu. Otázkou se rozumí dotazování na jednotlivý fakt, pojem, zákon atd., přičemž všechny údaje

k odpovědi jsou známy až na jeden nebo několik málo prvků. Při stanovení správné odpovědi postačí přímé asociativní vybavení (Čížková, 2002).

Druhou skupinu tvoří učební úlohy, které lze dále rozdělit na úlohy úkolové a problémové. O úkolovou úlohu se jedná tehdy, jestliže má žák dosáhnout určitého cíle a ví, jakým způsobem jej dosáhne. Problémovou úlohou se rozumí taková učební úloha, kdy žáci znají cíl (odhalení neznámého prvku, poznatku, činnosti), ale okamžitě neznají cestu, způsob, jak jej dosáhnout. Vnitřní struktura problému (jádro problémové úlohy) se liší od úkolu (jádra úkolové úlohy) tím, že v případě problému nemá žák „vše potřebné“ pro odpověď. Nejprve musí potřebné údaje získat pomocí myšlenkového procesu, problém doplnit a teprve potom dojít ke správnému výsledku (Čížková, 2002).

Pro účely výzkumu PISA v roce 2003 bylo řešení problémových úloh definováno jako schopnost jednotlivce využívat kognitivní procesy k řešení reálných mezipředmětových situací, v nichž není okamžitě zřejmý způsob řešení a které ani typem gramotnosti, ani obsahem nespádají pouze do oblastí matematiky, přírodních věd či čtení. Problémové úlohy se spíše než na hodnocení vědomostí, zaměřují na hodnocení dovedností, a kromě propojení prvků z různých předmětů kladou důraz také na propojení školního učiva s reálnými situacemi, se kterými se žáci setkávají v každodenním životě (Tomášek a Potužníková, 2004).

Při klasifikaci úloh se využívá např. klasifikace podle Tollingerové. Tu popisuje např. Kalhous (2002). Učební úlohy jsou v této klasifikaci uspořádány podle náročnosti poznávacích operací nutných k jejich řešení. V rámci jednotlivých kategorií jsou pak úlohy uspořádány podle stupně stoupající náročnosti.

První skupinu tvoří úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků. Tyto úlohy od žáka vyžadují pamětní operace jako je vybavování z paměti a následná reprodukce vybavených faktů či jejich celků atd. V rámci této skupiny je možné vyčlenit:

- úlohy na znovupoznání,
- úlohy na reprodukci jednotlivých faktů, pojmů, čísel...,
- úlohy na reprodukci definic, norem, pravidel apod.,
- úlohy na reprodukci velkých celků (např. básní, textů, tabulek) (Kalhous, 2002).

Druhou skupinu tvoří úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatkem. Tyto myšlenkové operace zahrnují např. analýzu, syntézu, komparaci nebo kategorizaci. Do této kategorie spadají:

- úlohy na zjišťování faktů (měření, vážení, jednoduché výpočty),

- úlohy na vyjmenování a popis faktů (výčet, soupis),
- úlohy na vyjmenování a popis procesů a způsobů činnosti,
- úlohy na rozbor a skladbu (analýzu a syntézu),
- úlohy na pozorování a rozlišování,
- úlohy na třídění (kategorizace, klasifikace),
- úlohy na zjišťování vztahů mezi fakty (příčina, následek, cíl, prostředek, vliv funkce, účel...),
- úlohy na abstrakci, konkretizaci a zobecňování,
- řešení jednoduchých příkladů s neznámými veličinami (Kalhous, 2002).

Do třetí skupiny patří úlohy vyžadující složité myšlenkové operace s poznatky. Jedná se o úlohy vyžadující náročné myšlenkové operace, jako je indukce, dedukce, interpretace, transformace apod. Jednotlivé podtypy tvoří:

- úlohy na překlad⁸ (translaci, transformaci),
- úlohy na výklad (interpretaci, vysvětlení smyslu, vysvětlení významu, zdůvodnění),
- úlohy na vyvozování,
- úlohy na odvozování,
- úlohy na dokazování a ověření,
- úlohy na hodnocení (Kalhous, 2002).

Čtvrtou skupinu tvoří úlohy vyžadující sdělení poznatků. Ty vyžadují ke svému řešení kromě myšlenkových operací i písemnou (někdy slovní) výpověď o nich. Žák nejen že interpretuje výsledek řešení, ale vypovídá i o jeho podmínkách, průběhu, fázích apod. Mezi tyto úlohy se řadí:

- úlohy na vypracování přehledu, výtahu, obsahu apod.,
- úlohy na vypracování zprávy, pojednání, referátu apod.,
- samostatné písemné práce, výkresy, projekty apod. (Kalhous, 2002).

V poslední páté kategorii nalezneme úlohy vyžadující tvořivé myšlení. Tyto úlohy vyžadují tvořivý přístup a tvořivé řešení na základě znalostí předchozích operací, schopnost tyto operace kombinovat do rozsáhlejších celků a dospívat k novým závěrům.

Spadají sem:

- úlohy na praktickou aplikaci,
- řešení problémových situací,
- kladení otázek a formulace úloh,
- úlohy na objevování na základě vlastních pozorování,
- úlohy na objevování na základě vlastních úvah (Kalhous, 2002).

⁸ Do této kategorie nespádají jen úlohy na překlad z jednoho jazyka do druhého, ale např. i úlohy na převedení vzorců či schémat do jazyka slov a opačně (Kalhous, 2002).

Pro klasifikaci učebních úloh se také někdy využívá původní Bloomova taxonomie kognitivních cílů (odlišit tak lze úlohy na znalost, porozumění, aplikaci, analýzu, syntézu či hodnocení) či revidovaná Bloomova taxonomie. Původní i revidovanou Bloomovu taxonomii ve svém článku popisují např. Byčkovský a Kotásek (2004) nebo Hudecová (2004).

Základní podmínkou pro tvorbu učebních úloh je správné a konkrétní stanovení výukových cílů, vzhledem k nimž by měly být úlohy projektovány. Soubory úloh by měly být dostatečně velké a otevřené, aby je učitel mohl přizpůsobovat konkrétní, často nepředpokládané situaci ve výuce. Úlohy by neměly být podávány izolovaně, ale v celých systémech se vzrůstající náročností. Neměly by být monotónní, měly by vyvolávat celou škálu různých poznávacích aktivit (Holoušová 1983, cit. podle Kalhous, 2002).

Čížková (2002) popisuje východiska tvorby problémových učebních úloh. Uvádí, že prvním krokem je ujasnění výchovně-vzdělávacího cíle připravované úlohy a provedení obsahové analýzy. Podle Čížkové (2002) je obsah učiva jedním z nejvýznamnějších činitelů ovlivňujících možnost formulovat úlohu. Dalším krokem je stanovení výchozí vědomosti a dovednosti žáků (úlohy musí být přiměřené celkové vyspělosti žáků, stupni rozvoje jejich poznávacích schopností), potřeba je též volit přiměřenou náročnost úlohy. Příliš snadná úloha ztrácí charakter problémovosti, příliš složitá problémovou situaci nevyvolá, neboť žáci předem rezignují na její řešení.

Při projektování souborů učebních úloh lze využít následujících empirických pravidel (Darji, 1971, cit. podle Čtrnáctové, 1997):

- Učební úlohy musí obsahovat správný poměr faktů, zobecnění a emocionální působnosti.
- Soubor učebních úloh musí:
 - být tak veliký, aby úlohy v něm obsažené obsáhly celé téma nebo tematický celek,
 - být koncipován tak, aby aktivizoval kognitivní procesy žáků v celé jejich šíři,
 - být sestaven tak, aby se v něm maximum poznávacích aktivit soustředilo na nejdůležitější učivo,
 - obsahovat úlohy vyžadující myšlenkovou činnost dostatečně složitou, aby řešení těchto úloh bylo přiměřené, ale zároveň vyžadovalo vynaložení mentálního úsilí vedoucího k rozvoji myšlení žáků,

- být dostatečně rozmanitý, aby umožnil střídání různých kognitivních aktivit,
- být tvořen tak, aby obsahoval úlohy formující vědomosti žáků, rozvíjející jejich kognitivní procesy a působící zároveň výchovně,
- pamatovat na to, aby se úlohy v něm obsažené dostatečně dotýkaly téhož učiva, ale z různých stránek (tzn., že žák s tímtéž učivem provádí různé kognitivní aktivity),
- obsahovat úlohy vedoucí žáky k neustálé komparaci a konfrontaci faktů a pojmů, o nichž se v těchto úlohách hovoří,
- být dostatečně velký, aby v nich mohlo dojít k procvičování kognitivních činností žáků,
- být dostatečně organizovaný, aby žáci mohli při řešení většiny úloh postupovat samostatně, i když se nalézají na různých prospěchových stupních.

Z hlediska formulace úloh hrají podle Wahly (1983) důležitou roli vlastnosti a funkce učebních úloh jako je informativnost, srozumitelnost, obtížnost a struktura. Z hlediska řešení úloh se pak jedná o způsob řešení, podmíněnost, obtížnost atd.

Z hlediska operační funkce učební úlohy má největší význam jazyková stránka úlohy, protože správně volenými jazykovými prostředky lze dosáhnout požadované operační kvality učebních úloh (Wahla, 1983).

2. 1. 8. Pozorování a praktická cvičení (laboratorní práce)

Přírodní vědy se snaží popisovat a vysvětlovat přírodní jevy či zákonitosti. K objevům docházejí vědci na základě pozorování různých objektů, provádění experimentů, následné analýzy dat atd. Je tedy zřejmé, že je pro vědce nezbytně nutné nejprve získat právě tyto dovednosti. Z tohoto důvodu je v mnoha zemích kladen důraz na rozvoj praktických dovedností žáků (Boz a Boz, 2005).

Pozorování se v systému didaktických metod řadí mezi názorně demonstrační metody (Skalková, 2007). Metoda pozorování spočívá v tom, že žáci podle pokynů učitele bezprostředně poznávají věci nebo jevy ve svém okolí. Jde o systematickou, často dlouhodobou činnost žáků, která je náročná na přesnost a vytrvalost žáků (Šimoník, 2005).

Laboratorní práce se řadí mezi metody praktických činností žáků (Skalková, 2007). Abrahams a Millar (2008) uvádějí, že praktická cvičení jsou považována za základní prvek přírodovědného vzdělání, zařazení praktické činnosti odlišuje často přírodovědné předměty od ostatních.

Vyučovací hodina vyplněná metodou praktického cvičení se od tradičních hodin často velmi liší, je proto někdy označována jako specifická forma výuky. Z hlediska činnosti učitele a žáků je charakteristická aktivní a samostatnou prací žáků, učitel především s žáky konzultuje a pomáhá jim řešit případné problémy. Práce probíhá v odborných učebnách nebo školních laboratořích, žáci pracují samostatně nebo v menších skupinách (Šimoník, 2005).

Skalková (2007) uvádí, že laboratorní práce mohou obohatit jednostranný slovní způsob výuky. Podle Řeháka (1967) poskytují praktická cvičení žákům příležitost k praktickému používání osvojených vědomostí, k jejich upevňování a prohlubování. Žáci během praktických cvičení získávají praktické dovednosti, učí se formulovat hypotézy, samostatně pracovat, zaznamenávat průběh experimentu a vyvozovat závěry. Praktická cvičení podle Abrahamse a Millara (2008) pomáhají žákům rozvíjet chápání přírodních věd, žáci si také tímto způsobem uvědomí, že věda je založena na důkazech.

Ačkoliv jsou praktická cvičení metodou, která má v přírodovědném vzdělávání své místo, některé výzkumy kriticky hodnotí přínos praktických cvičení pro žáky. Kritický pohled na problematiku efektivity praktických cvičení přináší např. studie Hofsteina a Lunetta (1982), Boze a Boze (2005) či Abrahams a Millar (2008).

Je potřeba uvědomit si, že laboratorní práce je možné realizovat různými způsoby, přičemž ne všechny jsou stejně efektivní. Skalková (2007) rozděluje laboratorních cvičení na tyto typy: ilustrační, aplikační a laboratorní práce heuristického charakteru. Právě praktická cvičení s prvky bádání a samostatného objevování jsou považována za relativně efektivní, což dokládá např. Alouf a Bentley (2003). Akkus a kol. (2007) upozorňují, že badatelské aktivity mohou pomoci především žákům, kteří v přírodních vědách dosahují horších výsledků. U žáků s dobrými výsledky v přírodovědných předmětech nepozorovali tito autoři výraznější rozdíl při použití badatelských aktivit a klasické výuky. Podle Gibson a Chasea (2002) vede využití badatelského přístupu také k udržení zájmu žáků o vědu.

Naopak za velmi málo účinné jsou považována praktická cvičení realizovaná „formou kuchařky“, tzn. učitel dá žákům přesné instrukce, podle kterých žáci v průběhu celého experimentu postupují. V těchto případech se žáci stávají pasivními účastníky a mnohdy ani nevědí co a proč dělají (Boz a Boz, 2005).

Boz a Boz (2005) uvádějí, že učitelé často od praktických cvičení očekávají zvýšení motivace žáků, pomoc s porozuměním přírodovědným poznatkům nebo rozvoj dovedností jako je schopnost kritického myšlení. Nicméně mnohdy učitelé neumí metodu praktického cvičení využít tak, aby vedla ke splnění těchto cílů (Hofstein a Lunett, 1982; Boz a Boz, 2005).

Obecně přijímaným předpokladem je, že praktická cvičení žáky baví. Nicméně např. Abrahams a Millar (2008) uvádějí, že v hodnocení praktických cvičení žáky převládají preference „relativní“ nad „absolutními“. Tzn. žáci spíše hodnotí laboratorní cvičení jako méně nudná než psaní aj., ale nevnímají je jako zábavná sama o sobě. Příčinu toho, že žáci vnímají praktická cvičení jako méně nudná, vidí navíc Boz a Boz (2005) v tom, že žáci např. mohou volněji komunikovat s učitelem či spolužáky. Skutečnost, že praktická cvičení nezvyšují zájem žáků o přírodovědné předměty, může být způsobena tím, že žáci nerozumí významu experimentu. Z pohledu žáků mohou laboratorní cvičení působit jen jako další součást školní výuky, která nemá dopad na běžný život, žáci je také někdy vnímají jako nástroj učitele k tomu, aby výuka nebyla nudná.

Obdobně jako motivace jsou na tom podle Hofsteina a Lunetta (1982) a Boze a Boze (2005) i ostatní cíle, o kterých učitelé předpokládají, že budou v průběhu praktického cvičení naplněny. Boz a Boz (2005) vidí řešení v poskytnutí větší svobody žákům

pro experimentování. Žáci mají být více zodpovědní za návrh uspořádání experimentu, sběr dat a jejich vyhodnocení, učitelé by také měli žáky podporovat v tom, aby uvažovali nad různými způsoby řešení problémů... Do pedagogické praxe z tohoto plyne závěr, že je potřeba kriticky přistupovat i k vyučovacím metodám, které jsou často zařazovány do výuky a jsou považovány za efektivní. V praxi se pak jako vhodnější jeví praktická cvičení, při kterých se uplatňují prvky bádání, nicméně ani zde, jak dokládá Akkus a kol. (2007), nemusí být zaznamenán u všech žáků jen pozitivní dopad ve srovnání s jinými metodami.

2. 2 Odborná východiska k jednotlivým výukovým materiálům

Podkapitola odborná východiska k jednotlivým výukovým materiálům slouží jako odborné zázemí pro tvorbu výukových materiálů *Život ve slaných vodách a žábřonožky solné, Půdní respirace a Svět uvnitř rostlin*. Pro učitele může také alespoň částečně tvořit teoretický podklad pro přípravu výuky zmíněných integrovaných témat.

2. 2. 1 Odborná východiska k tématu Život ve slaných vodách a žábřonožka solná

Mořská a sladká voda se odlišují svými vlastnostmi. To, jak může salinita přímo či nepřímo ovlivňovat život ve slaných vodách a jejich okolí, je možné demonstrovat na příkladu fauny Aralského jezera. Ekologická katastrofa Aralského jezera bude zmiňována i dále v textu, nicméně již v úvodu je možné ukázat, jaký může mít pokles hladiny jezera a s ním spojené následky dopad na počty živočichů. Micklin a Aladin (2008) uvádějí, že za 30 let došlo v Aralském jezeře a jeho okolí ke snížení počtů druhů ptáků z 319 na 160, počty savců se snížily ze 70 na 32 a z původních 32 druhů ryb zbylo pouhých 6.

Z rozpuštěných látek vlastnosti mořské vody nejvíce ovlivňují soli, jejichž obsah můžeme v praxi vyjádřit pomocí salinity (slanosti). Ta vyjadřuje celkové množství pevných látek (bez organických látek) rozpuštěných v 1 kg mořské vody. Salinita se vyjadřuje nejčastěji v promile, vyjádřit ji lze i v procentech. Průměrná salinita mořské vody je 35 ‰ (3,5 %). To znamená, že v 1 kg mořské vody je rozpuštěno 35 g solí. Rozpuštěné soli ovlivňují vlastnosti jako je chuť a zápach mořské vody, hodnotu pH, hustotu, vodivost a bod varu v porovnání se sladkou vodou či nižší bod tuhnutí⁹ (Trujillo a Thurman, 2011).

Ze solí jsou v mořské vodě nejvíce zastoupeny chloridy např. chlorid sodný (asi 77,7 % celkového množství), chlorid hořečnatý (10,9 %), dále sírany jako je síran hořečnatý, vápenatý či draselný (tvoří asi 4,7 %, 3,6 % a 2,5 % celkového množství solí) méně než půl procenta pak tvoří např. uhličitan vápenatý nebo bromid hořečnatý (Netopil a kol., 1984).

⁹ Pro zajímavost je možné uvést některé hodnoty pro mořskou vodu se salinitou 35 ‰. Hustota této vody je při 20 °C 1,024 kg/dm³, při 0 °C 1,028 kg/dm³. Při hustotě 1,028 kg/dm³ zamrzá mořská voda při teplotě -1,9 °C, její teplota varu je pak 100,6 °C, pH se pohybuje kolem 8 (Netopil a kol., 1984).

Trujillo a Thurman (2011) uvádějí, že se salinita dříve měřila tak, že se z přesně odváženého množství vzorku nechala odpařit voda a následně se zvažily zbylé soli. Nevýhodou této metody je podle autorů možnost nepřesnosti daná tím, že některé látky z odparu mohou vázat vodu, zároveň se ale některé látky mohou spolu s vodou odpařit. Ačkoliv má tato metoda svá úskalí, díky své jednoduchosti a názornosti byla zařazena do pracovního listu k úloze *Život ve slaných vodách a žábřonožky solné* (příloha 8. 6).

Salinita vod není stálá, ale kolísá v závislosti na řadě faktorů. V širém oceánu se průměrná salinita pohybuje mezi 33 a 38 ‰. V pobřežních oblastech však může salinita kolísat v širokém rozmezí. V Baltském moři je např. salinita 10 ‰, zatímco v Rudém moři se salinita pohybuje kolem 42 ‰. Vůbec nejvyšší salinity dosahují některá slaná jezera jako je Velké solné jezero (salinita 280 ‰)¹⁰ a Mrtvé moře se salinitou 330 ‰ (Trujillo a Thurman, 2011).

K faktorům, které mohou zvyšovat salinitu, patří tvorba ledu v moři (led má nižší salinitu, koncentrace solí v okolní nezamrzlé vodě proto stoupá) nebo odpařování vody. Ke snižování salinity může docházet vlivem srážek (déšť, sníh, krupobití), sladkovodních přítoků, táním ledu v moři či táním pevninských ledovců. Nízkou salinitu Baltského moře tak lze vysvětlit tím, že do něj přitéká velké množství srážkové vody nebo vody ze sladkovodních přítoků, naopak vyšší salinita Rudého moře je dána vyšším výparem a nižším přítokem sladké vody (Trujillo a Thurman, 2011).

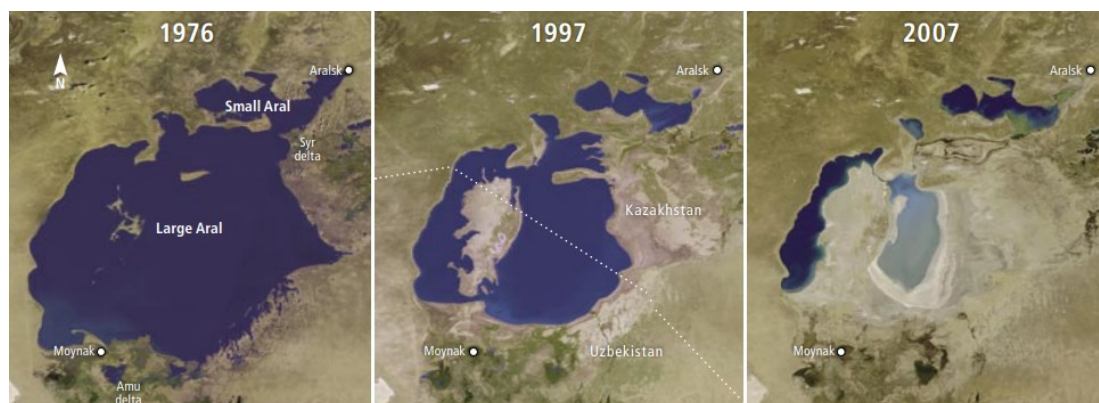
Je třeba dodat, že kolísání salinity nemusí být způsobeno jen přírodními faktory, ale významnou mírou se na něm může podílet i člověk. Příkladem zásadního zásahu člověka do fungování ekosystému může být Aralské jezero. Od 60. let 20. století dochází ke snižování hladiny a zmenšování plochy tohoto bezodtokého jezera (Micklin a Aladin, 2008). Postupné zmenšování plochy jezera viz na obr. 4.

Hlavním důvodem¹¹ je využití vody říčních přítoků Aralského jezera (Amudarji a Syrdarji) na zavlažování zemědělských ploch ve stepních oblastech střední Asie. V důsledku snižování hladiny Aralského jezera logicky dochází i ke zvyšování jeho

¹⁰ Salinita Velkého solného jezera kolísá nejen v průběhu let, ale i v průběhu jednoho roku, navíc není stejná ani v severní a jižní části jezera. V závislosti na zdroji jsou tak uváděny hodnoty salinity v rozmezí přibližně 100–300 ‰ viz např. White a kol. (2014)

¹¹ Ačkoliv se míra lidského přičinění složitě kvantifikuje, v případě snižování hladiny Aralského jezera se lidské přičinění odhaduje na 75–90 %, zbytek je přisuzován zhoršeným klimatickým podmínkám (Píšková, 2011a).

salinity. Ta je v některých oblastech více než dvojnásobná v porovnání s oceány (Micklin a Aladin, 2008), v případě východní pánve Velkého Aralu dosahuje salinita až čtyřnásobku salinity průměrného oceánu (Píšková, 2011a).



Obr. 4 Zmenšování plochy Aralského jezera; převzato z Micklin a Aladin (2008)

Postupně se hladina jezera snížila natolik¹², že došlo k rozdělení jezera na tři hlavní vodní plochy – Malý Aral (na obr. 5 označen zeleně) a dvě pánve Velkého Aralu (na obr. 5 označeny červeně) (Píšková, 2011a).



Obr. 5 Rozdělení Aralského jezera na tři vodní plochy – Malý Aral (vyznačen zeleně) a dvě pánve Velkého Aralu (vyznačeny červeně); převzato a upraveno z Micklin a Aladin (2008)

¹² Píšková (2011a) uvádí, že hladina poklesla o 25 výškových metrů.

V důsledku vysychání jezera dochází k celé řadě vzájemně propojených fyzikálních, chemických a biologických změn, které mají za následek jeden z velkých nejen ekologických, ale i socioekonomických problémů. Téma Aralského jezera je vhodné pro diskusi s žáky ohledně následků zásahů člověka do přírodních procesů. Česky psané články vhodné do výuky ve školách jsou např. články Píškové (2011a, 2011b) a Šobra (2012), z cizojazyčných je možné zmínit článek Micklina a Aladina (2008). Zařazení příkladu Aralského jezera může být navíc vhodné do výuky i z toho důvodu, že se v současnosti daří alespoň částečně některé chyby napravovat¹³. Více se o tom zmiňují např. články Píškové (2011a, 2011b) či Micklina a Aladina (2008). Do školního prostředí je možné doporučit 3. díl dokumentárního seriálu *Planeta písku* (Berrod a kol. 2016), ve kterém jsou popsána i opatření k obnově Aralského jezera a ochraně jeho okolí.

Jen relativně málo organismů je schopno obývat vody s vysokou salinitou. Faltejsek a kol. (2006) uvádějí, že hlavním problémem přežití v hypersalinním prostředí je energetická náročnost nepřetržité regulace osmotického tlaku. Bez ní by kvůli koncentračnímu spádu neustále docházelo k odvádění vody z těla/buněk organismu do okolního prostředí. Podle Košťála (2009) je také s vysokým obsahem solí ve vodě nevyhnutelně spjat nízký obsah kyslíku¹⁴.

Jedním z živočichů adaptovaných na život ve velmi slaných vodách je žábřonožka solná (*Artemia salina*)¹⁵ viz obr. 6 až 9. *Artemia salina* patří do skupiny korýšů¹⁶ označované jako lupenonožci.

Tělo žábřonožky solné se skládá ze tří částí: hlavy, hrudi a zadečku. U této žábřonožky se lze setkat s pohlavním dimorfismem. Samci a samice se liší např. svou velikostí

¹³ Akce na záchranu Aralského jezera jsou úspěšné především v oblasti tzv. Malého Aralu, hladina Velkého Aralu stále klesá (Micklin a Aladin, 2008; Píšková, 2011).

¹⁴ Při teplotě 15 °C a při normálním tlaku obsahuje jeden litr sladké vody 7 ml kyslíku a jeden litr běžné mořské vody 4-6 ml kyslíku. V jednom litru vody např. z Mrtvého moře je však za těchto podmínek obsah kyslíku už jen 0,8 ml/l (Košťál, 2009).

¹⁵ Rod *Artemia* je tvořen komplexem blízké příbuzných druhů, které se často označují souhrnně jako *Artemia salina* (Croghan, 1958b; Košťál, 2009). Toto označení je použito pro zjednodušení i v této práci.

¹⁶ Korýši jsou velkou skupinou živočichů patřících do kmene členovci (Arthropoda) v taxonu Ecdysozoa. Spolu s hmyzem tvoří korýši skupinu Pancrustacea (hmyz je vnitřní skupinou korýšů). Korýši vynikají rozmanitou morfologickou stavbou, mají dva páry tykadel, rozvětvené končetiny a klasické skupiny dýchají žábry (Vilímová, 2016).

(samice dosahují velikosti 10-12 mm, samci velikosti 8-10 mm), dále ve znacích jako je délka zadečku, velikost složených očí aj., na první pohled je u samců viditelná přeměna prvního páru tykadel v rozšířené útvary (slouží k přidržování samice při páření), u samic jsou pak viditelné i cysty (viz obr. 7). V závislosti na koncentraci solí jsou žábronožky solné zbarveny zelenavě až červeně (Dumitrascu, 2011).



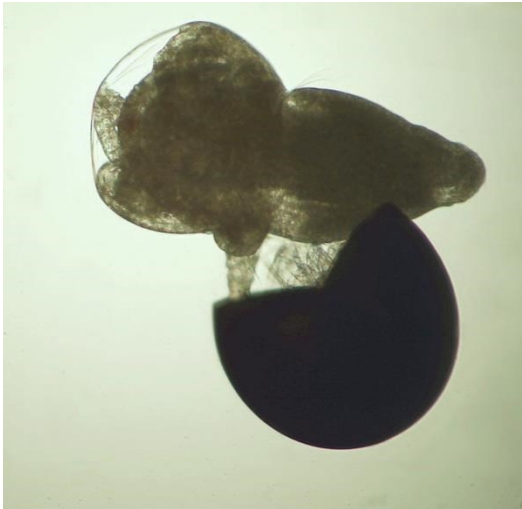
Obr. 6 Dospělé žábronožky solné získané rozmražením krmiva pro akvariijní ryby



Obr. 7 Dospělé žábronožky solné, vlevo samice, vpravo samec

U žábronožek solných se lze setkat s oviparií (vejcorodostí) nebo ovoviviparií (vejcoživorodostí), přičemž rozmnožovací strategie závisí na koncentraci solí. Při oviparii se oplodněná vajíčka vyvíjejí až do stádia gastruly a následně jsou obklopena odolným obalem. Takto utvořené cysty jsou uvolněny do vody, k líhnutí larev (tzv. nauplií, líhnutí nauplia viz obr. 8, nauplius viz obr. 9) dochází až poté, co cysty projdou procesem vyschnutí a následné hydratace. Při ovoviviparii embryo na rozdíl od oviparie neomezuje svůj vývoj ve stadiu gastruly, ale vyvíjí se dále v samičím těle, k líhnutí nauplií dochází ihned při kladení vajíčka (Dumitrascu, 2011).

Nauplia jsou pozitivně fototaktická, ve vodním sloupci se pohybují pomocí druhého páru tykadel. Stejně jako dospělci se živí filtrací. V závislosti na dostupnosti potravy dosahují larvy dospělosti do tří týdnů (Dumitrascu, 2011).



Obr. 8 Líhnutí nauplia žábřonožky solné



Obr. 9 Žábřonožka solná – nauplius

Zatímco ostatní lupenonožci se vyskytují převážně ve sladké případně brakické vodě (tzn. ve vodě se salinitou mezi sladkou a mořskou vodou), žábřonožky solné jsou široce rozšířeny ve slaných jezírkách a nádržích (Croghan, 1958b). Žábřonožky rodu *Artemia* jsou jako jedny z mála organismů schopny trvale žít v hypersalinních vodách, vyskytují se v asi pěti stech jezer celého světa s výjimkou Antarktidy (Košťál, 2009). Croghan (1958b) uvádí, že ačkoliv jsou *Artemie* schopné žít i ve vodách s koncentrací solí odpovídající průměrné mořské vodě, v mořích se nevyskytují pravděpodobně z ekologických příčin. Croghan (1958b) experimentálně prokázal, že po postupné aklimatizaci jsou žábřonožky solné schopné přežívat v širokém rozmezí koncentrací solí (od 10 % až po nasycený roztok). V destilované či sladké vodě však *Artemie* přežívají pouze krátkou dobu (většina uhynie do 24 h).

Jak už bylo uvedeno dříve, život v hypersalinních vodách s sebou nese problém s nedostatkem kyslíku a nutností regulace osmotického tlaku. Dumitrascu (2011) také uvádí, že slaná jezera mají často sezónní či cyklické periody vysychání. S těmito obtížemi se žábřonožky solné vyrovnávají pomocí řady mechanismů. Tito živočichové jsou schopni přežívat ve vodách s velmi nízkým obsahem kyslíku. Minimální obsah kyslíku pro dospělé jedince je 0,5 mg/l, pro nauplia pak 0,3 mg/l (Dumitrascu, 2011). Podle Croghana (1958a) také žábřonožky solné disponují mechanismem, který jim umožňuje aktivně vylučovat chlorid sodný a vstřebávat vodu z hypertonického prostředí.

Další adaptací jsou vajíčka, respektive cysty. Žábřonožky kladou vajíčka opatřená nepropustným vnějším obalem, tzv. cystou, která chrání embryo (Košťál, 2009). Cysty

jsou tvořeny chitinem, lipoproteiny aj. Jsou vysoce odolné vůči vnějším podmínkám – jako příklad lze uvést odolnost cyst při teplotách do 80 °C (pokud jsou v suchém stavu, odolnost hydratovaných cyst je okolo 40 °C), dále jsou cysty odolné vůči dlouhodobému suchu, nízkému obsahu kyslíku či působení pesticidů (Dumitrascu, 2011).

S tímto živočichem se lze setkat např. v již zmiňovaném Aralském nebo Velkém solném jezeru. Ve Velkém Aralu se žábřonožky objevily před asi dvaceti lety, dostaly se tam pravděpodobně v podobě cyst přenášených na peří ptáků. Kromě žábřonožky se v hypersalinní vodě Velkého Aralu vyskytují slanomilné řasy a bakterie, žábřonožky se tak staly hlavním zdrojem potravy ptáků (Berrod a kol., 2016).

Croghan (1958b) uvádí, že lze žábřonožky solné chovat v akváriích se salinitou odpovídající mořské vodě s jemným vzduchováním, příležitostně je možné je dokrmovat rozetřenými peletami sušeného droždí. Více o chovu nejen žábřonožek solných, ale i jiných korýšů pojednávají také články *Korýši v praktických cvičeních ve školách* a *O významu korýšů a jejich využití v praktických cvičeních ve školách* (Sezemská, 2017a; Sezemská, 2017b).

Jak už bylo zmíněno, žábřonožky solné mají v přírodě velký význam, často tvoří hlavní či dokonce jedinou potravu ptáků v okolí slaných jezer (Micklin a Aladin, 2008). Žábřonožky rodu *Artemia* jsou však významné i pro člověka. Lidé je znají a využívají v lokálním měřítku celá staletí. Zatímco dříve sloužily žábřonožky jako důležitá část potravy lidí obývajících oblasti v okolí slaných jezer, od 30. let 20. století mají *Artemie* význam především pro komerční chovy ryb. Ve velkém měřítku proto dochází ke sběru cyst žábřonožek, např. v okolí Velkého solného jezera. Pro účely krmení ryb se využívají nauplia, odskořápkované cysty i dospělci (Dhont a Sorgeloos, 2002). Využití žábřonožek v chovu ryb blíže popisují např. Shields (2001) nebo Liao a kol. (2001).

Stejně jako řada jiných druhů korýšů jsou i žábřonožky solné využívány jako modelový organismus především v toxikologických studiích (např. Solis, 1993).

2. 2. 2 Odborná východiska k úloze Půdní respirace

Půda patří v současnosti k jednomu z nejohroženějších přírodních zdrojů. Zároveň je naprosto nezbytná pro udržení lidské populace (Jeffery a kol., 2010). Proto je důležité, aby byli žáci s tímto tématem ve škole seznámeni, a aby pochopili základní zákonitosti, které vedou k zachování úrodnosti půdy.

Z výukových materiálů na téma půda je možné využít např. integrovaný text *Člověk a příroda – Půda* (Bergstedt a kol., 2005), materiály Sdružení Tereza k projektu Globe, oblast pedologie (Sdružení Tereza, 2009) nebo náměty na projekty pracující s kompostováním (např. Chlebounová, 2013) či hnojením např. projekt *Pohnojme to spolu* (Vojíš a Čábelová, 2017).

Vznik půdy je dlouhodobý proces probíhající v důsledku působení různých faktorů, které se označují jako pedogenetické. Mezi nejvýznamnější pedogenetické faktory patří druh mateční horniny, podnebí, podzemní voda či živé organismy (Miko, 1993).

Úloha živých mikroorganismů spočívá v dodávání a přeměně organických látek. Nejvýznamnější skupinou půdních organismů¹⁷ je půdní mikroflóra, která má schopnost postupně rozkládat organické látky až na látky minerální, tj. má schopnost dekompozice a mineralizace. Půdní mikroflóra je tvořena půdními bakteriemi, houbami, sinicemi či řasami. Nejpočetnější jsou bakterie, které mají schopnosti významně ovlivňující cykly biogenních prvků. Za všechny lze zmínit schopnost fixace vzdušného dusíku. Houby zase mají např. schopnost rozkládat některé obtížně rozložitelné látky, jako je celulóza nebo lignin, čímž pro sebe i ostatní organismy uvolňují jednodušší, zpracovatelné látky. Řasy a sinice se vyskytují ve svrchních vrstvách půdy. Jejich význam spočívá mimo jiné v primární produkci organické hmoty, jelikož jsou schopny fotosyntézy (Miko, 1993).

Aktivitu mikroorganismů lze stanovovat různými způsoby. Významné je např. stanovení enzymové aktivity či měření intenzity fixace dusíku, nejčastěji používaným

¹⁷ Miko (1993) uvádí rozdělení půdních organismů (tzv. edafonu) podle velikosti. Za makroedafon označuje organismy větší než 2 či 10 mm (sem spadají organismy, jako jsou např. stonožky, žížaly, pavouci), jako mesoedafon pak organismy s velikostí v rozmezí 0,2 mm až 2 či 10 mm (např. roupice či drobní členovci). Nejmenší organismy (velikost do 0,2 mm) jsou souhrnně označovány jako mikroedafon. Ten zahrnuje mikroflóru a mikrofaunu.

měřítkem aktivity půdní mikroflóry je pak respirační aktivita neboli půdní respirace (Mikanová a kol., 2010).

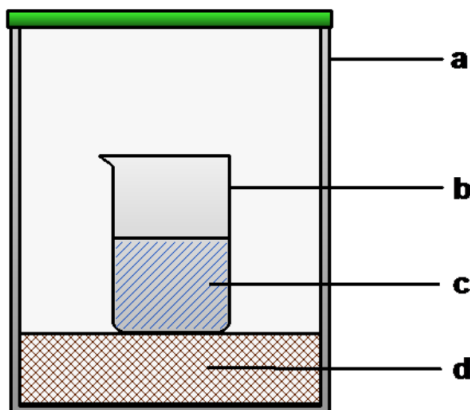
Nejobecnějším projevem biologické činnosti je mineralizace organických látek půdní mikroflórou, respirační aktivita (půdní respirace) je pak obecným ukazatelem mineralizační kapacity společenstva mikroorganismů. Tuto mineralizaci je možné vyjádřit produkcí oxidu uhličitého, respirační aktivita tedy odpovídá množství vyprodukovaného oxidu uhličitého mikroflórou za stanovený čas (Mikanová a kol., 2010). Podle Bond-Lambertyho a Thomson (2010) představuje množství oxidu uhličitého uvolněného půdní respirací dokonce druhý největší suchozemský tok uhlíku. Půdní mikroorganismy se tak zásadně podílejí na globálním koloběhu tohoto prvku. Produkce oxidu uhličitého půdou je, jak uvádějí Luo a Zhou (2006), dokonce o řád vyšší než veškeré emise oxidu uhličitého vzniklé činností člověka. Intenzita půdní respirace navíc se stoupající teplotou roste, zabývají se jí tedy výzkumy zaměřené na globální oteplování (např. Bond-Lamberty a Thomson, 2010; Carey a kol., 2016). Respirační aktivita je také významným ukazatelem úrodnosti a kvality půdy (Friedler a Grunda, 1989; Mikanová a kol., 2010).

Mikanová a kol. (2010) uvádějí, že je možné stanovovat respiraci bazální a potenciální. Stanovení bazální i potenciální respirace je v principu stejné, pouze v případě potenciální respirace se vzorek půdy dopředu obohacuje glukosou, která slouží jako zdroj uhlíku, a síranem amonným, který slouží jako zdroj dusíkatých látek.

Podle Miko (1993) je možné půdní respirace měřit v polních či laboratorních podmínkách. Laboratorní stanovení vychází z reakce oxidu uhličitého s hydroxidem sodným a následné acidobazické titrace zbytkového hydroxidu (Friedler a Grunda, 1989; Miko, 1993). Samotnému měření produkce oxidu uhličitého půdou předchází odběr vzorku a stanovení půdní vlhkosti. Z odebraného vzorku půdy se odebere 10 g půdy, která se nechá vysušit v sušičce při teplotě 105 °C do konstantní hmotnosti. Z poměru hmotnosti vody a hmotnosti vzorku před vysušením se pak vypočítá vlhkost vzorku. Stanovení se provádí alespoň třikrát, použije se pak průměrná hodnota vlhkosti půdy (Miko, 1993).

Uspořádání experimentu k měření půdní respirace v laboratorních podmínkách znázorňuje obr. 10. Vzorek půdy o známé hmotnosti se uzavře v nádobce s těsněním.

Na vzorek půdy se postaví malá kádinka s roztokem hydroxidu sodného. Takto založený experiment se nechá několik dnů (max. 1 týden) inkubovat (Miko, 1993).



Obr. 10 Uspořádání nádobového pokusu: a) uzavíratelná nádoba, b) kádinka, c) roztok hydroxidu sodného, d) vzorek půdy

Procesem půdní respirace se uvolňuje oxid uhličitý, který reaguje s hydroxidem sodným obsaženým v kádince za vzniku uhličitanu sodného. Vzniklý uhličitan sodný se převede pomocí roztoku chloridu barnatého na nerozpustný uhličitan barnatý. Zbytkový hydroxid sodný se následně stanoví acidobazickou titrací (Miko, 1993).

Jako odměrný roztok se používá roztok kyseliny chlorovodíkové a jako acidobazický indikátor fenolftalein. Hydroxid sodný se kromě reakce s oxidem uhličitým uvolněným půdním dýcháním může spotřebovat na reakci se vzdušným oxidem uhličitým. Zároveň není možné připravit roztok hydroxidu o přesné koncentraci (například kvůli reakci se vzdušným oxidem uhličitým či jeho hygroskopicitě). Proto se zakládá ještě tzv. slepý vzorek (uspořádání vypadá obdobně jako na obr. 10, pouze je vynechána půda), u kterého látkové množství spotřebovaného hydroxidu pokrývá právě tyto efekty (Miko a kol., 1993).

Kyselina chlorovodíková není primárním standardem, proto je potřeba před použitím odměrného roztoku provést její standardizaci. Ke standardizaci odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové lze využít například tetraboritan sodný, se kterým kyselina chlorovodíková reaguje podle rovnice: $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 2 \text{HCl} + 5 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaCl} + 4 \text{H}_3\text{BO}_3$. Jako acidobazický indikátor lze využít methyloranž. Ke standardizaci odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové je možné použít i hydrogenuhličitan draselný. Ten s kyselinou chlorovodíkovou reaguje podle rovnice: $\text{KHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$. V tomto případě je třeba před bodem ekvivalence titrovaný roztok povařit za účelem odstranění rozpuštěného oxidu uhličitého (Opekar, 2010).

Protože skrytý život mikroorganismů je pro některé žáky příliš abstraktní, může být vhodné zařazení úloh seznamujících žáky i s některými makroskopickými organismy, které ovlivňují půdotvorné procesy. Za všechny lze zmínit např. stínky.

Stínky patří do skupiny korýšů označované jako stejnonožci (Isopoda). V rámci této skupiny existují druhy vodní i suchozemské (Smrž, 2013). Z hlediska půdotvorné činnosti jsou významní právě suchozemští zástupci. Tito živočichové jsou většinou všežraví, živí se detritem, houbami a odumřelými či živými kusy rostlin (Warburg, 1993), přičemž preferují odumřelý rostlinný materiál, který již prošel částečnou mikrobiální degradací (Wolters a Ekschmitt, 1997). Suchozemští stejnonožci se významně podílejí na rozkladu organické hmoty a jejím transportu do hlubších vrstev půdy (Hassal a Dangerfield, 1989). Wolters a Ekschmitt (1997) uvádějí, že stejnonožci s oblibou požírají například spadané listy. Ty procházejí jejich trávicím ústrojím a v poměrně málo strávené podobě se vrací zpět do půdy, kde slouží jako výživa pro mikroorganismy. Jinými slovy stejnonožci rozměňují velkou potravu a činí ji dostupnou bakteriím aj. (Wolters a Ekschmitt, 1997). Suchozemští stejnonožci zajišťují též šíření bakterií či mikroskopických hub (Hassal a Dangerfield, 1989).

U suchozemských korýšů se musely v průběhu evoluce vyvinout znaky, jako např. je inkrustace kutikuly uhličitanem vápenatým¹⁸ nebo změny v dýchání (konkrétně u stínek se můžeme namísto žaber setkat s tzv. pseudotrachejemi, které je možné pozorovat jako bělavá tracheální políčka na prvních dvou zadečkových člancích – na obr. 11 označené šipkami) (Smrž, 2013).

¹⁸ Vysoká potřeba uhličitanu vápenatého je jedním z důvodů, proč lze stínky často nalézt ve sklepích (Smrž, 2013).



Obr. 11 Stínka obecná (*Porcellio scaber*) z ventrálního pohledu, červenými šipkami jsou označena tracheální políčka

Pro chov stínek ve školních podmínkách postačí menší akvárium či box. Na dno se umístí asi 4 cm vysoká vrstva lignocelu nebo hrabanky, tlející listí a ploché kameny (obr. 12). Do takové nádoby dáme asi 10 dospělých jedinců. Následně stačí jen udržovat vlhký substrát a občas doplnit listí nebo přidat kus jablka či brambory. Pozorovat lze požíráání listí stínkami (obr. 13), hloubení nor, za čas se objevují i bělavě zbarvené mladé stínky (Sezemská, 2017a; Sezemská, 2017b).



Obr. 12 Nádrž pro chov stínek (*Porcellio scaber*) nebo jiných suchozemských stejnonožců



Obr. 13 Požer listů způsobený stínkami *Porcellio scaber*

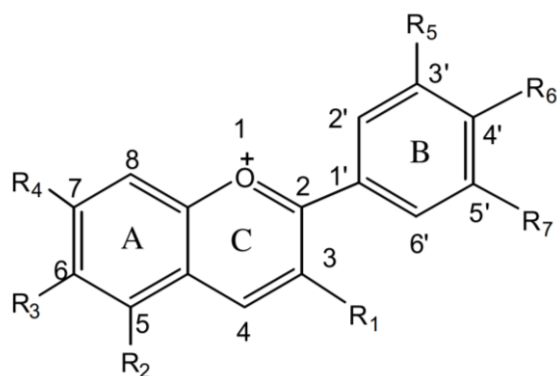
2. 2. 3 Odborná východiska k úloze Svět uvnitř rostlin

Typická rostlinná buňka se odlišuje od živočišné např. přítomností vakuoly či plastidů. Vakuola je nejobjemnější organelou téměř všech starších rostlinných buněk, může zabírat až 80 % objemu protoplastu. Jedná se o organelu ohraničenou jednoduchou membránou, vyplněnou tekutinou, která se označuje jako buněčná či vakuolární šťáva. Vakuola plní v rostlinách celou řadu funkcí. Zajišťuje např. udržování relativně stálého pH a koncentrace iontů v cytoplasmě, izoluje a uchovává odpadní látky, sekundární metabolity (alkaloidy, flavonoidy, taniny aj.), slouží ke skladování živin a minerálních látek, některých barviv, hydrolytických enzymů, dále hraje roli při detoxifikaci některých metabolitů, při buněčném růstu či hospodaření s vodou a při osmoregulaci aj. (Pazourek a Votrubová, 1997).

Všechny pigmenty přítomné ve vakuole jsou rozpustné ve vodě. Nejvíce zastoupené jsou tzv. antokyany (Pazourek a Votrubová, 1997). Označení antokyany pochází z řeckého *anthos* což znamená květ a *kyanos*, což znamená modrý. Antokyany patří do velké skupiny sloučenin, které se označují jako flavonoidy (Kong a kol., 2003). Podle Castaneda-Ovando (2009) je známo více než 500 různých antokyanů. Hlavním rozdílem ve struktuře těchto látek je počet hydroxylových skupin, typ a počet vázaných sacharidů (v přírodě se antokyany vyskytují často ve formě glykosidů) aj. (Castaneda-Ovando, 2009). U vyšších rostlin se z antokyanů běžně vyskytují např. pelargonidin, peonidin, cyanidin, malvidin, petunidin či delphinidin (Kong a kol., 2003). Základní struktura antokyanů je znázorněna na obr. 14, konkrétní substituenty R₁-R₇ pro vybrané antokyany shrnuje tabulka 2.

Se strukturou antokyanů souvisí zajímavá schopnost těchto látek. Antokyany totiž v závislosti na pH či přítomnosti některých iontů kovů (např. iontů železa a hliníku) mění svou barvu (Kong a kol., 2003).

Antokyany způsobují růžové, červené, fialové nebo modré zbarvení květů rostlin, jako jsou růže, petúnie, pomněnky, pelargonie, pivoňky apod. Jeden rostlinný druh často obsahuje více typů antokyanů, výsledné zbarvení pak záleží na typu přítomných antokyanů a jejich vzájemném poměru (Pazourek a Votrubová, 1997). Antokyany způsobují také zbarvení některých plodů a vzácněji listů červenolistých druhů a odrůd rostlin (Chalker-Scott, 1999).



Obr. 14 Základní struktura antokyanů, převzato z Castaneda-Ovando (2009)

Tab. 2 Přehled substituentů R₁-R₇ pro vybrané antokyany, upraveno podle Castaneda-Ovando (2009)

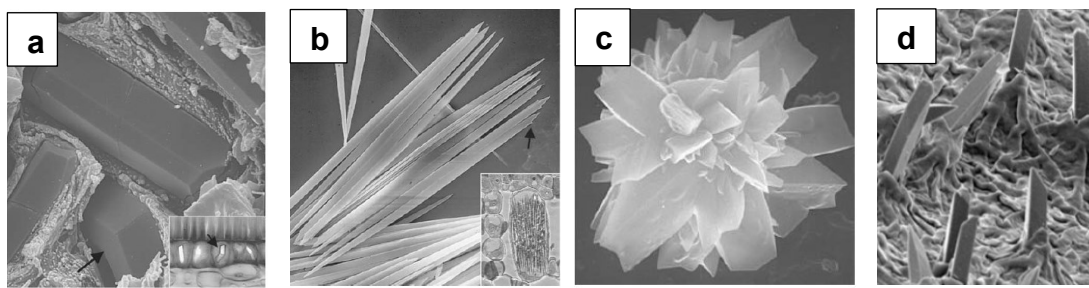
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇
cyanidin	OH	OH	H	OH	OH	OH	H
delfinidin	OH	OH	H	OH	OH	OH	OH
malvidin	OH	OH	H	OH	OMe	OH	OMe
pelargonidin	OH	OH	H	OH	H	OH	H
peonidin	OH	OH	H	OH	OMe	OH	H
petunidin	OH	OH	H	OH	OMe	OH	OH

Antokyany bývají produkovány rostlinami vystavenými UVB zářením, nízkým teplotám, suchu aj. Hrají tedy roli při adaptaci rostlin na stres (Chalker-Scott, 1999). Antokyany také brání napadení rostlin hmyzem, mohou fungovat jako antioxidanty a významnou funkci plní při lákání opylovačů a živočichů, kteří šíří semena. Antokyanům bývá také přisuzován pozitivní dopad na lidské zdraví. Pomáhají např. při prevenci kardiovaskulárních onemocnění, mohou napomoci mírnit účinky některých mutagenů atd. (Kong a kol., 2003).

Ve vakuolách rostlin se lze setkat i se sloučeninami špatně rozpustnými ve vodě. Příkladem takovéto sloučeniny je šťavelan vápenatý, jehož krystaly je možné u řady druhů rostlin pozorovat pod světelným mikroskopem. Krystaly šťavelanu vápenatého vznikají reakcí kyseliny šťavelové syntetizované rostlinnou a vápenatých iontů původem z prostředí. Na rozdíl od laboratorního provedení, kde srážecí reakce probíhá snadno a rychle, je v rostlinných buňkách tvorba krystalů šťavelanu vápenatého složitě řízena a regulována (Franceschi a Nakata, 2005). Krystaly vznikají nejčastěji ve vakuolách specializovaných buněk označovaných jako krystalové idioblasty. Mohou se však tvořit i v jiných typech buněk, např. v buňkách mezenchymu, parenchymu či

v epidermálních buňkách (Meric, 2009). Krystaly nevznikají volně v roztoku, ale jejich vznik je asociován s buněčnými strukturami, přičemž nejvýznamnější jsou membránové struktury (Franceschi a Nakata, 2005).

Krystaly šťavelanu vápenatého mohou vypadat různě. Běžné jsou rafidy, hranolovité krystaly, styloidy či drúzy. Hranolovité krystaly (obr. 15 a) se vyskytují v buňkách samostatně i ve větším množství. Rafidy (obr. 15 b) jsou dlouhé tenké jehlicovité krystaly, v jedné buňce se jich vyskytují stovky i tisíce. Drúzy (obr. 15 c) jsou skupiny krystalů, mají sférický tvar. V buňkách se nejčastěji vyskytují jednotlivě (Franceschi a Nakata, 2005). Styloidy (obr. 15 d) jsou dlouhé, štíhlé, zašpičatělé krystaly. Mohou se vyskytovat v buňkách listů, případně mohou vybíhat i ven z kutikuly (Kabow a kol., 2008).

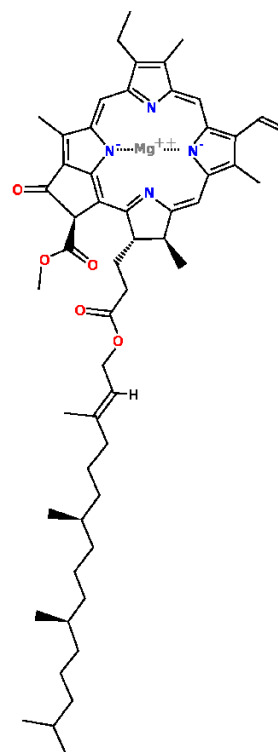


Obr. 15 a-d Různý vzhled krystalů šťavelanu vápenatého v rostlinách: a – hranolovité krystaly, b – rafidy, c – drúza (převzato a upraveno z Franceschi a Nakata, 2005), d – styloidy (převzato a upraveno z Kabow a kol., 2008)

Krystaly šťavelanu vápenatého plní v rostlinách různé funkce. Mohou například vznikat v důsledku regulace množství vápníku v pletivech a orgánech rostlin. Určitá koncentrace vápenatých iontů totiž slouží jako signál pro různé fyziologické procesy. Především v podmínkách, kde je vápník snadno dostupný, představuje vysrážení v podobě osmoticky a fyziologicky inaktivního šťavelanu vápenatého vysokokapacitní mechanismus regulace koncentrace vápenatých iontů v pletivech rostlin (Franceschi a Nakata, 2005).

Krystaly šťavelanu vápenatého hrají také roli při ochraně rostlin proti herbivorům. Např. ostré styloidy vyčnívající z povrchu listu (obr. 15 d) účinně brání proti spásání kopytníky. Rostlinným orgánům s vysokým obsahem krystalů šťavelanu se vyhýbá i hmyz. Do krystalů šťavelanu vápenatého mohou být také inkorporovány šťavelany kovů, jako je hliník, kadmium, měď aj., účastní se tedy detoxifikačních procesů (Doaigey, 1991; Franceschi a Nakata, 2005).

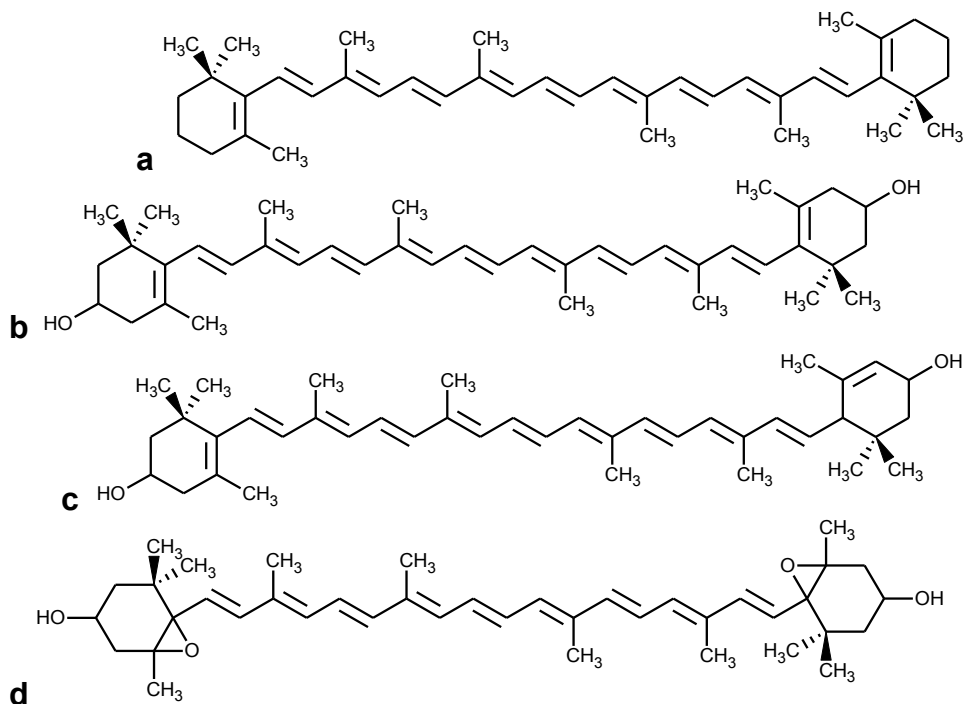
V rostlinných buňkách se můžeme setkat s různými typy plastidů. Nejznámější jsou zeleně zbarvené chloroplasty, které slouží k fotosyntéze. Pigmenty umožňující rostlinám proces fotosyntézy jsou lokalizovány na membráně tylakoidů (Pazourek a Votrubová, 1997). Nejvýznamnější fotosyntetická barviva jsou chlorofyly a karotenoidy. Z chlorofylů se u vyšších rostlin vyskytuje chlorofyl *a* a *b* (struktura chlorofylu *a* viz obr. 16). Chlorofyly *a* i *b* jsou složeny ze substituovaného porfyrinového kruhu, ve kterém je vázaný hořečnatý kation, a ftylového řetězce navázaného prostřednictvím esterové vazby. Přítomnost ftylového řetězce dodává chlorofylům nepolární charakter (Lichtenthaler, 1987).



Obr. 16 Struktura chlorofylu *a*

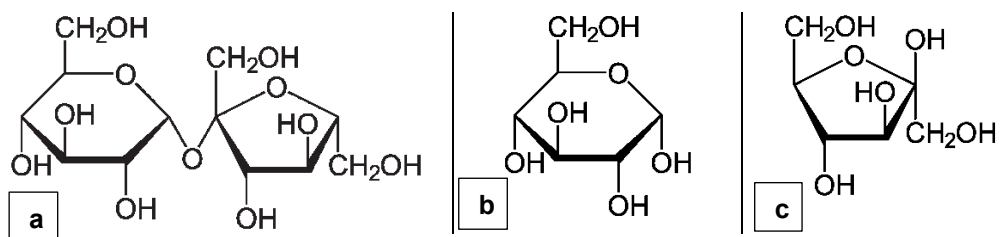
Karotenoidy jsou v přírodě široce rozšířenou skupinou pigmentů. Patří mezi isoprenoidy (Fraser a Bramley, 2004). Karotenoidy je možné rozdělit na karoteny (např. β -karoten, viz obr. 17 a), které neobsahují kyslík a xantofyly (mezi ně patří např. lutein, zeaxantin či violaxantin, viz obr. 17 b-d), které jsou kyslíkatými deriváty uhlovodíků. Jako primární karotenoidy, se označují ty, které se vyskytují ve fotosynteticky aktivních pletivech a jsou potřebné pro proces fotosyntézy. Karotenoidy, které způsobují žluté až červené zbarvení květů a plodů se pak označují jako sekundární (Lichtenthaler, 1987).

Karotenoidy jsou obsaženy i v dalším typu plastidů – v chromoplastech. Kvůli obsahu karotenoidů jsou chromoplasty žlutě, oranžově či červeně zbarvené, nemají schopnost fotosyntézy. Chromoplasty se nacházejí především v plodech, korunních či okvětních lístcích a výjimečně v kořenech a způsobují jejich zbarvení. Chromoplasty mají různé tvary – mohou být oválné, mohou mít tvar vřetene aj. Hlavní funkcí chromoplastů je lákání opylovačů a šířitelů semen (Pazourek a Votrubová, 1997). Karotenoidy produkované rostlinami mají velký význam pro živočichy. Např. charakteristické zbarvení mnoha druhů ptáků, hmyzu a mořských bezobratlých živočichů je způsobeno karotenoidy přijímanými s potravou. S karotenoidy je také spojován pozitivní dopad na lidské zdraví (Fraser a Bramley, 2004).



Obr. 17 Struktura vybraných karotenoidů: a – β -karoten, b – zeaxantin, c – lutein, d – violaxantin

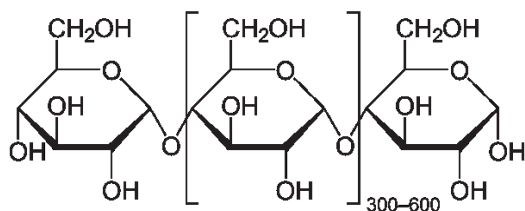
Sacharidy plní v rostlinách různé funkce. Hlavním zásobním sacharidem je škrob. V listech, kde škrob vzniká prostřednictvím fotosyntézy, zůstává jen malá část tohoto sacharidu (Zeeman a kol., 2010). Sacharidy jsou totiž potřebné i v nefotosyntetizujících pletivech a orgánech (např. kořeny, hlízy, semena), je tedy třeba je do těchto míst transportovat. Nejvýznamnější transportní formou sacharidů v rostlinách je sacharosa (obr. 18 a), méně často dochází k transportu ve formě glukosy (obr. 18 b) a fruktosy (obr. 18 c) (Machlis a Torrey, 1956).



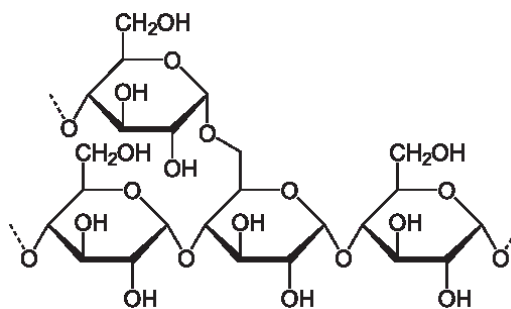
Obr. 18 Vzorce vybraných sacharidů: a – sacharosa, b – glukosa, c – fruktosa

V rostlinách dochází běžně k přeměně škrobu na transportní formy sacharidů a následně v cílových pletivech k opětovné přeměně transportních forem zpět na škrob. Substrátem pro biosyntézu škrobu je u vyšších rostlin ADP-glukosa. Jednotlivé zbytky glukosy jsou k již existujícímu řetězci připojovány syntasou škrobu, tímto způsobem vznikají řetězce amylosy (viz obr. 19). Syntézy amylopektinu (obr. 20) se navíc musí účastnit

větvící enzymy. Štěpení škrobu v buňkách probíhá fosforolyticky, produktem štěpení je glukosa-1-fosfát (Zeeman a kol., 2010).

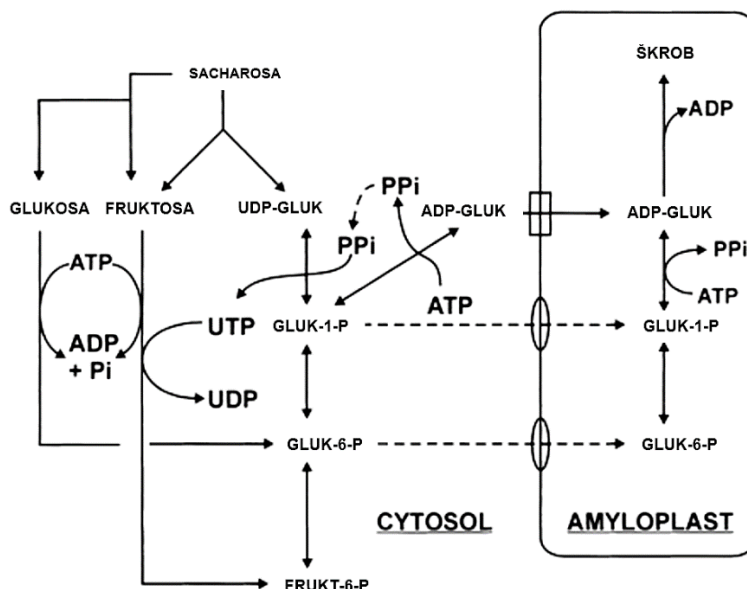


Obr. 19 Struktura amylosy



Obr. 20 Struktura amylopektinu

Jak už bylo zmíněno, v rostlinných buňkách dochází běžně k vzájemným přeměnám sacharidů. Schéma přeměny sacharidů v cytosolu a amyloplastu buňky, do které jsou sacharidy transportovány, znázorňuje obr. 21 (Emes a kol., 2003).



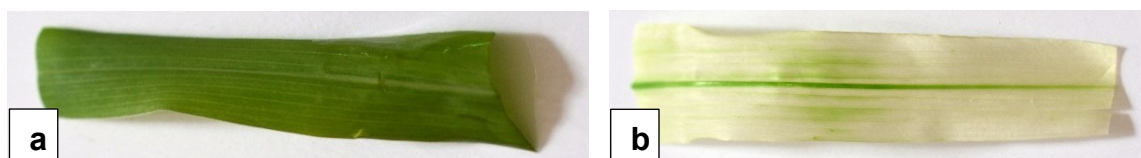
Obr. 21 Schéma vzájemných přeměn sacharidů probíhajících v cytosolu a amyloplastu, převzato a upraveno z Emes a kol. (2003).

UDP-GLUK: UDP-glukosa, ADP-GLUK: ADP-glukosa, GLUK-1-P: glukosa-1-fosfát, GLUK-6-P: glukosa-6-fosfát, FRUKT-6-P: fruktosa-6-fosfát, ATP: adenosintrifosfát, ADP: adenosindifosfát, UTP: uridintrifosfát, UDP: uridindifosfát, PPi: pyrofosfát, Pi: fosfát

Skutečnost, že v rostlinách může docházet k přeměně jednoduchých sacharidů, jako je glukosa, fruktosa či sacharosa, na škrob, lze demonstrovat snadným pokusem. Při tomto pokusu se nejdříve rostlina (kukuřice) ponechá 12 hodin ve tmě. Za tuto dobu dojde k degradaci asimilačního škrobu v listech. Po této době se z rostliny odstříhnou čtyři listy – jeden se vloží bází do roztoku 0,5M fruktosy, druhý do 0,5M roztoku glukosy, třetí do 0,5M roztoku sacharózy, poslední poslouží jako kontrola, vloží se tedy

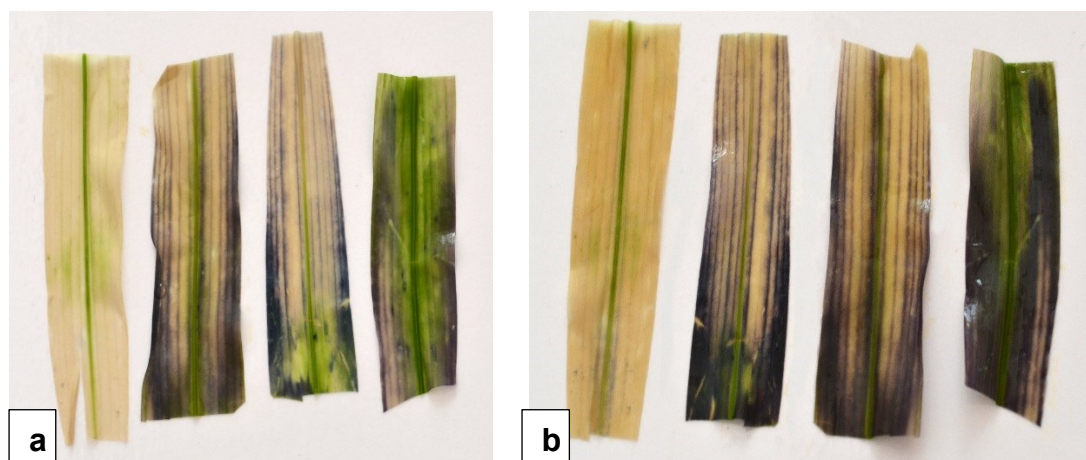
do destilované vody. Takto připravené listy se ponechají ve tmě dalších 48 hodin. Po této době se otestují na přítomnost škrobu (Machlis a Torrey, 1956).

Protože chlorofyly obsažené v listech by znesnadňovaly důkazovou reakci škrobu, je třeba je nejdříve z listu odstranit. Toho lze dosáhnout povařením v ethanolu. Po asi 15 minutách je většina chlorofylů z listu odstraněna (Machlis a Torrey, 1956). Vzhled listu před a po povaření v ethanolu viz na obr. 22 a-b.



Obr. 22 Část čepele listu kukuřice: a – před povařením v ethanolu, b – po převaření v ethanolu

Po povaření listu v ethanolu se list vloží ještě asi na minutu do vroucí vody a pak do Lugolova roztoku¹⁹. Pozitivním důkazem přítomnosti škrobu je modrofialové zbarvení (Machlis a Torrey, 1956). Probarvení je zřetelné až po delší době. Pro porovnání viz výsledek testování na přítomnost škrobu po 10 a 20 minutách (obr. 23 a-b).



Obr. 23 Testování listů na přítomnost škrobu: a – výsledek po 10 minutách, b – výsledek po 20 minutách; zleva: kontrola (list ponořený bází do destilované vody), list ponořený bází do 0,5M roztoku fruktosy, list ponořený bází do 0,5M roztoku glukosy a list ponořený bází do 0,5M roztoku sacharózy

¹⁹ Lugolův roztok je možné nahradit roztokem Betadine.

3 Metodika

3. 1 Šetření mezi akademickými pracovníky PŘF UK

Šetření probíhalo v letech 2015 a 2016, bylo prováděno formou rozhovorů. Chráska (2007) uvádí, že výhodou rozhovorů je navázání osobního kontaktu, který umožňuje hlubší proniknutí názorů a postojů respondenta. Respondenty bylo třináct akademických pracovníků Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy. Respondenti byli členy celkem dvanácti odborných kateder PŘF UK sekcí chemie a biologie. Vybráni byli především pracovníci, kteří mají kromě výzkumu v oblasti chemie nebo biologie i zkušenostmi s výukou předmětů pro budoucí učitele nebo se věnují vzdělávání učitelů prostřednictvím různých kurzů, přednáškových cyklů aj. Pokud se respondent některou z těchto aktivit zabýval, je tato skutečnost označena v kolonce *Výuka předmětů pro učitelské kombinace*. Charakteristiku respondentů shrnuje tabulka 3.

Tab. 3 Charakteristika respondentů

Sekce PŘF UK	Odborné zaměření respondenta	Pohlaví	Označení*	Výuka předmětů pro učitelské kombinace
Chemie	biochemie	muž	BCh	ano
	organické chemie	muž	OCh	ano
	anorganické chemie	muž	ArCh	ano
	analytická chemie	muž	AICh	ano
	fyzikální chemie	2 × žena	FCh	ano
Biologie	parazitologie	muž	PB	ano
	botanika	žena	BB	ano
	experimentální biologie rostlin	muž	EB	ne
	filosofie a dějiny přírodních věd	muž	FDB	ne
	fyzilogie	žena	FB	ano
	genetika a mikrobiologie	žena	GB	ano
	zoologie	žena	ZB	ano

* Pod tímto kódem jsou označeny odpovědi daného respondenta v kapitole výsledky

Rozhovory vycházely z předem připravených otázek, jednalo se o polostrukturované rozhovory (Švaříček a kol., 2007). Respondenti odpovídali na následující otázky:

1. *Kterým oblastem či tématům se věnuje současný výzkum v chemii/biologii (Jaké jsou hlavní trendy ve výzkumu v chemii/biologii)?*

2. *Které metody výzkumu jsou v chemii/biologii využívány nejčastěji?*

3. Která témata z oblasti chemie/biologie by měla být zařazena do výuky na středních školách?

4. Kterým tématům z oblasti chemie/biologie by nemusela být věnována taková pozornost, případně by nemusela být vůbec vyučována?

5. Které dovednosti a znalosti považujete za důležité u zájemců o studium biologie/chemie na vysoké škole?

6. Ze kterých zdrojů vhodných i pro středoškolské učitele a žáky lze čerpat aktuální informace z chemie/biologie?

Rozhovory trvaly přibližně 30 minut. Jak uvádí Švaříček a kol. (2007), v úvodu byl respondentům představen výzkum, kterého se účastní, dále byli ujištěni o anonymitě a požádáni o souhlas s nahráváním rozhovoru.

3. 2 Šetření mezi středoškolskými učiteli biologie a chemie

Dotazníkové šetření mezi středoškolskými učiteli bylo provedeno v roce 2017. Dotazník byl vytvořen ve Formuláři Google Docs (dotazník viz příloha 8. 1), sestával z jedenácti položek (čtyři identifikační a sedm věcných). Podle Chrásky (2007) se jednalo o otázky uzavřené s volbou jedné, nebo více odpovědí. Zařazené byly také polouzavřené otázky, které nabízely i využití nabídky „jiná možnost“. Nižší počet položek a zařazení uzavřených a polouzavřených otázek jsem volila z toho důvodu, aby vyplnění dotazníku nebylo časově náročné.

V první fázi šetření bylo osloveno šest učitelů, kteří vyplňovali dotazník v tištěné podobě. Cílem bylo zjistit časovou náročnost vyplnění dotazníku (průměrný čas, potřebný k vyplnění, byl deset minut) a to, zda jsou otázky srozumitelné. Na základě zpětné vazby od těchto učitelů pak došlo k úpravě desáté položky.

Po úpravě dotazníku byla na 928 emailových adres odeslána žádost o účast v šetření. K rozeslání byla využita databáze e-mailových adres učitelů, prostřednictvím které se rozesílají mj. informace o akcích přírodovědného vzdělávání Přírodovědecké fakulty UK. Šetření se zúčastnilo 218 učitelů – 52 mužů (24 %) a 166 žen (76 %), návratnost byla 23 %. V šetření bylo zastoupeno 55 vyučujících (25 %) s odbornou kvalifikací biologie nebo biologie s jiným předmětem než chemie, 55 učitelů (25 %) s odbornou kvalifikací chemie nebo chemie s jiným předmětem než biologie a 108 učitelů (50 %) s odbornou kvalifikací chemie a biologie. Respondenti se věnovali především výuce na vyšších stupních víceletých gymnázií či na čtyřletých gymnáziích (95,9 %) a na nižším stupni víceletých gymnázií (65,1 %). Na střední odborné škole vyučovalo 5,5 % respondentů a na základní škole 1,4 % učitelů.

Největší skupinu respondentů tvořili učitelé s délkou učitelské praxe 19 – 27 let (24,8 %), následovala skupina s délkou praxe 12 – 19 let (22 %), 2 – 6 let (15,1 %), 6 – 12 let (12 %), více než 32 let (11,5 %), 27 – 32 (9,6 %), nejmenší skupinu tvořili učitelé s délkou praxe 0 – 2 roky (4,6 %)²⁰.

Šetření částečně navazovalo na práce Podroužka (2002), Škody a Doulíka (2007), Šíby (2009, 2013) a Hejnové (2011). Některé položky dotazníku tak byly obdobné či shodné s dotazníky použitými v rámci šetření jmenovaných autorů. Účelem bylo jednak porovnat odpovědi učitelů základních škol a středních škol či víceletých gymnázií

²⁰ Intervaly doby praxe byly navrženy podle platových stupňů učitelů (Nařízení vlády, 2017).

(pouze s učiteli základních škol pracoval např. Podroužek (2002), respondenty Hejnové (2011) byli jen učitelé základních škol a nižšího stupně gymnázií), jednak bylo cílem obdobné šetření realizovat na větším vzorku respondentů (Hejnová (2011) pracovala s 26 respondenty, Škoda a Doulík (2007) se 70 respondenty, Šíba (2009) s 24 respondenty). V neposlední řadě považuji za vhodné obdobná šetření opakovat, aby bylo možné v budoucnu sledovat, zda se názory učitelů na dané téma v čase mění.

3. 3 Návrh vlastních materiálů s interdisciplinární tematikou a jejich ověření

V úvodu práce jsem si jako jeden z cílů stanovila vytvořit podporu pro integrovanou výuku některých témat. Při plánování této podpory jsem vycházela z následujících závěrů dotazníkového šetření mezi středoškolskými učiteli chemie a biologie:

- respondenti označili za hlavní faktor, který může napomoci s integrací poznatků z chemie a biologie, vhodné výukové materiály,
- respondenti také uvedli, že nejspíše využijí návody na praktické úlohy,
- respondenti jako preferovaný stupeň integrace nejčastěji zmínili zachování samostatných předmětů s důrazem na mezipředmětové vztahy.

Dále jsem vycházela z těchto závěrů šetření mezi akademickými pracovníky PřF UK:

- jedním z významných směrů ve výzkumu v chemii a biologii jsou výzkumy související s životním prostředím,
- na středních školách by podle respondentů měly být v chemii a biologii upevňovány především základní znalosti, jako jsou např. základní chemické výpočty a znalosti o vlastnostech látek, žáci by měli být seznámeni se základními metodami analytické chemie,
- na středních školách by podle respondentů měly být do výuky chemie a biologie zařazovány co nejčastěji praktické aktivity, měly by také být rozvíjeny základní pracovní návyky (dokončování činností, používání ochranných pomůcek, návyky vedoucí k bezpečnosti práce, smysl pro týmovou práci), manuální zručnost a trpělivost.

Na základě těchto šetření jsem se tedy rozhodla vytvořit sady výukových materiálů, ve kterých jsou zařazeny praktické úlohy. Tyto výukové materiály je možné využít zejména při integrované výuce typu *interdisciplinární přístup*, jak ho popisují Lederman a Niess (1997). K tomuto přístupu jsem se přiklonila z důvodu, že se jevílo pro většinu respondentů jako nejpříjemnější forma integrace, zachovat samostatné předměty, v rámci kterých se hledají propojení. I s ohledem na svou odbornou způsobilost (učitelství chemie a biologie) jsem volila zejména propojení biologických a chemických témat, nicméně jsou v úlohách zařazeny i přesahy do geografie, geologie či environmentální výchovy (půdní respirace, problematika Aralského jezera).

Při tvorbě výukových materiálů jsem se snažila o:

- nalezení souvislostí mezi učivem chemie a biologie,
- propojení s jinými předměty, pokud to bylo vhodné,
- propojení teoretických a praktických úloh, buď tak aby teoretické předpoklady byly ověřeny prakticky, nebo tak, aby se poznatky získané praktickými aktivitami aplikovaly při řešení teoretických úloh,
- důraz na základní metody, znalosti, dovednosti a koncepty z chemie a biologie,
- pestrost aktivit a přístupů (teoretické x praktické úkoly, dlouhodobé x krátkodobé pokusy aj.),
- zařazení úkolů sloužících k osvojování nového učiva i k procvičování učiva,
- zařazení návrhu a vyhodnocení přírodovědného experimentu (v této oblasti si totiž podle šetření PISA v roce 2015 čeští žáci vedli hůře (Blažek a Příhodová, 2016)),
- vytvoření komplexních materiálů, které pokrývají širší téma, ale zároveň umožní učiteli vynechat některé aktivity či zařadit jiné dle svého uvážení.

Zpracovala jsem tři integrovaná témata s označením *Život ve slaných vodách a žábřonožky solné*, *Půdní respirace* a *Svět uvnitř rostlin*. Ke každému jsem sepsala metodické pokyny (viz přílohy 8. 5, 8. 9, a 8. 15) zahrnující cíle, příklady zařazení do učiva podle RVP G (případně RVP ZV), popis časové náročnosti a průběhu aktivit, vypsání pomůcky a chemikálie pro celou výukovou sadu, upozornění na nutnost přípravy pomůcek delší dobu dopředu či poznámky k bezpečnosti práce.

V rámci tématu *Život ve slaných vodách a žábřonožky solné* (pracovní list viz příloha 8. 6, řešení pracovního listu viz příloha 8. 7) jsou žáci seznámeni se základními vlastnostmi sladké a slané vody, jako je hustota a salinita. Žáci se zabývají řešením teoretických úloh, na které navazují praktické aktivity. Žáci mají možnost vyzkoušet si návrh a realizaci jednoduchých experimentů, zařazeny jsou zde také základní chemické výpočty (především hmotnostní zlomek). Od vlastností slané vody se pozornost přesune ke konkrétnímu příkladu organismu, který je schopný přežít v hypersalinních vodách. Při práci na aktivitách spojených s žábřonožkami solnými si žáci procvičují především pozorování a základní manipulaci s mikroskopem/binokulárními lupami. Je zde i možnost využití dlouhodobého experimentu, při kterém jsou žáci seznámeni se základy vědecké práce.

K tématu *Půdní respirace* byly kromě metodických pokynů vytvořeny otázky a úkoly (příloha 8. 10), jejich řešení (8. 11) a návod k úloze (příloha 8. 12). V této úloze jsou žáci seznámeni se základní metodou analytické chemie – titrací. Tato metoda je využita při řešení biologického problému, tedy stanovení intenzity půdní respirace. V rámci úlohy si žáci zjednodušeně vyzkouší realizaci celého vědeckého postupu od formulace hypotézy, návrhu experimentu, odběru vzorku až k realizaci vlastního experimentu a interpretaci dat. Tato úloha zahrnuje dlouhodobý pokus, měla by tedy vést k rozvoji schopnosti dlouhodobějšího plánování, žáci si také mohou uvědomit, že vlastní vědecká práce sestává z mnoha provázaných kroků, že vyžaduje opakované ověřování výsledků a jejich správnou interpretaci. Žáci si vyzkouší aplikaci výpočtů potřebných při přípravě roztoků a výpočtu produkce CO₂ půdou.

Materiály k *Půdní respiraci* jsem rozdělila na návod k úloze (příloha 8.12) a otázky a úkoly k úloze (příloha 8. 10). Návod k úloze obsahuje kromě teorie a samotného postupu tabulky, do kterých si žáci zaznamenávají dílčí měření a výpočty. Otázky a úkoly jsem vyčlenila zvlášť, protože samotný návod je již poměrně rozsáhlý (šest stran) a začleněním úkolů by se rozsah ještě navýšil. Takto má učitel možnost např. vytisknout jeden návod pro skupinu žáků a pro každého zvlášť pak otázky a úkoly. Navíc byl doplněn pracovní list na téma *Stínky – pozorování, chov a význam* včetně řešení (přílohy 8. 13 a 8. 14), který umožňuje rozšíření tématu.

Téma *Svět uvnitř rostlin* (pracovní list a jeho řešení viz přílohy 8. 16 a 8. 17) je zaměřeno na základní poznatky o rostlinné buňce (konkrétně o vybraných organelách), významných rostlinných barvivech a jejich vlastnostech a na poznatky o vzájemných přeměnách sacharidů v rostlinných buňkách. Teoretické úlohy jsou zde opět propojeny s praktickými aktivitami. Žáci např. nejprve na základě struktury barviv předpovídají jejich rozpustnost ve vodě, v praktickém pokusu si pak rozpustnost barviv ověří.

Vytvořené výukové materiály jsem nejdříve ověřila v rámci svého pedagogického působení na gymnáziu na jedné skupině žáků kvarty osmiletého gymnázia v rámci předmětu chemie a biologie kolem nás²¹. Žákům jsem vysvětlila, že se jedná o nové výukové materiály a požádala je o spolupráci při jejich ověření. K úlohám mi poskytli žáci zpětnou vazbu v průběhu jejich realizace a po jejich realizaci v ústní podobě. Žáků

²¹ Předmět je povinně volitelný, trvá jeden školní rok, probíhá každý týden ve stejnou dobu ve dvou po sobě jdoucích vyučovacích hodinách, absolvuje ho přibližně polovina třídy (tzn. 14-17 žáků).

jsem se např. dotazovala, zda bylo některé zadání nejasné, zda měli na úlohy dostatek času, jestli pro ně byly některé úlohy obtížně řešitelné apod. Na základě připomínek žáků a nejasností vzniklých při realizaci výuky pak materiály prošly úpravou. Výuka témat byla v této fázi realizována následovně:

- úlohy z pracovního listu *Život ve slaných vodách a žábřonožky solné* řešili žáci během bloku dvou vyučovacími hodinami,
- úloha *Půdní respirace* byla rozdělena do dvou bloků (každý trval dvě vyučovací hodiny) – rozdělení aktivit proběhlo tak, jak je popsáno v metodických pokynech viz příloha 8. 9.
- úlohy z pracovního listu *Svět uvnitř rostlin* žáci řešili v průběhu dvou bloků (každý trval dvě vyučovací hodiny): v prvním žáci řešili úlohu 1 a 2 A-D. V druhém bloku jsme na začátku zopakovali učivo z předchozího týdne, žáci pak řešili úkoly 2 E-G a úlohu 3. Z úkolu 3 B žáci prováděli pouze důkaz škrobu v listech (založení pokusu jsem z časových důvodů musela připravit sama). Úkoly 3 A a 2 B měli žáci dovoleno vyřešit s použitím internetu, jelikož ještě neměli potřebné teoretické základy z chemie.

Upravené materiály pak byly ověřeny v dalších letech žáky kvarty osmiletého studia na gymnáziu v rámci předmětu chemie a biologie kolem nás (*Život ve slaných vodách a žábřonožky solné* a *Půdní respirace*), žáky kvinty osmiletého studia na gymnáziu v rámci předmětu biologie (*Svět uvnitř rostlin*) a studenti učitelství biologie/učitelství kombinací s biologií/doplňujícího pedagogického studia biologie v rámci předmětů pozorování a pokus organismální II a pozorování a pokus suborganismální I²². Žáci hodnotili úlohy pomocí dotazníku viz příloha 8. 2 a studenti pomocí dotazníků viz příloha 8. 3 a 8. 4. Dotazníky byly zadány po dokončení celého tématu, zkoumaly srozumitelnost, obtížnost, atraktivitu úloh aj. V první části dotazníků byly zařazeny škálové položky, v druhé části pak byly zařazeny položky otevřené. Použití otevřených položek totiž podle Chrásky (2007) umožňuje lépe postihnout skutečné mínění respondentů.

Výuka s pomocí výukových materiálů probíhala následovně:

- *Život ve slaných vodách a žábřonožky solné*: Při výuce na gymnáziu bylo téma rozděleno do dvou bloků (každý trval dvě vyučovací hodiny). V prvním bloku žáci

²² Tyto předměty probíhají na PČF UK na katedře Učitelství a didaktiky biologie.

vypracovávali úlohy 1 a 2, kromě nich jsem zařadila ukázky z dokumentu pojednávajícího o problematice Aralského jezera a okolí²³, na které navazovala diskuse s žáky.²⁴ V úvodu druhého bloku proběhlo opakování a ukázka z dokumentu Planeta písku, 3. díl (čas 29:20-31:50). V ukázce je představena žábřonožka solná a je v ní vysvětleno, jak se tento živočich dostal do Aralského jezera. Ukázka sloužila jako motivace k vypracování zbylých úloh pracovního listu, které se právě žábřonožkou solnou zabývají. Studenti učitelství s kombinací biologie PřF UK zkoušeli výukový materiál v jednom bloku, samotná realizace trvala 90 minut.

- *Půdní respirace*: téma bylo pro účely výuky na PřF UK i na gymnáziu rozděleno do dvou bloků (každý o délce 90 minut), rozdělení aktivit je popsáno v metodice (příloha 8. 9).
- *Svět uvnitř rostlin*: studenti PřF UK i žáci gymnázia zkoušeli všechny úlohy v jednom bloku, který trval tři vyučovací hodiny. Žáci gymnázia si úkol 3 B připravili v běžné hodině, studenti PřF UK z časových důvodů prováděli pouze důkaz škrobu v listech (založení pokusu jsem připravila sama).

²³ Planeta písku (3. díl)

²⁴ Diskuse s žáky a práce s dokumentem není součástí výukových materiálů, jedná se o možné rozšíření tématu.

4 Výsledky

4. 1 Výsledky šetření mezi akademickými pracovníky PŘF UK

V této kapitole jsou shrnuty výsledky šetření mezi akademickými pracovníky PŘF UK. Tyto výsledky byly publikovány ve sborníku ke konferenci Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie²⁵. Odpovědi jednotlivých respondentů jsou označeny kódy uvedenými v tabulce 3.

1. Kterým oblastem či tématům se věnuje současný výzkum v chemii/biologii (Jaké jsou hlavní trendy ve výzkumu v chemii/biologii)?

Ve výzkumu v biologii a chemii je možné sledovat několik hlavních trendů. **OCh, PB:** Za významný trend lze považovat posun k aplikovanému výzkumu a interdisciplinaritě (multidisciplinarity) jednotlivých vědních oborů. **GB:** Genetika se např. hojně prolíná s fyziologií a molekulární biologii.

Výsledky výzkumů nalézají uplatnění v humánní medicíně – **GB:** studuje se lidská genetika, **ACh:** vyvíjejí se a zdokonalují metody detekce škodlivých látek nebo léčiv v biologickém materiálu (krev, moč). **OCh:** Připravují se nové biologicky aktivní látky a léčebné preparáty (např. antidepresiva), **ArCh, FCh:** často se využívají a studují komplexní sloučeniny (**ArCh:** např. kontrastní látky, chemoterapeutické komplexy). **OCh:** Vyvíjí se i nové diagnostické postupy (jmenovat lze např. diagnostiku chřipkových onemocnění, HIV nebo různých forem rakoviny). **BCh:** Zkoumají se i komponenty imunitního systému (např. studium povrchových receptorů). **FB:** Zmínit lze i výzkumy z oblasti fyziologie např. studium kosterních svalů (studovány jsou signální dráhy vývoje svalu, změny fenotypu svalu atd.) nebo kardiologie (prevence a léčba ischemické choroby srdeční a její akutní formy infarktu myokardu, mechanismy vzniku arytmií a prevence, plicní a systémová hypertenze, cévní choroby, transplantace srdce aj.). **PB:** Výzkumy se též zaměřují na lidské parazitózy.

²⁵ SEZEMSKÁ Karolína a Simona Hybelbauerová, 2017. Aktuální témata v biologii a chemii a jejich výuka na středních školách. In Kričfaluši D., Mucha M., Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie. Ostrava: Ostravská Univerzita, Přírodovědecká fakulta, s. 323-331. ISBN 978-80-7464-942-4.

ArCh, OCh: Zajímavým směrem je materiálový výzkum (z uvedených odpovědí lze vybrat např. nanočástice a nanomateriály, tekuté krystaly, látky se zajímavými magnetickými, elektrickými či optickými vlastnostmi).

Dalším trendem je zdokonalování již známých metod a postupů – **OCh:** dochází např. k minimalizaci organické syntézy (snižuje se množství látek, se kterými se pracuje), **AlCh:** zpřesňují se analytické metody, **FCh, AlCh:** metody dělení směsí (i např. enantiomerů). **AlCh:** Dále se vyvíjejí nové strategie úprav vzorků před analýzou (např. odstranění matrice). **OCh:** Zefektivňují se postupy přípravy a syntézy organických látek a studují se mechanismy již známých reakcí.

BCh: V současné chemii i biologii je věnována pozornost výzkumům enzymů, mechanismů enzymatických reakcí a **ArCh, OCh:** katalyzátorů (využití organokovových sloučenin v katalýze organických reakcí, katalyzátory na bázi kovů, organokatalýza). **BCh:** Dále jsou studovány proteiny (např. funkce, struktura, interakce protein-protein, protein-DNA, posttranslační modifikace proteinů), **BCh, EB:** nukleové kyseliny (regulace genové exprese, RNA interference aj.), **BCh, EB:** metabolismy rostlinných látek, mykorhizní symbiózy či geneticky modifikované organismy.

PB, ZB, BB: V biologii se pak stále studuje diverzita organismů (především u mikroorganismů je v současnosti stále popisováno velké množství nových druhů) a probíhají výzkumy věnované systematice. **ZB, BB:** Kromě popisu samotné diverzity bývá pozornost věnována také šíření organismů a jejich ekologii, **BB:** významným tématem dnešní doby je problematika invazních druhů. **EB:** Značnou část výzkumu tvoří studium buněčné biologie (cytoskelet, váčkový transport atd.), studium morfogeneze a vývojová biologie.

Posledním významným trendem jsou výzkumy související se životním prostředím. **OCh, AlCh:** Vyvíjejí se a zdokonalují metody stanovení škodlivých látek (např. těžkých kovů, ale i organických látek) nebo léčiv v životním prostředí. **EB:** Zkoumají se reakce rostlin na stres (reakce na sucho, zasolení, vysokou teplotu, zvyšující se koncentraci oxidu uhličitého) a bariéry proti těžkým kovům. **OCh, EB:** Zároveň probíhají výzkumy zaměřené na bioremediace a fyto-remediace.

2. Které metody výzkumu jsou v chemii/biologii využívány nejčastěji?

AlCh: Využívány jsou klasické instrumentální metody jako je titrace, gravimetrie, dále **OCh, AlCh, FCh:** chromatografie (plynová, kapalinová, TLC), **ArCh, OCh, BCh,**

AICh, OCh: spektrální metody (z uváděných příkladů lze zmínit např. UV, viditelná a IR oblast, rentgenová spektroskopie, Ramanova spektroskopie, NMR spektroskopie, hmotnostní spektroskopie aj.), rentgenová difrakční analýza, **OCh:** extrakce, destilace, krystalizace, **FCh, OCh:** elektroforézy a další. **BCh, EB, FB:** Ve výzkumu se používají geneticky modifikované organismy a **EB:** mutanti, **BCh, EB, PB, ZB, BB, GB:** využívá se sekvenování jaderných, mitochondriálních a plastidových genů, běžné jsou genomické, proteomické a **GB:** cytogenetické metody, **BB:** průtoková cytometrie, **FB:** fyziologické (např. spirometrie) a elektrofyziologické (EKG, EMG) metody, **OCh, EB:** fluorescenční mikroskopie, fluorescenční značení a **EB:** elektronové mikroskopie. **ZB, BB:** Kromě genetických přístupů se např. v zoologii či botanice stále uplatňují i klasické morfologické, taxonomické nebo paleontologické přístupy.

3. *Která témata z oblasti chemie/biologie by měla být zařazena do výuky na středních školách, případně by jim měla být věnována větší pozornost?*

AICh, ArCh: Ve výuce chemie na střední škole by měl být kladen větší důraz na upevnění znalostí o periodicitě vlastností prvků a o základních vlastnostech látek jako je rozpustnost a barevnost iontů. **OCh:** Dále by měli být žáci schopni odhadnout reaktivitu určité sloučeniny (např. na základě přítomnosti násobných vazeb a funkčních skupin). **OCh:** Zmíněna by měla být i kyselost nejen minerálních a karboxylových kyselin (diskutován by měl být např. vliv hybridizace na kyselost). **ArCh:** Více by se mělo probírat téma koordinačních sloučenin. **OCh:** Zařazena by měla být i výuka zaměřená na práci s modely molekul a stereochemii, která by podpořila prostorovou představivost. **AICh:** Větší důraz by měl být kladen na přiblížení základů instrumentálních metod používaných v analytické chemii, znalost základních důkazových reakcí a praktické dovednosti (žáci by měli být seznámeni např. s titrací a důkazovými reakcemi i prakticky). Obecně by do výuky měla být zařazována hlavně témata praktická – **AICh:** žáci mají být seznámeni např. s příklady praktického využití analytické chemie, **ArCh, OCh:** zmiňovány by měly být především významné sloučeniny a sloučeniny, se kterými se lze v běžném životě setkat (např. využití hydroxidů a běžných kyselin). **BCh:** S každodenním životem by měly být propojeny i jevy z biochemie jako je kvašení nebo svalová únava.

V biologii by měla být vyučována následující témata (případně by jim měla být věnována větší pozornost): **BB:** vyšší systematika eukaryotických organismů, **EB, BB:** teorie endosymbióz (včetně vícenásobných endosymbióz a vzniku plastidů vyššího

řádu), **BB**: výroba biopaliv, **EB**: geneticky modifikované organismy, mykorhizní symbiózy a symbiózy s dusík fixujícími bakteriemi, fotosyntéza, proces RNA interference. **GB**: Všichni žáci by měli být seznámeni se základy genetiky (učivo genetika a biochemie se často kvůli omezení biologie a chemie na tři roky výuky nestihne probírat celé, probírá se pak v seminářích, které však nenavštěvují všichni žáci). **FDB**: Žákům by měly být představeny i moderní evoluční teorie.

Stejně jako v případě chemie by měly být i v biologii do výuky zařazeny **EB, PB, ZB, BB, FDB**: aktivity zaměřené na praktické dovednosti a **EB, PB, ZB, BB**: příklady propojené s běžným životem. **ZB, BB**: Větší důraz by měl být kladen na exkurze a práci v terénu. **PB, ZB, BB**: V samotné výuce by pak mělo být probíráno menší množství zástupců organismů, avšak takových **PB**: s velkým dopadem např. na lidské zdraví (různí paraziti) nebo **BB**: na globální cykly určitých prvků (např. *Emiliana huxleyi*).

FB: Vyučovat by se měla i témata věnovaná zdravému životnímu stylu, duševní hygieně, tématu zdravého spánku (vliv „modrého“ světla, dopad narušení biorytmů, práce ve směnných provozech atd.), dopadu nedostatku pohybu na zdraví člověka, civilizačním chorobám a jejich souvislosti s životním stylem atd.

EB, ZB, FB: Obecně by měl být kladen důraz na porozumění a znalost základních biologických a chemických principů, rozvoj samostatného myšlení a schopnost řešení teoretických i praktických úloh.

4. *Kterým tématům z oblasti chemie/biologie by nemusela být věnována taková pozornost, případně by nemusela být vůbec vyučována?*

OCh, ArCh, AlCh, BCh: Ve výuce chemie by se nemusely učit obsáhlé výčty sloučenin často bez významnějšího využití (zmiňovány by měly být hlavně významné sloučeniny). **ArCh, OCh**: Neměl by být kladen velký důraz na znalost názvosloví (hlavně komplexních a organických sloučenin) na úkor znalostí vlastností látek či jejich reaktivity (**ArCh**: ukotveny by měly být především základní pojmy jako kyselina, báze apod.). **PB, ZB**: V biologii by bylo vhodnější zaměřit se na pouze několik, avšak významných druhů. **EB**: Taková pozornost by nemusela být věnována klasické morfologii rostlin. **FCh**: U některých témat je navíc vhodné zvážit míru zjednodušení – přílišná zjednodušení např. v obecné chemii, mohou být na škodu v dalším studiu. Takováto témata by raději neměla být vyučována vůbec.

5. *Které dovednosti a znalosti považujete za důležité u zájemců o studium biologie/chemie na vysoké škole?*

Zájemci o studium chemie a biologie by si měli odnášet ze středních škol především **EB, PB, AlCh, FB**: schopnost logického myšlení a schopnost dedukce, **EB, AlCh, PB, ZB, BB, FB**: zvědavost, tvořivost, **EB, AlCh, PB, ZB, BB, GB, FB**: zájem o obor, **OCh, FB**: snahu a trpělivost, dále **OCh, FB**: umění pracovat v týmu a základní pracovní návyky (dokončování činností, používání ochranných pomůcek, návyky vedoucí k bezpečnosti práce, smysl pro týmovou práci), **OCh, PB, FB**: důležitá je i manuální zručnost, **PB**: jazyková vybavenost a počítačová gramotnost.

EB, BB, ZB, GB, FB, FDB: Zájemci o studium by měli mít základní znalosti biologie (hlavně základy genetiky, buněčné a molekulární biologie), **BCh, AlCh, FCh, BB, FB, FDB**: chemie (z uvedených odpovědí lze uvést základní chemické výpočty, základní trendy v periodické tabulce prvků aj.), **FCh, FB, FDB**: fyziky a **FCh**: matematiky.

6. *Ze kterých zdrojů vhodných i pro středoškolské učitele a žáky lze čerpat aktuální informace z chemie/biologie?*

Z česky psaných zdrojů lze doporučit časopisy **ZB, GB, FB**: Živa, **ArCh, ZB, BB, GB, FB**: Vesmír, **OCh, AlCh, ArCh**: Chemické listy nebo **ZB**: Přírodovědci.cz, z cizojazyčných pak **OCh, AlCh, ArCh**: Journal of Chemical Education nebo Journal of Biological Education. **OCh, BCh, AlCh, PB, FDB**: Učitelé také mohou využívat moderních středoškolských a vysokoškolských učebnic, **BCh, PB**: důležité je kombinovat vždy více zdrojů. **ZB, GB**: Využít lze i kurzů a přednáškových cyklů pro učitele.

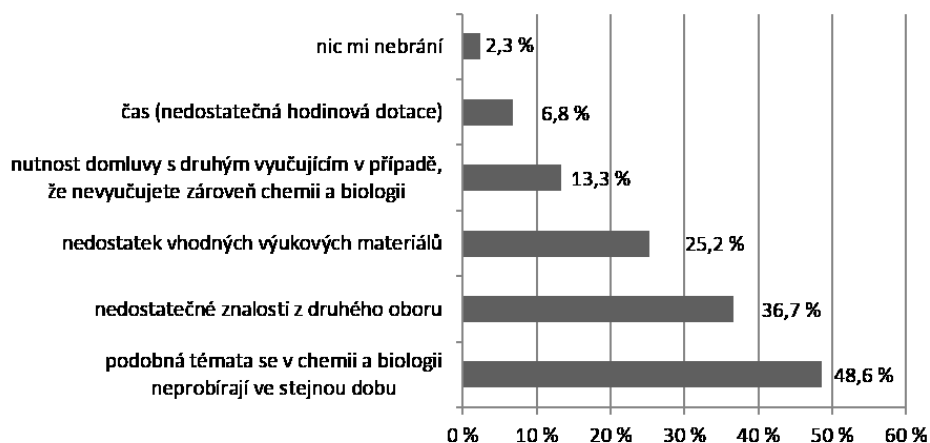
4. 2 Výsledky šetření mezi středoškolskými učiteli

Tato kapitola shrnuje výsledky dotazníkového šetření mezi středoškolskými učiteli biologie a chemie. Výsledky šetření byly publikovány v časopise *Biologie-Chemie-Zeměpis*²⁶.

V první věcné položce dotazníku byli učitelé dotazováni na to, jak často propojují ve výuce poznatky z chemie a biologie. Nabízené možnosti byly *velmi často*, *často*, *občas*, *velmi málo* a *vůbec*. U této otázky bylo možné vybrat pouze jednu variantu. Odpověď *často* nebo *velmi často* zde uvedlo celkově 61 % učitelů, *občas* 34 % a *velmi málo* nebo *vůbec* 5 % respondentů. Tato položka byla následně vyhodnocena samostatně pro učitele, kteří mají odbornou kvalifikaci chemie a biologie a pro učitele s odbornou kvalifikací pouze biologie, nebo biologie a jiný předmět než chemie či chemie, nebo chemie a jiný předmět než biologie. Většina učitelů s odbornou kvalifikací chemie a biologie (92 %) uvedla, že poznatky z chemie a biologie propojují často či velmi často. Zbývající učitelé z této kategorie volili možnost *občas*. U učitelů, kteří nemají kombinaci chemie a biologie, možnost *často* nebo *velmi často* volilo 30 % respondentů, možnost *občas* 59 % respondentů a možnost *velmi málo* či *vůbec* 11 % respondentů.

Následovala otázka týkající se faktorů, které učitelům brání v tom, aby ve výuce častěji propojovali znalosti z chemie a biologie. Mezi nabízenými možnostmi byly tyto varianty: *podobná témata se v chemii a biologii neprobírají ve stejnou dobu*; *nedostatečné znalosti z druhého oboru*; *nedostatek vhodných výukových materiálů*; *nutnost domluvy s druhým vyučujícím v případě, že nevyučují zároveň chemii i biologii*. Učitelé měli možnost označit více možností a případně ještě doplnit svou vlastní. Zastoupení odpovědí na tuto položku znázorňuje graf 1.

²⁶ KOTVALTOVÁ SEZEMSKÁ, Karolína, 2019. Interdisciplinární přístup a výuka vybraných interdisciplinárních témat v chemii a biologii v prostředí českých středních škol. *Biologie. Chemie. Zeměpis* [online]. **28**(1), 35-47 [cit. 2019-06-15]. DOI: 10.14712/25337556.2019.1.4. ISSN 2533-7556. Dostupné z: <http://bichez.pedf.cuni.cz/archiv/article/73>



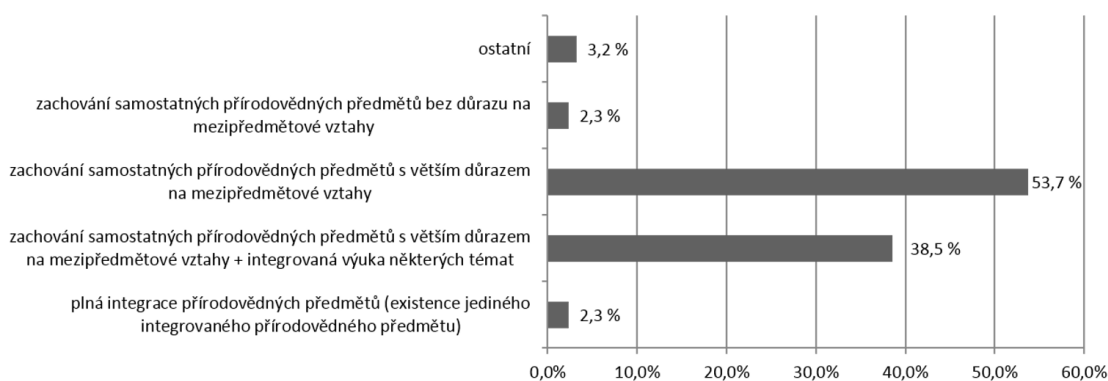
Graf 1: Vyhodnocení položky „Které faktory brání tomu, abyste ve výuce více propojoval/a znalosti z chemie a biologie?“

Z nabízených variant byla respondenty nejčastěji označena možnost „*podobná témata se v chemii a biologii neprobírají ve stejnou dobu*“ (tuto možnost uvedla téměř polovina učitelů). Druhým nejčastěji uváděným faktorem bránícím častějšímu propojování poznatků byly „*nedostatečné znalosti druhého oboru (chemie či biologie)*“ - tuto odpověď volilo 37 % učitelů (94 % celkového počtu učitelů, kteří volili tuto odpověď, tvořili učitelé s odbornou kvalifikací biologie bez chemie či chemie bez biologie). Pro 25 % učitelů, kteří se zúčastnili šetření, je pak překážkou nedostatek vhodných výukových materiálů. Mezi odpověďmi, které uváděli sami učitelé, byl např. *čas (nedostatečná hodinová dotace pro přírodovědné předměty)* či odpověď „*nic mi nebrání*“.

Na druhou položku navazovala otázka na faktory, které naopak mohou napomoci tomu, aby učitelé ve výuce častěji propojovali poznatky z chemie a biologie. V této položce byly nabídnuty tři varianty odpovědí: *úprava ŠVP vedoucí k tomu, že se související učivo chemie a biologie bude probírat ve stejnou dobu; kurzy rozšiřující znalosti chemie či biologie; vhodné výukové materiály*. Dále měli respondenti opět možnost doplnit vlastní odpověď. Nejčastěji volenou možností byly *vhodné výukové materiály* (64,2 %). Kurzy pro učitele by pak ocenilo 37,2 % respondentů (29,6 % učitelů s kvalifikací chemie a biologie a 44,5 % učitelů chemie bez biologie či biologie bez chemie), možnost *úprav ŠVP vedoucí k tomu, že se související učivo chemie a biologie bude probírat ve stejnou dobu* označilo 31,2 % respondentů. Z vlastních odpovědí učitelů lze vybrat např. *větší časová dotace, správné finanční ohodnocení učitelů, změna koncepce přípravy učitelů, seznam a ukázka témat vhodných propojování, spolupráce vyučujících*

na průřezových tématech a kapitolách ale i žádné (není třeba více propojovat/propojují již tak dostatečně).

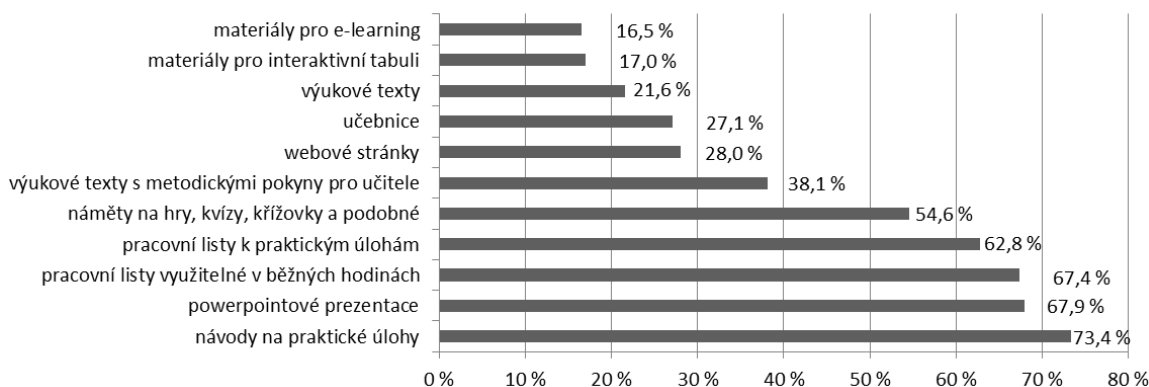
Učitelé byli dále dotazováni na stupeň integrace přírodovědných předmětů, který by preferovali pro úroveň středních škol. Na výběr byly možnosti: *plná integrace přírodovědných předmětů (existence jediného integrovaného přírodovědného předmětu)*, *zachování samostatných přírodovědných předmětů s větším důrazem na mezipředmětové vztahy + integrovaná výuka některých témat*, *zachování samostatných přírodovědných předmětů s větším důrazem na mezipředmětové vztahy*, *zachování samostatných přírodovědných předmětů bez důrazu na mezipředmětové vztahy*. U této otázky měli respondenti možnost opět vypsát i vlastní odpověď. Vyhodnocení položky znázorňuje graf 2.



Graf 2: Vyhodnocení položky „*Jaký stupeň integrace (sjednocení) přírodovědných předmětů na střední škole (gymnáziu) byste upřednostnil/a?*“

Je patrné, že dotazovaní učitelé preferují spíše zachování samostatných předmětů s důrazem na mezipředmětové vztahy (53,7 %) případně ještě doplnění o integrovanou výuku některých témat (38,5 %). Pro plnou integraci se vyslovilo pouze 2,3 % respondentů.

Vzhledem k předpokladu, že jeden z faktorů, který může učitelům napomoci v častějším propojování poznatků z chemie a biologie, mohou být vhodné výukové materiály, byla zařazena otázka na typy výukových materiálů, které učitelé nejspíše využijí ve výuce. U této otázky byla možnost výběru více variant. Nabízené možnosti byly: *materiály pro e-learning; materiály pro interaktivní tabuli; výukové texty; učebnice; webové stránky; výukové texty s metodickými pokyny pro učitele; náměty na hry, kvízy, křížovky a podobné; pracovní listy k praktickým úlohám, pracovní listy využitelné v běžných hodinách; powerpointové prezentace; návody na praktické úlohy*. U této otázky měli učitelé možnost doplnit i svou vlastní odpověď.



Graf 3: Vyhodnocení položky „Které typy výukových materiálů nejspíše využijete ve výuce? (O který typ výukových materiálů máte zájem?)“

Z vyhodnocení této položky (graf 3) plyne, že učitelé, kteří se účastnili šetření, upřednostňují především návody na praktické úlohy, powerpointové prezentace či pracovní listy využitelné v běžných hodinách. Zájem naopak příliš nemají o materiály pro e-learning, materiály pro interaktivní tabuli nebo o výukové texty.

Poslední dvě otázky se týkaly interdisciplinárních témat, která byla vytipována mj. na základě rozhovorů s akademickými pracovníky PřF UK (Sezemská a Hybelbauerová, 2017)²⁷. Jednalo se o následující témata:

- Nukleové kyseliny (např. struktura, katalytické funkce RNA, opravy DNA, rekombinace DNA, regulace genové exprese...)
- Genomová biologie (studium evoluce a funkce organismů pomocí genomických přístupů)
- Proteiny (např. struktura, funkce...)
- Komplexní sloučeniny (využití těchto sloučenin v analytické chemii, ve zdravotnictví...)
- Nanočástice a nanomateriály (využití nanočástic v lékařství, textilním průmyslu...)
- Biokatalýza a bioinhibitory (struktura a význam enzymů, význam inhibitorů...)
- Toxicita látek (např. mechanismy toxicity, akutní a chronické otravy, přírodní toxiny...)
- Přírodní látky a jejich využití (např. alkaloidy, vonné látky, chuťové látky, barviva...)

²⁷ V rámci tohoto šetření byli akademičtí pracovníci dotazováni mj. na témata, kterým se věnuje současný výzkum v chemii a biologii. Z výčtu těchto témat pak byla vybrána ta, které by bylo možné vyučovat interdisciplinárně (např. u komplexních sloučenin je možné na tradiční učivo o struktuře, typu vazby, stabilitě atd. navázat vysvětlením funkce hemoglobinu, podstaty a léčby otravy oxidem uhelnatým...). Cílem dotazníkového šetření mezi středoškolskými učiteli pak bylo zjistit, zda se tato aktuální témata na středních školách učí (případně v jakém rozsahu) nebo zda by měli učitelé zájem o materiály k těmto tématům. Účelem šetření tedy není apel na další navyšování obsahu učiva chemie a biologie, ale popis situace ohledně výuky těchto témat.

- Fytoremediace (využití rostlin k odstranění škodlivých látek z prostředí)
- Vliv stresorů na vývoj rostlin (vliv biotických a abiotických stresorů na rostliny, reakce rostlin na stres...)
- Metabolismus rostlin (fotosyntéza, metabolismus dusíkatých látek, metabolismus lipidů...)
- Geneticky modifikované organismy (možnosti „přípravy“ geneticky modifikovaných organismů a jejich využití, rizika spojená s geneticky modifikovanými organismy...)
- Možnosti detekce různých látek (detekce těžkých kovů, herbicidů a pesticidů v přírodě, analýza potravin a léčiv...)
- Chemická ekologie (chemicky zprostředkované interakce mezi organismy).

Učitelé byli nejprve dotazováni, zda téma učí a případně ve kterém předmětu se tématu věnují. Na výběr byly následující možnosti: *učím pouze v biologii (případně v semináři biologie), pouze okrajově zmiňuji v biologii, učím pouze v chemii (případně v semináři chemie), pouze okrajově zmiňuji v chemii, učím v biologii a zároveň alespoň zmiňuji v chemii, učím v chemii a zároveň alespoň zmiňuji v biologii a neučím.*

Vyhodnocení odpovědí všech učitelů shrnuje tabulka 4. Jelikož pouze učitelé chemie a biologie mohli volit ze všech odpovědí, byla pro ně položka vyhodnocena samostatně. Tyto výsledky shrnuje tabulka 5.

Tab. 4 Vyhodnocení položky „Ve kterém předmětu a v jakém rozsahu vyučujete následující témata?“ pro všechny kombinace odborných kvalifikací (218 respondentů)

	učím pouze v biologii (semináři biologie)	pouze okrajově zmiňuji v biologii	učím pouze v chemii (semináři chemie)	pouze okrajově zmiňuji v chemii	učím v biologii a zároveň alespoň zmiňuji v chemii	učím v chemii a zároveň alespoň zmiňuji v biologii	neučím
nukleové kyseliny	25,2 %	0,9 %	24,3 %	2,3 %	18,8 %	26,6 %	1,8 %
genomová biologie	27,5 %	16,1 %	0 %	1,4 %	12,4 %	0 %	41,7 %
proteiny	15,6 %	7,8 %	28,9 %	0,9 %	1,8 %	42,2 %	2,8 %
komplexní sloučeniny	1,8 %	4,6 %	48,6 %	4,6 %	0,9 %	17,9 %	21,6 %
nanočástice a nanomateriály	0,0 %	5,0 %	16,6 %	21,2 %	2,4 %	10,7 %	44,1 %
biokatalýza a bioinhibitory	8,7 %	9,2 %	33,5 %	2,3 %	3,2 %	35,8 %	7,3 %
toxická látek	5,5 %	14,7 %	18,3 %	16,1 %	4,1 %	25,7 %	15,6 %
přírodní látky a jejich využití	6,4 %	15,1 %	28,9 %	6,9 %	3,7 %	34,4 %	4,6 %
fytofarmacie	5,0 %	10,7 %	0,0 %	3,8 %	3,8 %	1,9 %	74,9 %
vliv stresorů na růst a vývoj rostlin	24,8 %	19,7 %	0,9 %	1,4 %	9,2 %	1,4 %	42,7 %
metabolismus rostlin	28,4 %	1,4 %	16,1 %	7,3 %	17,9 %	24,8 %	4,1 %
geneticky modifikované organismy	34,4 %	15,6 %	2,3 %	6,9 %	13,3 %	5,0 %	22,5 %
možnosti detekce různých látek	2,3 %	4,6 %	12,4 %	15,6 %	1,8 %	12,8 %	50,5 %
chemická ekologie	10,1 %	9,6 %	6,9 %	15,6 %	6,0 %	8,3 %	43,6 %

Z tabulky 4 vyplývá, že respondenti nejčastěji nevyučují témata, jako jsou možnosti detekce různých látek, fytofarmacie, nanočástice a nanomateriály, vliv stresorů na růst a vývoj rostlin, genomová biologie či chemická ekologie. Nejčastěji jsou alespoň

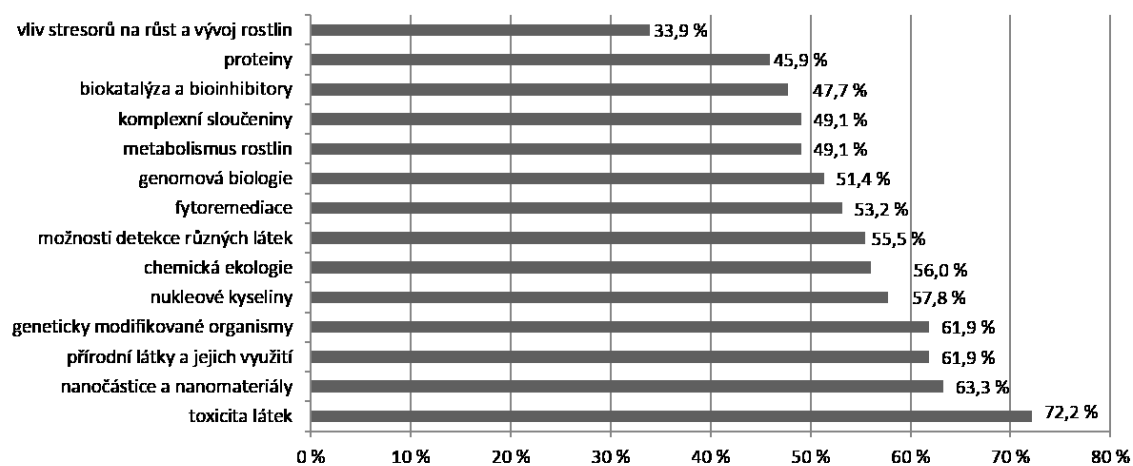
okrajově zmiňována témata metabolismus rostlin, přírodní látky a jejich využití, biokatalýza a bioinhibitory, proteiny či nukleové kyseliny.

Tab. 5 Vyhodnocení položky „Ve kterém předmětu a v jakém rozsahu vyučujete následující témata?“ pro kombinaci odborných kvalifikací chemie a biologie (108 respondentů)

	učím pouze v biologii (semináři biologie)	pouze okrajově zmiňuji v biologii	učím pouze v chemii (semináři chemie)	pouze okrajově zmiňuji v chemii	učím v biologii a zároveň alespoň zmiňuji v chemii	učím v chemii a zároveň alespoň zmiňuji v biologii	neučím
nukleové kyseliny	2,8 %	0,0 %	5,6 %	0,9 %	36,9 %	51,9 %	1,9 %
genomová biologie	25,0 %	17,6 %	0,9 %	0,0 %	24,1 %	0,0 %	32,4 %
proteiny	0,9 %	0,0 %	11,1 %	0,9 %	2,8 %	83,3 %	0,9 %
komplexní sloučeniny	0,0 %	0,0 %	57,4 %	4,6 %	1,9 %	34,3 %	1,9 %
nanočástice a nanomateriály	0,0 %	1,9 %	19,4 %	25,9 %	3,7 %	21,3 %	27,8 %
biokatalýza a bioinhibitory	0,0 %	0,0 %	21,3 %	2,8 %	5,6 %	70,4 %	0,0 %
toxická látek	0,9 %	4,6 %	8,3 %	18,5 %	8,3 %	50,0 %	9,3 %
přírodní látky a jejich využití	0,9 %	0,9 %	18,5 %	4,6 %	6,5 %	67,6 %	0,9 %
fytofarmacie	5,6 %	10,2 %	0,0 %	1,9 %	7,4 %	2,8 %	72,2 %
vliv stresorů na růst a vývoj rostlin	31,5 %	19,4 %	0,9 %	0,0 %	18,5 %	0,9 %	28,7 %
metabolismus rostlin	8,3 %	0,9 %	6,5 %	0,9 %	35,2 %	48,1 %	0,0 %
geneticky modifikované organismy	38,0 %	14,8 %	0,9 %	1,9 %	25,9 %	8,3 %	10,2 %
možnosti detekce různých látek	1,9 %	1,9 %	10,2 %	17,6 %	2,8 %	24,1 %	41,7 %
chemická ekologie	8,3 %	12,0 %	0,9 %	14,8 %	11,1 %	14,8 %	38,0 %

V poslední položce byli učitelé dotazováni na témata, k nimž by měli zájem o materiály. Výčet témat byl stejný jako v předchozí otázce. Jak je patrné z grafu 4, dotazovaní učitelé projevili zájem především o materiály k tématům toxicita látek. Dále měli

respondenti zájem o materiály k tématu nanočástice a nanomateriály. Zájem byl také projeven o témata přírodní látky a jejich využití či geneticky modifikované organismy. Nejmenší zájem projevíli respondenti o téma vliv stresorů na růst a vývoj rostlin nebo o téma proteiny.



Graf 4: Vyhodnocení položky „Mám zájem o výukové materiály k tématům:“

4. 3 Výsledky orientačního ověření výukových materiálů

V této podkapitole popisují výsledky orientačního ověření výukových materiálů vytvořených v rámci této práce. V podkapitole 4. 3. 1 jsou popsány výsledky ověření materiálů k tématu *Život ve slaných vodách a žábřonožka solná*, v podkapitole 4. 3. 2 výsledky orientačního ověření výukových materiálů k tématu *Půdní respirace* a v podkapitole 4. 3. 3 výsledky orientačního ověření výukových materiálů k tématu *Svět uvnitř rostlin*.

4. 3. 1 Výsledky orientačního ověření výukových materiálů k tématu *Život ve slaných vodách a žábřonožky solné*

Zpětná vazba k výukovému materiálu byla získána od žáků kvarty osmiletého studia na pražském gymnáziu a od studentů učitelských kombinací s biologií na PřF UK.

Na gymnáziu poskytli zpětnou vazbu tři skupiny žáků, celkem 16 chlapců a 27 dívek. První část dotazníku zahrnovala hodnocení tvrzení na škále 1-5. Význam jednotlivých stupňů je následující: 1 – úplně souhlasím, 2 – spíše souhlasím, 3 – spíše nesouhlasím, 4 – úplně nesouhlasím, 5 – nemohu posoudit.

Tvrzení zněla: A Zadání úloh bylo srozumitelné, B Pracovní postup jsem chápal/a, C Téma považuji za atraktivní, D Úlohy považuji za atraktivní, E O tomto tématu bych se chtěl/a dozvědět více, F Na vypracování úloh jsem měl/a dostatek času. Vyhodnocení těchto výroků shrnuje tabulka 6.

Všichni žáci uvedli, že s tvrzením *zadání úloh bylo srozumitelné* úplně či spíše souhlasí. Většina žáků chápala pracovní postup a hodnotila téma i úlohy jako atraktivní. Asi polovina žáků by se o tématu chtěla dozvědět více. Podle žáků byl na vypracování úloh dostatek času.

Tab. 6 Vyhodnocení tvrzení A-F na škále 1-5 žáky kvarty

A Zadání úloh bylo srozumitelné					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet žáků	29	14	0	0	0
B Pracovní postup jsem chápal/a					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet žáků	30	12	1	0	0
C Téma považuji za atraktivní					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet žáků	21	14	8	0	0
D úlohy považuji za atraktivní					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet žáků	19	14	8	0	2
E O tomto tématu bych se chtěl/a dozvědět více					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet žáků	4	18	13	6	2
F Na vypracování úloh jsem měl/a dost času					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet žáků	39	4	0	0	0

Dále měli žáci ohodnotit náročnost úloh na škále 1-5. Hodnocení 1 znamená, že žák považoval úlohy za úplně snadné, 2 – spíše snadné, 3 – přiměřeně obtížné, 4 – spíše obtížné, 5 – velmi obtížné. Jako velmi snadné hodnotili úlohy dva žáci, za spíše snadné je považovalo 24 žáků a za přiměřeně obtížné 17 žáků.

Žáci byli dále dotazováni na to, co pro ně bylo při řešení úloh nejobtížnější. Odpovědi shrnuje tabulka 7. Nejobtížnější částí byly pro žáky výpočty (tuto odpověď uvedlo 14 žáků), náročné pro ně bylo i vyhledání nauplií pod mikroskopem (7 žáků).

Tab. 7 Odpovědi žáků na otázku *Která část pro Vás byla nejobtížnější?*

Odpověď	Četnost odpovědi
Výpočty	14
Pozorování nauplií/najít nauplia v mikroskopu	7
Celkově bylo vše snadné/žádnou úlohu nepovažuji za náročnou	5
Bez odpovědi	4
Nákresy	2
Zaostření mikroskopu	2
Nevím	2
Úklid	1
Faktory ovlivňující salinitu	1
Odchycení nauplií	1

Odpověď	Četnost odpovědi
Pokus s rozdílnou hustotou slané vody	1
Soustředit se na dokument	1
Pozorování dospělých žábřonožek	1
Práce ve skupině	1

Naopak za nejsnadnější označila většina žáků pokusy zaměřené na rozdílné vlastnosti slané a sladké vody či práci s mikroskopem a pozorování žábřonožek. Všechny odpovědi a jejich četnost shrnuje tabulka 8.

Tab. 8 Odpovědi žáků na otázku *Která část pro Vás byla nejsnadnější?*

Odpověď	Četnost odpovědi
Pokusy se slanou vodou, odlišení sladké a slané vody v sáčcích	15
Práce s mikroskopem a pozorování žábřonožek	10
Nákresy	5
Všechny úlohy mi přišly snadné	3
Popis rozdílů mezi sladkou a slanou vodou	3
Bez odpovědi	2
Určení pohlaví žábřonožek	1
Přirázování salinit k jezerům a mořím	1
Návrh experimentů	1
Sledování dokumentu o Aralském jezeru	1
Faktory ovlivňující salinitu	1

Nejzajímavější bylo pro většinu žáků mikroskopování, respektive pozorování žábřonožek. Všechny odpovědi jsou shrnuty v tabulce 9.

Tab. 9 Odpovědi žáků na otázku *Která část pro Vás byla nejzajímavější?*

Odpověď	Četnost odpovědi
Práce s mikroskopem a pozorování žábřonožek	31
Rozlišení sladké a slané vody v sáčcích	3
Pokusy s rozdílnou hustoty vody	3
Pokusy/zkoumání	4
Bez odpovědi	2

Naopak nejméně zajímavé byly pro většinu žáků výpočty. Přehled ostatních odpovědí shrnuje tabulka 10.

Tab. 10 Odpovědi žáků na otázku *Která část pro Vás byla nejméně zajímavá?*

Odpověď	Četnost odpovědi
Výpočty	21
Bez odpovědi	9
Žádná úloha nebyla nezajímavá/všechny byly celkem zajímavé	6
Hledání v mikroskopu	2
Úklid	2
Popis pozorování	1
Pozorování rozmražených žábřonožek	1
Pokus s odlišením sladké a slané vody v sáčku	1

V poslední části dotazníku jsem se dotazovala na případné postřehy a návrhy k úlohám. Většina žáků v této části dotazníku nic nevyplnila. Osm žáků uvedlo, že by neměnili nic či že jim vše vyhovovalo. Jeden žák upozornil, že zadání úlohy 3 obsahuje nápovědu k řešení úlohu 5 úlohy 2. Jeden žák napsal, že by raději pozoroval živé dospělé žábřonožek, pozorování rozmražených (mrtvých) živočichů se mu nelíbilo.

Stejný výukový materiál si vyzkoušeli i studenti učitelských kombinací s biologií na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy. Zpětná vazba byla získána od tří skupin studentů, celkově od 6 mužů a 19 žen. V první části dotazníku hodnotili studenti jednotlivá tvrzení na škále 1-5, kde: 1 znamená úplně souhlasím, 2 – spíše souhlasím, 3 – spíše nesouhlasím, 4 – úplně nesouhlasím, 5 – nemohu posoudit.

Tvrzení zněla: A Zadání úloh bylo srozumitelné, B Pracovní postup jsem chápal/a, C Téma považuji za atraktivní, D Úlohy považuji za atraktivní, E O tomto tématu bych se chtěl/a dozvědět více, F Většinu úloh pravděpodobně využiji ve své učitelské praxi v podobě, v jaké jsou, G Alespoň některé úlohy využiji ve své učitelské praxi. Vyhodnocení těchto výroků shrnuje tabulka 11.

Tab. 11 Vyhodnocení tvrzení A-G na škále 1-5 studenty učitelství

A Zadání úloh bylo srozumitelné					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet studentů	22	3	0	0	0
B Pracovní postup jsem chápala					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet studentů	24	1	0	0	0
C Téma považuji za atraktivní					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet studentů	15	10	0	0	0
D úlohy považuji za atraktivní					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet studentů	16	8	1	0	0
E O tomto tématu bych se chtěl/a dozvědět více					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet studentů	9	13	3	0	0
F Většinu úloh pravděpodobně využiji ve své učitelské praxi v podobě v podobě, v jaké jsou					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet studentů	9	13	2	0	1
G alespoň některé úlohy využiji ve své učitelské praxi					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet studentů	18	7	0	0	0

Studenti dále hodnotili náročnost úloh na škále 1-5. Hodnocení 1 znamená, že student považoval úlohy za úplně snadné, 2 – spíše snadné, 3 – přiměřeně obtížné, 4 – spíše obtížné, 5 – velmi obtížné. Nejvíce studentů (13) hodnotilo úlohy jako přiměřeně obtížné, deset studentů je považovalo za spíše snadné a dva studenti za úplně snadné.

Za neobtížnější část studenti označili výpočty, za nejsnadnější pak obecně pozorování žábřonožek. Přehled všech odpovědí je shrnut v tabulkách 12 a 13.

Tab. 12 Odpovědi studentů na otázku *Která část pro Vás byla nejobtížnější?*

Odpověď	Četnost odpovědi
Výpočty	12
Bez odpovědi	4
Pokus s převrstvováním sladké a slané vody	3
Nic mi nepřišlo obtížné/vše bylo snadné	2
Přiřazování hodnot salinit k jezerům a mořím	2
Pro učitele může být náročná příprava líhnutí žábřonožek	1
Nákres	1

Tab. 13 Odpovědi studentů na otázku *Která část pro Vás byla nejsnadnější?*

Odpověď	Četnost odpovědi
Pozorování žábřonožek/nauplií/dospělců	8/2/1
Bez odpovědi	6
Rozlišení sladké a slané vody v sáčcích	2
Porovnání vlastností sladké a slané vody	1
Přiřazování hodnot salinit k jezerům a mořím	1
Praktická část	1
Vše bylo srovnatelně obtížné	1
Teoretická část	1
Geografická fakta a fakta o vodě	1

Studenti považovali za nejzajímavější pokusy na rozdílnou hustotu sladké a slané vody a obecně pozorování žábřonožek. Všechny odpovědi jsou shrnuty v tabulce 14.

Tab. 14 Odpovědi studentů na otázku *Která část pro Vás byla nejzajímavější?*

Odpověď	Četnost odpovědi
Pokusy s rozdílnou hustotou vody	7
Pozorování žábřonožek/nauplií/líhnutí nauplií	5/2/3
Pozorování dospělců, pohlavní dimorfismus	3
Přiřazování hodnot salinit k jezerům a mořím	3
Porovnání vývojových stádií žábřonožek	2
Teoretická část/teorie kolem salinity	2

Na otázku „Která část pro vás byla nejméně zajímavá?“ velká část studentů neodpověděla nebo napsala, že vše bylo zajímavé. Všechny odpovědi na tuto otázku jsou uvedeny v tabulce 15.

Tab. 15 Odpovědi studentů na otázku *Která část pro Vás byla nejméně zajímavá?*

Odpověď	Četnost odpovědi
Bez odpovědi	7
Vše bylo zajímavé	5
Výpočty	5
Převrstvování slané a sladké vody	2
Nákresy	1
Teorie k úlohám	1
Porovnávání vlastností slané a sladké vody	1
Pokus s odlišením sladké a slané vody v sáčku	1
Mikroskopování	1
Pozorování dospělců	1

V závěru dotazníku byl prostor pro případné poznámky a návrhy na změny. Většina studentů (13) nevyplnila nic. Devět studentů uvedlo, že jim vyhovovalo vše, objevily se i poznámky, že by úpravy byly spíše na škodu, že jsou úlohy zajímavé, studenti oceňovali též ucelené pojetí tématu a pestrost a nenáročnost úloh. Jeden student upozornil na nesrozumitelně formulovanou otázku na vztah mezi salinitou a obsahem chloridových iontů. Podle jiného studenta by byl pracovní list atraktivnější, kdyby obsahoval více obrázků (např. vysychání Aralského jezera). Za vhodnější považuje jeden student použití výrazu kohoutková voda místo sladká voda.

4. 3. 2 Výsledky orientačního ověření výukových materiálů k tématu *Půdní respirace*

Zpětná vazba k výukovému materiálu *Půdní respirace* byla získána od žáků kvarty osmiletého studia na pražském gymnáziu a od studentů učitelských kombinací s biologií na PřF UK.

Úlohu vyzkoušely dvě skupiny žáků kvarty, celkově 11 chlapců a 16 dívek. V první části dotazníku byla opět hodnocena tvrzení A-F na škále 1-5, kde 1 – úplně souhlasím, 2 – spíše souhlasím, 3 – spíše nesouhlasím, 4 – úplně nesouhlasím, 5 – nemohu posoudit. Tvrzení zněla: A Zadání úloh bylo srozumitelné, B Pracovní postup jsem chápala, C Téma považuji za atraktivní, D úlohu považuji za atraktivní, E O tomto tématu bych se chtěl/a dozvědět více, F Na vypracování úloh jsem měl/a dost času. Vyhodnocení těchto tvrzení shrnuje tabulka 16.

Tab. 16 Vyhodnocení tvrzení A-F na škále 1-5 žáky kvarty

A Zadání úloh bylo srozumitelné					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet žáků	12	13	2	0	0
B Pracovní postup jsem chápala					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet žáků	11	14	2	0	0
C Téma považuji za atraktivní					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet žáků	0	12	12	2	1
D úlohu považuji za atraktivní					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet žáků	0	13	10	2	2
E O tomto tématu bych se chtěl/a dozvědět více					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet žáků	0	13	13	1	0
F Na vypracování úloh jsem měl/a dost času					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet žáků	23	4	0	0	0

Pro žáky bylo zadání srozumitelné či spíše srozumitelné, pracovní postup spíše chápali nebo chápali. Téma jako takové více než poloviny žáků nevnímá jako atraktivní, stejně vnímají i úlohu. Na vypracování úlohy měli žáci dostatek času.

Úlohu hodnotili žáci jako přiměřeně obtížnou (17 žáků) až obtížnou (9 žáků) či velmi obtížnou (1 žák). Nejobtížnější byly pro žáky výpočty, teorie k úloze a pochopení

pracovního postupu. Nejsnadnější byla pro žáky samotná titrace a zakládání pokusu. Odpovědi na otázky „Která část pro vás byla nejobtížnější/nejméně obtížná?“ a jejich četnosti shrnují tabulky 17 a 18.

Tab. 17 Odpovědi žáků na otázku *Která část pro Vás byla nejobtížnější?*

Odpověď	Četnost odpovědi
Výpočty	18
Teorie k úloze	5
Návrh postupu experimentu	2
Pochopení pracovního postupu	2

Tab. 18 Odpovědi žáků na otázku *Která část pro Vás byla nejsnadnější?*

Odpověď	Četnost odpovědi
Titrace samotná	15
Založení pokusu	8
Prosívání vzorku půdy	4

Za nejzajímavější považovali žáci samotnou titraci. Další odpovědi a jejich četnosti viz tabulka 19.

Tab. 19 Odpovědi žáků na otázku *Která část pro Vás byla nejzajímavější?*

Odpověď	Četnost odpovědi
Samotná titrace	15
Návrh a založení pokusu	5
Výsledek experimentu/porovnání produkce CO ₂ různými typy půd	4
Prosívání půdy	2
Bez odpovědi	1

Za nejméně zajímavé byly pro žáky výpočty a teorie k úloze. Všechny odpovědi shrnuje tabulka 20.

Tab. 20 Odpovědi žáků na otázku *Která část pro Vás byla nejméně zajímavá?*

Odpověď	Četnost odpovědi
Výpočty	18
Teorie k úloze	7
Opakování titrace	2

V poslední části dotazníku měli žáci možnost napsat postřehy k úloze či návrhy na zlepšení. Většina žáků nenapsala žádnou odpověď. Dva žáci uvedli, že by chtěli pracovat s vlastním vzorkem půdy. V úloze by mělo být také méně teorie a počítání (dva žáci).

Stejný výukový materiál si vyzkoušeli i studenti učitelských kombinací s biologií na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy. Zpětná vazba byla získána od tří skupin studentů, celkově od 3 mužů a 14 žen. V první části dotazníku hodnotili studenti jednotlivá tvrzení na škále 1-5, kde: 1 znamená úplně souhlasím, 2 – spíše souhlasím, 3 – spíše nesouhlasím, 4 – úplně nesouhlasím, 5 – nemohu posoudit.

Tvrzení zněla: A Zadání úlohy bylo srozumitelné, B pracovní postup jsem chápala/a, C téma považuji za atraktivní, D úlohu považuji za atraktivní, E o tomto tématu bych se chtěl/a dozvědět více, F úlohu pravděpodobně využiju ve své učitelské praxi. Vyhodnocení těchto výroků shrnuje tabulka 21.

Tab. 21 Vyhodnocení tvrzení A-G na škále 1-5 studenty učitelství

A Zadání úlohy bylo srozumitelné					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet studentů	6	8	3	0	0
B Pracovní postup jsem chápala					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet studentů	5	8	4	0	0
C Téma považuji za atraktivní					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet studentů	1	7	7	2	0
D úlohu považuji za atraktivní					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet studentů	0	8	7	2	0
E O tomto tématu bych se chtěl/a dozvědět více					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet studentů	0	8	8	1	0
F Úlohu pravděpodobně využiji ve své učitelské praxi					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet studentů	0	8	7	2	0

Studenti hodnotili úlohu jako přiměřeně obtížnou (10 studentů), obtížnou (5 studentů) až velmi obtížnou (2 studenti). Nejobtížnější byly pro studenty výpočty, někteří uváděli, že pro ně bylo náročné zorientovat se v teorii k úloze či pochopení pracovního postupu. Odpovědi na otázku „Která část pro vás byla nejobtížnější?“ a jejich četnosti shrnuje tabulka 22.

Tab. 22 Odpovědi studentů na otázku *Která část pro Vás byla nejobtížnější?*

Odpověď	Četnost odpovědi
Výpočty	12
Zorientovat se v tom, co se kam a proč přidává/teorie k úloze	4
Zakládání pokusu	1

Nejzajímavější a zároveň nejsnadnější částí úlohy byla pro studenty samotná titrace. Další odpovědi na otázky ohledně nejsnadnější a nejzajímavější části úlohy shrnují tabulky 23 a 24.

Tab. 23 Odpovědi studentů na otázku *Která část pro Vás byla nejsnadnější?*

Odpověď	Četnost odpovědi
Titrace samotná	13
Odběr a prosívání vzorku půdy	3
Založení pokusu	1

Tab. 24 Odpovědi studentů na otázku *Která část pro Vás byla nejzajímavější?*

Odpověď	Četnost odpovědi
Samotná titrace	9
Výsledek experimentu/porovnání produkce CO ₂ různými typy půd	5
Prosívání půdy	3

Za nejméně zajímavé považovali studenti výpočty a teorii k úloze. Všechny odpovědi shrnuje tabulka 25.

Tab. 25 Odpovědi studentů na otázku *Která část pro Vás byla nejméně zajímavá?*

Odpověď	Četnost odpovědi
Výpočty	8
Teorie k úloze	4
Titrace	2
Příprava roztoků	2
Příprava vzorků půdy	1

V poslední části dotazníku mohli studenti napsat postřehy k úloze či návrhy na zlepšení. Většina studentů zde nic nevyplnila. Objevily se poznámky k časové náročnosti praktika, za problematickou byla označena nutnost opakování titrace. Studenti považovali za časově náročnou i přípravu všech chemikálií. Někteří studenti uvedli, že je úloha sice propracovaná, ale je v ní málo biologie. Studenti také upozorňovali, že pro biologa je náročná příprava chemikálií a pochopení principu úlohy. Téma je také méně atraktivní.

4. 3. 3 Výsledky orientačního ověření výukových materiálů k tématu *Svět uvnitř rostlin*

Zpětnou vazbu k výukovému materiálu *Svět uvnitř rostlin* jsem získala od žáků kvinty osmiletého studia na pražském gymnáziu a od studentů učitelských kombinací s biologií na PřF UK.

Na gymnáziu byla zpětná vazba získána od dvou skupin žáků, celkem od 12 chlapců a 16 dívek. První část dotazníku zahrnovala hodnocení tvrzení na škále 1-5. Význam jednotlivých stupňů je následující: 1 – úplně souhlasím, 2 – spíše souhlasím, 3 – spíše nesouhlasím, 4 – úplně nesouhlasím, 5 – nemohu posoudit.

Tvrzení zněla: A Zadání úloh bylo srozumitelné, B Pracovní postup jsem chápal/a, C Téma považuji za atraktivní, D Úlohy považuji za atraktivní, E O tomto tématu bych se chtěl/a dozvědět více, F Na vypracování úloh jsem měl/a dostatek času. Vyhodnocení těchto výroků shrnuje tabulka 26.

Tab. 26 Vyhodnocení tvrzení A-F na škále 1-5 žáky kvinty

A Zadání úloh bylo srozumitelné					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet žáků	18	10	0	0	0
B Pracovní postup jsem chápal/a					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet žáků	17	11	0	0	0
C Téma považuji za atraktivní					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet žáků	8	12	8	0	0
D úlohy považuji za atraktivní					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet žáků	7	14	5	0	2
E O tomto tématu bych se chtěl/a dozvědět více					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet žáků	4	12	11	0	1
F Na vypracování úloh jsem měl/a dost času					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet žáků	22	6	0	0	0

Všichni žáci uvedli, že s tvrzením *zadání úloh bylo srozumitelné* úplně či spíše souhlasí. Žáci uváděli, že chápali pracovní postup. Asi dvě třetiny žáků volili alespoň částečně souhlasné hodnocení výroku o atraktivitě úloh. Více by se o tématu chtěla dozvědět nadpoloviční většina žáků. Podle žáků byl na vypracování úloh dostatek času.

Žáci dále ohodnotili náročnost úloh na škále 1-5. Hodnocení 1 znamená, že žák považoval úlohy za úplně snadné, 2 – spíše snadné, 3 – přiměřeně obtížné, 4 – spíše obtížné, 5 – velmi obtížné. Většina žáků (18) hodnotila úlohy jako přiměřeně obtížné, pět žáků je hodnotilo jako spíše snadné a pět jako spíše obtížné.

Žáci byli dále dotazováni na to, co pro ně bylo při řešení úloh nejobtížnější. Odpovědi shrnuje tabulka 27.

Tab. 27 Odpovědi žáků na otázku *Která část pro Vás byla nejobtížnější?*

Odpověď	Četnost odpovědi
Zhotovení řezu stonkem begonie	10
Vyhledání drúz ve vzorku begonie	8
Odvození rozpustnosti barviv na základě struktury	3
Práce se schématem	3
Zaostření mikroskopu	2
Nákresy	1
Nevím	1

Naopak za nejsnadnější označila většina žáků pokusy s barvivy a pokus demonstrující vznik šťavelanu vápenatého. Všechny odpovědi a jejich četnost shrnuje tabulka 28.

Tab. 28 Odpovědi žáků na otázku *Která část pro Vás byla nejsnadnější?*

Odpověď	Četnost odpovědi
Pokusy s barvivy	13
Pokus se vznikem šťavelanu	7
Návrh experimentu (úloha 2 D)	4
Nákresy	2
Bez odpovědi	2

Nejzajímavější byly pro většinu žáků pokusy s rostlinnými barvivy. Další odpovědi jsou vypsány v tabulce 29.

Tab. 29 Odpovědi žáků na otázku *Která část pro Vás byla nejzajímavější?*

Odpověď	Četnost odpovědi
Pokusy s barvivy	17
Pozorování krystalů	6
Důkaz sacharidů v listech/přeměny sacharidů	4
Bez odpovědi	1

Naopak nejméně zajímavé byly pro většinu žáků teoretické úlohy. Přehled ostatních odpovědí shrnuje tabulka 30.

Tab. 30 Odpovědi žáků na otázku *Která část pro Vás byla nejméně zajímavá?*

Odpověď	Četnost odpovědi
Teoretické úlohy	11
Práce se schématem	6
Práce s mikroskopem	4
Popis pozorování	4
Nákresy	2
Návrh experimentu (úloha 2 D)	1

V poslední části dotazníku jsem se dotazovala na případné postřehy a návrhy k úlohám. Většina žáků v této části dotazníku nic nevyplnila. Tři žáci by uvítali zařazení více pokusů s barvivy (konkrétně barevné změny). Pět žáků uvedlo, že by neměnili nic.

Stejný výukový materiál si vyzkoušeli i studenti učitelských kombinací s biologií na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy. Zpětnou vazbu poskytla jedna skupina studentů, celkově 2 muži a 9 žen. V první části dotazníku hodnotili studenti jednotlivá tvrzení na škále 1-5, kde: 1 znamená úplně souhlasím, 2 – spíše souhlasím, 3 – spíše nesouhlasím, 4 – úplně nesouhlasím, 5 – nemohu posoudit.

Tvrzení zněla: A Zadání úloh bylo srozumitelné, B pracovní postup jsem chápal/a, C téma považuji za atraktivní, D úlohy považuji za atraktivní, E o tomto tématu bych se chtěl/a dozvědět více, F většinu úloh pravděpodobně využiji ve své učitelské praxi v podobě v podobě, v jaké jsou, G alespoň některé úlohy využiji ve své učitelské praxi. Vyhodnocení těchto výroků shrnuje tabulka 31.

Zadání úloh bylo pro studenty srozumitelné, pracovní postup chápali. Pro většinu bylo téma i úlohy atraktivní. Většina studentů by se o tématu chtěla dozvědět více. Většina studentů uvedla, že alespoň některé úlohy ve své učitelské praxi využije. Studenti dále hodnotili náročnost úloh na škále 1-5. Hodnocení 1 znamená, že student považoval úlohy za úplně snadné, 2 – spíše snadné, 3 – přiměřeně obtížné, 4 – spíše obtížné, 5 – velmi obtížné. Nejvíce studentů (9) hodnotilo úlohy jako přiměřeně obtížné, dva studenti je považovali za spíše snadné.

Tab. 31 Vyhodnocení tvrzení A-G na škále 1-5 studenty učitelství

A Zadání úloh bylo srozumitelné					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet studentů	10	1	0	0	0
B Pracovní postup jsem chápala					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet studentů	11	0	0	0	0
C Téma považuji za atraktivní					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet studentů	7	3	1	0	0
D Úlohy považuji za atraktivní					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet studentů	5	5	1	0	0
E O tomto tématu bych se chtěl/a dozvědět více					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet studentů	4	5	2	0	0
F Většinu úloh pravděpodobně využiji ve své učitelské praxi v podobě v podobě, v jaké jsou					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet studentů	5	5	0	0	1
G Alespoň některé úlohy využiji ve své učitelské praxi					
hodnocení	1	2	3	4	5
počet studentů	10	1	0	0	0

Dál jsem se studentů ptala na to, co pro ně bylo při řešení úloh nejobtížnější. Odpovědi shrnuje tabulka 32.

Tabulka 32 Odpovědi studentů na otázku *Která část pro Vás byla nejobtížnější?*

Odpověď	Četnost odpovědi
Zhotovení řezu stonkem begonie	4
Vyhledání drúz ve vzorku begonie	3
Vysvětlení rozpustnosti barviv na základě struktury	3
Bez odpovědi	1

Odpovědi studentů na otázku „Která část pro Vás byla nejsnadnější?“ pak shrnuje tabulka 33.

Tab. 33 Odpovědi studentů na otázku *Která část pro Vás byla nejsnadnější?*

Odpověď	Četnost odpovědi
Pokusy s barvivy	3
Pokus se vznikem šťavelanu	3
Návrh experimentu	2
Teoretické úkoly	2
Nákresy	1

Nejzajímavější byl pro většinu studentů pokus s přeměnou sacharidů v listech. Další odpovědi jsou vypsány v tabulce 34.

Tab. 34 Odpovědi studentů na otázku *Která část pro Vás byla nejzajímavější?*

Odpověď	Četnost odpovědi
Důkaz sacharidů v listech/přeměny sacharidů	6
Pokusy s rostlinnými barvivy	3
Pozorování krystalů šťavelanu vápenatého	2

Naopak nejméně zajímavé byly pro většinu studentů teoretické úlohy, případně odpověď nevyplnili či napsali, že vše bylo zajímavé. Přehled odpovědí a jejich četností viz tabulka 35.

Tab. 35 Odpovědi studentů na otázku *Která část pro Vás byla nejméně zajímavá?*

Odpověď	Četnost odpovědi
Teoretické úlohy	4
Vše bylo zajímavé	4
Bez odpovědi	3

V závěru dotazníku, kde byla možnost vypsát určité postřehy a návrhy na zlepšení, jeden student uvedl, že pracovní list obsahuje větší množství textu. Jeden student také zmínil, že extrakty barviv ve vodě jsou poměrně málo intenzivně zbarveny. Čtyři studenti uvedli, že by nic neměnili. Pět studentů nevyplnilo nic.

5 Diskuse

Na základě rešerše literatury je možné konstatovat, že existuje celá řada možností, jak přistupovat k integraci poznatků z přírodovědných předmětů. Různí autoři popisují rozdílné klasifikace. Teorii rozdělení stupňů integrace se ze zahraničních autorů zabývají např. Lederman a Niess (1997), Kysilka (1998), Drake a Burns (2004) či Fogarty (2011). Z českých autorů popisují stupně integrace např. Vlček (1981), Lepil (2006) nebo Podroužek (2002).

Různí autoři se liší v hloubce rozpracování jednotlivých stupňů integrace. Např. Fogarty (2011) popisuje deset stupňů integrace vzdělávání. Nicméně z mého pohledu je toto rozdělení pro praxi poměrně náročné a některé stupně integrace jsou nejasně uchopitelné. Obecně lze konstatovat, že zatím neexistuje všeobecně přijímaná definice integrace, což může být matoucí především pro učitele (Tamasia a Frans, 2014). Pro praxi v českém školství považuji za nejsrozumitelnější a nejpoužitelnější rozdělení stupňů integrace podle Vlčka (1981).

Doposud nejsou k dispozici výsledky kvantitativních studií dostatečného rozsahu, které by jednoznačně potvrdily pozitivní dopad integrované výuky na znalosti žáků nebo na úroveň přírodovědné gramotnosti (Tamasia a Frans, 2014). Celá řada kvalitativních studií dokládá pozitivní dopady integrované výuky na motivaci žáků, lepší aplikaci poznatků či rozvoj jejich osobnosti atd. (např. Russell a Burton (2000) či MacMath a kol. (2010)). Sami autoři těchto studií však uvádějí, že jejich závěry nelze zobecňovat nad rámec kontextu, ve kterém byla jejich integrovaná výuka využita. Navíc je zde opět problém s nejasností pojmu motivace. Např. Abrahams a Millar (2008) uvádějí, že za motivaci se považuje i situace, kdy žáky určitá aktivita baví více než jiná. Toto zvýšení zájmu se sice projeví na atmosféře ve třídě, nemá však vliv na vzdělávací proces a studijní výsledky žáků. Zavádění integrované výuky se z těchto důvodů jeví spíše jako politické či filosofické rozhodnutí. Podle mého názoru má smysl zavádět integrovanou výuku alespoň v podobě společné výuky některých témat (např. z biologie a chemie témata fotosyntéza, nukleové kyseliny, buněčný metabolismus aj., z fyziky a chemie témata stavba atomu, radioaktivita, elektrochemie aj.). Za hlavní výhodu integrované výuky považuji efektivnější využití časové dotace a komplexnější pojetí tématu, které žákům umožní lepší pochopení souvislostí.

V první výzkumné části této práce jsem provedla rozhovory s akademickými pracovníky PřF UK s cílem zjistit odpovědi na otázky popsané v kapitole 3. 1. Pro tyto účely jsem oslovila zástupce odborných kateder sekcí chemie a biologie. Pro rozhovory jsem se rozhodla, protože umožňují hlubší vhled do problému (odpověď je možné doplňujícími otázkami rozšířit) a možnost okamžitého řešení případných nejasností. Jelikož se jednalo o mou první zkušenost s realizací rozhovorů, bylo pro mě ze začátku poměrně obtížné řízení rozhovoru tak, abych získala potřebné odpovědi a respondenti neodbíhali od tématu. Při volbě respondentů jsem se snažila oslovit kandidáty, u kterých jsem očekávala, že budou mít obecný přehled o všech výzkumech řešených na jejich katedrách, ale i o trendech ve světě. Většina respondentů mi tento náhled poskytla.

Hurd (2002), Škoda a Doulík (2009) či Papáček (2010) uvádějí, že současné přírodní vědy mají interdisciplinární charakter, což potvrdily i výsledky rozhovorů s akademickými pracovníky PřF UK. Do praxe z toho plyne závěr, že např. zájemci o studium biologických oborů by kromě základních znalostí z biologie měli mít i znalosti z chemie, fyziky aj. Abrahams a kol. (2013) uvádějí, že univerzity mají, stejně jako zaměstnavatelé, rozdílný náhled na to, které dovednosti považují za významné. Tito autoři uvádějí, že je potřeba zaměřit výzkum právě na identifikaci dovedností a schopností potřebných pro vědu. Proto je dobré, že v páté otázce respondenti neuváděli pouze příklady konkrétních znalostí, ale primárně zmiňovali určité dovednosti důležité pro studium přírodovědných oborů. Van Drier a kol. (2002) uvádějí, že přírodní vědy jsou často prezentovány v podobě velkého množství faktů, teorií a pravidel, místo aby byly chápány jako cesta k poznání přírodních jevů. Rozhovory ukázaly, že by si většina dotazovaných akademických pracovníků přála, aby se ve výuce na středních školách kladl větší důraz právě na obecné dovednosti a principy přírodních věd. Jak už bylo uvedeno, někteří respondenti považují u zájemců o studium přírodovědných oborů za důležitější již zmíněné dovednosti, ze znalostí považují za postačující základní znalosti z chemie, biologie či fyziky, důraz by měl podle nich být kladen především na porozumění základním principům a rozvoj samostatného myšlení. Právě všeobecné pojetí přírodních věd se zaměřením na koncepty společné všem přírodním vědám je podle Beana (1991) klíčové pro integraci přírodních věd ve výuce.

Ve shodě s výsledky studie Randlera a Bognera (2006) je podle respondentů vhodné ve výuce biologie omezit počty vyučovaných druhů organismů a soustředit se na menší

množství, avšak významných zástupců. Stejně tak v chemii by se podle respondentů měla soustředit pozornost na menší množství příkladů sloučenin, které mají ale významné využití. Někteří respondenti uvádí, že je třeba do výuky zařazovat aktivity zaměřené na praktické dovednosti, např. badatelsky orientovaná výuka může podle Váchy a Ditricha (2016) vést k lepšímu osvojování nových znalostí. V rámci praktických aktivit je zároveň možné seznamovat žáky se základními metodami, které se využívají v chemii a biologii. V úvahu připadá např. titrace, TLC chromatografie, extrakce, destilace aj.

Učitelé by měli podle některých dotazovaných využívat moderních vysokoškolských a středoškolských učebnic. Současné středoškolské učebnice jsou dle Palečkové (2007) velmi teoretické (což může být nevhodné především pro dívky). Odlišné pojetí informačních zdrojů by mohlo vést ke snazšímu nalezení kladného vztahu k přírodovědným předmětům (Palečková, 2007).

Pro další výzkumy mohou být výsledky rozhovorů přínosné v tom, že byly popsány některé významné trendy a témata ve výzkumech chemie a biologie či metody, které současný výzkum používá. Navazující šetření by tedy mohla např. zkoumat, zda a v jakých podobách jsou žáci na středních školách s těmito metodami a aktuálními trendy seznamováni. Navazující šetření se také mohou více zaměřit na schopnosti a dovednosti potřebné u zájemců o studium přírodovědných oborů.

Dotazníkové šetření mezi středoškolskými učiteli částečně navazovalo na práce Podroužka (2002), Škody a Doulíka (2007), Šíby (2009, 2013) a Hejnové (2011). Některé položky dotazníku tak byly obdobné či shodné s dotazníky použitými v rámci šetření jmenovaných autorů. V porovnání s těmito autory se podařilo získat větší množství respondentů – Hejnová (2011) pracovala s 26 respondenty, Škoda a Doulík (2007) se 70 respondenty, Šíba (2009) s 24 respondenty, dotazníkového šetření prováděného v rámci této práce se zúčastnilo 218 respondentů. Hejnová (2011) pracovala s učiteli základních škol, nicméně její výsledky korespondují se závěry šetření provedeného mezi středoškolskými učiteli.

První položka dotazníku ukázala, že učitelé s odbornou kvalifikací chemie i biologie propojují poznatky z chemie a biologie častěji než učitelé vyučující pouze jeden z těchto předmětů. Ačkoliv bylo možné podobné výsledky očekávat (zároveň si uvědomují prohřešek stran nedefinování časových úseků a s tím související zatížení chybou

subjektivního vnímání respondentů), mohou být zajímavé v kombinaci se závěry šetření Hejnové (2011). Ta uvádí, že 69 % učitelů, kteří se zúčastnili jejího šetření, si myslí, že by učitelé 2. stupně základní školy měli být připravováni ve víceoborových kombinacích (3 až 4 předměty). Uvádí také, že 69 % těchto učitelů někdy uvažovalo o rozšíření své odborné kvalifikace. Nabízí se tedy myšlenka, že pokud učitelé s odbornou kvalifikací ve více přírodovědných předmětech více propojují poznatky z těchto předmětů a zároveň existuje ochota učitelů vzdělávat se ve více přírodovědných předmětech, mohlo by vzdělání učitelů v tří až čtyřaprobacích oborech, alespoň v prostředí základních škol, zlepšit integraci přírodovědných poznatků. Doubrava a kol. (2002) také diskutují skutečnost, že především na druhém stupni menších základních škol učitelé často vyučují předměty, k nimž nejsou odborně způsobilí. Vzdělávání budoucích učitelů v tříaprobacích oborech by pak mohlo pomoci řešit i tuto situaci.

Jelikož ale snahy o zavádění oborů, ve kterých by budoucí učitelé základních škol studovali kombinace více předmětů, již v minulosti proběhly (např. Altmann, 1975), je spíše otázkou, zda by další rozšiřování odborné kvalifikace nemělo být směřováno až do postgraduální přípravy učitelů. Trna (2005) předpokládá, že stávající dvouoborové učitelské kombinace budou rozšířeny na celou vzdělávací oblast. Otázku, zda je vhodnější připravit studijní programy a obory již pro celou oblast v pregraduální přípravě, nebo dvouoborové učitele doškolovat až v rámci postgraduální přípravy, však ponechává otevřenou. Podle mého názoru je studium ve dvouoborových kombinacích pro úroveň středních škol již tak dost náročné. Další rozšiřování odborné způsobilosti by tak mělo směřovat až do postgraduální přípravy učitelů. Nicméně již v pregraduální přípravě by se studenti učitelství mohli setkat s příklady výuky některých integrovaných témat (v tomto ohledu se shodují s názorem Šmídla (2007)).

V položce zjišťující faktory bránící častějšímu propojování chemie a biologie uváděli učitelé jako nejzávažnější faktory skutečnost, že se podobná témata v chemii a biologii neprobírají ve stejnou dobu (obdobně Škoda a Doulík (2007) zmiňují náročnost tvorby rozvrhu), nedostatečné znalosti druhého oboru (toto uvádí i Škoda a Doulík (2007) a Hejnová (2011)) či nedostatek vhodných výukových materiálů (ve shodě je Podroužek (2002), Škoda a Doulík (2007), Hesová (2011), Hejnová (2011)).

U této položky je možné podívat se na možná řešení jednotlivých překážek:

1. *Podobná témata se neprobírají ve stejnou dobu.* Tento bod je podle mého názoru poměrně dobře řešitelný na úrovni ŠVP. ŠVP totiž poskytují možnost plánovat učivo určitých předmětů tak, aby se podobné oblasti časově překrývaly. Koordinace učiva ve smyslu Lepilovy (2006) definice je podle Jacobs (1989) zároveň jednou z nejsnáze realizovatelných forem integrace.

2. *Nedostatečné znalosti z druhého oboru.* Zde se jako částečné řešení nabízí již diskutované rozšiřování odborné způsobilosti učitelů, jako reálnější se pak jeví třeba spolupráce učitelů přírodovědných předmětů na společné výuce např. formou týmového mezipředmětového vyučování, jak ho popisují Herink a kol. (2014). Toto řešení se z mého pohledu jeví jako použitelné i z toho důvodu, že respondenti neoznačili za obzvláště problematickou domluvu s ostatními učiteli.

3. *Nedostatek výukových materiálů.* Tento problém je samozřejmě možné řešit tvorbou výukových materiálů, jako např. materiály vytvořené v rámci této práce. Zároveň není nutné budovat celý systém výukových materiálů od začátku. Jelikož v řadě zemí je integrovaná výuka rozšířená, nabízí se možnost převzetí a překladu již existujících materiálů. Příkladem vznikly např. integrované texty řady Člověk a příroda nakladatelství Fraus: Energie (Bergstedt, 2005), Půda (Bergstedt a kol., 2005a), Voda (Bergstedt a kol., 2005b), Vzduch (Dietrich, 2005), Zdraví (Klepel, 2005) a Informace a komunikace (Zahradník, 2005).

Odpovědi na dotaz na preferovaný stupeň integrace přírodovědných předmětů na střední škole byly ve shodě s již provedenými šetřeními v oblasti názorů učitelů na zavádění integrované výuky (např. šetření Škody a Doulíka (2007), Šíby (2009, 2013) nebo Hejnové (2011)). Ukázalo se, že samotní učitelé preferují zachování samostatných předmětů s důrazem na mezipředmětové vztahy (tuto možnost označilo necelých 54 % respondentů), případně zachování samostatných předmětů s důrazem na mezipředmětové vztahy doplněné o integrovanou výuku některých témat (necelých 39 % respondentů). Z nabízených možností volili respondenti nejméně možnost samostatných předmětů bez důrazu na mezioborové vztahy a plnou integraci přírodovědných předmětů (tyto možnosti uváděla asi 2 % respondentů), k obdobným výsledkům došli i Škoda a Doulík (2007), Šíba (2009, 2013) nebo Hejnová (2011).

Vzhledem k tomu, že 64 % respondentů uvedlo, že jim k častější integraci poznatků z chemie a biologie mohou napomoci výukové materiály, rozhodla jsem se v rámci této práce příklady výukových materiálů vytvořit. Na základě rešerše literatury, jsem zájem o výukové materiály očekávala. Původní představa byla vypracovat výukové texty, které by zpracovávaly určitá integrovaná témata. Nicméně dotazníkové šetření ukázalo, že učitelé nejvíce využijí návody na praktická cvičení (tuto možnost volilo 73,4 % respondentů). To není příliš překvapivé, neboť praktická cvičení jsou považována za základní prvek přírodovědného vzdělání a do výuky jsou často zařazována (Abrahams a Millar, 2008). Jako nejméně využitelné respondenti viděli materiály pro e-learning a materiály pro interaktivní tabuli. Důvodem může být to, že e-learningové aktivity a práce s interaktivní tabulí nejsou zatím dostatečně rozšířeny. Poměrně malý zájem projeвили respondenti o učebnice a výukové texty. Greger (2006) uvádí, že učitelé využívají učebnice především při plánování výuky. Jelikož je v současnosti celá řada alternativních možností získávání informací, může být podle mého názoru využití učebnic pro tyto účely upozaděno. Zároveň podle Gregera (2006) se na učebnice více spoléhají méně zkušené učitelé – protože výzkumný vzorek tvořili především učitelé s delší praxí, může být výsledek ovlivněn i tímto.

V poslední položce byli učitelé dotazováni na témata, k nimž by měli zájem o materiály. Učitelé projeвили zájem především o materiály k tématům toxicita látek. Toto téma se zároveň relativně často učí či alespoň okrajově zmiňuje. Dále měli respondenti zájem o materiály k tématu nanočástice a nanomateriály. Zde je zajímavé, že toto téma patří mezi nejméně často vyučované. Zájem byl také projevěn o témata přírodní látky a jejich využití či geneticky modifikované organismy. Tvorbě laboratorních úloh z toxikologie pro úroveň středních škol jsem se věnovala v bakalářské práci (Sezemská, 2013), téma nanomateriály bylo do podoby praktického cvičení zpracováno v závěrečné práci Korbelové (2019), přírodními látkami se v rámci disertační práce zabývala Opatová (2014), téma geneticky modifikované organismy zpracovala v rámci diplomové práce Brousková (2018). Nabízí se tedy otázka, zda se výstupy z různých typů závěrečných prací vůbec dostávají mezi učitele. Domnívám se, že celá řada i kvalitních materiálů bohužel zůstává učitelům neznámá, protože nejsou publikovány, případně jsou publikovány formami pro učitele špatně dostupnými (např. sborníky z konferencí). Další výzkum by se tedy mohl zabývat tím, v jakých podobách byla témata z položky F

v dotazníku viz příloha 8. 1 zpracována v rámci závěrečných prací a tím, zda a případně kde byly vytvořené materiály publikovány.

Při tvorbě vlastních výukových materiálů jsem vycházela z vybraných závěrů šetření realizovaných v této práci. Mým cílem bylo zaměřit se na základní znalosti, jako jsou vlastnosti látek (barevnost, rozpustnost), jejich význam, základní chemické výpočty apod. Seznámení se základními vlastnostmi rostlinných barviv, jejich výskytem a významem je zahrnuto v tématu *Svět uvnitř rostlin*, téma *Život ve slaných vodách a žábřonožky solné* seznamuje žáky s vlastnostmi slané a sladké vody. V rámci tématu *Půdní respirace a Život ve slaných vodách a žábřonožky solné* jsou zahrnuty základní chemické výpočty. Do každého celku se mi podařilo začlenit návrh a vyhodnocení alespoň jednoduchého přírodovědného experimentu. V této oblasti si totiž podle šetření PISA v roce 2015 čeští žáci vedli hůře (Blažek a Příhodová, 2016). Na simulaci celého vědeckého postupu je založeno téma *Půdní respirace*.

Při pilotním ověřování výukových materiálů se mi osvědčilo úlohy vyzkoušet nejprve v rámci své učitelské praxe na gymnáziu v povinně volitelném předmětu chemie a biologie kolem nás. Výhodné bylo, že jsem s žáky pracovala dlouhodobě (žáci tedy neměli problém se mnou probírat konkrétní připomínky k úlohám), zároveň má větší část žáků navštěvujících tento předmět zájem o přírodní vědy. Žákům jsem vysvětlila, že se jedná o nové výukové materiály a požádala je o spolupráci při jejich ověření. Pro většinu žáků byla tato práce zajímavá, protože se ocitli v pro ně ne úplně obvyklé roli „partnera“ učitele. Žáci také podle mého názoru měli pocit „důležitosti“, že se podílí na tvorbě něčeho, co využijí žáci po nich. Na základě připomínek těchto žáků prošly materiály úpravou. Opraveny byly např. některé formulační nedostatky i konkrétní podoba úkolů. Žáky není např. úplně oblíbené obvyklé vypisování pozorování a závěrů celými větami. Ačkoli považuji za důležité učit žáky formulovat závěry, nadužívání se ukázalo jako kontraproduktivní. Jako vhodný kompromis je možné použít vyhodnocení některých pokusů pouze formou tabulek. Ty jsou využity např. v pracovním listu k tématu *Svět uvnitř rostlin*.

Při ověřování úloh jsem se také obávala skutečnosti, že žáci při pilotním i vlastním ověřování ne vždy měli potřebné zázemí znalostí především z chemie (toto bylo omezení plynoucí z využití méně dostupného vzorku). Nicméně se ukázalo, že většina žáků byla schopna z tohoto pohledu problematiku úlohy vyřešit, pokud měli možnost využít internet. Vybrané úlohy, jako je např. úloha zaměřená na odvození rozpustnosti

rostlinných barviv, tak nebyly řešeny postupem, který jsem původně zamýšlela (tedy aplikací poznatků), ale žáci si jednoduše potřebné údaje našli. Na druhou stranu jako pozitivní vnímám, že byli žáci schopni vypořádat se i s těmito situacemi. Zároveň toto zjištění rozšiřuje možnosti využití výukových materiálů různými skupinami žáků, protože je možné tímto způsobem částečně obejít požadavek na vstupní úroveň znalostí žáků.

Při využití úloh je potřeba zvážit jejich náročnost, neměli by být příliš snadné ani příliš obtížné (Čížková, 2002). Proto jsem do dotazníku na hodnocení úloh zařadila dotaz na náročnost úloh. Úlohy či úkoly vypracovávané v rámci tématu *Život ve slaných vodách a žábřonožky solné* hodnotili žáci nejčastěji jako spíše snadné (56 %) a přiměřeně obtížné (40 %). Úlohu *Půdní respirace* pak většina žáků hodnotila jako přiměřeně obtížnou (63 % žáků) až obtížnou (33 % žáků). Úlohy či úkoly vypracovávané v rámci tématu *Svět uvnitř rostlin* hodnotili žáci nejčastěji jako přiměřeně obtížné (64 %), 18 % žáků je pak označila za spíše snadné a stejný počet žáků za spíše obtížné. Jsem si vědoma, že ověření výukových materiálů proběhlo na malém vzorku žáků, avšak dovoluji si konstatovat, že nejméně obtížné jsou úlohy zařazené do tématu *Život ve slaných vodách a žábřonožky solné*, nejobtížnější je pak úloha *Půdní respirace*. Hodnocení úloh studenty PřF UK korespondovalo s hodnocením žáků gymnázia.

V dotazníku jsem se také zajímala o srozumitelnost zadání úloh. Nejhuře v tomto ohledu dopadla úloha *Půdní respirace*. Zde se ale z doplňujících otázek v dotazníku a ze situace při realizaci úlohy domnívám, že nešlo o špatnou srozumitelnost z hlediska lingvistiky, ale že respondenti nerozuměli postupu jako takovému, proto pro ně bylo plnění úlohy obtížnější.

Pokud byly do výukových materiálů zařazeny výpočty, tak byly žáky gymnázia i studenty PřF UK zařazeny mezi obtížnou a zároveň nejméně zajímavou část. Skutečnost, že úloha *Půdní respirace* byla hodnocena jako náročnější než ostatní, si vysvětluji právě tím, že při ní navrhuji použití většího počtu relativně složitých výpočtů. Při plánování této úlohy jsem vycházela z postupu, který popisuje Miko (1993). Podle Mika (1993) se výpočet produkce CO₂ půdou provede s využitím vzorce:
$$R = \frac{(S - A) \cdot 0,5 \cdot f \cdot 11,2}{m \cdot s \cdot h}$$
, kde S je spotřeba HCl při titraci slepého vzorku (v ml), A je spotřeba HCl při titraci měřeného vzorku (v ml), 0,5 je molární koncentrace HCl, f je

faktor HCl , m je hmotnost navážky půdy, s je sušina půdy (v %), h je doba inkubace v dnech a 11,2 je přepočtový faktor na ml oxidu uhličitého. V případě tohoto vzorce jsem měla dojem, že není zřejmé, jak se k němu dojde (v autorově publikaci je daný, neodvozuje se). Považovala jsem tedy za názornější postupné odvození tak, jak ho uvádím v návodu k úloze viz příloha 8. 12. Nicméně se ukázalo, že toto odvození bylo pro žáky, ale především pro studenty PřF UK²⁸ dosti náročné. V reakci na toto zjištění považuji za vhodné vytvoření druhé verze výukového materiálu, který by zahrnoval výpočet produkce CO_2 podle uvedeného vzorce. Mnou navržený materiál může být využit např. v seminářích pro maturitní ročníky, kde „hyperdidaktické“ odvození není od věci. Pro využití pro širší skupinu žáků a pro využití učiteli, kteří si nejsou jisti v oblasti výpočtů, by pak byl vhodnější materiál zahrnující zjednodušený vzorec.

Úloha *Půdní respirace* byla jako nejméně atraktivní hodnocena žáky gymnázia i studenty PřF UK. Její zařazení do výuky i přes to považuji za vhodné. Ve shodě s Abrahamsem a kol. (2007) se domnívám, že školní pokusy mají primárně sloužit k pochopení přírodních jevů, které většinou nejsou plně efektních záblesků či výbuchů, jak je žáci znají třeba ze dnů otevřených dveří na gymnáziích či vysokých školách. Právě tato úloha nejvíce žákům přiblíží skutečný vědecký postup, který umožňuje pochopení určitého komplexního přírodovědného problému.

Úlohy k tématům *Svět uvnitř rostlin* a *Život ve slaných vodách a žábronožky solné* byly hodnoceny studenty PřF UK jako využitelné pro jejich budoucí praxi. Zde může hrát roli jejich nižší náročnost, vyšší atraktivita tématu a skutečnost, že lze jednotlivé úlohy využít i mimo mnou navržené celky. Hůře, co se týká využitelnosti, dopadla úloha *Půdní respirace*. To přisuzuji skutečnosti, že pro většinu studentů byly příliš náročné výpočty. Toto by bylo alespoň částečně řešitelné již zmíněnou náhradou odvození postupu výpočtu souhrnným vzorcem.

²⁸ Většina studentů totiž nestuduje učitelskou kombinaci s chemií. S výpočty se tak někteří od střední školy nesetkali.

6 Závěr

V úvodu jsem uvedla, že se v práci zabývám těmito hlavními otázkami: *Jaký stupeň integrace preferují čeští učitelé pro úroveň středních škol? Jakým způsobem je možné podpořit integrovanou výuku na středních školách?*

Na základě těchto otázek jsme stanovila následující hlavní cíle: *Zjistit, jaký stupeň integrace přírodovědných předmětů preferují čeští učitelé pro úroveň středních škol. Zjistit hlavní překážky zavádění integrované výuky. Zjistit faktory, které mohou napomoci častější integraci poznatků. Vytvořit podporu pro integrovanou výuku na českých středních školách.*

Za účelem splnění těchto cílů jsem realizovala především dotazníkové šetření mezi středoškolskými učiteli doplněné o závěry z rozhovorů s akademickými pracovníky PřF UK. Dotazníkového šetření mezi středoškolskými učiteli se zúčastnilo 218 respondentů. *Učitelé, kteří se zúčastnili šetření uvedli, že preferovaným stupněm integrace je zachování samostatných přírodovědných předmětů s důrazem na mezipředmětové vztahy, případně s doplněním o integrovanou výuku některých témat. Za hlavní překážky častější integrace poznatků z chemie a biologie označili respondenti skutečnost, že se související témata v chemii a biologii neprobírají ve stejnou dobu, nedostatečné znalosti z druhého oboru či nedostatek výukových materiálů. Hlavním faktorem, který pak může napomoci respondentům s častější integrací poznatků z biologie a chemie, pak jsou vhodné výukové materiály.*

Předběžné výsledky tohoto šetření byly publikovány na konferenci Aktuálně problémy dizertačních prací v teorii přírodovědného vzdělávání v roce 2017 a ve sborníku z konference (Sezemská, 2018). Celkové výsledky byly představeny na konferenci DidSci+ v roce 2018 a publikovány v časopise Biologie-Chemie-Zeměpis (Kotvaltová Sezemská, 2019).

Druhou výzkumnou částí této práce byly rozhovory s akademickými pracovníky PřF UK. Rozhovorů se zúčastnilo 13 členů odborných kateder sekcí chemie a biologie. Závěry z tohoto šetření byly zohledněny při návrhu výukových materiálů a při tvorbě vybraných otázek do dotazníku pro učitele. Výsledky šetření byly publikovány na konferenci Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie v roce 2017 a ve sborníku z této konference (Sezemská a Hybelbauerová, 2017).

Posledním hlavním cílem stanoveným v této práci bylo vytvořit podporu pro integrovanou výuku. Na základě závěrů plynoucích z šetření mezi středoškolskými učiteli a akademickými pracovníky PřF UK byly navrženy tři sady výukových materiálů s interdisciplinární tematikou: *Život ve slaných vodách a žábřonožky solné*, *Půdní respirace* a *Svět uvnitř rostlin*. Tyto materiály byly ověřeny žáky v prostředí pražského gymnázia a studenty učitelství biologie či učitelských kombinací s biologií. Ověření ukázala, že jsou výukové materiály využitelné v prostředí české školy. Většina studentů PřF UK, kteří se účastnili ověřování pak uvedla, že alespoň některé z navržených úloh ve své praxi využije.

Úlohy *Půdní respirace* a *Život ve slaných vodách a žábřonožky solné* byly trvale zařazeny do výuky v rámci předmětu pozorování a pokus organismální II pod katedrou Učitelství a didaktiky biologie PřF UK a do výuky předmětu chemie a biologie kolem nás, který je určena žákům kvarty osmiletého studia na pražském gymnáziu. Výukový materiál *Život ve slaných vodách a žábřonožky solné* byl také představeny učitelkám základních škol v Košicích, které se zúčastnily na oddělení didaktiky chemie akce Celomestský metodický den učitel'ov základných škôl. První verze pracovního listu byla publikována jako příloha k článkům v časopise *Živa*, které zaštiťovalo téma využití a chov korýšů ve školách (Sezemská, 2017a; Sezemská, 2017b). Úloha *Půdní respirace* byla prezentována na konferenci Projektové vyučování v přírodovědných předmětech v roce 2016 a ve sborníku z konference (Sezemská a Mourek, 2017). Pracovní list na téma stínky byl publikován jako příloha k článkům v časopise *Živa*, které zaštiťovalo téma využití a chov korýšů ve školách (Sezemská, 2017a; Sezemská, 2017b).

7 Informační zdroje a zdroje obrázků

Autocitace:

- KOTVALTOVÁ SEZEMSKÁ, Karolína, 2019. Interdisciplinární přístup a výuka vybraných interdisciplinárních témat v chemii a biologii v prostředí českých středních škol. *Biologie. Chemie. Zeměpis* [online]. **28**(1), 35-47 [cit. 2019-06-15]. DOI: 10.14712/25337556.2019.1.4. ISSN 2533-7556. Dostupné z: <http://bichez.pdf.cuni.cz/archiv/article/73>
- SEZEMSKÁ, Karolína, 2013. Vybrané laboratorní úlohy z toxikologie pro výuku na SŠ. Praha. Bakalářská práce. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy.
- SEZEMSKÁ, Karolína, 2017a. O významu korýšů a jejich využití v praktických cvičeních ve školách. *Živa*. (2), 81-82.
- SEZEMSKÁ, Karolína, 2017b. Korýši v praktických cvičeních ve školách. *Živa*. (2), L-LII.
- SEZEMSKÁ, Karolína, 2018. Mezioborové vztahy v chemii a biologii – Představení dizertační práce. In Bronerská J., Aktuálne problémy dizertačných prác v teórii prírodovedného vzdelávania. Trnava: Trnavská univerzita, Pdf TRNAVA, 2018, s. 25-38. ISBN 978-80-568-0107-9.
- SEZEMSKÁ, Karolína a Jan MOUREK, 2017. Půdní respirace – Námět na praktikum propojující chemii a biologii. In RUSEK M., STÁRKOVÁ D., BÍLKOVÁ METELKOVÁ I., Projektové vyučování v přírodovědných předmětech XIV. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, (s. 183-190). ISBN 978-80-7290-929-2.
- SEZEMSKÁ, Karolína a Simona HYBELBAUEROVÁ, 2017. Aktuální témata v chemii a biologii a jejich výuka na středních školách. In: D. Kričfaluší. Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie. Sborník z mezinárodní konference konané 22. - 24. 5. 2017., (s. 323-331). Ostrava: Ostravská universita ISBN 978-80-7464-942-4.

Informační zdroje:

- ABDELLA, Beth a kol., 2011. Integrated chemistry and biology for first-year college students. *Journal of Chemical Education*, 88.9: 1257-1263.
- ABRAHAMS, Ian, a kol., 2007. An unrealistic image of science. *School Science Review*, 88.324: 119-122.
- ABRAHAMS, Ian; MILLAR, Robin, 2008. Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30.14: 1945-1969.
- ABRAHAMS, Ian; REISS, Michael J.; SHARPE, Rachael M, 2013. The assessment of practical work in school science. *Studies in Science Education*, 49.2: 209-251.
- AKKUS, Recai; GUNEL, Murat; HAND, Brian, 2007. Comparing an inquiry-based approach known as the science writing heuristic to traditional science teaching practices: Are there differences? *International Journal of Science Education*, 29.14: 1745-1765.
- ALOUF, James L.; BENTLEY, Michael L, 2003. Assessing the Impact of Inquiry-Based Science Teaching in Professional Development Activities, PK-12

- ALTMANN, Antonín, 1975. *Metody a zásady ve výuce biologie*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- APPLEBEE, Arthur N.; ADLER, Mary; FLIHAN, Sheila, 2007. Interdisciplinary curricula in middle and high school classrooms: Case studies of approaches to curriculum and instruction. *American Educational Research Journal*, 44.4: 1002-1039.
- ÅSTRÖM, Maria, 2008. Defining integrated science education and putting it to test. PhD Thesis. Swedish National Graduate School in Science and Technology Education, FontD.
- BEANE, James, 1991. The middle school: The natural home of integrated curriculum. *Educational Leadership*, 49.2: 9-13.
- BERGSTEDT, Christel, 2005. Člověk a příroda – Energie. Plzeň: Fraus, Učebnice pro integrovanou výuku. ISBN 80-7238-341-8.
- BERGSTEDT, Christel, Volkmar DIETRICH a Klaus LIEBERS, 2005a. Člověk a příroda - Půda. Plzeň: Fraus, Učebnice pro integrovanou výuku. ISBN 80-7238-340-x.
- BERGSTEDT, Christel, Volkmar DIETRICH a Klaus LIEBERS, 2005b. Člověk a příroda - Voda. Plzeň: Fraus, 2005. Učebnice pro integrovanou výuku. ISBN 80-7238-337-x.
- BERROD, Thierry, Pierre-François GAUDRY a Quincy RUSSELL, 2016. *Planeta písku, 3. díl* [online]. Francie, 52 minut [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: https://www.youtube.com/results?search_query=planeta+p%C3%ADsku+3
- BETHEL, Casey M.; LIEBERMAN, Raquel L, 2014. Protein structure and function: An interdisciplinary multimedia-based guided-inquiry education module for the high school science classroom. *Journal of Chemical Education*, 91.1: 52-55
- BÍLEK, Martin, Jiří RYCHTERA a Antonín SLABÝ, 2008. *Integrovaná výuka přírodovědných předmětů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-1881-0.
- BLAŽEK, Radek a Silvie PŘÍHODOVÁ, 2016. *Mezinárodní šetření PISA 2015: národní zpráva: přírodovědná gramotnost*. Praha: Česká školní inspekce, 2016. ISBN 978-80-88087-08-3.
- BOND-LAMBERTY, Ben; THOMSON, Allison, 2010. Temperature-associated increases in the global soil respiration record. *Nature*, 464.7288: 579
- BOZ, Y.; BOZ, N, 2005. A review on the practical work in school science. *Education and Science*, 30.136: 61-67.
- BROUSKOVÁ, Mariana, 2018. Postoje žáků středních škol ke geneticky modifikovaným organismům. Praha. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy.
- BYČKOVSKÝ, Petr a Jiří KOTÁSEK. Nová teorie klasifikace kognitivních cílů ve vzdělávání: revize Bloomovy taxonomie. *Pedagogika*. 2004, 54(3), 227-242.
- CAREY, Joanna C., et al, 2016. Temperature response of soil respiration largely unaltered with experimental warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113.48: 13797-13802.
- CASTANEDA-OVANDO, Araceli, a kol., 2009 Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food chemistry*, 113.4: 859-871.

- COLLINS, John William a Nancy P. O'BRIEN, 2003. *The Greenwood dictionary of education*. Westport, Conn.: Greenwood Press. ISBN 0897748603.
- CROGHAN, P. C., 1958a. The osmotic and ionic regulation of *Artemia salina* (L.). *Journal of Experimental Biology*, 35.1: 219-233.
- CROGHAN, P. C., 1958b. The survival of *Artemia salina* (L.) in various media. *Journal of Experimental Biology*, 35.1: 213-218.
- ČÍŽKOVÁ, Věra, 2002. Příspěvek k teorii a praxi problémového vyučování. *Pedagogika*. (4), 415-430.
- ČTRNÁCTOVÁ, Hana, 1997. Příspěvek didaktiky chemie k teorii a praxi projektování učebních úloh. *Pedagogika*. 47, 138-148.
- ČŠI, 2018. PISA. www.csicr.cz [online]. [cit. 2018-07-07]. Dostupné z: <https://www.csicr.cz/Prave-menu/Mezinarodni-setreni/PISA>
- DIETRICH, Volkmar, 2005. *Člověk a příroda – Vzduch*. Plzeň: Fraus. Učebnice pro integrovanou výuku. ISBN 80-7238-338-8.
- DHONT, Jean; SORGELOOS, Patrick, 2002. Applications of *Artemia*. In: *Artemia: Basic and applied biology*. Springer, Dordrecht.
- DOAIGEY, Abdullah R., 1991. Occurrence, type, and location of calcium oxalate crystals in leaves and stems of 16 species of poisonous plants. *American Journal of Botany*, 78.12: 1608-1616.
- DOUBRAVA, Lukáš, Radmil ŠVANCAR a Jaroslava ŠTEFFLOVÁ, 2002. Potřebují školy třetí aprobaci? *Učitel'ské noviny* [online]. (41) [cit. 2019-06-15]. Dostupné z: <http://www.ucitelskenoviny.cz/?archiv&clanek=3847>
- DRAKE, Susan a Joanne REID, 2010. Integrated curriculum: Increasing relevance while maintaining accountability (Research Monograph# 28). *The Literacy and Numeracy Secretariat: What Works? Research into practice*.
- DRAKE, Susan a Joanne REID, 2018. Integrated Curriculum as an Effective Way to Teach 21st Century Capabilities. *Asia Pacific Journal of Educational Research*. 1(1), 31-50.
- DRAKE, Susan a Rebecca Crawford BURNS, 2004. *Meeting standards through integrated curriculum*. Alexandria, Va.: Association for Supervision and Curriculum Development. ISBN 0-87120-840-7.
- DUMITRASCU, Mioara, 2011. *Artemia salina*. *Balneo Research Journal*[online]. 2(4), 119-122 [cit. 2019-06-10]. DOI: 10.12680/balneo.2011.1022. ISSN 20697597. Dostupné z: <http://www.bioclima.ro/J244.pdf>
- DUŠEK, Bohuslav, 2000. *Kapitoly z didaktiky chemie*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. ISBN 80-7080-409-2.
- EMES, M. J., a kol., 2003. Starch synthesis and carbon partitioning in developing endosperm. *Journal of Experimental Botany*, 54.382: 569-575.
- EURYDICE, 2006. *Science teaching in schools in Europe: policies and research*. Brussels: Eurydice. ISBN 92-79-01923-6.
- EURYDICE, 2011. *Science education in Europe: national policies, practices and research*. Text compl. in Oct. 2011. Brussels, [Belgium]: Education, Audiovisual and Culture Executive Agency, 2011. ISBN 9789292012182.

- FALTEISEK, Lukáš a kol., 2006. *Organismy a abiotické faktory prostředí: přípravný text kategorie A, B*. Praha: Národní institut dětí a mládeže MŠMT, 2006. ISBN 80-86784-39-8
- FIEDLER, Hans Joachim, 1989. Titrimetrische Labormethoden. DUNGER, Wolfram a Hans Joachim FIEDLER. *Methoden der Bodenbiologie*. Gustav Fischer Verlag, s. 135-137. ISBN 3437204238.
- FOGARTY, Robin, 1991. Ten Ways to Integrate Curriculum. FOGARTY, Robin. *The Mindful School: How to Integrate the Curricula*. 3rd. Palatine: Skylight Publishing, s. 61-65. ISBN 78-1-4129-3889-1.
- FRANCESCHI, Vincent R.; NAKATA, Paul A., 2005. Calcium oxalate in plants: formation and function. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 56: 41-71.
- FRASER, Paul D.; BRAMLEY, Peter M, 2004. The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. *Progress in lipid research*, 43.3: 228-265.
- FURNER, Joseph M.; RAMIREZ, 1999, Monica. Making connections. *TechTrends*, 43.4: 34-39.
- GIBSON, Helen L.; CHASE, Christopher, 2002. Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes toward science. *Science education*, 86.5: 693-705.
- GODIN, Elizabeth A., a kol., 2014. Alcohol Pharmacology Education Partnership: using chemistry and biology concepts to educate high school students about alcohol. *Journal of chemical education*, 91.2: 165-172.
- GREGER, David, 2006. Přehled výzkumů učebnic v zahraničí. *Učebnice pod lupou*. Brno: Paido, 23-32.
- HASSALL, M.; DANGERFIELD, J. M, 1989. Inter-specific competition and the relative abundance of grassland isopods. *MONIT. ZOOL. ITAL.*
- HEJNOVÁ, Eva, 2011. Integrovaná výuka přírodovědných předmětů na základních školách v českých zemích – minulost a současnost. *Scientia in educatione*. 2(2), 77-90. ISSN 1804-7106.
- HERINK, Josef, Jakub HOLEC, Daniela RŮŽIČKOVÁ a Kamila SLADKOVSKÁ, 2014. Týmové mezipředmětové vyučování (Team teaching, kolegium vyučujících). *Metodický portál RVP* [online]. [cit. 2019-06-15]. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/z/18501/TYMOVE-MEZIPREDMETOVE-VYUCOVANI-TEAM-TEACHING-KOLEGIUM-VYUCUJICICH.html/>
- HESOVÁ, Alena, 2011. Integrace ve výuce. *Metodický portál RVP* [online]. [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/o/z/12039/INTEGRACE-VE-VYUCE.html/>
- HOFSTEIN, Avi; LUNETTA, Vincent N, 1982. The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. *Review of educational research*, 52.2: 201-217.
- HUDECOVÁ, Dagmar. Revize Bloomovy taxonomie edukačních cílů. *Pedagogika*. 2004, 54(3), 274-283.
- HURD, Paul DeHart, 2002. Modernizing science education. *Journal of Research in Science Teaching*. 39(1), 3-9.
- CHALKER-SCOTT, Linda, 1999. Environmental significance of anthocyanins in plant stress responses. *Photochemistry and photobiology*, 70.1: 1-9.

- CHLEBOUNOVÁ, Irena, 2013. Jak kompostovat na školní zahradě. In: Andres, R. (ed.): Praktická ochrana přírody ve výuce na školách: metodická příručka (45-47). Vlašim: ZO ČSOP.
- CHRÁSKA, Miroslav, 2007. Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu. Praha: Grada. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-1369-4.
- JACOBS, Heidi Hayes, 1989. *Interdisciplinary curriculum: Design and implementation*. Association for Supervision and Curriculum Development, 1250 N. Pitt Street, Alexandria, VA 22314.
- JEFFERY, Simon, Ciro GARDI, Arwyn JONES a Luca MONTANARELLA, 2010. *European atlas of soil biodiversity*. Luxembourg: Published by the Publications Office of the European Union. ISBN 978-92-79-15806-3.
- KABOUW, Patrick, a kol., 2008. Styloid crystals in Claoxylon (Euphorbiaceae) and allies (Claoxylinae) with notes on leaf anatomy. *Botanical journal of the Linnean Society*, 156.3: 445-457.
- KALHOUS, Zdeněk, Otto OBST a kol., 2002. *Školní didaktika*. Praha: Portál, ISBN 80-7178-253-x.
- KLEPEL, Gert, 2005. Člověk a příroda – Zdraví. Plzeň: Fraus. Učebnice pro integrovanou výuku. ISBN 80-7238-339-6.
- KONG, Jin-Ming, a kol., 2003. Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry*, 64.5: 923-933.
- KORBELOVÁ, Gabriela, 2019. Pojem „nano“ a „nanotechnologie“ pro žáky čtyřletých a osmiletých gymnázií. Praha. Závěrečná práce CŽV. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy.
- KOŠŤÁL, Vladimír, 2009. Kryptobiotické stavy aneb Vratná zastavení životních dějů. *Vesmír*. 88(5), 480-482.
- KOUCKÝ, Jan a kol. 2004. *Učení pro život: Výsledky výzkumu OECD PISA 2003*. Praha.
- KRYKORKOVÁ, Hana, 1981. Aktivizační možnosti úloh s výběrovou odpovědí. *Pedagogika*. (3), 289-306.
- KYSILKA, Marcella L., 1998. Understanding integrated curriculum. *Curriculum journal*, 9.2: 197-209.
- LEDERMAN, Norman G.; NIESS, Margaret L, 1997. Integrated, interdisciplinary, or thematic instruction? Is this a question or is it questionable semantics?. *School science and Mathematics*, 97.2: 57.
- LEPIL, Oldřich, 2006. Integrovaný model přírodovědného vzdělávání. *Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání: Úvodní studie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, s. 61-66. ISBN 80-244-1258-6.
- LEPIL, Oldřich, 2010. *Teorie a praxe tvorby výukových materiálů: zvyšování kvality vzdělávání učitelů přírodovědných předmětů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-2489-7.
- LIAO, I. Chiu; SU, Huei Meei; CHANG, Emily Y, 2001. Techniques in finfish larviculture in Taiwan. *Aquaculture*, 200.1-2: 1-31.

- LICHTENTHALER, Hartmut K, 1987. [34] Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: *Methods in enzymology*. Academic Press, p. 350-382.
- LUO, Yiqi a Xuhui ZHOU, 2006. *Soil respiration and the environment*. Boston: Elsevier Academic Press. ISBN 9780120887828.
- MACMATH, Sheryl a kol., 2010. RESEARCH SECTION: Curriculum integration and at-risk students: a Canadian case study examining student learning and motivation. *British Journal of Special Education*, 37.2: 87-94.
- MACHLIS, Leonard a John G. TORREY, 1956. *Plants in action: a laboratory manual of plant physiology*. San Francisco: W. H. Freeman.
- MARŠÁK, Jan a Svatava JANOUŠKOVÁ, 2006. Trendy v přírodovědném vzdělávání. *Metodický portál RVP* [online]. [cit. 2017-01-23]. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/k/z/1055/TRENDY-V-PRIRODOVEDNEM-VZDELAVANI.html/>
- MERIC, Ciler, 2009. Calcium oxalate crystals in some species of the tribe Inuleae (Asteraceae). *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 51.1: 105-110.
- MICKLIN, Philip a Nikolay ALADIN, 2008. Reclaiming the Aral Sea. *Scientific American.*, (4), 64-71.
- MIKANOVA, Olga, Tomáš ŠIMON a Dana CERHANOVÁ, 2010. *Hodnocení kvality půdy biologickými metodami: metodika pro praxi*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby. ISBN 978-80-7427-044-4.
- MIKO, Ladislav. *Úvod do půdní biologie*, 1993. Praha: Institut dětí a mládeže MŠMT ČR. ISBN 80-85105-67-5.
- Nařízení Vlády (2017). *Nařízení Vlády ze dne 25. září 2017 o platových poměrech zaměstnanců ve veřejných službách a správě*. [online]. [cit. 2017-10-26]. Dostupné z: http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=340/2017&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy.Předpis 341/2017.
- NETOPIL, Rostislav, Rudolf BRÁZDIL, Jaromír DEMEK a Pavel PROŠEK, 1984. *Fyzická geografie*. 1. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- OPATOVÁ, Michala, 2014. Chemické experimenty s přírodními látkami se zaměřením na vzdělávání. Praha. Disertační práce. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy.
- OPEKAR, František, 2010. *Základní analytická chemie pro studenty, pro něž analytická chemie není hlavním studijním oborem*. 2. vyd. Praha: Karolinum. ISBN 9788024617756.
- PALEČKOVÁ, J. a kol., 2007. Hlavní zjištění výzkumu PISA 2006: Poradí si žáci s přírodními vědami? [online]. Praha: TAURIS. 978-80-211-0541-6.
- PALEČKOVÁ, Jana, Vladislav TOMÁŠEK a Josef BASL, 2010. Hlavní zjištění výzkumu PISA: Umíme ještě číst? Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání. ISBN 978-80-211-0608-6.
- PALEČKOVÁ, Jana, Vladislav TOMÁŠEK a Radek BLAŽEK, 2014. *Mezinárodní šetření PISA 2012: Schopnost patnáctiletých žáků řešit problémy*. Praha. ISBN 978-80-905632-5-4.
- PAPÁČEK, Miroslav, 2010. Badatelsky orientované přírodovědné vyučování cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in educatione*. 1(1), 33-49.

- PAZOUREK, Jaroslav a Olga VOTRUBOVÁ, 1997. *Atlas of plant anatomy*. Prague: Peres. Series in natural history. ISBN 80-901691-2-0.
- PETTY, Geoffrey, 2004. *Moderní vyučování*. Vyd. 3. Praha: Portál. ISBN 80-7178-978-x.
- PÍŠKOVÁ, Anna 2011a. Aralské jezero 1. Jak se čtvrté největší jezero světa změnilo v poušť. *Vesmír* [online]. (2) [cit. 2017-01-28]. Dostupné z: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2011/cislo-2/aralske-jezero.html>
- PÍŠKOVÁ, Anna 2011b. Aralské jezero 2. Socio-ekonomické problémy Aralu, aneb Jak dopadlo poroučení větru dešti. *Vesmír* [online]. (3) [cit. 2017-01-28]. Dostupné z: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2011/cislo-3/aralske-jezero.html>
- PODROUŽEK, Ladislav, 2002. *Integrovaná výuka na základní škole v teorii a praxi*. Plzeň: Fraus. Zkušenosti, nápady, inspirace. ISBN 80-7238-157-1.
- PRŮCHA, Jan, 2017 *Moderní pedagogika*. Šesté, aktualizované a doplněné vydání. Praha: Portál, ISBN 978-80-262-1228-7.
- PRŮCHA, Jan, Jiří MAREŠ a Eliška WALTEROVÁ, 2003. *Pedagogický slovník*. 4. aktualiz. vyd. Praha: Portál. ISBN 80-7178-772-8.
- QUINTERO, Gustavo A., et al., 2016. Integrated medical curriculum: advantages and disadvantages. *Journal of medical education and curricular development*, 3: JMECD. S18920.
- RANDLER, Christoph a Franz BOGNER, 2006, Cognitive achievements in identification skills. *Journal of Biological Education*. 40(4), 161-165.
- RUSSELL, Constance a BURTON, John, 2000. A Report on an Ontario Secondary School Integrated Environmental Studies Program. *Canadian Journal of Environmental Education*, 5: 287-304.
- RVP G, 2007, kol. autorů. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia* Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze. ISBN 978-80-87000-11-3.
- RVP ZV, 2016, kol. autorů. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání* [online]. Praha, [cit. 2017-03-29]. Dostupné z: http://www.nuv.cz/uploads/RVP_ZV_2016.pdf
- ŘEHÁK, Bohuslav, 1967. *Vyučování biologie na základní devítileté škole a střední všeobecně vzdělávací škole: příspěvek k didaktice biologie*. 2., opr. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. Knižnice metodické literatury pro učitele.
- Sdružení Tereza. (2009). *Program Globe*. Pracovní listy Pedologie.
- SHIELDS, R. J, 2001. Larviculture of marine finfish in Europe. *Aquaculture*, 200.1-2: 55-88.
- SJØBERG, Svein a SCHREINER, Camilla, 2005. How do learners in different cultures relate to science and technology? Results and perspectives from the project ROSE (the Relevance of Science Education). In: *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*. The Education University of Hong Kong, Department of Science and Environmental Studies. p. 1-17.
- SKALKOVÁ, Jarmila, 2007. *Obecná didaktika: vyučovací proces, učivo a jeho výběr, metody, organizační formy vyučování*. Praha: Grada. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-1821-7.
- SKALKOVÁ-PROCHÁZKOVÁ, Jarmila, 1962. Příspěvek k otázce mezipředmětových souvislostí. *Pedagogika*. (3), 316-325.

- SMRŽ, Jaroslav, 2013. *Základy biologie, ekologie a systému bezobratlých živočichů*. V Praze: Karolinum. ISBN 9788024622583
- SOLIS, Pablo N., et al. 1993. A microwell cytotoxicity assay using *Artemia salina* (brine shrimp). *Planta medica*, 59.03: 250-252.
- STRAKOVÁ, Jana, 2002. *Vědomosti a dovednosti pro život: čtenářská, matematická a přírodovědná gramotnost patnáctiletých žáků v zemích OECD*. Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání, 2002. ISBN 80-211-0411-2.
- ŠÍBA, Michal, 2009. *Integrace biologických poznatků do výuky chemie*. Praha. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta UK.
- ŠÍBA, Michal, 2013. *Integrovaná přírodovědná výuka a historie přírodních věd v chemickém vzdělávání*. Praha. Disertační práce. Přírodovědecká fakulta UK.
- ŠIMÍČKOVÁ, Helena, 2001. Názory učitelů na integrované vyučování v primární škole – zpráva z předvýzkumu. *Pedagogická orientace*. č. 4, s. 40-52. ISSN 1211-4669.
- ŠIMONÍK, Oldřich, 2005. *Úvod do didaktiky základní školy*. Brno: MSD Brno, 2005. ISBN 80-86633-33-0
- ŠKODA, Jiří a Pavel DOULÍK, 2007. Jaké možnosti přináší RVP ZV pro přírodovědné vzdělávání? In: *Člověk a příroda: první krok k integraci výuky přírodovědných předmětů: sborník příspěvků z mezinárodní elektronické konference*. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, Pedagogická fakulta, s. 6-29. ISBN 978-80-7044-918-9.
- ŠKODA, Jiří a Pavel DOULÍK, 2009. Vývoj paradigmát přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická orientace*. 19(3), 24-44. ISSN 211-4669.
- ŠMÍDL, Milan, 2007. Problematika přípravy kvalifikovaných učitelů pro integrovanou výuku přírodovědných předmětů. In: *Člověk a příroda: první krok k integraci výuky přírodovědných předmětů: sborník příspěvků z mezinárodní elektronické konference*. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, Pedagogická fakulta, s. 6-29. ISBN 978-80-7044-918-9.
- ŠOBR, M. Podaří se zachránit Aralské jezero? *Geografické rozhledy* [online]. 2012, 22(2), 27-29 [cit. 2017-01-28]. Dostupné z: <https://www.geograficke-rozhledy.cz/archiv/clanek/402/pdf>
- ŠVAŘÍČEK, Roman a kol., 2007, *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Praha: Portál, ISBN 978-80-7367-313-0.
- TAMASSIA, Laura; FRANS, Renaat, 2014. Does integrated science education improve scientific literacy? *Journal of the European Teacher Education Network*, 9: 131-141.
- TOMÁŠEK, Vladislav a Eva POTUŽNÍKOVÁ, 2004. *Netradiční úlohy: Problémové úlohy mezinárodního výzkumu PISA*. Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání. ISBN 80-211-0484-8.
- TRNA, Josef, 2005. Nastává éra mezioborových didaktik? *Pedagogická orientace*. (1), 89-97. ISSN 1211-4669.
- TRUJILLO, Alan P. a Harold V. THURMAN, 2011. *Essentials of oceanography*. 10th ed. Boston: Prentice Hall. ISBN 978-0-321-66812-7.

- TYMRÁKOVÁ, Iva; JEDLIČKOVÁ, Helena; HRADILOVÁ, Lenka, 2005. Pracovní list a tvorba pracovního listu pro přírodovědné vzdělávání. Metodologické aspekty a výskum v oblasti didaktik přírodovědných přírodních a příbuzných oborů, 104-110.
- ULSH, Lisa, a kol., 2009. Accelerated integrated science sequence (AISS). An introductory biology, chemistry, and physics course. *Journal of Chemical Education*, 86.11: 1295.
- VÁCHA, Zbyněk a Tomáš DITRICH, 2016, Efektivita badatelsky orientovaného vyučování na primárním stupni základních škol v přírodovědném vzdělávání v České republice s využitím prostředí školních zahrad. *Scientia in educatione*. 7(1), 65-79. ISSN 1804-7106.
- VAN DRIEL, Jan H., Douwe BEIJAARD a Verloop NICO, 2002. Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*. 38(2), 137-158.
- VAN HECKE, Gerald R. a kol. 2002. An integration of chemistry, biology, and physics: The interdisciplinary laboratory. *Journal of chemical education*, 79.7: 837.
- VILÍMOVÁ, Jitka, 2016. Fylogeneze a vzájemné vztahy určující nejpřirozenější systém živočichů. *Živa*. (3), LVI-LVIII.
- VLČEK, Václav, 1981. Současné tendence v integrovaném vyučování přírodních věd. *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*. 26(5), 288-292.
- VOJÍŘ, Karel a Simona ČÁBELOVÁ, 2017. Pohnojíme to spolu. In: *Projektové vyučování v přírodních předmětech*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, s. 229-234. ISBN 978-80-7290-929-2.
- Vzdělávací program Základní škola, 1996. Praha, [cit. 2017-05-29]. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/file/194>
- WAHLA, Arnošt, 1983. *Strukturní složky učebnic geografie*. Brno: Pedagogická fakulta v Ostravě.
- WALTEROVÁ, Eliška, 1987. Experimentální celostně integrovaný model obsahu vzdělání v Bulharské lidové republice. *Pedagogika*. (3), 431-440.
- WARBURG, Michael, 1993. *Evolutionary Biology of Land Isopods*. Springer Science & Business Media. ISBN 978-3-662-21891-4.
- WHITE, James, Sarah NULL a David TARBOTON, 2014. More than Meets the Eye: Managing Salinity in Great Salt Lake, Utah. *Lakeline Magazine*. (fall), 25-29.
- WOLTERS, Volkmar; EKSCHMITT, Klemens, 1997. Gastropods, isopods, diplopods, and chilopods: neglected groups of the decomposer food web. In: *Fauna in soil ecosystems*. CRC Press, p. 279-320.
- ZAHRADNIK, Günter, 2005. *Člověk a příroda – Informace a komunikace*. Plzeň: Fraus. Učebnice pro integrovanou výuku. ISBN 80-7238-342-6.
- ZEEMAN, Samuel C.; KOSSMANN, Jens; SMITH, Alison M, 2010. Starch: its metabolism, evolution, and biotechnological modification in plants. *Annual review of plant biology*, 61: 209-234.

Seznam obrázků a jejich zdroje:

- Obr. 1 Modely integrace, převzato z FOGARTY, Robin, 1991. Ten Ways to Integrate Curriculum. FOGARTY, Robin. *The Mindful School: How to Integrate the Curricula*. 3rd. Palatine: Skylight Publishing, s. 61-65. ISBN 78-1-4129-3889-1.
- Obr. 2 Organizace vyučování přírodovědných předmětů podle předepsaných nebo doporučených kurikulárních dokumentů pro úroveň ISCED 1 a 2, převzato a upraveno podle EURYDICE, 2011. *Science education in Europe: national policies, practices and research*. Text compl. in Oct. 2011. Brussels, [Belgium]: Education, Audiovisual and Culture Executive Agency, 2011. ISBN 9789292012182.
- Obr. 3 Organizace vyučování přírodovědných předmětů podle předepsaných nebo doporučených kurikulárních dokumentů pro úroveň ISCED 1 a 2, převzato a upraveno podle EURYDICE, 2006. *Science teaching in schools in Europe: policies and research*. Brussels: Eurydice. ISBN 92-79-01923-6.
- Obr. 4 Zmenšování plochy Aralského jezer, převzato z MICKLIN, Philip a Nikolay ALADIN, 2008. Reclaiming the Aral Sea. *Scientific American.*, (4), 64-71.
- Obr. 5 Rozdělení Aralského jezera na tři vodní plochy, převzato a upraveno z MICKLIN, Philip a Nikolay ALADIN, 2008. Reclaiming the Aral Sea. *Scientific American.*, (4), 64-71.
- Obr. 6 Dospělé žábřonožky solné získané rozmražením krmiva pro akvarijní ryby, zdroj: Karolína Kotvaltová Sezemská
- Obr. 7 Dospělé žábřonožky solné, zdroj: Karolína Kotvaltová Sezemská
- Obr. 8 Líhnutí nauplia žábřonožky solné, zdroj: Karolína Kotvaltová Sezemská
- Obr. 9 Žábřonožka solná – nauplius, zdroj: Karolína Kotvaltová Sezemská
- Obr. 10 Uspořádání nádobového pokusu, zdroj: Karolína Kotvaltová Sezemská
- Obr. 11 Stínka obecná (*Porcellio scaber*) z ventrálního pohledu, zdroj: Karolína Kotvaltová Sezemská
- Obr. 12 Nádrž pro chov stínek (*Porcellio scaber*) nebo jiných suchozemských stejnonožců, zdroj: Karolína Kotvaltová Sezemská
- Obr. 13 Požer listů způsobený stínkami *Porcellio scaber*, zdroj: Karolína Kotvaltová Sezemská
- Obr. 14 Základní struktura antokyanů, převzato z CASTANEDA-OVANDO, Araceli, a kol., 2009 Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food chemistry*, 113.4: 859-871.
- Obr. 15 a-d Různý vzhled krystalů šťavelanu vápenatého v rostlinách: a – hranolovité krystaly, b – rafidy, c – drúza (převzato a upraveno z FRANCESCHI, Vincent R.; NAKATA, Paul A., 2005. Calcium oxalate in plants: formation and function. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 56: 41-71.), d – styloidy (převzato a upraveno z KABOUW, Patrick, a kol., 2008. Styloid crystals in *Claoxylon* (Euphorbiaceae) and allies (Claoxylinae) with notes on leaf anatomy. *Botanical journal of the Linnean Society*, 156.3: 445-457.)
- Obr. 16 Struktura chlorofylu a, převzato jako Public domain z wikipedia
- Obr. 17 Struktura vybraných karotenoidů: a – β -karoten, b – zeaxantin, c – lutein, d – violaxantin, převzato jako Public domain z wikipedia

- Obr. 18 Vzorce vybraných sacharidů: a – sacharosa, b – glukosa, c – fruktosa, převzato jako Public domain z wikipedia
- Obr. 19 Struktura amylosy, převzato jako Public domain z wikipedia
- Obr. 20 Struktura amylopektinu, převzato jako Public domain z wikipedia
- Obr. 21 Schéma vzájemných přeměn sacharidů probíhajících v cytosolu a amyloplastu, převzato a upraveno z EMES, M. J., a kol., 2003. Starch synthesis and carbon partitioning in developing endosperm. *Journal of Experimental Botany*, 54.382: 569-575.
- Obr. 22 Část čepele listu kukuřice: a – před povařením v ethanolu, b – po převaření v ethanolu, zdroj: Karolína Kotvaltová Sezemská
- Obr. 23 Testování listů na přítomnost škrobu: a – výsledek po 10 minutách, b – výsledek po 20 minutách; zleva: kontrola (list ponořený bází do destilované vody), list ponořený bází do 0,5M roztoku fruktosy, list ponořený bází do 0,5M roztoku glukosy a list ponořený bází do 0,5M roztoku sacharózy, zdroj: Karolína Kotvaltová Sezemská
- Obrázky v prezentaci k úloze 2 (úkol 5) pracovního listu Život ve slaných vodách a žábřonožky solné byly vytvořeny jako printscreeny ze stránek mapy.cz
- Pokud není uvedeno jinak, jsou obrázky v pracovních listech a jejich řešeních mým vlastním dílem, případně byly převzaty jako Public domain z wikipedia (vzorce rostlinných barviv a sacharidů).

8 Přílohy

Seznam příloh:

- 8. 1 Dotazník pro dotazníkové šetření mezi středoškolskými učiteli biologie a chemie
- 8. 2 Dotazník k hodnocení výukových materiálů – varianta pro žáky
- 8. 3 Dotazník k hodnocení výukových materiálů k tématu *Půdní respirace* – varianta pro studenty PřF UK
- 8. 4 Dotazník k hodnocení výukových materiálů k tématům *Život ve slaných vodách a žábřonožky solné* a *Svět uvnitř rostlin* – varianta pro studenty PřF UK
- 8. 5 Metodické pokyny k tématu *Život ve slaných vodách* a *žábřonožky solné*
- 8. 6 Pracovní list k tématu *Život ve slaných vodách* a *žábřonožky solné*
- 8. 7 Autorské řešení pracovního listu k tématu *Život ve slaných vodách* a *žábřonožky solné*
- 8. 8 Prezentace k úloze 2 (úkol 5) pracovního listu *Život ve slaných vodách* a *žábřonožky solné*
- 8. 9 Metodické pokyny k tématu *Půdní respirace*
- 8. 10 Otázky a úkoly k úloze *Půdní respirace*
- 8. 11 Autorské řešení otázek a úkolů k úloze *Půdní respirace*
- 8. 12 Návod k úloze *Půdní respirace*
- 8. 13 Pracovní list *Stínky – pozorování, chov a význam*
- 8. 14 Autorské řešení pracovního listu *Stínky – pozorování, chov a význam*
- 8. 15 Metodické pokyny k tématu *Svět uvnitř rostlin*
- 8. 16 Pracovní list k tématu *Svět uvnitř rostlin*
- 8. 17 Autorské řešení pracovního listu k tématu *Svět uvnitř rostlin*

8. 1 Dotazník pro dotazníkové šetření mezi středoškolskými učiteli biologie a chemie

1. Pohlaví *

- žena
- muž

2. Aprobace *

- chemie + biologie
- biologie nebo biologie + jiný předmět než chemie
- chemie nebo chemie + jiný předmět než biologie

3. Typ škol/y, na které vyučujete (je možné volit více možností) *

- základní škola
- nižší stupeň víceletého gymnázia
- vyšší stupeň víceletého gymnázia nebo čtyřleté gymnázium
- střední odborná škola

4. Délka učitelské praxe v letech *

- 0-2
- 2-6
- 6-12
- 12-19
- 19-27
- 27-32
- více než 32

A. Ve výuce propojují znalosti z chemie a biologie: *

- vůbec
- velmi málo
- občas
- často
- velmi často

B. Které faktory brání tomu, abyste ve výuce více propojoval/a znalosti z chemie a biologie? (je možné volit více možností) *

- nedostatek vhodných výukových materiálů
- nedostatečné znalosti z druhého oboru (chemie či biologie)
- podobná témata se v chemii a biologii neprobírají ve stejnou dobu
- nutnost domluvy s druhým vyučujícím v případě, že zároveň nevyučujete chemii i biologii
- Jiné: _____

C. Které faktory mohou napomoci tomu, abyste ve výuce více propojoval/a znalosti z chemie a biologie? (je možné volit více možností) *

- vhodné výukové materiály
- kurzy pro učitele rozšiřující znalosti chemie či biologie
- úprava ŠVP vedoucí k tomu, že se související učivo chemie a biologie probírá ve stejném období
- Jiné: _____

D. Jaký stupeň integrace (sjednocení) přírodovědných předmětů na střední škole (gymnáziu) byste upřednostnil/a? *

- plná integrace přírodovědných předmětů (existence jediného integrovaného přírodovědného předmětu)
- zachování samostatných přírodovědných předmětů s větším důrazem na mezipředmětové vztahy + integrovaná výuka některých témat
- zachování samostatných přírodovědných předmětů s větším důrazem na mezipředmětové vztahy
- zachování samostatných přírodovědných předmětů bez důrazu na mezipředmětové vztahy
- Jiné: _____

E. Které druhy výukových materiálů nejspíše využijete ve výuce? (O který typ výukových materiálů máte zájem?) (je možné volit více možností) *

- powerpointové prezentace
- návody na praktické úlohy
- pracovní listy k praktickým úlohám
- pracovní listy využitelné v běžných vyučovacích hodinách
- výukové texty
- výukové texty s metodickými pokyny pro učitele
- webové stránky
- materiály pro e-learning
- náměty na hry, kvízy, křížovky a podobné
- učebnice
- materiály pro interaktivní tabuli
- Jiné: _____

F. Následující témata: *

	učím pouze v biologii (případně v semináři biologie)	pouze okrajově zmiňuji v biologii	učím pouze v chemii (případně v semináři chemie)	pouze okrajově zmiňuji v chemii	učím v biologii a zároveň alespoň zmiňuji v chemii	učím v chemii a zároveň alespoň zmiňuji v biologii	neučím
NUKLEOVÉ Kyseliny (např. struktura, katalytické funkce RNA, opravy DNA, rekombinace DNA, regulace genové exprese)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
GENOMOVÁ BIOLOGIE (studium evoluce a funkce organismů pomocí genomických přístupů)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
PROTEINY (např. struktura, funkce)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
KOMPLEXNÍ SLOUČENINY (využití těchto sloučenin v analytické chemii, ve zdravotnictví)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
NANOČÁSTICE A NANOMATERIÁLY (využití nanočástic v lékařství, textilním průmyslu...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
BIOKATALÝZA A BIOINHIBITORY (struktura a význam enzymů, význam inhibitorů...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
TOXICITA LÁTEK (např. mechanismy toxicity, akutní a chronické otravy, přírodní toxiny)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

F. Následující témata: *

	učím pouze v biologii (případně v semináři biologie)	pouze okrajově zmiňuji v biologii	učím pouze v chemii (případně v semináři chemie)	pouze okrajově zmiňuji v chemii	učím v biologii a zároveň alespoň zmiňuji v chemii	učím v chemii a zároveň alespoň zmiňuji v biologii	neučím
PŘÍRODNÍ LÁTKY A JEJICH VYUŽITÍ (např. alkaloidy, vonné látky, chuťové látky, barviva)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
FYTOREMEDIACE (využití rostlin k odstranění škodlivých látek z prostředí)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
VLIV STRESORŮ NA RŮST A VÝVOJ ROSTLIN (vliv biotických a abiotických stresorů na rostliny, reakce rostlin na stres)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
METABOLISMUS ROSTLIN (fotosyntéza, metabolismus dusíkatých látek, metabolismus lipidů...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
GENETICKY MODIFIKOVANÉ ORGANISMY (možnosti „přípravy“ geneticky modifikovaných organismů a jejich využití, rizika spojená s geneticky modifikovanými organismy)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MOŽNOSTI DETEKCE RŮZNÝCH LÁTEK (detekce těžkých kovů, herbicidů a pesticidů v přírodě, analýza potravin a léčiv)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
CHEMICKÁ EKOLOGIE (chemicky zprostředkované interakce mezi organismy)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

G. Mám zájem o materiály k tématům (je možné volit více možností): *

- NUKLEOVÉ KYSELINY (např. struktura, katalytické funkce RNA, opravy DNA, rekombinace DNA, regulace genové exprese)
- GENOMOVÁ BIOLOGIE (studium evoluce a funkce organismů pomocí genomických přístupů)
- PROTEINY (např. struktura, funkce)
- KOMPLEXNÍ SLOUČENINY (využití těchto sloučenin v analytické chemii, ve zdravotnictví)
- NANOČÁSTICE A NANOMATERIÁLY (využití nanočástic v lékařství, textilním průmyslu...)
- BIODKATALÝZA A BIOINHIBITORY (struktura a význam enzymů, význam inhibitorů...)
- TOXICITA LÁTEK (např. mechanismy toxicity, akutní a chronické otravy, přírodní toxiny)
- PŘÍRODNÍ LÁTKY A JEJICH VYUŽITÍ (např. alkaloidy, vonné látky, chuťové látky, barviva)
- FYTOREMEDIACE (využití rostlin k odstranění škodlivých látek z prostředí)
- VLIV STRESORŮ NA RŮST A VÝVOJ ROSTLIN (vliv biotických a abiotických stresorů na rostliny, reakce rostlin na stres)
- METABOLISMUS ROSTLIN (fotosyntéza, metabolismus dusíkatých látek, metabolismus lipidů...)
- GENETICKY MODIFIKOVANÉ ORGANISMY (možnosti „přípravy“ geneticky modifikovaných organismů a jejich využití, rizika spojená s geneticky modifikovanými organismy)
- MOŽNOSTI DETEKCE RŮZNÝCH LÁTEK (detekce těžkých kovů, herbicidů a pesticidů v přírodě, analýza potravin a léčiv)
- CHEMICKÁ EKOLOGIE (chemicky zprostředkované interakce mezi organismy)
- Jiné: _____

8. 2 Dotazník k hodnocení výukových materiálů – varianta pro žáky

Hodnocení úlohy: _____

- dotazník pro žáky

Pohlaví:

chlapec dívka

Třída:

Hodnocení souboru úloh a jejich provedení:

1. U tvrzení A-F rozhodněte, zda s nimi:

1 – úplně souhlasíte, 2 – spíše souhlasíte, 3 – spíše nesouhlasíte, 4 – úplně nesouhlasíte, 5 – nemůžete posoudit

A Zadání úloh bylo srozumitelné	1	2	3	4	5
B Pracovní postup jsem chápal/a	1	2	3	4	5
C Téma považuji za atraktivní	1	2	3	4	5
D Úlohu/y považuji za atraktivní	1	2	3	4	5
E O tomto tématu bych se chtěl/a dozvědět více	1	2	3	4	5
F Na vypracování úloh jsem měl/a dostatek času	1	2	3	4	5

2. Úlohy považuji celkově za: 1 úplně snadné 2 spíše snadné 3 přiměřeně obtížné 4 spíše obtížné 5 velmi obtížné

3. Která část pro Vás byla nejobtížnější?

4. Která část pro Vás byla nejsnadnější?

5. Která část pro Vás byla nejzajímavější?

6. Která část pro Vás byla nejméně zajímavá?

7. Postřehy k úloze, tipy, návrhy na zlepšení:

8. 3 Dotazník k hodnocení výukových materiálů k tématu *Půdní respirace* – varianta pro studenty PřF UK

Hodnocení úlohy: Půdní respirace

- dotazník pro budoucí učitele

Pohlaví:

muž žena

Obor:

Hodnocení souboru úloh a jejich provedení:

1. U tvrzení A-E rozhodněte, zda s nimi:

1 – úplně souhlasíte, 2 – spíše souhlasíte, 3 – spíše nesouhlasíte, 4 – úplně nesouhlasíte, 5 – nemůžete posoudit

A Zadání úlohy bylo srozumitelné	1	2	3	4	5
B Pracovní postup jsem chápal/a	1	2	3	4	5
C Téma považuji za atraktivní	1	2	3	4	5
D O tomto tématu bych se chtěl/a dozvědět více	1	2	3	4	5
E Úlohu pravděpodobně využiji ve své učitelské praxi	1	2	3	4	5

2. Úlohu považuji celkově za: 1 úplně snadnou 2 spíše snadnou 3 přiměřeně obtížnou 4 spíše obtížnou 5 velmi obtížnou

3. Která část pro Vás byla nejobtížnější?

4. Která část pro Vás byla nejsnadnější?

5. Která část pro Vás byla nejzajímavější?

6. Která část pro Vás byla nejméně zajímavá?

7. Postřehy k úloze, tipy, návrhy na zlepšení:

8. 4 Dotazník k hodnocení výukových materiálů k tématům *Život ve slaných vodách a žábřonožky solné* a *Svět uvnitř rostlin* – varianta pro studenty PŘF UK

Hodnocení úlohy: _____

- dotazník pro budoucí učitele

Pohlaví:

muž žena

Obor:

Hodnocení souboru úloh a jejich provedení:

1. U tvrzení A-G rozhodněte, zda s nimi:

1 – úplně souhlasíte, 2 – spíše souhlasíte, 3 – spíše nesouhlasíte, 4 – úplně nesouhlasíte, 5 – nemůžete posoudit

A Zadání úloh bylo srozumitelné	1	2	3	4	5
B Pracovní postup jsem chápal/a	1	2	3	4	5
C Téma považuji za atraktivní	1	2	3	4	5
D Úlohy považuji za atraktivní	1	2	3	4	5
E O tomto tématu bych se chtěl/a dozvědět více	1	2	3	4	5
F Většinu úloh pravděpodobně využiji ve své učitelské praxi v podobě, v jaké jsou	1	2	3	4	5
G Alespoň některé úlohy pravděpodobně využiji ve své učitelské praxi	1	2	3	4	5

2. Úlohy považuji celkově za: 1 úplně snadné 2 spíše snadné 3 přiměřeně obtížné 4 spíše obtížné 5 velmi obtížné

3. Která část pro Vás byla nejobtížnější?

4. Která část pro Vás byla nejsnadnější?

5. Která část pro Vás byla nejzajímavější?

6. Která část pro Vás byla nejméně zajímavá?

7. Postřehy k úloze, tipy, návrhy na zlepšení:

8. 5 Metodické pokyny k tématu *Život ve slaných vodách a žábřonožky solné*

<p>Věková skupina žáků</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 2. stupeň ZŠ a odpovídající ročníky víceletých gymnázií - Čtyřleté gymnázium a vyšší ročníky víceletých gymnázií
<p>Zařazení do učiva podle RVP (pro obory chemie a přírodopis/biologie (RVP ZV, 2017; RVP G, 2007))</p>	<p><u>RVP ZV:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Chemie:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Pozorování, pokus a bezpečnost práce (vlastnosti látek) - Směsi (směsi, voda) • <u>Přírodopis:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Biologie živočichů (stavba těla, stavba a funkce jednotlivých částí těla, rozšíření, význam a ochrana živočichů) - Neživá příroda (podnebí a počasí ve vztahu k životu – význam vody a teploty prostředí pro život) - Základy ekologie (organismy a prostředí) <p><u>RVP G:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Chemie:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Obecná chemie (soustavy látek a jejich složení, veličiny a výpočty v chemii) - Analytická chemie • <u>Biologie:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Biologie živočichů (morfologie, anatomie a fyziologie živočichů, živočichové a prostředí) - Ekologie (podmínky života)
<p>Cílové zaměření oblasti Člověk a příroda (RVP ZV, 2017; RVP G, 2007)</p>	<p><u>RVP ZV:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Žák zkoumá přírodní fakta a jejich souvislosti s využitím různých empirických metod poznávání (pozorování, měření, experiment) i různých metod racionálního uvažování. - Žák si klade otázky o průběhu a příčinách různých přírodních procesů, které mají vliv i na ochranu zdraví, životů, životního prostředí a majetku, správně tyto otázky formuluje a hledá na ně adekvátní odpovědi. - Žák posuzuje důležitost, spolehlivost a správnost získaných přírodovědných dat pro potvrzení nebo vyvrácení vyslovovaných hypotéz či závěrů. <p><u>RVP G:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Žák formuluje přírodovědný problém, hledá na něj odpovědi a případně zpřesňuje či opravuje řešení tohoto problému. - Žák provádí soustavná a objektivní pozorování, měření a experimenty, zpracovává a interpretuje data a hledá mezi nimi souvislosti. - Žák předvídá průběh studovaných přírodních procesů na základě znalosti obecných přírodovědných zákonů a specifických podmínek.

<p>Časová náročnost</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Blok úloh je možné využít pro klasické praktikum - 2 vyučovací hodiny (při vynechání dlouhodobého pokusu – úloha 4). - Téma lze rozšířit o diskusi nad problematikou aridizace a zvyšování salinity některých jezer. Učitel může k tomuto tématu promítnout žákům třetí díl seriálu <i>Planeta písku</i>*, pak se lze tématem zabývat např. v rámci dvou praktických cvičení (respektive 4 vyučovacích hodin). - Pro účely např. projektových dnů je možné využití dlouhodobého pokusu – úloha 4. Zde je již časová dotace na uvážení učitele. <p><small>* BERROD, Thierry, Pierre-François GAUDRY a Quincy RUSSELL, 2016. <i>Planeta písku</i>, 3. díl [online]. Francie, 52 minut [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: https://www.youtube.com/results?search_query=planeta+p%C3%ADsku+3</small></p>
<p>Cíle</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Žák porovná vlastnosti sladké a slané vody. - Žák vysvětlí pojem salinita, vypočítá salinitu daného roztoku a navrhne postup, kterým by bylo možné salinitu roztoku určit. - Žák provede samostatně experiment na základě předloženého návodu, získané poznatky aplikuje při řešení dalších úloh. - Žák uvede příklady faktorů, které mohou ovlivnit salinitu přírodních vod a vysvětlí, jakým způsobem salinitu ovlivní. - Žák na základě poznatků o faktorech ovlivňujících salinitu odhadne salinitu daných jezer a moří. - Žák pozoruje nauplia žábřonožky solné, nauplia zakreslí. - Žák vysvětlí význam žábřonožky solné pro člověka. - Žák zformuluje hypotézy o faktorech, které mohou ovlivnit množství a čas, za který se vylíhnou nauplia žábřonožek solných. Žák navrhne experiment, kterým by bylo možné hypotézy ověřit. Žák experiment provede a interpretuje výsledky.
<p>Průběh hodin (časy pro jednotlivé činnosti jsou orientační, podle uvážení učitele je lze modifikovat)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Úvod hodiny: ÚLOHA 1, úkol 1 – Žáci porovnávají vlastnosti slané a sladké vody. Po společné diskusi si doplní odpověď do pracovního listu. (5 minut) - Dále se budou žáci zabývat konkrétními vlastnostmi sladké a slané vody. V úkolu 2 a 3 se žáci zabývají hustotou. Žáci nejprve samostatně nebo ve skupinách (2-3 žáci) vypracují úkol 2, zaznamenají si výsledky a vysvětlení. Učitel následně vyzve vybrané skupiny k interpretaci výsledků. (10 minut) - Na úkol 2 navazuje úkol 3. Na tento úkol musí učitel dopředu připravit sáčky se slanou a sladkou vodou. Sáčky je potřeba plnit a uzavírat tak, aby v nich nezbyval vzduch. Pro plnění sáčků se slanou vodou je vhodné využít roztoku soli o co nejvyšší koncentraci. Žáci nejprve navrhnou postup, kterým by bylo možné úlohu vyřešit. Učitel může postup konzultovat zvlášť s každou skupinou, nebo může proběhnout diskuse mezi všemi žáky. Žáci následně experiment provedou a zaznamenají pozorování a výsledky do pracovního listu. (10 minut) - V ÚLOZE 2 učitel žákům definuje salinitu. Na základě definice řeší žáci výpočet v úkolu 1 a zamýšlí se nad úkolem 2.

	<p>Odpovědi doplňují do pracovního listu. (5 minut)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ve třetím úkolu úlohy 2 žáci samostatně navrhnou experiment, kterým by bylo možné zjistit salinitu předloženého vzorku vody (učitel si dopředu připraví roztok s libovolnou koncentrací rozpuštěných látek). Žáci postup opět konzultují s učitelem, experiment následně provedou. (10 – 20 minut) - V úkolu 4 žáci diskutují nad faktory, které mohou ovlivnit salinitu vod. Faktory a způsob, kterým ovlivňují salinitu, doplní do pracovního listu. (5 minut) - V úkolu 5 mají žáci za úkol přiřadit hodnoty salinit k vybraným mořím a jezerům. Z předchozích úkolů již žáci vědí, že průměrná salinita mořské vody je asi 36 ‰. Z úkolu 4 také vědí, že mezi faktory ovlivňující salinitu vod patří např. teplota, přítoky aj. Velkou pomocí při řešení tohoto úkolu je i znalost geografické polohy těchto moří a jezer. Učitel tedy může s žáky projít s pomocí nástěnné mapy světa či s pomocí prezentace <i>Slaná jezera a moře na mapě</i> (viz Příloha 8. 8), kde se tato jezera a moře nacházejí. Při řešení mohou žáci vyjít např. z následujících úvah – Baltské moře se nachází nejseverněji (nízká teplota, malý odpar vody), přitéká do něj z pevniny větší množství sladké vody, bude tedy mít pravděpodobně nejnižší salinitu (10 ‰). Druhým extrémem je Mrtvé moře se salinitou 330 ‰. To budou žáci znát, neboť je častým cílem turistů. Následují moře, která jsou obvyklým cílem letních zájezdů – Jaderské, Středozemní a Rudé moře. U těchto moří mohou žáci předpokládat, že se jejich salinita bude pohybovat kolem průměrné hodnoty 36 ‰. Zároveň na mapě uvidí, že se Rudé moře nachází blíže k rovníku než moře Jaderské a Středozemní (vyšší teploty a odpar vody), mohou také usuzovat, že bude mít méně sladkovodních přítoků. Jaderskému a Středozemnímu moři tak přiřadí salinitu 38 ‰, Rudému pak 42 ‰. Zbývají pak jen dvě jezera – Aralské a Velké solné jezero. Náповědou zde mohou být rozdílné hodnoty salinity pro rok 1960 a 2010 – žáci pravděpodobně již zaslechli o ekologickém problému s vysycháním Aralského jezera, mohou tedy vyvodit, že se tyto hodnoty týkají právě jeho. (10 minut) - V úkolu 6 řeší žáci základní výpočty z oblasti roztoků. Je na uvážení učitele, zda výpočty s žáky v hodině projde či je zadá za domácí úkol. - ÚLOHA 3 sestává ze dvou úkolů. V prvním úkolu žáci pozorují nauplia žábřonožky solné (dopředu připraví učitel). Úkolem žáku je schematicky nauplia zakreslit, ve druhém úkolu se zamýšlí nad významem žábřonožek pro člověka. (15 minut) - ÚLOHU 4 lze využít pouze teoreticky – tzn., že žáci zformulují hypotézy a navrhnou experiment. (5 minut) V případě praktického využití je vhodné úlohu využít spíše v rámci např. projektových dnů. - V ÚLOZE 5 žáci pozorují dospělé žábřonožky solné. Učitel zde musí zdůraznit, aby si žáci k pozorování vzali dostatečné množství dospělců, aby měli zastoupena obě pohlaví. Žáci na základě pozorování určí znaky, podle kterých je možné odhadnout pohlaví daného jedince. (5 minut)
--	--

Pomůcky a chemikálie	<p>Chemikálie: kuchyňská sůl, voda z vodovodu</p> <p>Pomůcky: zkumavky, kapátka, potravinářské barvivo, igelitové sáčky naplněné vodovodní a slanou vodou (v sáčcích by neměl zůstat vzduch, velká nádoba na vodu (např. 10l vědro), PP prezentace s vyznačením moří a jezer na mapě/nástěnná mapa světa, vajíčka (cysty) žábřonožky solné k líhnutí (např. EasyFish Artemie k líhnutí 50g), jedlá soda, menší nádoba (1l akvárium/zavařovací sklenice), váhy, mikroskop, krycí a podložní sklíčka, mražené žábřonožky solné (k dostání v akvaristikách pod označením artemie), binokulární lupa, Petriho misky, malé kádinky.</p>
Příprava pomůcek	<ul style="list-style-type: none"> - S dostatečným předstihem je potřeba nechat si vylíhnout naplia žábřonožek. Je třeba počítat s tím, že se žábřonožky líhnou za 24 – 36 hodin v závislosti na teplotě a jiných faktorech. Líhivost násady je potřeba dopředu vyzkoušet. - Příprava ostatních pomůcek je časově nenáročná.
Bezpečnost práce	<p>V rámci těchto úloh se nepracuje s nebezpečným materiálem či chemikáliemi. Všechny úlohy mohou provádět i žáci základních škol.</p>

8. 6 Pracovní list k tématu *Život ve slaných vodách a žábřonožky solné*

ŽIVOT VE SLANÝCH VODÁCH A ŽÁBRONOŽKY SOLNÉ

ÚLOHA 1: Vlastnosti slané vody

Slané vody moří, oceánů nebo solných jezer jsou obývány rozličnými formami života. Právě minerální látky rozpuštěné v této vodě ovlivňují její vlastnosti.

Úkol 1:

Porovnejte vlastnosti slané a sladké vody.

Úkol 2:

Proveďte následující experiment, zaznamenejte svá pozorování a vysvětlete je.

Pomůcky: Roztok kuchyňské soli (20%), roztok kuchyňské soli (20%) obarvený potravinářským barvivem, vodovodní voda obarvená potravinářským barvivem, 2 zkumavky, 3 kádinky, kapátka, lihový fix.

Postup: Do kádinek si odlijte asi 50 ml roztoku kuchyňské soli s potravinářským barvivem a bez barviva a 50 ml vodovodní vody s potravinářským barvivem, kádinky si popište. Dvě zkumavky asi do poloviny naplňte slanou vodou bez barviva. Do první přidávejte pomalu po stěně pomocí kapátka sladkou vodu, která byla předem obarvena potravinářským barvivem (pokuste se slanou vodu sladkou převrstvit). Obdobně postupujte s druhou zkumavkou, pouze místo obarvené sladké vody přidávejte do zkumavky obarvenou slanou vodu o stejné koncentraci soli jako je ve zkumavce.

Úkol 3:

Poznatky z předchozí úlohy využijte k vyřešení následujícího úkolu.

Před vámi je několik igelitových sáčků s vodou. Některé jsou naplněné sladkou a jiné slanou vodou. Vaším úkolem je určit, které jsou které bez toho, abyste sáčky otevřeli. Navrhněte postup řešení úlohy, vypište potřebné pomůcky a experiment proveďte. Pozorování a výsledky experimentu zaznamenejte.

ÚLOHA 2: Salinita a složení vod

Salinita je celkové množství rozpuštěných minerálních látek v 1 kg mořské vody. Její množství nejčastěji udává v promile (‰). Průměrná salinita mořské vody je asi 36 ‰, jeden kg mořské vody tedy obsahuje asi 36 g rozpuštěných minerálních látek.

Úkol 1:

Vypočítejte salinitu vody připravované pro líhnutí žábronožky solné v úloze 3.

Úkol 2:

Jaký je vztah mezi salinitou vody a koncentrací chloridu sodného vyjádřenou v ‰?

Úkol 3:

Navrhněte experiment, pomocí kterého by bylo možné zjistit salinitu předloženého vzorku mořské vody. Experiment proveďte a výsledky zaznamenejte.

Úkol 4:

Salinita vod není stálá, kolísá v závislosti na řadě faktorů. Které faktory (a jakým způsobem) mohou salinitu slaných jezer, moří a oceánů ovlivnit?

Úkol 5:

K následujícím mořím a jezerům přiřaďte hodnotu salinity z druhé tabulky. K vyřešení vám mohou napomoci informace z předchozích úkolů a mapa světa. Zdůvodněte své rozhodnutí.

Moře/jezero
Velké solné jezero
Rudé moře
Baltské moře
Mrtvé moře
Středozevní moře
Aralské jezero
Jaderské moře

Salinita ‰
10
137 – 300
330
42
38
38
10 (rok 1960), 100 (rok 2010)

Úkol 6:

Ze vzorku 100 g vody ze slaného jezera byla odpařena voda, zůstalo 12 g solí. Analýzou odparku se zjistilo, že obsahoval 55 % Cl⁻, 30 % Na⁺, 8 % SO₄²⁻, 4 % Mg²⁺, 1 % Ca²⁺, 1 % K⁺ a 1 % ostatních látek.

- Vypočítejte salinitu dané vody.
- Kolik g Cl⁻ a kolik g gramů Na⁺ obsahoval vzorek vody?
- Kolik procent daného vzorku vody mohl maximálně tvořit chlorid sodný? (Ar(Cl) = 36, Ar(Na) = 23).

ÚLOHA 3: Líhnutí a pozorování nauplií žábřonožky solné (*Artemia salina*)

Žábřonožka solná je druh koryše, který obývá slaná jezera. Je dobře přizpůsobena vysychání jezer a s ním souvisejícím kolísáním salinity (např. salinita Velkého solného jezera v Utahu kolísá mezi 137 a 300 ‰). Dospělé žábřonožky je možné zakoupit zmražené v chovatelských potřebách, nauplia (larvální stádium) si můžeme i v domácích podmínkách nechat vylíhnout z vajíček (cyst).

Pomůcky: Vajíčka žábřonožky solné k líhnutí (např. EasyFish Artemie k líhnutí 50 g), 1 l odstáté vody (dané množství vody si napustíte do nádoby a necháte 24 h stát), kuchyňská sůl, jedlá soda, menší nádoba (1l akvárium/zavařovací sklenice), váhy, mikroskop, krycí a podložní sklíčka, kapátko

Postup: V 1 l odstáté vody rozpustíte 30 g kuchyňské soli a přidejte půl lžičky jedlé sody. Přidejte malé množství vajíček žábřonožky solné (postačí méně než čtvrt čajové lžičky). Nádoby s násadou ponechte v pokojové teplotě. Nauplia se líhnou po přibližně 24 h (nutno dopředu vyzkoušet). Otevřené balení uchovávejte dobře uzavřené v lednici (nejlépe ještě celé umístíte do vzduchotěsné nádoby).

Úkol 1:

Pod mikroskopem pozorujte nauplia (případně líhnutí nauplií) žábřonožky solné. Nauplius schematicky zakreslete (poznamenejte si zvětšení).

Úkol 2:

Jaký význam mohou mít žábřonožky solné pro člověka?

ÚLOHA 4: Faktory ovlivňující líhnutí nauplií žábřonožky solné (dlouhodobý pokus, modifikace úlohy 1)

Základní pomůcky: Vajíčka žábřonožky solné, odstátá voda, kuchyňská sůl, menší nádoby (1l akvária/zavařovací sklenice)

Úkol:

Které faktory mohou ovlivnit čas, za který se nauplia vylíhnou, jejich množství a dobu přežití? Navrhněte experiment, který by umožnil dané faktory zkoumat.

ÚLOHA 5: Morfologie dospělých žábřonožek solných, pohlavní dimorfismus

Pomůcky: Mražené žábřonožky solné (k dostání v akvaristikách pod označením artemie), binokulární lupa, Petriho misky, malá kádinka.

Postup: Do malé misky či kádinky nalijte trochu teplé (nikoliv horké) vody a vložte do ní kostku mražených žábřonožek solných.

Úkol:

Pod binokulární lupou pozorujte morfologii dospělých žábřonožek solných. Prohlédněte si pečlivě více jedinců. Podle kterých znaků lze pravděpodobně určit, zda se jedná o samce či samici?

8. 7 Autorské řešení pracovního listu k tématu *Život ve slaných vodách a žábřonožky solné*

ŽIVOT VE SLANÝCH VODÁCH A ŽÁBRONOŽKY SOLNÉ - ŘEŠENÍ

ÚLOHA 1: Vlastnosti slané vody

Úkol 1:

Porovnejte vlastnosti slané a sladké vody.

Slaná voda má např. nižší bod tání, vyšší hustotu, vyšší obsah minerálních látek či vyšší vodivost než sladká voda.

Úkol 2:

Proveďte následující experiment, zaznamenejte svá pozorování a vysvětlete je.

Sladká voda s barvivem vytváří samostatnou vrstvu nad slanou vodou, k mísení dochází velmi pomalu. Obarvená slaná voda se snáze a rychleji mísí se zbytkem slané vody.

Pozorované jevy jsou způsobené nižší hustotou sladké vody.

Úkol 3:

Poznátky z předchozí úlohy využijte k vyřešení následujícího úkolu.

Před vámi je několik igelitových sáčků s vodou. Některé jsou naplněné sladkou a jiné slanou vodou. Vaším úkolem je určit, které jsou které bez toho, abyste sáčky otevřeli. Navrhněte postup řešení úlohy, vypište potřebné pomůcky a experiment proveďte. Pozorování a výsledky experimentu zaznamenejte.

Pomůcky: kbelík se sladkou vodou

Sáčky naplněné vodou vložíme do kbelíku s vodou. Sáčky naplněné sladkou vodou se vznášejí ve sloupci sladké vody, sáčky se slanou vodou klesají ke dnu.

ÚLOHA 2: Salinita a složení vod

Úkol 1:

Vypočítejte salinitu vody připravované pro líhnutí žábřonožky solné v úloze 3.

29 ‰

Úkol 2:

Jaký je vztah mezi salinitou vody a koncentrací chloridu sodného vyjádřenou v ‰?

Salinita udává množství všech rozpuštěných minerálních látek ve vodě. Chlorid sodný většinou tvoří největší část rozpuštěných látek, avšak bývají zde i jiné sloučeniny. Salinita je tak vyšší než koncentrace samotného chloridu sodného. (koncentrace NaCl v promile se může rovnat salinitě v případě, že je chlorid sodný jedinou rozpuštěnou látkou).

Úkol 3:

Navrhněte experiment, pomocí kterého by bylo možné zjistit salinitu předloženého vzorku mořské vody. Experiment proveďte a výsledky zaznamenejte.

Zvážíme prázdnou krystalizační misku a poznameníme si její hmotnost.

Odvážíme 100 g (0,1 kg) slané vody do předem zvážené krystalizační misky.

Vodu necháme odpařit.

Zvážíme hmotnost krystalizační misky s minerálními látkami a odečteme hmotnost prázdné misky – tím získáme hmotnost minerálních látek.

Hmotnost minerálních látek (v gramech) vydělíme hmotností slané vody (v kilogramech).

Úkol 4:

Salinita vod není stálá, kolísá v závislosti na řadě faktorů. Které faktory (a jakým způsobem) mohou salinitu slaných jezer, moří a oceánů ovlivnit?

Pokles salinity: Tání ledu, déšť, říční přítoky...

Nárůst salinity: Výpar vody, zamrzání vody...

Úkol 5:

K následujícím mořím a jezerům přiřaďte hodnotu salinity z druhé tabulky. K vyřešení vám mohou napomoci informace z předchozích úkolů a mapa světa. Zdůvodněte své rozhodnutí.

Moře/jezero	Salinita ‰
Velké solné jezero	137 – 300
Rudé moře	42
Baltské moře	10
Mrtvé moře	330
Středozevní moře	38
Aralské jezero	10 (rok 1960), 100 (rok 2010)
Jaderské moře	38

Při řešení mohou žáci vyjít např. z následujících úvah – Baltské moře se nachází nejseverněji (nízká teplota, malý odpar vody), přitéká do něj z pevniny větší množství sladké vody, bude tedy mít pravděpodobně nejnižší salinitu (10 ‰). Druhým extrémem je Mrtvé moře se salinitou 330 ‰. To budou žáci znát, neboť je častým cílem turistů. Následují moře, která jsou obvyklým cílem letních zájezdů – Jaderské, Středozevní a Rudé moře. U těchto moří mohou žáci předpokládat, že se jejich salinita bude pohybovat kolem průměrné hodnoty 36 ‰. Zároveň na mapě uvidí, že se Rudé moře nachází blíže k rovníku než moře Jaderské a Středozevní (vyšší teploty a odpar vody), mohou také usuzovat, že bude mít méně sladkovodních přítoků. Jaderskému a Středozevnímu moři tak přiřadí salinitu 38 ‰, Rudému pak 42 ‰. Zbývají pak jen dvě jezera – Aralské a Velké solné jezero. Náповědou zde mohou být rozdílné hodnoty salinity pro rok 1960 a 2010 – žáci pravděpodobně již zaslechli o ekologickém problému s vysycháním Aralského jezera, mohou tedy vyvodit, že se tyto hodnoty týkají právě jeho.

Úkol 6:

Ze vzorku 100 g vody ze slané jezera byla odpařena voda, zůstalo 12 g solí. Analýzou odparu se zjistilo, že obsahoval 55 % Cl⁻, 30 % Na⁺, 8 % SO₄²⁻, 4 % Mg²⁺, 1 % Ca²⁺, 1 % K⁺ a 1 % ostatních látek.

a) Vypočítejte salinitu dané vody. 120 ‰

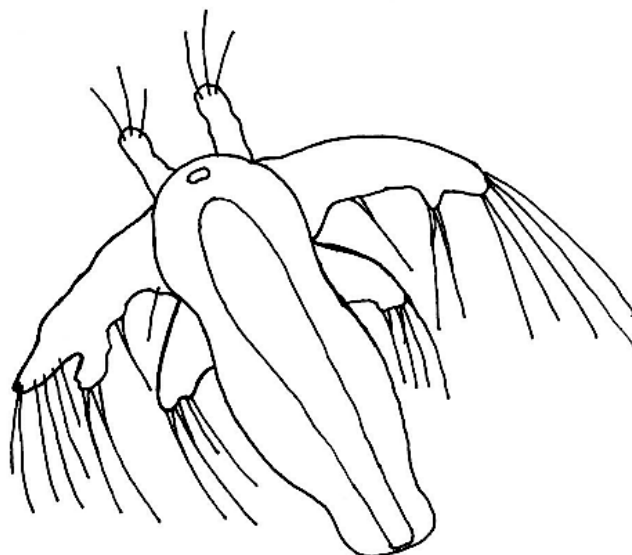
b) Kolik g Cl⁻ a kolik g Na⁺ obsahoval vzorek vody? 6,6 g, 3,6 g

c) Kolik procent a kolik promile daného vzorku vody mohl maximálně tvořit chlorid sodný? (A_{rCl} = 36, A_{rNa} = 23). 9,2 %, 92 ‰

ÚLOHA 3: Líhnutí a pozorování nauplií žábřonožky solné (*Artemia salina*)

Úkol 1:

Pod mikroskopem pozorujte nauplia (případně líhnutí nauplií) žábřonožky solné. Nauplius schematicky zakreslete (poznamenejte si zvětšení).



Zvětšení 40x

Úkol 2:

Jaký význam mohou mít žábřonožky solné pro člověka?

- *Odskořápkovaná vajíčka (cysty), nauplia a dospělé žábřonožky se používají jako krmivo pro akvarijní rybičky*
- *Modelové organismy (hlavně v toxikologii)*
- *Potrava*

ÚLOHA 4: Faktory ovlivňující líhnutí nauplií žábřonožky solné (dlouhodobý pokus, modifikace úlohy 1)

Úkol:

Které faktory mohou ovlivnit čas, za který se nauplia vylíhnou? Navrhněte experiment, který by umožnil dané faktory zkoumat.

- **Světlo x tma:** připravíme stejné dvě sady na líhnutí, jednu ponecháme na světle (osvětlujeme např. lampičkou) druhou ponecháme ve tmě.
- **Teplota:** připravíme několik stejných sad na líhnutí a vystavíme je různým teplotám (lze zajistit např. akvarijním topátkem, uložením nádoby do lednice).
- **Salinita:** Připravíme několik sad na líhnutí, do každé umístíme roztok kuchyňské soli o jiné koncentraci.

ÚLOHA 5: Morfologie dospělých žábřonožek solných, pohlavní dimorfismus

Úkol:

Pod binokulární lupou pozorujte morfologii dospělých žábřonožek solných. Prohlédněte si pečlivě více jedinců. Podle kterých znaků lze pravděpodobně určit, zda se jedná o samce či samici?



Vlevo samice, vpravo samec

U samic můžeme často pozorovat vajíčka, u samců rozšířený útvar vzniklý přeměnou druhého páru tykadél sloužící k přidržování samice při páření (označeno šipkami).

8. 8 Prezentace k úloze 2 (úkol 5) pracovního listu *Život ve slaných vodách a žábřonožky solné*

**Slaná jezera a moře na mapě
(materiál k úloze 2, úkol 5)**

Velké Solné jezero



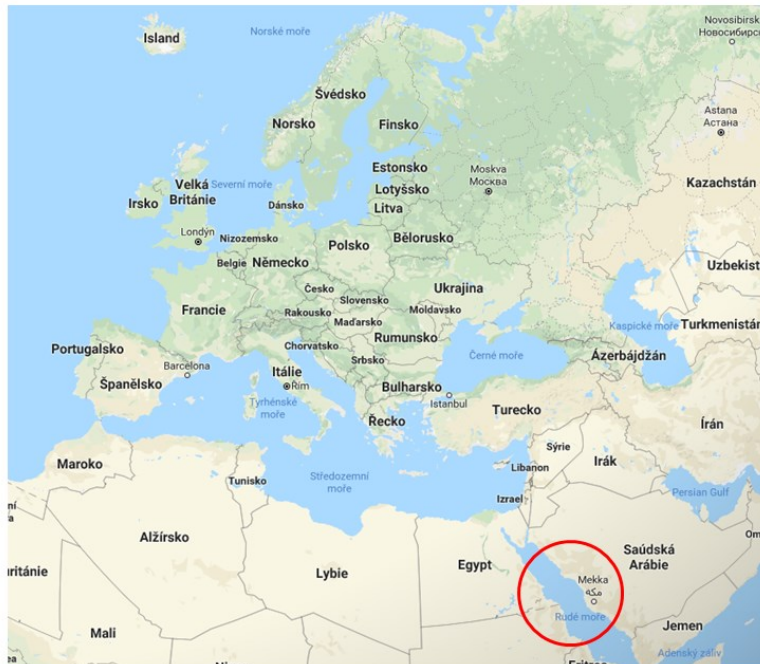
Velké Solné jezero



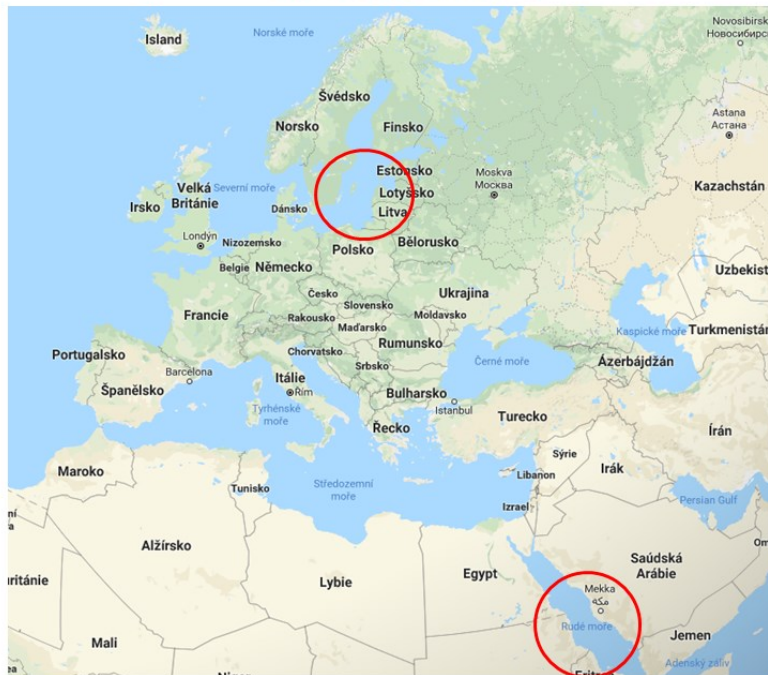
Rudé moře, Baltské moře, Mrtvé moře, Středozemní moře, Aralské jezero, Jaderské moře



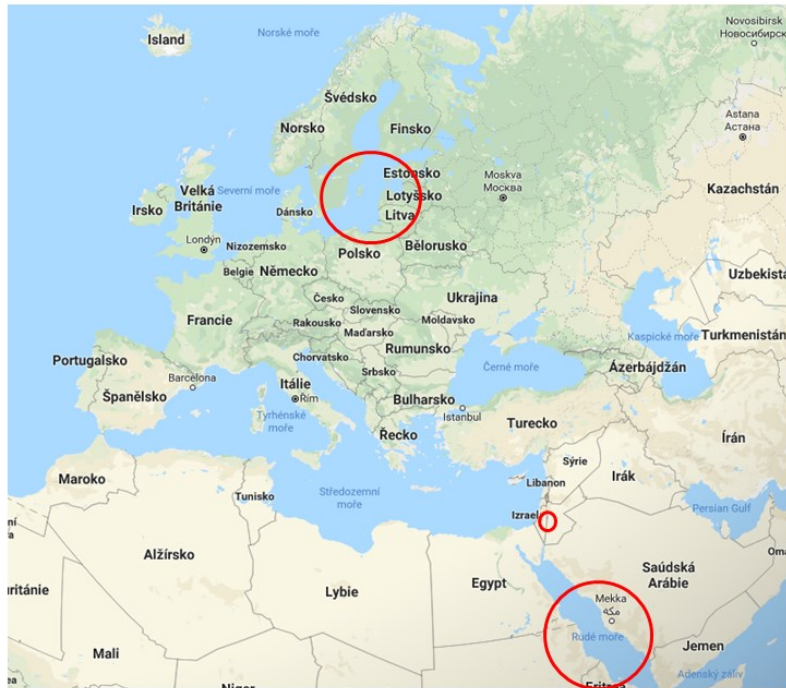
Rudé moře



Baltské moře



Mrtvé moře



Mrtvé moře



8. 9 Metodické pokyny k tématu *Půdní respirace*

Věková skupina žáků	Čtyřleté gymnázium a vyšší ročníky víceletých gymnázií
Příklady zařazení do učiva (pro obory chemie, biologie, geologie) a tematické okruhy průřezového tématu environmentální výchova podle RVP G (2007)	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Chemie:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Obecná chemie (veličiny a výpočty v chemii) - Analytická chemie • <u>Biologie:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Ekologie (podmínky života) - Biosféra a její členění • <u>Geologie:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Vznik a vývoj půd • <u>Environmentální výchova:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Jak ovlivňuje prostředí organismy, které v něm žijí, a které abiotické/biotické vlivy na organismus působí - K čemu člověk využívá půdu a jaké důsledky z toho pro životní prostředí vyplývají
Cílové zaměření oblasti Člověk a příroda (RVP G, 2007)	<p><u>RVP G:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Žák formuluje přírodovědný problém, hledá na něj odpovědi a případně zpřesňuje či opravuje řešení tohoto problému - Žák provádí soustavná a objektivní pozorování, měření a experimenty, zpracovává a interpretuje data a hledá mezi nimi souvislosti - Žák předvídá průběh studovaných přírodních procesů na základě znalosti obecných přírodovědných zákonů a specifických podmínek - Žák předvídá možné dopady praktických aktivit lidí na přírodní prostředí
Časová náročnost	<ul style="list-style-type: none"> - Blok úloh je vhodné rozdělit do dvou klasických praktických cvičení, tzn. 2 + 2 vyučovací hodiny. V první bloku by žáci zformulovali hypotézy, provedli sběr vzorků půdy a založili pokus. Ve druhém bloku by proběhlo stanovení půdní vlhkosti vzorku, standardizace odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové, samotné stanovení množství oxidu uhličitého vyprodukovaného půdou a interpretace výsledků. - Téma lze rozšířit o diskusi nad problematikou využívání a obhospodařování půdy. Využít lze téma např. při projektových dnech. Úlohu je možné doplnit o pozorování stínek (morfologie, životní projevy) viz návrh úloh příloha 8. 13.
Cíle	<ul style="list-style-type: none"> - Žák odebere vzorek půdy - Žák stanoví vlhkost půdy - Žák připraví roztoky potřebné k titraci - Žák uvede příklady faktorů, které mohou ovlivnit intenzitu půdní respirace - Žák zformuluje hypotézy o tom, jak dané faktory ovlivňují intenzitu půdní respirace; žák navrhne postup, kterým by bylo možné dané hypotézy ověřit - Žák experimentálně ověří vliv zadaného faktoru (např. teplota, přítomnost organického materiálu) na intenzitu půdní respirace - Žák interpretuje výsledky svého experimentu

Průběh hodin (časy pro jednotlivé činnosti jsou orientační, podle uvážení učitele je lze modifikovat)

1. Blok

- Úvod hodiny: učitel se ptá žáků: „Co se vám vybaví, když se řekne dýchání?“ Žáci mohou navrhnout odpovědi, jako jsou: plíce, mitochondrie, kyslík... Učitel zapisuje odpovědi na tabuli (případně mohou žáci chodit rovnou své nápady zapisovat sami). Společně s žáky pak učitel dojde k závěru, že vnějším projevem dýchání je spotřeba kyslíku a produkce oxidu uhličitého. **(5 minut)**
- Učitel následně prochází s žáky otázky 1-3 z materiálu *Půdní dýchání – otázky a úkoly (příloha 8. 10)*. Žáci si doplňují odpovědi. **(5 minut)**
- Po zodpovězení těchto otázek definuje učitel pojem *půdní respirace*. Žáci následně uvažují nad faktory, které mohou intenzitu půdní respirace ovlivnit. Poté si jeden faktor vyberou, zformulují hypotézu o tom, jak tento faktor může intenzitu půdní respirace ovlivnit a předpokládanou závislost graficky znázorní. Probíhá následná prezentace návrhů – žáci své grafy překreslí na tabuli, ostatní s nimi mohou své návrhy porovnat. Žáci se pak v otázce 5 zamýšlí, zda může sloužit půdní respirace jako vhodný ukazatel některého parametru půdy. **(15 minut)**
- V otázce 5 dojdou žáci k tomu, že půdní respirace je jedním z ukazatelů úrodnosti půdy. Má tedy význam se jejím měřením zabývat. Učitel se pak ptá na příklady sloučenin, které s oxidem uhličitým reagují a dají se tedy pro stanovení půdní respirace využít (otázka 6). Učitel pak pomocí otázek navede žáky k tomu, že lze využít reakce hydroxidu sodného s oxidem uhličitým. Dále se jich ptá, jak je možné zjistit množství hydroxidu sodného, které se při reakci nespoteřebuje – navede tak žáky k stanovení zbytkového hydroxidu pomocí acidobazické titrace. Žáci následně doplňují odpovědi na otázky 7 -13. **(10 minut)**
- Ve čtrnáctém úkolu si již žáci vyberou jednu z nabízených hypotéz a navrhnou postup, kterým by ji ověřili. Postup konzultují s učitelem. **(10 minut)**
- Učitel rozdává žákům návody k úloze Půdní respirace.
- *Učitel spolu s žáky odchází na školní zahradu odebrat vzorky půdy (alternativa: žáci si přinesou své vzorky z domova, nebo vzorky zajistí učitel).* **(20 minut)**
- Podle uvážení učitele si mohou žáci připravit roztok hydroxidu sodného (případně přípravu zajistí učitel). Podle zadaného návodu si žáci založí experiment (bod 4 návodu). Žáci si do uzavíratelných sáčků odváží 3 x 10 g půdy, uzavřou je, označí a uloží do lednice do příštího bloku. **(25 minut)**

2. Blok

- Žáci začnou s úlohou stanovení půdní vlhkosti. Využijí vzorky připravené v předchozím bloku. Vysušení vzorků trvá dlouho, probíhá minimálně hodinu. Žáci průběžně kontrolují, zda stále dochází ke snižování hmotnosti vzorku.
- Učitel s žáky zopakuje, co dělali a probírali minulou hodinu (založení experimentu, princip titrace).
- *V závislosti na zkušenosti žáků s titrací a zručnosti žáků musí učitel zvážit, zda budou žáci provádět i přípravu a standardizaci odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové (bod 5 návodu).*

	<ul style="list-style-type: none"> - Žáci provedou titraci vzorku a slepého vzorku podle 6. bodu návodu. - Žáci vyhodnotí výsledky svého měření, porovnájí výsledky s ostatními skupinami a vypracují závěr. - Učitel může s žáky diskutovat, zda je možné z výsledku vyvodit nějaká doporučení do praxe.
Pomůcky a chemikálie	<ul style="list-style-type: none"> - Pomůcky: Lopatky, hrubší sítko, velké filtrační papíry, uzavíratelné sáčky, elektrická trouba případně plotýnka, odměrné baňky (50, 500 a 1000 ml), odměrné válce, uzavíratelné nádoby (1000 ml), malé kádinky, pipety s pipetovacími nástavci, lodičky, tirační baňky, byrety (25 ml), stojany, svorky - Chemikálie: hydroxid sodný (pevný), 36% kyselina chlorovodíková, destilovaná voda, dekahydrát tetraboritanu sodného (pevný), chlorid barnatý (pevný), methylovaný (roztok), fenolftalein (roztok)
Příprava pomůcek	<ul style="list-style-type: none"> - V případě, že žáci nebudou připravovat odměrný roztok HCl a nebudou ho standardizovat, musí toto zajistit učitel. Učitel dle uvážení připraví i roztok NaOH. - Učitel dopředu připraví roztoky BaCl₂ a roztoky indikátorů. - Učitel může dle uvážení zajistit i vzorky půdy pro žáky.
Bezpečnost práce	<p>V této úloze se používají látky žíravé (HCl, NaOH) a toxické (BaCl₂), je tedy nezbytně nutné použití ochranných pomůcek (brýle, rukavice, pláště). S koncentrovanou kyselinou chlorovodíkovou je potřeba pracovat v digestoři. Roztoky obsahující barnaté soli je potřeba likvidovat spolu s odpadem s obsahem těžkých kovů, případně je alespoň převést na nerozpustné sloučeniny (např. BaSO₄).</p>

8. 10 Otázky a úkoly k úloze *Půdní respirace*

PŮDNÍ RESPIRACE – OTÁZKY A ÚKOLY

1. Co je to dýchání?
2. Čím je produkován oxid uhličitý v půdě?
3. Může se uvolňovat oxid uhličitý z půdy jinak než činností mikroorganismů?
4. Které faktory mohou ovlivnit produkci oxidu uhličitého půdou? Vyberte si jeden z faktorů a zformulujte hypotézu o tom, jak může tento faktor ovlivnit intenzitu půdní respirace. Graficky znázorněte předpokládanou závislost intenzity půdní respirace na vybraném faktoru.

Faktory ovlivňující intenzitu půdní respirace:

hypotéza	graf

5. Co lze usuzovat, pokud naměříme vysokou/nízkou produkci oxidu uhličitého půdou?
6. Uveďte příklad sloučeniny, která reaguje se vzdušným oxidem uhličitým. Zapište rovnici reakce této sloučeniny s oxidem uhličitým. Kolik molekul této sloučeniny musí zreagovat, aby vznikla jedna molekula produktu?

7. Co je to mol? Jak označujeme veličinu, jejíž jednotkou je právě mol?
8. Jak připravíte 400 ml roztoku hydroxidu o koncentraci 1,5 mol/l. Proč se pro přípravu roztoku používá destilovaná voda?
9. Zapište rovnici reakce hydroxidu sodného s kyselinou chlorovodíkovou. Kolik molekul hydroxidu sodného musí zreagovat, aby vznikla jedna molekula chloridu sodného?
10. Co se stane, pokud necháme hydroxid sodný na vzduchu?
11. Proč je potřeba roztoky odměrných činidel takzvaně standardizovat? Jaké vlastnosti musí splňovat látka, aby byla primárním standardem?
12. Co jsou to acidobazické indikátory? Jaká je jejich funkce při titraci?

13. Při této úloze budete pracovat s roztokem kyseliny chlorovodíkové, hydroxidem sodným a chloridem barnatým. Jak budete s těmito chemikáliemi zacházet? Zformulujte zásady bezpečnosti práce při této úloze.

14. Vyberte si jednu s hypotéz a navrhnete postup experimentu, kterým by ji bylo možné ověřit. Vypište si pomůcky a chemikálie, v bodech popište postup práce.

H1: Intenzita půdní respirace bude vyšší při teplotě 20 °C než při teplotě 4 °C.

H2: Intenzita půdní respirace bude vyšší u vzorku obohaceného organickým materiálem, než u vzorku, ke kterému organický materiál nedodáme.

8. 11 Autorské řešení otázek a úkolů k úloze *Půdní respirace*

PŮDNÍ RESPIRACE – OTÁZKY A ÚKOLY – ŘEŠENÍ

1. Co je to dýchání?

Dýchání je proces, při kterém dochází k výměně plynů (kyslíku, oxidu uhličitého) mezi organismem a jeho okolím.

2. Čím je produkován oxid uhličitý v půdě?

Oxid uhličitý může být produkován mikroorganismy např. bakteriemi, řasami, houbami, ale i organismy makroskopickými např. půdními členovci, kroužkovci, hlísticemi nebo kořeny rostlin aj.

3. Může se uvolňovat oxid uhličitý z půdy jinak než činností mikroorganismů?

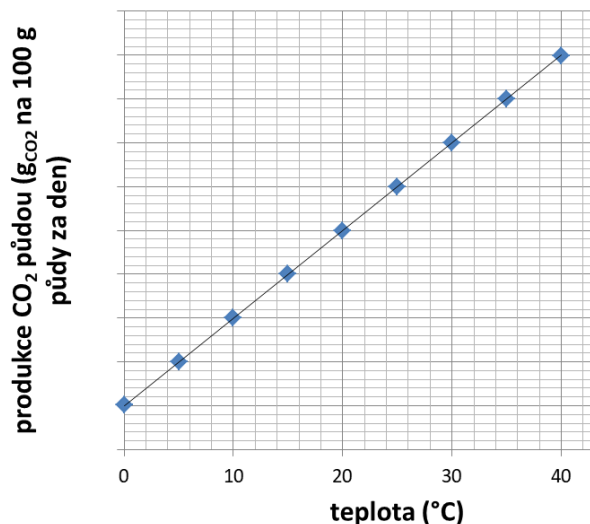
Oxid uhličitý se může uvolňovat např. z půd s obsahem vápence.

4. Které faktory mohou ovlivnit produkci oxidu uhličitého půdou? Vyberte si jeden z faktorů a zformulujte hypotézu o tom, jak může tento faktor ovlivnit intenzitu půdní respirace. Graficky znázorněte předpokládanou závislost intenzity půdní respirace na vybraném faktoru.

Faktory ovlivňující intenzitu půdní respirace: *vlhkost půdy, pH, teplota, obsah živin*

Hypotéza: např. v rozmezí teplot od 0 °C do 40 °C se zvyšující se teplotou dochází ke zvyšování intenzity půdní respirace.

Graf závislosti produkce CO₂ půdou na teplotě v rozmezí 0–40 °C



5. Co lze usuzovat, pokud naměříme vysokou/nízkou produkci oxidu uhličitého půdou?

Intenzita půdní respirace slouží jako ukazatel úrodnosti půdy. U půd s vysokou intenzitou půdní respirace je tedy možné zjednodušeně předpokládat vysokou úrodnost.

6. Uvedte příklad sloučeniny, která reaguje se vzdušným oxidem uhličitým. Zapište rovnici reakce této sloučeniny s oxidem uhličitým. Kolik molekul této sloučeniny musí zreagovat, aby vznikla jedna molekula produktu?

- NaOH
- $2 \text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 2

7. Co je to mol? Jak označujeme veličinu, jejíž jednotkou je právě mol?

Mol je základní jednotka látkového množství. Jeden mol libovolné látky obsahuje stejný počet částic, jako je počet atomů v 12 g nuklidu uhlíku $^{12}_6\text{C}$.

8. Jak připravíte 400 ml roztoku hydroxidu o koncentraci 1,5 mol/l. Proč se pro přípravu roztoku používá destilovaná voda?

Odvážím 24 g NaOH a převedu ho do odměrné baňky o objemu 400 ml, která byla dopředu do poloviny naplněna destilovanou vodou. Destilovanou vodou doplním objem roztoku v odměrné baňce na 400 ml. Destilovaná voda se používá z toho důvodu, že se ve vodovodní vodě vyskytují např. ionty hořečnaté, které v přítomnosti aniontů OH⁻ tvoří málo rozpustný hydroxid hořečnatý.

9. Zapište rovnici reakce hydroxidu sodného s kyselinou chlorovodíkovou. Kolik molekul hydroxidu sodného musí zreagovat, aby vznikla jedna molekula chloridu sodného?

- $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- 1

10. Co se stane, pokud necháme hydroxid sodný na vzduchu?

Hydroxid sodný je hygroskopický, tzn. bude pohlcovat vzdušnou vlhkost. Zároveň také bude reagovat s oxidem uhličitým obsaženým ve vzduchu.

11. Proč je potřeba roztoky odměrných činidel takzvaně standardizovat? Jaké vlastnosti musí splňovat látka, aby byla primárním standardem?

Standardizaci je potřeba provádět u látek, které nejsou tzv. primárním standardem. Z látek, které nejsou primárním standardem, není možné připravit z různých důvodů roztok o přesně známé koncentraci. Pomocí standardizace zjistíme přesnou koncentraci odměrného roztoku. Primární standard musí splňovat tyto požadavky: musí se jednat o čistou látku (čistota min. 99,99 %), musí mít přesně definované chemické složení, musí být stálá při skladování (např. nesmí pohlcovat vzdušnou vlhkost či reagovat s látkami obsaženými ve vzduchu, se stanovovanými látkami musí reagovat jednoznačně, stechiometricky, primární standardy mají také vyšší molární hmotnost, což usnadňuje navažování.

12. Co jsou to acidobazické indikátory? Jaká je jejich funkce při titraci?

Acidobazické indikátory jsou slabé kyseliny nebo zásady, jejichž disociovaná a nedisociovaná forma se liší zbarvením. Při titraci umožňují zjistit bod ekvivalence.

13. Při této úloze budete pracovat s roztokem kyseliny chlorovodíkové, hydroxidem sodným a chloridem barnatým. Jak budete s těmito chemikáliemi zacházet? Zformulujte zásady bezpečnosti práce při této úloze.

Roztoky kyseliny chlorovodíkové a hydroxidu sodného jsou žíraviny, je proto potřeba použít při manipulaci ochranné pomůcky (plášť, rukavice, ochranné brýle). Tyto roztoky budeme likvidovat tak, že je hodně naředíme vodou a vylijeme do výlevky. Chlorid barnatý je toxický, je tedy opět potřeba použít ochranné pomůcky. Roztoky obsahující barnaté soli je potřeba likvidovat spolu s odpadem s obsahem těžkých kovů, případně je alespoň převést na nerozpustné sloučeniny (např. $BaSO_4$).

14. Vyberte si jednu s hypotéz a navrhnete postup experimentu, kterým by ji bylo možné ověřit. Vypište si pomůcky a chemikálie, v bodech popište postup práce.

H1: Intenzita půdní respirace bude vyšší při teplotě 20 °C než při teplotě 4 °C.

H2: Intenzita půdní respirace bude vyšší u vzorku obohaceného organickým materiálem než u vzorku, ke kterému organický materiál nedodáme.

Např. H1:

Pomůcky: Vzorek půdy, čtyři uzavíratelné nádoby, čtyři malé kádinky, pipeta

Chemikálie: 1,5M roztok hydroxidu sodného

Postup:

- *Připravím si celkem dvě sady nádobek, jedna sada bude tvořena nádobkou se vzorkem půdy a nádobkou bez půdy (tzv. slepým vzorkem)*.*
- *Do dvou uzavíratelných nádob umístím asi 100 g půdy.*
- *Připravím si dvě uzavíratelné nádoby bez vzorku půdy.*
- *Do čtyř malých kádinek odměřím 30 ml hydroxidu sodného o koncentraci 1,5 M.*
- *Do každé nádoby umístím jednu malou kádinku s roztokem hydroxidu, nádoby uzavřu.*
- *Jednu sadu nádobek (1 nádobka s půdou a jedna bez půdy) umístím do lednice.*
- *Druhou sadu nádobek (1 nádobka s půdou a jedna bez půdy) umístím na temné místo s teplotou 20 °C.*
- *Podle návodu provedu stanovení produkce oxidu uhličitého půdou a porovnáám výsledky pro vzorek uchovávaný při teplotě 4 °C a 20 °C.*

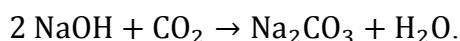
** Pozn. v ideálním by mělo být připraveno více sad uchovávaných ve stejných podmínkách.*

8. 12 Návod k úloze *Půdní respirace*

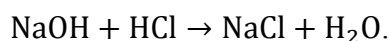
Půdní respirace – návod k úloze

Teoretický úvod:

Produkcí oxidu uhličitého půdou je možné měřit v prostředí laboratoře. Pokus je možné uspořádat tak, jak je to znázorněno na obr. 1. Do dobře těsnící nádoby umístíme vzorek půdy, vznikající oxid uhličitý lze pohlcovat do roztoku hydroxidu sodného umístěného v malé kádince. Hydroxid sodný reaguje se vznikajícím oxidem uhličitým podle rovnice:

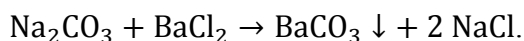


Zbytkový hydroxid sodný je možné stanovit acidimetry. Jako odměrný roztok lze zvolit roztok kyseliny chlorovodíkové, která s hydroxidem sodným reaguje podle rovnice:

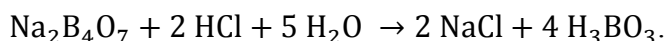


Jako indikátor lze použít fenolftalein.

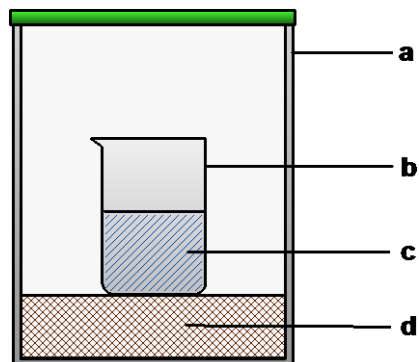
Před samotnou titrací kyselinou chlorovodíkovou je třeba přidat roztok chloridu barnatého, který reaguje s uhličitany ionty za vzniku málo rozpustného uhličitanu barnatého.



Kyselina chlorovodíková není primárním standardem, proto je potřeba před použitím odměrného roztoku provést standardizaci. Ke standardizaci odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové lze využít například tetraboritan sodný, se kterým kyselina chlorovodíková reaguje podle rovnice:

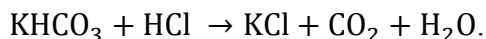


Jako acidobazický indikátor lze využít methyloranž.



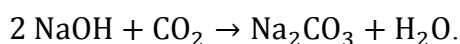
Obr. 1 Uspořádání nádobového pokusu: a) uzavíratelná nádoba, b) kádinka, c) roztok hydroxidu sodného, d) vzorek půdy

Ke standardizaci odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové je možné použít i hydrogenuhličitan draselný, který s kyselinou chlorovodíkovou reaguje podle rovnice:



V tomto případě je třeba před bodem ekvivalence titrovaný roztok považit za účelem odstranění rozpuštěného oxidu uhličitého.

Oxid uhličitý uvolněný půdní respirací reaguje s hydroxidem sodným podle následující rovnice:



Z toho lze odvodit, že látkové množství uvolněného oxidu uhličitého bude poloviční oproti látkovému množství hydroxidu spotřebovaného na reakci s oxidem uhličitým uvolněným půdní respirací.

Celkové látkové množství hydroxidu sodného přítomného v kádince je dáno součtem látkového množství spotřebovaného a zbytkového hydroxidu sodného:

$$n_{\text{NaOH celkové}} = n_{\text{NaOH spotřebovaného}} + n_{\text{NaOH zbytkového}}.$$

Hydroxid sodný se kromě reakce s oxidem uhličitým uvolněným půdním dýcháním může spotřebovat na reakci se vzdušným oxidem uhličitým, zároveň není možné připravit roztok hydroxidu o přesné koncentraci (například kvůli již zmiňované reakci se vzdušným oxidem uhličitým či jeho hygroskopicitě). Kvůli tomuto jevu se připravuje ještě slepý vzorek, u kterého látkové množství spotřebovaného hydroxidu pokrývá právě tyto efekty. Proto lze zapsat:

$$n_{\text{NaOH spotřebovaného}} = n_{\text{NaOH zreagovaného slepý vzorek}} + n_{\text{NaOH zreagovaného půdní dýchání}}.$$

Látkové množství hydroxidu sodného, spotřebovaného na reakci s oxidem uhličitým původem z půdního dýchání lze tedy vypočítat ze vztahu:

$$n_{\text{NaOH zreagovaného půdní dýchání}} = n_{\text{NaOH spotřebovaného}} - n_{\text{NaOH zreagovaného slepý vzorek}}.$$

Platí tedy:

$$n_{\text{NaOH zreagovaného půdní dýchání}} = (n_{\text{NaOH celkové}} - n_{\text{NaOH zbytkové ve vzorku}}) - (n_{\text{NaOH celkové}} - n_{\text{NaOH zbytkového ve slepém vzorku}}),$$

po úpravě:

$$n_{\text{NaOH zreagovaného půdní dýchání}} = n_{\text{NaOH zbytkového ve slepém vzorku}} -$$

$$n_{\text{NaOH zbytkového ve vzorku}}$$

Ze stechiometrie reakce kyseliny chlorovodíkové s hydroxidem sodným lze vyvodit, že látkové množství zbytkového hydroxidu je stejné jako látkové množství kyseliny chlorovodíkové spotřebované na titraci daného vzorku. Můžeme tedy psát:

$$n_{\text{NaOH zreagované půdní dýchání}} = n_{\text{HCl k titraci slepého vzorku}} - n_{\text{HCl k titraci vzorku}}$$

Látkové množství kyseliny chlorovodíkové spotřebované k titraci příslušného vzorku spočítáme ze vztahu:

$$n_{\text{HCl}} = c_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}}$$

kde c_{HCl} je přesná koncentrace odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové a V_{HCl} je spotřeba odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové při titraci daného vzorku.

Ze stechiometrie reakce oxidu uhličitého s hydroxidem sodným víme, že látkové množství oxidu uhličitého je poloviční proti látkovému množství hydroxidu, můžeme tak vypočítat hmotnost oxidu uhličitého vyprodukovaného daným vzorkem půdy ze vztahu:

$$m_{\text{CO}_2} = \frac{n_{\text{NaOH zreagované půdní dýchání}}}{2} \cdot M_{\text{rCO}_2}$$

Produkci oxidu uhličitého pak vyjádříme jako hmotnost vyprodukovaného oxidu uhličitého vztaženou na jeden gram suché půdy za den či týden.

Provedení úlohy:

1. Odběr vzorku půdy

Pomůcky: kovová lopatka, hrubší sítko, velký filtrační papír, uzavíratelné sáčky

Postup: Odeberte vzorek půdy z hloubky asi 25 cm. Půdu prosejte na hrubším sítkě na rozložený filtrační papír (odstraňte případné zbytky kořenů a větší živočichy). Pro každou nádobku počítejte s odběrem asi 150 g půdy. Vzorek půdy uložte do uzavíratelného sáčku. Pokud vzorek nebudete zpracovávat ihned, uložte jej do lednice.

2. Stanovení vlhkosti půdy

Pomůcky: vzorek půdy, elektrická trouba

Postup: odvažte asi přesně 10 g půdy. Takto odvážený vzorek nechte vysušit v elektrické troubě do konstantní hmotnosti při teplotě asi 110 °C. Do tabulky запиšte hmotnost vzorku před vysušením a po vysušení, vypočítejte obsah vody v procentech ze vztahu:

$$w_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{(m_{\text{čerstvého vzorku}} - m_{\text{vysušeného vzorku}})}{m_{\text{čerstvého vzorku}}} \cdot 100.$$

Stanovení proved'te alespoň třikrát. Obsah vody v půdě spočítejte jako průměr z minimálně tří vypočítaných hodnot.

Vzorek	1	2	3
Hmotnost před vysušením			
Hmotnost po vysušení			
Obsah vody			

3. Příprava roztoků

a) Příprava 500 ml asi 1,5M hydroxidu sodného

Pomůcky a chemikálie: odměrná baňka (500 ml), hydroxid sodný (pevný), destilovaná voda

Postup: odvažte 30 g hydroxidu sodného, toto množství převed'te do odměrné baňky o objemu 500 ml a doplňte destilovanou vodou na 500 ml.

b) Příprava 1 l roztoku HCl o koncentraci 0,5 M

Pomůcky a chemikálie: odměrná baňka (1000 ml), odměrný válec, 36% kyselina chlorovodíková, destilovaná voda

Postup: odměřte 43 ml 36% kyseliny chlorovodíkové do odměrné baňky o objemu 1 l s asi 200 ml destilované vody a doplňte roztok na 1000 ml destilovanou vodou.

4. Založení experimentu

Pomůcky: uzavíratelné nádoby (objem asi 1 l), vzorek půdy, malé kádinky, pipeta

Chemikálie: 1,5M hydroxid sodný

Postup: Připravte si dvě uzavíratelné nádoby o objemu 1 l, do jedné vložte 100 g půdy, druhou ponechte bez půdy (slepý vzorek). Do malých kádinek odměřte 30 ml 1,5M hydroxidu sodného, vložte je do nádobek (viz obr. 1) a nádoby uzavřete. Takto připravené vzorky skladujte v temnu, po týdnu proveďte stanovení produkce oxidu uhličitého. Úprava postupu pro zjištění vlivu různých faktorů na intenzitu půdní respirace závisí na konkrétním provedení experimentu.

a) Založení experimentu závislost půdního dýchání na teplotě

Připravte dvě sady nádobek podle základního postupu. Jednu sadu (tzn. nádobku s půdou a slepý vzorek) uložte na temné místo při teplotě asi 20 °C, druhou sadu uložte do lednice. Po týdnu proveďte stanovení produkce oxidu uhličitého.

b) Založení experimentu závislost půdního dýchání na přítomnosti organického materiálu

Podle základního postupu připravte nádobu se slepým vzorkem a dvě nádoby s půdou. Jednu nádobu s půdou nechte beze změny, do druhé přidejte lžičku glukosy nebo malé množství tlejícího listí či nadrobno nastříhané trávy. Nádoby uložte na temné místo při teplotě asi 20 °C, po týdnu proveďte stanovení produkce oxidu uhličitého.

5. Standardizace odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové

Pomůcky: lodička, titrační baňka, byreta (25 ml), stojan, svorky

Chemikálie: dekahydrát tetraboritanu sodného (pevný), odměrný roztok kyseliny chlorovodíkové, methylořanž (roztok)

Postup: navažte asi přesně 1,33 g dekahydrátu tetraboritanu sodného, převedte jej do titrační baňky, rozpusťte ve vodě a přidejte asi dvě kapky methylořanže. Titrujte odměrným roztokem kyseliny chlorovodíkové, titraci proveďte třikrát.

Spočítejte přesnou koncentraci odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové za využití následujících vztahů:

$$n_{\text{borax}} = \frac{m_{\text{borax}}}{M_{\text{r borax}}}, n_{\text{HCl}} = 2 \cdot n_{\text{borax}}, c_{\text{HCl}} = \frac{n_{\text{HCl}}}{V_{\text{HCl}}}$$

Měření	m_{borax} (g)	n_{borax} (mol)	Spotřeba odměrného roztoku HCl (l)	Přesná koncentrace odměrného roztoku HCl (mol/l)
1				
2				
3				

6. Titrace vzorku

Pomůcky: odměrná baňka (50 ml), pipeta (10 ml), byreta (25 ml), stojan, svorky, odměrný válec, kádinka s roztokem hydroxidu sodného.

Chemikálie: odměrný roztok kyseliny chlorovodíkové, destilovaná voda, 25% roztok chloridu barnatého, fenolftalein.

Postup: obsah kádinky převed'te do odměrné baňky o objemu 50 ml, doplňte destilovanou vodou na 50 ml a dobře promíchejte. Odpipetujte 10 ml roztoku do titrační baňky, přidejte destilovanou vodu (asi do jedné pětiny objemu baňky), 5 ml 25% roztoku chloridu barnatého a několik kapek fenolftaleinu. Titrujte odměrným roztokem kyseliny chlorovodíkové do vymizení růžového zbarvení. Titraci opakujte třikrát. Ze vztahu:

$$c_{\text{HCl}} = \frac{n_{\text{HCl}}}{V_{\text{HCl}}}$$

vypočítejte látkové množství kyseliny chlorovodíkové potřebné k titraci daného vzorku (látkové množství kyseliny se pak rovná látkovému množství zbytkového hydroxidu sodného).

Měření slepý vzorek	Spotřeba HCl (l)	n_{HCl} (mol)
1		
2		
3		

Měření vzorek	Spotřeba HCl (l)	n_{HCl} (mol)
1		
2		
3		

Uveďte, zda se ověřovaná hypotéza potvrdila či vyvrátila a vysvětlete možné dopady tohoto zjištění pro praxi.

8. 13 Pracovní list *Stínky – pozorování, chov a význam*

Stínky – pozorování, chov a význam

ÚLOHA 1: Morfologie stínky obecné (*Porcellio scaber*)

Pomůcky: Binokulární lupa, entomologická pinzeta, dospělé stínky obecné

Postup: Pod binokulární lupou pozorujte dospělé stínky (přidržíte je při tom opatrně měkkou entomologickou pinzetou).

Úkol 1:

Schematicky zakreslete stínku z ventrálního (břišního) pohledu.

Úkol 2:

Na základě pozorování a svých znalostí doplňte následující text.

Stínka obecná je zbarvená _____, dorůstá velikosti přibližně _____ mm. Hlava nese dva páry tykadel – první (antenuly) je zakrnělý, druhý (_____) je _____. K pohybu využívá stínka _____ párů kráčivých končetin, které jsou morfologicky _____. Zadečkové články nesou _____ párů lupínkovitých pleopodů (zadečkových nožek). U stínky obecné lze pozorovat pseudotracheje. Pseudotracheje vypadají jako bělavá tracheální políčka na prvních dvou zadečkových člancích, u stínek můžeme pozorovat celkem _____ páry tracheálních políček. U samic lze pozorovat na hrudi vak (tzv. marsupium), v němž nosí _____ a _____. Stínky se v případě ohrožení _____ svinout do kuličky.

Úkol 3:

Jaká je pravděpodobně funkce následujících útvarů?

- a) anteny
- b) pseudotracheje (tracheální plíce)
- c) marsupium

Úkol 4:

Která přizpůsobení umožňují stínkám obývat suchozemské prostředí?

ÚLOHA 2: Výskyt a význam stínek

Úkol 1: Založení dlouhodobého pokusu - pozorování stínek

Pomůcky: Nádoba (např. menší akvárium či faunabox) – plocha dna asi 20 × 30 cm s poklopem (jemná síťovina), lignocel, opadané suché listí, rozprašovač na rostliny, menší ploché kameny, dospělé stínky obecné (asi 10 ks).

Postup:

Do nádoby (např. menší akvárium) rozprostřete na dno vrstvu lignocelu (3 – 4 cm). Pokud není lignocel dostatečně vlhký, poroste ho pomocí rozprašovače na rostliny. Na povrch lignocelu rozmístěte ploché kameny a listí. Přidejte stínky a nádobu uzavřete. Podle potřeby přidávejte listí a udržujte vlhký substrát.

Úkol 2:

Dlouhodobě (alespoň čtyřikrát týdně po dobu minimálně čtrnácti dnů) pozorujte činnost stínek. K čemu v založeném chovu dochází?

Úkol 3:

Stínky se často vyskytují synantropně, nalézt je můžeme především ve sklepích. Proč se vyskytují stínky právě tam?

Úkol 4:

Stínky a jim příbuzné svinky bývají některými zahrádkáři považovány za škůdce. Škody mohou způsobovat např. na jahodách.

a) Navrhněte opatření a úpravy vedoucí k omezení počtu stínek a svinek, které by mohl zahrádkář udělat pro ochranu jahodníkového záhonu bez toho, aby použil přípravky hubící tyto organismy.

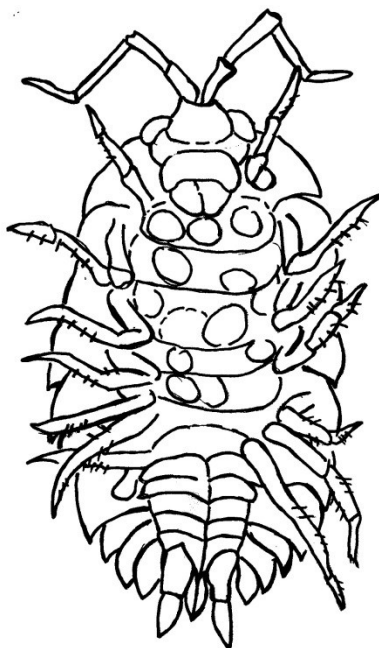
b) Vysvětlete, v čem spočívá význam stínek v přírodě, a uveďte argumenty, proč je přítomnost stínek a svinek na zahradě žádoucí.

8. 14 Autorské řešení pracovního listu *Stínky – pozorování, chov a význam*

Stínky – pozorování, chov a význam – řešení

ÚLOHA 1: Morfologie stínky obecné (*Porcellio scaber*)

Úkol 1: Schematicky zakreslete stínku z ventrálního (břišního) pohledu.



Úkol 2: Na základě pozorování doplňte následující text.

Stínka obecná je zbarvená šedavě, dorůstá velikosti přibližně 10-18 mm. Hlava nese dva páry tykadel – první (antenuly) je zakrnělý, druhý (anteny) je dlouhý (nápadný). K pohybu využívá stínka sedm párů kráčivých končetin, které jsou morfologicky nerozlišené. Zadečkové články nesou pět párů lupinkovitých pleopodů (zadečkových nožek). U stínky obecné lze pozorovat pseudotracheje. Pseudotracheje vypadají jako bělavá tracheální políčka na prvních dvou zadečkových člancích, u stínek můžeme pozorovat celkem dva páry tracheálních políček. U samic lze pozorovat na hrudi vak (tzv. marsupium), v němž nosí vajíčka a larvy. Stínky se v případě ohrožení nedovedou svinout do kuličky.

Úkol 3:

Jaká je pravděpodobně funkce následujících útvarů:

- anteny – *smyslová funkce, u některých koryšů mohou sloužit k pohybu*
- pseudotracheje – *dýchání*
- marsupium – *zajištění vhodného prostředí pro vývoj vajíček*

Úkol 4:

Které přizpůsobení umožňují stínkám obývat suchozemské prostředí?

Pseudotracheje, marsupium, rozvoj exoskeletu, kousací ústní ústrojí, behaviorální přizpůsobení – obývání vlhkých míst, převážně noční aktivita...

ÚLOHA 2: Výskyt a význam stínek

Úkol 2:

Dlouhodobě (alespoň čtyřikrát týdně po dobu minimálně čtrnácti dnů) pozorujte činnost stínek. K čemu v založeném chovu dochází?

Pozorovat lze např. požírání listí, hloubení nor, časem se objevují i mladé bělavě zbarvené stínky.

Úkol 3:

Stínky se často vyskytují synantropně, nalézt je můžeme především ve sklepích. Proč se vyskytují stínky právě tam?

- *Tmavé a vlhké prostředí*
- *V zimních měsících úkryt před nízkými teplotami, v letních před vysokými teplotami*
- *Potrava (např. uskladněná jablka či brambory), omítka může sloužit jako zdroj vápníku*

Úkol 4:

Stínky a jim příbuzné svínky bývají některými zahrádkáři považovány za škůdce. Škody mohou způsobovat např. na jahodách.

a) Navrhněte opatření a úpravy vedoucí k omezení počtu stínek a svínek, které by mohl zahrádkář udělat pro ochranu jahodníkového záhonu (bez toho, aby použil přípravky hubící tyto organismy).

- *Omezení předmětů, které mohou sloužit jako úkryty (kameny, prkna...)*
- *Udržování nepřilíš hustého porostu, odstraňování odumřelého rostlinného materiálu*
- *Umístění kompostu dále od záhonu...*

b) Vysvětlíte, v čem spočívá význam stínek v přírodě, a uveďte argumenty, proč je přítomnost stínek a svínek na zahradě žádoucí.

Stínky se významně podílejí na půdotvorných a rozkladných procesech – konkrétně se významně podílejí na rozkladu organické hmoty (rozmělnují velkou potravu a činí ji dostupnou bakteriím) a jejím transportu do hlubších vrstev půdy, zajišťují též šíření bakterií či mikroskopických hub. To vše může být z pohledu zahrádkáře významné pro kompostování. Stínky také produkují amoniak, který může být následně zdrojem dusíku pro rostliny, hloubením nor umožňuje provzdušnění půdy...

8. 15 Metodické pokyny k tématu *Svět uvnitř rostlin*

Věková skupina žáků	Čtyřleté gymnázium a vyšší ročníky víceletých gymnázií
Příklady zařazení do učiva (pro obory chemie, biologie) podle RVP G (2007)	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Chemie:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Vlastnosti látek - Uhlovodíky a jejich klasifikace - Deriváty uhlovodíků a jejich klasifikace - Barviva - Sacharidy • <u>Biologie:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Buňka - Anatomie rostlin - Fyziologie rostlin
Cílové zaměření oblasti Člověk a příroda (RVP G, 2007)	<p>RVP G:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Žák hledá odpovědi na přírodovědný problém a případně zpřesňuje či opravuje řešení tohoto problému - Žák provádí objektivní pozorování, interpretuje data a hledá mezi nimi souvislosti - Žák předvídá průběh studovaných přírodních procesů na základě znalosti obecných přírodovědných zákonů a specifických podmínek
Časová náročnost	<p>Výukový materiál sestává ze tří úloh. Úlohy 1 a 3 obsahují úkoly, jejichž řešení zabere asi 45 minut. Pro úlohu 2 je vhodnější při zařazení všech teoretických úkolů vyčlenit asi 60 minut. Pro klasické laboratorní cvičení (2x45 min.) se tak hodí využít dvou ze tří úloh nebo může být jedna z úloh kombinována s jinými aktivitami zařazovanými do výuky. Například ve výuce chemie lze kombinovat úlohu „musíme to přeměnit“ s úlohami na enzymové reakce (např. - hydrolýza škrobu), do biologie se hodí kombinace s barvením škrobových zrn v různých typech rostlin. K úloze „není barva jako barva“ se hodí kombinace s chromatografií fotosyntetických barviv... Jako celek lze celý výukový materiál využít ve výukových jednotkách s vyšší hodinovou dotací (alespoň 3 vyučovací hodiny). Realizaci úkolu „přeměny jednoduchých sacharidů na škrob“ je potřeba rozdělit na více částí. Učitel může postupovat následovně: v běžné hodině si žáci pokus založí (tato část zabere asi 10 minut) – tzn., učitel přinese rostliny, které byly uloženy alespoň 12 h ve tmě, žáci si z nich odstříhnou listy, které umístí bází do roztoků sacharidů a destilované vody. Takto připravené kádinky s listy si žáci uloží na temné místo (např. do skříně) na 24-48 hodin. V laboratorních cvičeních pak žáci provedou důkaz škrobu v listech.</p>
Cíle	<ul style="list-style-type: none"> - Žák popíše stavbu rostlinné buňky a vysvětlí význam jednotlivých typů organel, zejména chloroplastů, chromoplastů a vakuol. - Žák popíše vlastnosti šťavelanu vápenatého. Z rostlinného materiálu připraví preparáty, v nichž identifikuje základní typy šťavelanu vápenatého. - Žák porovná strukturu a vlastnosti karotenoidů, chlorofylů a antokyanů a zhodnotí jejich význam pro rostliny. - Žák na základě popsaných vlastností zařadí neznámé barvivo mezi karotenoidy, chlorofyly či antokyaniny.

	<ul style="list-style-type: none"> - Žák popíše strukturu a vlastnosti glukosy, fruktosy, sacharosy a škrobu. - Žák provede experiment, kterým ověří schopnost rostlin přeměnit jednoduché cukry na škrob a vysvětlí, jak lze dokázat přítomnost škrobu v listech. S pomocí schématu pak žák popíše přeměny, které podstoupí glukosa, fruktosa a sacharosa než se přemění na škrob.
<p>Průběh hodin (časy pro jednotlivé činnosti jsou orientační, podle uvážení učitele je lze modifikovat)</p>	<p>Úloha 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Opakování stavby rostlinné buňky: žáci řeší úkol nejdříve ve dvojicích, následuje společná kontrola (5 minut). - Funkce vakuoly: žáci řeší úkol nejdříve ve dvojicích, následuje společná kontrola (5 minut). - Šťavelan vápenatý – vznik v laboratorních podmínkách a jeho vlastnosti: žáci provádí ve dvojicích experiment, pozorování zapisují do tabulky. Následuje společná kontrola (10 minut). - Šťavelan vápenatý v rostlinném materiálu: žáci pracují ve dvojicích. Podle návodu připraví preparáty z připraveného rostlinného materiálu. V preparátech identifikují krystaly šťavelanu vápenatého. Učitel prochází mezi žáky a pomáhá jim s nalezením a případnou identifikací krystalů (20 minut). - <i>Poznámka: náročnější je nalezení drúz. Je vhodné, aby si učitel sám dopředu připravil preparát, který by si žáci mohli prohlédnout v případě, že sami drúzy nenajdou.</i> - Učitel může podle uvážení před nebo po úloze zařadit diskusi nad významem tvorby krystalů šťavelanů rostlinou. <p>Úloha 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Organely obsahující barviva: žáci ve dvojicích připraví preparáty, identifikují barviva a organely a výsledky zaznamenají do tabulky. Proběhne společná kontrola. (15 minut) - Struktura barviv a jejich rozpustnost: žáci na základě struktury molekul vybraných barviv vyvozují rozpustnost ve vodě. Zde může učitel provést kontrolu ihned. Jako vhodnější variantu však vidím to, že žáci ještě provedou následující experiment a experimentálně získané výsledky porovnájí se svou předpovědí. (5 minut) - Rozpustnost rostlinných barviv ve vodě a benzínu: žáci ve dvojicích provedou experiment a zodpoví otázky. Pokud předchozí úkol nevyhodnocovali, porovnájí svá pozorování s předpovídanými vlastnostmi. (15 minut) - Změny barev v závislosti na pH: žáci si ve dvojicích navrhnu možný postup. Případně je možné postup diskutovat společně. Žáci pak pokus provedou a vysvětlí vliv pH na různé typy rostlinných barviv. (10 minut) - Následují tři teoretické úkoly – žáci je mohou dle uvážení učitele řešit samostatně s následnou společnou kontrolou, nebo je možné řešit je postupně společně. (15 minut) <p>Úloha 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vybrané základní sacharidy: žáci řeší úkol nejdříve ve dvojicích, následuje společná kontrola. (5 minut) - Přeměna jednoduchých sacharidů na škrob: zde je potřeba úkol rozdělit alespoň na dvě části. V první si žáci připraví kádinky s roztoky sacharidů a destilované vody a do nich umístí listy. (10 minut) Tuto část mohou žáci provést např. v běžné vyučovací hodině. <p>V druhé části žáci provedou důkaz škrobu v listech. (30 minut)</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - S pomocí schématu pak žáci popíší přeměny sacharidů, ke kterým pravděpodobně došlo. Následuje společná kontrola (10 minut).
Pomůcky a chemikálie	<ul style="list-style-type: none"> - Pomůcky: kádinky (50 ml, 100 ml, 400 ml), laboratorní lžičky, skleněné tyčinky, mikroskopy, krycí a podložní sklíčka, kapátka, žiletky, pinzety, třecí misky s tloučky, zkumavky s uzávěrem, plotýnkový vaříč, nůžky, lihové fixy, Petriho misky, šípky, červená paprika, žlutá a červená cibule, podeřka, měřík, begonie, sazenice kukuřice, květy červených růží, pelargonii či pivoňek - Chemikálie: benzín, ethanol, destilovaná voda, chlorid vápenatý (pevný), kyselina šťavelová (pevná), 10% chlorid sodný, 10% HCl, 0,5M roztok glukosy, fruktosy a sacharózy, Lugolův roztok/roztok Betadine
Příprava pomůcek	<ul style="list-style-type: none"> - Asi tři týdny dopředu je potřeba si vypěstovat sazenice kukuřice. Ostatní pomůcky a roztoky jsou relativně běžné a snadno dostupné. Příprava roztoků neskýtá žádná úskalí.
Bezpečnost práce	<p>Při práci s chemikáliemi je vhodné použít ochranné pomůcky. S benzínem je dobré pracovat v digestoři. Zvýšenou pozornost je potřeba věnovat při vaření listů v ethanolu.</p>

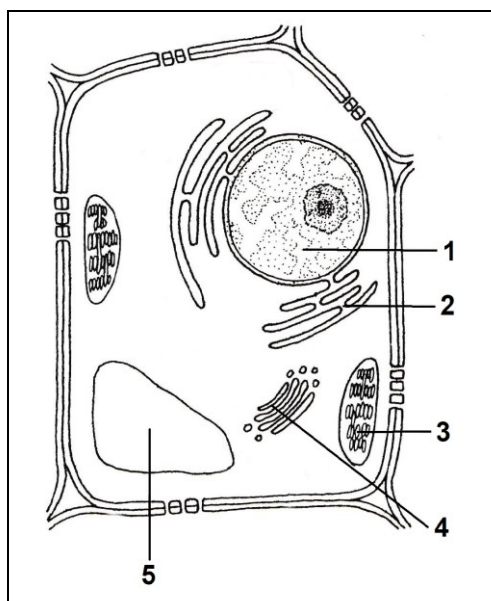
8. 16 Pracovní list k tématu *Svět uvnitř rostlin*

Svět uvnitř rostlin

Úloha 1: Kam s ním? Aneb co se kde v buňce skladuje

A) Opakování stavby rostlinné buňky

Úkol: prohlédněte si obrázek schématické stavby rostlinné buňky¹ a napište, které orgány jsou označeny čísly 1-5. Které jiné orgány a buněčné struktury se vyskytují v rostlinných buňkách a chybí na obrázku?



Orgány:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

V buňce nejsou vyznačeny:

B) Funkce vakuoly

Vakuola je nejobemnější organelou téměř všech starších rostlinných buněk. Jedná se o organelu ohraničenou jednoduchou membránou, vyplněnou tekutinou – ta se označuje jako buněčná či vakuolární šťáva. Vakuola plní v rostlinách celou řadu funkcí.

Úkol: Z následujících funkcí vyškrtněte ty, které nezajišťuje vakuola. U vyškrtnutých funkcí určete organelu, která je zajišťuje.

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Udržování relativně stálého pH a koncentrace iontů v cytoplasmě• Izolace a uchování odpadních látek• Uchovává DNA• Uchování živin a minerálních látek• Izolace a uchování sekundárních metabolitů (alkaloidů, flavonoidů aj.)• Uchování některých barviv | <ul style="list-style-type: none">• Detoxifikace některých metabolitů• Uchování hydrolytických enzymů• Probíhá zde fixace CO₂• Hospodaření s vodou a osmoregulace• Probíhá zde syntéza proteinů• Hraje roli při buněčném růstu• Probíhá zde Krebsův cyklus a dýchací řetězec |
|---|---|

C) Šťavelan vápenatý – vznik v laboratorních podmínkách a jeho vlastnosti

Jak vyplývá z předchozího úkolu, jednou z funkcí vakuoly je i uchovávání odpadních látek. Příkladem takovéto látky může být šťavelan vápenatý. V úkolu 1 zjistíte, jak vzniká v laboratorních podmínkách, a prozkoumáte jeho vlastnosti. Následně uvidíte, v jakých podobách se můžeme setkat se šťavelanem vápenatým v rostlinách.

Úkol 1: proveďte následující experiment a svá pozorování zaznamenejte do tabulky.

Pomůcky a chemikálie: kyselina šťavelová (pevná), chlorid vápenatý (pevný), voda, dvě malé kádinky (asi 50 ml), laboratorní lžičky, skleněné tyčinky.

Postup: Dvě malé kádinky naplňte do poloviny vodou. Do jedné nasypete malé množství kyseliny šťavelové (asi čtvrtinu malé laboratorní lžičky) a promíchejte. Do druhé nasypete malé množství chloridu vápenatého (asi čtvrtinu malé laboratorní lžičky) a promíchejte. Následně připravené roztoky pomalu slévejte.

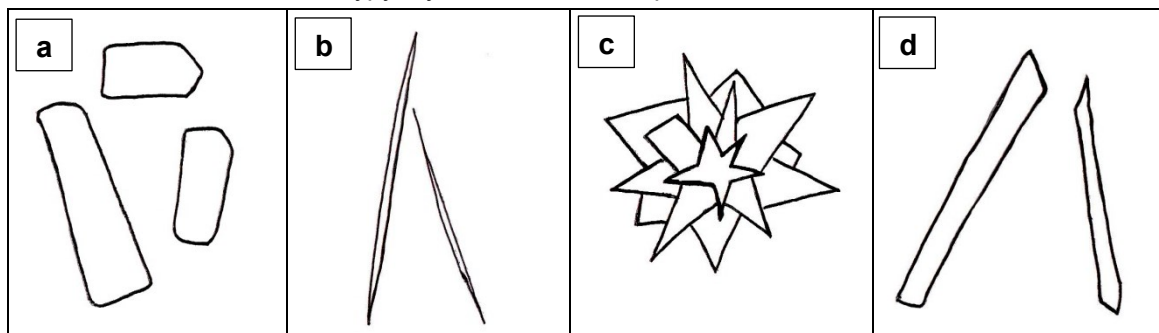
	kyselina šťavelová	chlorid vápenatý	šťavelan vápenatý
vzorec			
barva			
rozpustnost ve vodě			

Úkol 2: vznik šťavelanu vápenatého popište pomocí chemické rovnice.

D) Šťavelan vápenatý v rostlinném materiálu

V předchozích úkolech jste viděli vznik šťavelanu vápenatého přímo v roztoku. V rostlinných buňkách však šťavelan vápenatý nevzniká takto jednoduše, ale vznik krystalů je výsledkem složitě koordinovaného procesu. Můžeme se tak setkat se širokou škálou vzhledu a velikosti těchto krystalických struktur. Krystaly mají nejčastěji tvar hranolů (a), rafidů (b), drůz (c) či styloidů (d).

Časté typy krystalů šťavelanu vápenatého v rostlinách



Úkol: Prozkoumejte podle návodu předložený rostlinný materiál. Vyhledejte krystaly šťavelanu vápenatého, schematicky je zakreslete do tabulky a rozhodněte, o který typ krystalů se nejspíše jedná.

Pomůcky: suchá suknice žluté cibule kuchyňské, stonk podeňky (*Tradescantia*), stonk či řapík begonie, krycí a podložní sklíčka, žiletky, mikroskop.

Postup:

- Malý kousek suché suknice cibule („slupky“) vložte do kapky vody a překryjte krycím sklíčkem. Uvnitř buněk hledejte krystaly šťavelanu vápenatého.
- Z řezu stonku podeňky prsty nebo pinzetou vymáčkneme na podložní sklo do kapky vody obsah a překryjte krycím sklíčkem. V preparátu hledejte krystaly šťavelanu vápenatého.
- Zhotovte preparát z příčného řezu stonkem či řapíkem begonie. Uvnitř buněk hledejte krystaly šťavelanu vápenatého (v tomto případě je potřeba prohlédnout více buněk, pokud se vám nepodaří v připraveném preparátu krystaly šťavelanu vápenatého nalézt, zhotovte a prohlédněte preparát další).

	cibule	podeňka	begonie
nákres krystalů			
typ krystalů			

Úloha 2: Není barva jako barva

V rostlinách se vyskytuje celá řada barviv. Tato barviva mají různou strukturu, vlastnosti, vyskytují se v různých organelách a plní rozdílné funkce. V rámci této úlohy se seznámíte s významnými skupinami rostlinných barviv a s jejich vlastnostmi.

A) Organely obsahující barviva

Úkol: Podle návodu zhotovte preparáty z předloženého rostlinného materiálu. Do tabulky doplňte, ve kterém vzorku jste pozorovali vakuoly, chloroplasty a chromoplasty a ve kterém vzorku jste pozorovali zelené chlorofyly, oranžové až červené karoteny a červenofialové antokyany.

Pomůcky: Zralé souplodí růže šípkové (šípek), červený kultivar cibule kuchyňské, měřík, podložní a krycí sklíčka, kapátka, pinzeta, žiletka nebo nožik, mikroskop.

Postup: Zralé souplodí růže šípkové (šípek) rozřízněte nožem nebo žiletkou, odeberte kousek červené dužniny těsně pod pokožkou ze stěny souplodí a rozmělněte ji v kapce destilované vody na podložním sklíčku. Preparát přikryjte krycím sklíčkem a pozorujte.

Vyřízněte si malý kousek suknice cibule (velikost menší než 1 cm²). Stáhněte pinzetou červeně zbarvenou pokožku, zhotovte dočasný preparát v kapce vody a pozorujte.

Z měříku odtrhněte pinzetou lístek, umístěte ho do kapky vody, překryjte krycím sklíčkem a pozorujte.

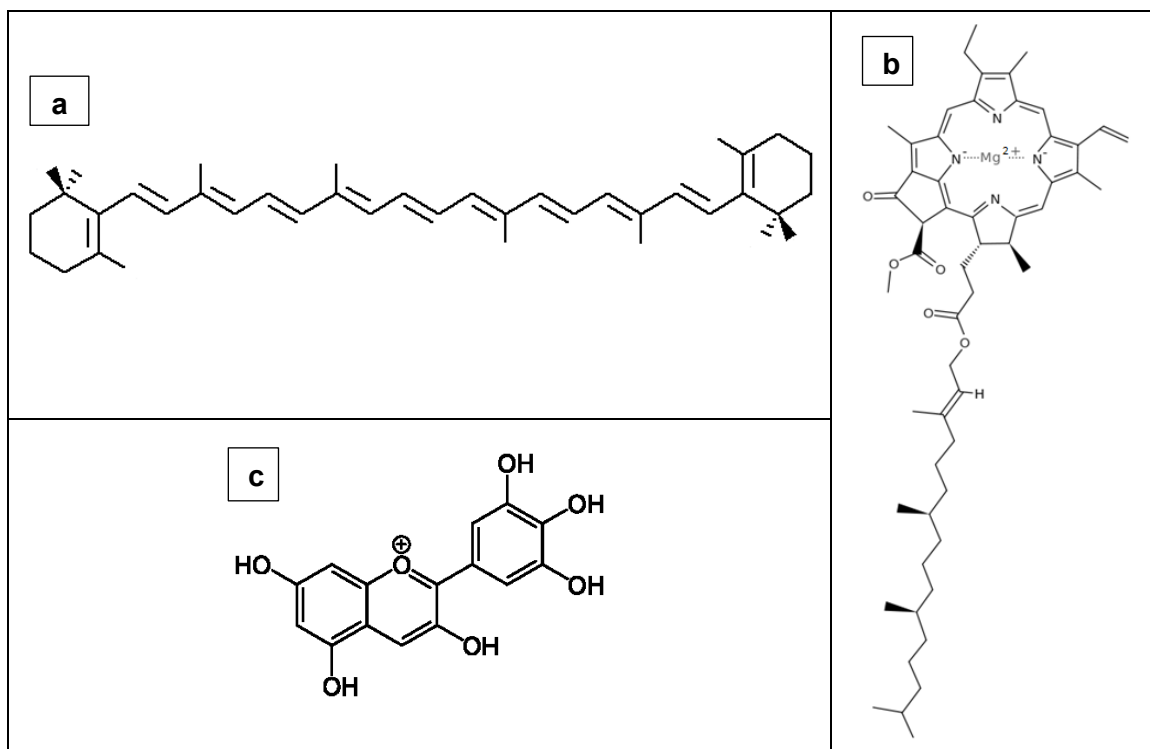
	buňky cibule	buňky šípku	buňky měříku
pozorovaná organela			
barviva v organele			

B) Struktura barviv a jejich rozpustnost ve vodě

V předchozím úkolu jste viděli, že se rostlinné pigmenty liší svou barvou či výskytem. Dalším rozdílem je rozpustnost v různých typech rozpouštědel. Odlišnosti v těchto vlastnostech jsou způsobeny rozdílnou strukturou.

Úkol: Prohlédněte si strukturální vzorce β -karonenu (a), chlorofylu *a* (b) a antokyanu delfinidinu (c). Seřadte tyto látky od nejméně po nejvíce rozpustnou ve vodě. Své rozhodnutí zdůvodněte.

Struktura vybraných rostlinných barviv



nejméně rozpustný ve vodě		nejvíce rozpustný ve vodě
zdůvodnění:		

C) Rozpustnost rostlinných barviv ve vodě a benzínu

Úkol: Pomocí pokusu ověřte rozpustnost karotenoidů, chlorofylů a antokyanů ve vodě a v benzínu a odpovězte na otázky.

Pomůcky: třecí miska s tloučkem, plody/souplodí s obsahem karotenoidů (např. šípky, červená paprika), zelené listy (např. kukuřice) a rostlinný materiál obsahující antokyany (např. červené květy pelargonii, růží, listy červeného hlávkového zelí), 6 zkumavek se zátkou.

Chemikálie: ethanol, benzín.

Postup: rostlinný materiál s obsahem chlorofylů (např. list kukuřice) roztírejte v třecí misce s trochou vody a malým množstvím ethanolu. Zeleně zbarvený roztok slijte a rozdělte do dvou zkumavek (každá by měla být naplněna přibližně z jedné čtvrtiny). Jednu zkumavku ponechte na další úkol. Do druhé zkumavky přidejte asi poloviční množství benzínu, zkumavku uzavřete a pořádně protřepte. Stejně postupujte i s rostlinným materiálem obsahujícím karotenoidy a antokyany (k rostlinnému materiálu s obsahem antokyanů **nepřidávejte** ethanol).

Otázky:

1. Jsou voda a benzín vzájemně dobře mísitelné? Jak se to projeví v provedeném pokusu?
2. Má vyšší hustotu voda nebo benzín? Jak se to projeví v provedeném pokusu?
3. Která barviva přecházela do benzínu a která zůstávala ve vodě? Která barviva je možné na základě tohoto pokusu označit jako polární a která jako nepochární?

D) Změny barev v závislosti na pH

Již jste se blíže seznámili se třemi skupinami rostlinných barviv: s karotenoidy, chlorofyly a antokyany. V rámci těchto skupin barviv je rozdíl i v tom, jak reagují na změnu pH.

Úkol: Přichystejte si roztoky barviv ve zkumavkách, které jste si připravili v předchozím úkolu.

- Navrhněte postup, kterým je možné zjistit, jak tato barviva reagují na změnu pH.
- Postup konzultujte s učitelem.
- Po schválení učitelem pokus proveďte.
- Zaznamenejte svá pozorování a zformulujte závěr o tom, jak pH ovlivňuje zbarvení jednotlivých typů rostlinných pigmentů.

E) Zařazení barviv na základě vlastností

Úkol: na základě popsaných vlastností rozhodněte, zda patří peonidin a lykopen mezi chlorofyly, karotenoidy či antokyany.

- **Lykopen** je červené rostlinné barvivo, které dodává barvu třeba rajčatům. Toto barvivo je nerozpustné ve vodě a jeho zbarvení je nezávislé na pH roztoku, ve kterém se nachází. Lykopen tedy pravděpodobně patří mezi _____.

- **Peonidin** je rostlinné barvivo, které způsobuje růžové či červené zbarvení květů pivoňek, nachází se také např. v květech růží. Toto barvivo je rozpustné ve vodě a jeho zbarvení je závislé na pH roztoku, ve kterém se nachází. Peonidin tedy pravděpodobně patří mezi _____.

F) Význam rostlinných barviv

Úkol: U následujících funkcí rozhodněte, zda je plní chlorofyly, karotenoidy nebo antokyany. Stejnou funkci může plnit více typů barviv.

a) Dodávají zbarvení květům, slouží tedy k lákání opylovačů.

b) Způsobují charakteristické zbarvení některých ptáků a mořských koryšů, kteří je přijímají v potravě.

c) Slouží jako hlavní fotosyntetické pigmenty.

d) Způsobují zbarvení plodů, slouží tedy k lákání živočichů, kteří budou šířit semena.

e) Změnou své barvy zajišťují komunikaci s opylovači. Změna barvy květu může být např. signálem, že byl již květ opylen a neobsahuje nektar.

f) Plní funkci pomocných fotosyntetických pigmentů.

G) Závěrečné shrnutí

Úkol: Doplňte do textu chybějící slova.

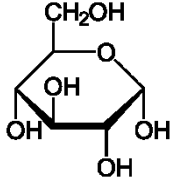
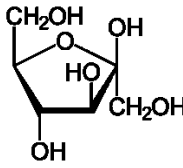
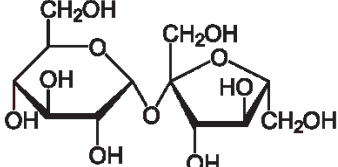
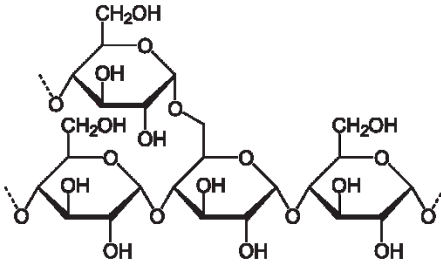
Rostlinná barviva jsou organické látky různé povahy. Rozdělit je lze na tzv. lipochromy, tedy barviva rozpustná v _____ a hydrochromy, tedy barviva rozpustná ve _____. Lipochromy jsou obsaženy v plastidech, jako jsou chromoplasty a _____. Patří k nim žluté xantofyly, zelené _____, a červené či oranžové _____. Při fotosyntéze se uplatňují především _____, xantofyly a karoteny způsobují žluté, oranžové a červené zbarvení _____ a _____. Mezi hydrochromy patří zejména antokyany, které se vyskytují v organele označované jako _____ a způsobují _____, _____ či _____ zbarvení zejména květů a plodů. Antokyany mění svou barvu v závislosti na _____.

Úloha 3: Musíme to přeměnit

Z hlediska metabolismu rostlinné buňky nezáleží na tom, který sacharid vzniká jako první produkt fotosyntézy. V buňkách rostlin totiž dochází běžně k vzájemným přeměnám sacharidů. V této úloze si zopakujete základní informace o glukose, fruktose, sacharose a škrobu a prakticky si ověříte, zda může v rostlinných buňkách probíhat syntéza škrobu z jednoduchých cukrů.

A) Vybrané základní sacharidy

Úkol: K názvům sacharidů přiřaďte příslušný vzorec a rámeček s informacemi.

škrob		<ul style="list-style-type: none">• Polysacharid• Nejvýznamnější zásobní látka rostlin• Jeden z nejvýznamnějších zdrojů energie pro člověka
sacharosa		<ul style="list-style-type: none">• Monosacharid, aldosa• Označuje se jako hroznový cukr• U člověka se vyskytuje v krvi
glukosa		<ul style="list-style-type: none">• Monosacharid, ketosa• Označuje se jako ovocný cukr, je obsažena i v medu• Nejsladší přírodní cukr
fruktosa		<ul style="list-style-type: none">• Disacharid• Označuje se jako řepný cukr• Hlavní transportní forma sacharidů u rostlin

B) Přeměny jednoduchých sacharidů na škrob

Úkol: Proved'te následující experiment, pomocí kterého zjistíte, zda může v rostlinných buňkách docházet k přeměně glukosy, fruktosy a sacharosy na škrob. Zaznamenejte svá pozorování. V závěru napište, ve kterých listech jste prokázali přítomnost škrobu.

Pomůcky: sazenice kukuřice (12 h dopředu ponechané ve tmě), plotýnkový vařič, dvě 400ml kádinky, čtyři 100ml kádinky, Petriho miska, nůžky, lihový fix.

Chemikálie: 0,5M roztok glukosy, 0,5M roztok fruktosy, 0,5M roztok sacharosy, destilovaná voda, ethanol, Lugolův roztok (případně Betedine).

Postup:

Připravte si čtyři kádinky o objemu 100 ml. Do jedné nalijte 50 ml 0,5M roztoku glukosy, do druhé 50 ml 0,5M roztoku fruktosy a do třetí 50 ml 0,5M roztoku sacharosy a do čtvrté 50 ml destilované vody. Pomocí lihového fixu si kádinky označte. Z rostliny kukuřice, která byla ponechána 12 hodin ve tmě, odstříhnete čtyři listy – jeden vložte bází listu do roztoku glukosy, druhý do roztoku fruktosy a třetí do roztoku sacharosy. Čtvrtý bude sloužit jako kontrola – vložte ho bází do kádinky s destilovanou vodou. Takto připravené listy ponechte ve tmě dalších 24-48 hodin. Po této době listy vyjměte, báze listů opláchněte a listy úplně ponořte do kádinky s ethanolem. Abyste si jednotlivé listy poznali, rozlište je např. různým nastřížením okrajů.

Ethanol v kádince zahřívejte k varu na plotýnkovém vaříči. Listy nechte vařit asi 15 minut (list musí mít téměř bílou barvu). List následně vyjměte, ponořte asi na minutu do kádinky s horkou vodou a pak do Petriho misky s Lugolovým roztokem či roztokem Betedine. Listy nechte barvit alespoň 10-15 minut. Po této době listy vyndejte, opláchněte vodou a pozorujte.

Pozorování:

- Zbarvení listů kukuřice po 12 h ve tmě:
- Zbarvení odstřížených listů ponořených bází do roztoků sacharidů a destilované vody po 24-48 hodinách:
- Zbarvení listů po povaření v ethanolu:
- Zbarvení listů vyvařených v ethanolu po ponoření do horké vody:
- Zbarvení listů po barvení v Lugolově roztoku:

Závěr:

	kontrola	0,5M glukosa	0,5M fruktosa	0,5M sacharosa
Přítomnost škrobu ano/ne				

Úkol 2: Na obrázku je znázorněno schéma možných vzájemných přeměn sacharidů. Vypište přeměny, ke kterým mohlo dojít, aby se glukosa, fruktosa a sacharosa přeměnily až na škrob.

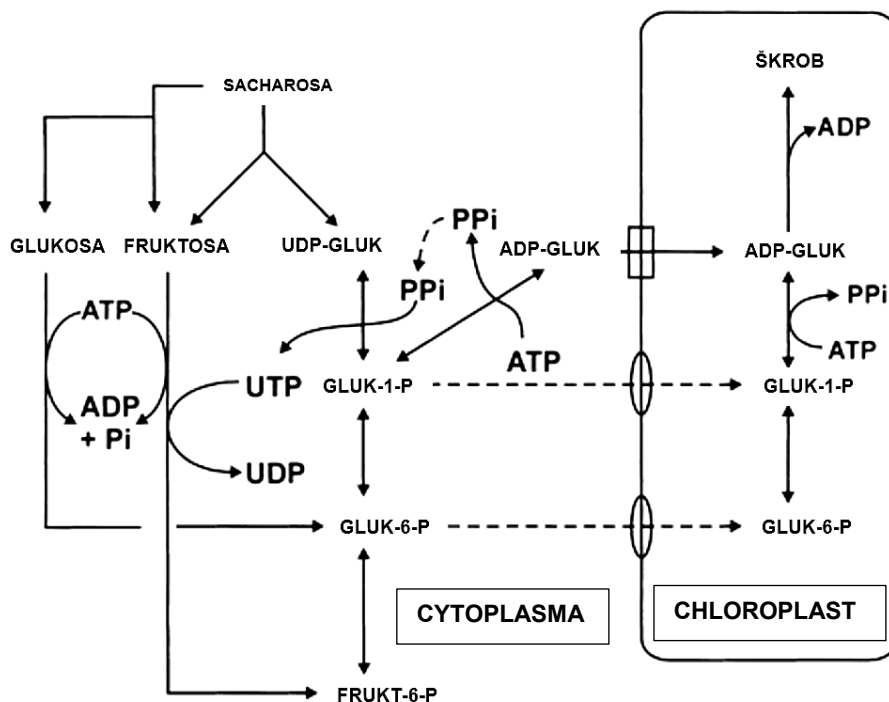


Schéma vzájemných přeměn sacharidů

UDP-GLUK: UDP-glukosa, ADP-GLUK: ADP-glukosa, GLUK-1-P: glukosa-1-fosfát, GLUK-6-P: glukosa-6-fosfát, FRUKT-6-P: fruktosa-6-fosfát, ATP: adenosintrifosfát, ADP: adenosindigofát, UTP: uridintrifosfát, UDP: uridindifosfát, Ppi: pyrofosfát, Pi: fosfát

- Přeměny sacharosy:
- Přeměny glukosy:
- Přeměny fruktosy:

Zdroje převzatých obrázků:

1. Obrázek převzat a upraven z PAZOUREK, Jaroslav a Olga VOTRUBOVÁ, 1997. *Atlas of plant anatomy*. Prague: Peres. Series in natural history. ISBN 80-901691-2-0.
2. Schéma převzato a upraveno z EMES, M. J., a kol., 2003. Starch synthesis and carbon partitioning in developing endosperm. *Journal of Experimental Botany*, 54.382: 569-575.

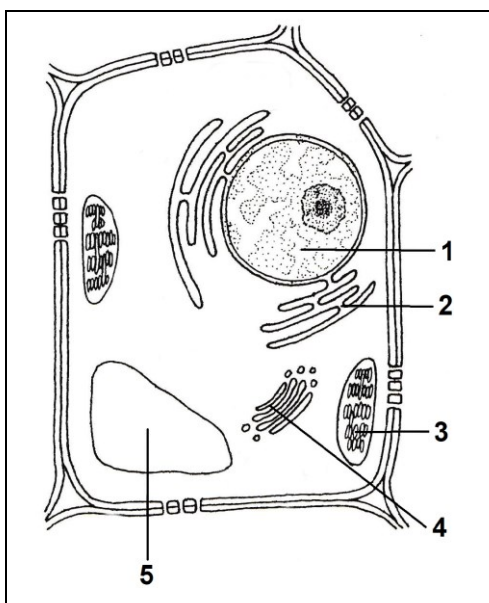
8. 17 Řešení pracovního listu k tématu *Svět uvnitř rostlin*

Svět uvnitř rostlin – Řešení

Úloha 1: Kam s ním? Aneb co se kde v buňce skladuje

A) Opakování stavby rostlinné buňky

Úkol: prohlédněte si obrázek schématické stavby rostlinné buňky¹ a napište, které orgány jsou označeny čísly 1-5. Které jiné orgány a buněčné struktury se vyskytují v rostlinných buňkách a chybí na obrázku?



Orgány:

1. *Jádro*
2. *Endoplasmatické retikulum*
3. *Chloroplast*
4. *Golgiho komplex*
5. *Vakuola*

V buňce nejsou vyznačeny: *Mitochondrie, ribozomy, cytoskelet, cytoplasmatická membrána, rostlinná buňka může navíc obsahovat amyloplasty, chromoplasty.*

B) Funkce vakuoly

Úkol: Z následujících funkcí vyškrtněte ty, které nezajišťuje vakuola. U vyškrtnutých funkcí určete organelu, která je zajišťuje.

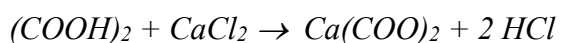
- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Udržování relativně stálého pH a koncentrace iontů v cytoplasmě• Izolace a uchovávání odpadních látek• Uchovává DNA jádro• Uchovávání živin a minerálních látek• Izolace a uchovávání sekundárních metabolitů (alkaloidů, flavonoidů aj.)• Uchovávání některých barviv | <ul style="list-style-type: none">• Detoxifikace některých metabolitů• Uchovávání hydrolytických enzymů• Probíhá zde fixace CO₂ chloroplast• Hospodaření s vodou a osmoregulace• Probíhá zde syntéza proteinů ribozomy• Hraje roli při buněčném růstu• Probíhá zde Krebsův cyklus a dýchací řetězec mitochondrie |
|--|--|

C) Šťavelan vápenatý – vznik v laboratorních podmínkách a jeho vlastnosti



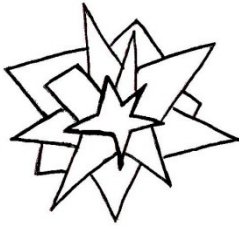
Úkol 1: proveďte experiment a svá pozorování zaznamenejte do tabulky.

	kyselina šťavelová	chlorid vápenatý	šťavelan vápenatý
vzorec	$(COOH)_2$	$CaCl_2$	$Ca(COO)_2$
barva	bílá	bílá	bílá
rozpuštnost ve vodě	dobře rozpustná ve vodě	dobře rozpustný ve vodě	nerozpustný (špatně rozpustný ve vodě)

Úkol 2: vznik šťavelanu vápenatého popište pomocí chemické rovnice.



D) Šťavelan vápenatý v rostlinném materiálu

	cibule	podeňka	begonie
nákres krystalů			
typ krystalů	hranolovité krystaly, případně styloidy	rafidy	drúzy

Úloha 2: Není barva jako barva

A) Organely obsahující barviva

Úkol: Podle návodu zhotovte preparáty z předloženého rostlinného materiálu. Do tabulky doplňte, ve kterém vzorku jste pozorovali vakuoly, chloroplasty a chromoplasty a ve kterém vzorku jste pozorovali zelené chlorofyly, oranžové až červené karoteny a červenofialové antokyany.

	buňky cibule	buňky šípku	buňky měříku
pozorovaná organela	vakuola	chromoplasty	chloroplasty
barviva v organele	antokyany	karoteny	chlorofyly

B) Struktura barviv a jejich rozpustnost ve vodě

Úkol: Prohlédněte si strukturální vzorce β -karonenu (a), chlorofylu *a* (b) a antokyanu delfinidinu (c). Seřadte tyto látky od nejméně po nejvíce rozpustnou ve vodě. Své rozhodnutí zdůvodněte.

nejméně rozpustný ve vodě		nejvíce rozpustný ve vodě
<i>β-karonen</i>	<i>Chlorofyl a</i>	<i>delfinidin</i>
zdůvodnění: <i>nejméně rozpustný je β-karonen – je to uhlovodík, obsahuje pouze nepolární vazby. Delfinidin obsahuje větší množství polárních -OH skupin, bude tedy nejvíce rozpustný ve vodě.</i>		

C) Rozpustnost rostlinných barviv ve vodě a benzínu

Úkol: Pomocí pokusu ověřte rozpustnost karotenoidů, chlorofylů a antokyanů ve vodě a v benzínu a odpovězte na otázky.

Otázky:

1. Jsou voda a benzín vzájemně dobře mísitelné? Jak se to projeví v provedeném pokusu?

Voda a benzín se vzájemně nemísí. Projeví se to tím, že se ve zkumavce vytvoří dvě oddělené vrstvy kapaliny.

2. Má vyšší hustotu voda nebo benzín? Jak se to projeví v provedeném pokusu?

Benzín má nižší hustotu než voda, projeví se to tím, že benzín vytvoří vrchní vrstvu a voda spodní.

3. Která barviva přecházela do benzínu a která zůstávala ve vodě? Která barviva je možné na základě tohoto pokusu označit jako polární a která jako nepolární?

Do benzínu přecházejí chlorofyly a karotenoidy. Ve vodě zůstávají rozpuštěné antokyany. Za polární je možné označit antokyany, za nepolární chlorofyly a karotenoidy.

D) Změny barev v závislosti na pH

Úkol: Přichystejte si roztoky barviv ve zkumavkách, které jste si připravili v předchozím úkolu.

- Navrhněte postup, kterým je možné zjistit, jak tato barviva reagují na změnu pH.

Roztok s barvivem rozdělím na dvě části. K jedné budu po kapkách přidávat roztok kyseliny (např. 10% HCl), do druhé roztok hydroxidu (např. 10% NaOH) a budu sledovat, zda dochází ke změně zbarvení.

- Zznamenejte svá pozorování a zformulujte závěr o tom, jak pH ovlivňuje zbarvení jednotlivých typů rostlinných pigmentů.

Pozorovat lze změnu zbarvení u antokyanů – např. roztok barviv ve vodě získaný z červených květů pelargonie má růžovou barvu. Po přidání několika kapek HCl se barva mění na sytě oranžovou, po přidání roztoku NaOH se roztok zbarví žlutě. U karotenoidů a chlorofylů nedochází ke změně barvy po přidání roztoku HCl a NaOH.

Změnu zbarvení v závislosti na pH vykazují antokyany. Chlorofyly a karotenoidy na změnu pH změnou barvy nereagují.

E) Zařazení barviv na základě vlastností

Úkol: na základě popsaných vlastností rozhodněte, zda patří peonidin a lykopen mezi chlorofyly, karotenoidy či antokyany.

- **Lykopen** je červené rostlinné barvivo, které dodává barvu třeba rajčatům. Toto barvivo je nerozpustné ve vodě a jeho zbarvení je nezávislé na pH roztoku, ve kterém se nachází. Lykopen tedy pravděpodobně patří mezi karotenoidy.

- **Peonidin** je rostlinné barvivo, které způsobuje růžové či červené zbarvení květů pivoňek, nachází se také např. v květech růží. Toto barvivo je rozpustné ve vodě a jeho zbarvení je závislé na pH roztoku, ve kterém se nachází. Peonidin tedy pravděpodobně patří mezi antokyany.

F) Význam rostlinných barviv

Úkol: U následujících funkcí rozhodněte, zda je plní chlorofyly, karotenoidy nebo antokyany. Stejnou funkci může plnit více typů barviv.

a) Dodávají zbarvení květům, slouží tedy k lákání opylovačů. **Antokyany a karotenoidy**

b) Způsobují charakteristické zbarvení některých ptáků a mořských korýšů, kteří je přijímají v potravě. **Karotenoidy**

c) Slouží jako hlavní fotosyntetické pigmenty. **Chlorofyly (chlorofyl a)**

d) Způsobují zbarvení plodů, slouží tedy k lákání živočichů, kteří budou šířit semena. **Antokyany a karotenoidy**

e) Změnou své barvy zajišťují komunikaci s opylovači. Změna barvy květu může být např. signálem, že byl již květ opylen a neobsahuje nektar. **Antokyany**

f) Plní funkci pomocných fotosyntetických pigmentů. **Karotenoidy (+chlorofyl b)**

G) Závěrečné shrnutí

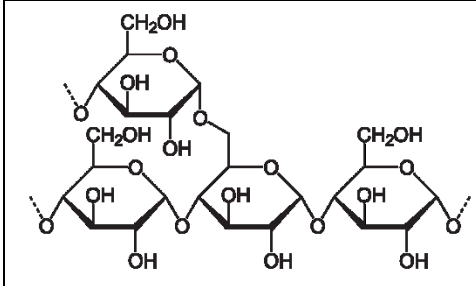
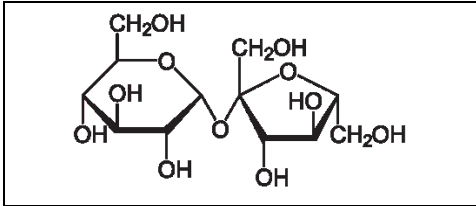
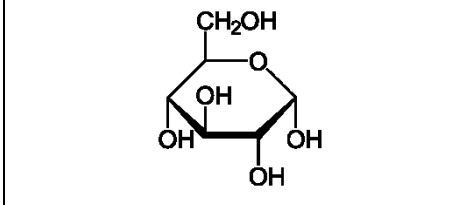
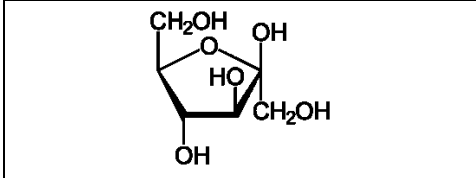
Úkol: Doplňte do textu chybějící slova.

Rostlinná barviva jsou organické látky různé povahy. Rozdělit je lze na tzv. lipochromy, tedy barviva rozpustná v tucích/nepolárních rozpouštědlech a hydrochromy, tedy barviva rozpustná ve vodě. Lipochromy jsou obsaženy v plastidech, jako jsou chromoplasty a chloroplasty. Patří k nim žluté xantofyly, zelené chlorofyly, a červené či oranžové karoteny. Při fotosyntéze se uplatňují především chlorofyly, xantofyly a karoteny způsobují žluté, oranžové a červené zbarvení květů a plodů. Mezi hydrochromy patří zejména antokyany, které se vyskytují v organele označované jako vakuola a způsobují modré, červené či fialové zbarvení zejména květů a plodů. Antokyany mění svou barvu v závislosti na pH.

Úloha 3: Musíme to přeměnit

A) Vybrané základní sacharidy

Úkol: K názvům sacharidů přiřaďte příslušný vzorec a rámeček s informacemi.

škrob		<ul style="list-style-type: none">• Polysacharid• Nejvýznamnější zásobní látka rostlin• Jeden z nejvýznamnějších zdrojů energie pro člověka
sacharosa		<ul style="list-style-type: none">• Disacharid• Označuje se jako řepný cukr• Hlavní transportní forma sacharidů u rostlin
glukosa		<ul style="list-style-type: none">• Monosacharid, aldosa• Označuje se jako hroznový cukr• U člověka se vyskytuje v krvi
fruktosa		<ul style="list-style-type: none">• Monosacharid, ketosa• Označuje se jako ovocný cukr, je obsažena i v medu• Nejsladší přírodní cukr

B) Přeměny jednoduchých sacharidů na škrob

Úkol: Proved'te následující experiment, pomocí kterého zjistíte, zda může v rostlinných buňkách docházet k přeměně glukosy, fruktosy a sacharosy na škrob. Zaznamenejte svá pozorování. V závěru napište, ve kterých listech jste prokázali přítomnost škrobu.

Pozorování:

- Zbarvení listů kukuřice po 12 h ve tmě: *Rostlina má zeleně zbarvené listy.*
- Zbarvení odstřižených listů ponořených bází do roztoků sacharidů a destilované vody po 24-48 hodinách: *Listy jsou zeleně zbarvené.*
- Zbarvení listů po povaření v ethanolu: *Listy jsou bezbarvé/bílé, mohou se vyskytovat zbytky zeleného zbarvení.*
- Zbarvení listů vyvařených v ethanolu po ponoření do horké vody: *Nedochází ke změně barvy. Listy jsou stále bezbarvé/bílé, mohou se vyskytovat zbytky zeleného zbarvení.*
- Zbarvení listů po barvení v Lugolově roztoku: *U listů ponořených do roztoků sacharidů se objevilo modrofialové zbarvení. U kontrolního listu zůstává zbarvení beze změny.*

Závěr:

	kontrola	0,5M glukosa	0,5M fruktosa	0,5M sacharosa
Přítomnost škrobu ano/ne	ne	ano	ano	ano

Úkol 2: Na obrázku je znázorněno schéma možných vzájemných přeměn sacharidů. Vypište přeměny, ke kterým mohlo dojít, aby se glukosa, fruktosa a sacharosa přeměnily až na škrob.

- Přeměny sacharosy: *Sacharosa se štěpí na glukosu a fruktosu, případně na fruktosu a UDP-glukosu.*
 - *Glukosa je přeměněna na glukosu-6-fosfát, pak na glukosu-1-fosfát a ADP-glukosu, ze které je syntetizován škrob.*
 - *Fruktosa je přeměněna na fruktosu-6-fosfát. Následně dochází k přeměně na glukosu-6-fosfát, pak na glukosu-1-fosfát a ADP-glukosu, ze které je syntetizován škrob.*
 - *UDP-glukosa se přeměňuje na glukosu-1-fosfát a následně na ADP-glukosu, ze které se syntetizuje škrob.*
- Přeměny glukosy: *Glukosa je přeměněna na glukosu-6-fosfát, pak na glukosu-1-fosfát a ADP-glukosu, z té je syntetizován škrob.*
- Přeměny fruktosy: *Fruktosa je přeměněna na fruktosuu-6-fosfát. Následně dochází k přeměně na glukosu-6-fosfát, pak na glukosu-1-fosfát a ADP-glukosu, ze které je syntetizován škrob.*

1. Obrázek převzat a upraven z PAZOUŘEK, Jaroslav a Olga VOTRUBOVÁ, 1997. *Atlas of plant anatomy*. Prague: Peres. Series in natural history. ISBN 80-901691-2-0.