



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra biologie

Bakalářská práce

**Sonda žákovských znalostí a postojů učitelů k problematice
výuky fotosyntézy terestrických rostlin**

Vypracoval: Zdeněk Šobr

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Renata Ryplová Ph.D.

České Budějovice, 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské/diplomové práce, a to v nezkrácené podobě Pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledky obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne

Zdeněk Šobr

Poděkování

Chtěl bych poděkovat především paní RNDr. Renatě Ryplové Ph.D. za vedení celé práce, její odborný dohled nad vypracováním a cenné rady, které mi v průběhu předala.

Poděkování rovněž patří všem zúčastněným školám a respondentům, kteří pečlivě vyplnili dotazníky a poskytli tak důležité informace.

Abstrakt

Obsah této práce je zaměřen na žákovské znalosti problematiky fotosyntézy a biomasy, pohled učitelů na výuku tohoto tématu včetně využívání digitálních výukových zdrojů. Těžištěm práce je dotazníkové šetření, mezi učiteli a žáky základních škol, které zkoumá úroveň znalostí a osobní postoje obou skupin respondentů na výuku tohoto tématu a její digitalizaci. Do dotazování bylo zainteresováno 154 žáků a 10 učitelů z 5 různých základních škol. Součástí byla i analýza řady učebnic nakladatelství Fraus.

Výsledky potvrdily, že mezi žáky setrvávají v současné době miskoncepce, které byly již v minulosti popsány. Patří mezi ně např. tyto: „Rostlina dýchá, když neprovádí fotosyntézu. Hlavním důvodem, proč rostliny provádějí fotosyntézu, je produkce kyslíku. Rostlina dýchá oxid uhličitý a vydechuje kyslík.“ Literatura i výsledky této studie naznačují, že by využitím moderních pomůcek v hodinách přírodopisu i při vlastním samostudiu mohlo být řešením, jak se s miskoncepce vypořádat.

Klíčová slova: miskoncepce, prekoncepce, fotosyntéza, biomasa, sonda, respirace, kritická místa ve výuce

Abstract

This thesis focuses on the pupil's knowledge about photosynthesis, biomass, the teacher's attitude to teaching these issues including the use of digital educational resources. The focal point of this thesis is a questionnaire survey among primary school teachers and students, which examines the level of knowledge and personal attitudes of both groups of respondents to teaching this topic and its digitization. 154 pupils and 10 teachers from 5 different primary schools were involved in the survey. An analysis of a number of textbooks published by Fraus was also included.

The results confirmed that misconceptions, which have already been described in the past, remain among the students. These include, for example: "The plant breathes when it is not performing photosynthesis. The main reason why plants perform photosynthesis is oxygen production. The plant breathes carbon dioxide and exhales oxygen." The literature and the results of this study suggest that using modern aids in science classes and in self-study could be a solution to dealing with misconceptions.

Key words: misconception, preconception, photosynthesis, biomass, survey, respiration, critical points in teaching

Obsah

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Úvod | 1 |
| 2 | Fotosyntéza na základních školách..... | 3 |
| 2.1 | Fotosyntéza v RVP | 3 |
| 2.2 | Fotosyntéza v ŠVP zkoumaných škol | 4 |
| 2.2.1 | ŠVP školy č. 1 | 5 |
| 2.2.2 | ŠVP školy č. 2 | 5 |
| 3 | Základní principy fotosyntézy, respirace a transpirace | 6 |
| 4 | Prekoncepty a miskoncepce..... | 7 |
| 4.1 | Prekoncepty | 7 |
| 4.2 | Miskoncepce | 7 |
| 4.2.1 | Práce s miskoncepce..... | 8 |
| 5 | Miskoncepce ve výuce fotosyntézy | 10 |
| 6 | Vliv učitele jako determinant výuky | 12 |
| 7 | Digitální výukové zdroje ve výuce..... | 13 |
| 8 | Biomasa a trvale udržitelný rozvoj..... | 14 |
| 9 | Metodika..... | 15 |
| 9.1 | Analýza přírodovědných učebnic pro II. stupeň..... | 15 |
| 9.2 | Dotazníkové šetření | 16 |
| 9.2.1 | Učitelský dotazník | 17 |
| 9.2.2 | Žákovský dotazník..... | 17 |
| 10 | Výsledky..... | 19 |
| 10.1 | Přírodopis pro 6. třídu..... | 19 |
| 10.2 | Přírodopis pro 7. třídu..... | 20 |
| 10.3 | Přírodopis pro 9. třídu..... | 21 |
| 10.4 | Chemie pro 9. třídu..... | 21 |
| 10.5 | Zeměpis pro 6. třídu..... | 22 |

| | | |
|------|-------------------------------------|----|
| 10.6 | Zeměpis pro 9. třídu..... | 22 |
| 10.7 | Shrnutí analýzy učebnic..... | 23 |
| 10.8 | Výsledky učitelského dotazníku..... | 23 |
| 10.9 | Výsledky žakovského dotazníku | 27 |
| 11 | Diskuse | 38 |
| 12 | Závěr..... | 41 |
| 13 | Zdroje a literatura | 44 |

1 Úvod

Fotosyntéza je jedno z prvořadých témat ve výuce přírodopisu (Marmaroti, & Galanopoulou, 2006), jelikož se jedná o nejdůležitější biochemický proces na Zemi (Barker, & Carr, 1989). Zároveň ji žáci pokládají za velmi náročnou na pochopení a řadí se tedy mezi nejméně oblíbená témata (Waheed & Lucas, 1992). Na základě vlastních zkušeností a ve snaze fotosyntéze porozumět žáci často upadají do mylných představ a vzniká tak řada miskonceptů o tomto a dalších rostlinných procesech (Bell, 1985; Stavy, Eisen & Yaakobi, 1987).

V této práci jsou v teoretickém úvodu popsány některé z mnoha studií zabývajících se problematikou miskonceptů o fotosyntéze a dalších procesech s ní spojenými. Následuje analýza učebnic, které jsou dnes stále oblíbenou a využívanou pomůckou v hodinách. Těžištěm práce je pak dotazníkové šetření, které se týkalo učitelů přírodopisu a žáků 8. a 9. tříd, případně studentů odpovídajících tříd víceletých gymnázií. Dřívější studie z celého světa (Anderson, Sheldon & Dubay, 1990; Seymour & Longden, 1991; Özay & Öztas, 2003) totiž odhalují, že se mezi žáky vyskytuje hned několik miskonceptů ohledně fotosyntézy. Dotazníky byly proto směřovány na tuto problematiku včetně tvorby biomasy, aby potvrdily nebo vyvrátily existenci těchto miskonceptů. Správné porozumění procesu fotosyntézy a tvorbě biomasy je důležité, jelikož biomasa se stává důležitým zdrojem obnovitelné energie pro zachování trvale udržitelného rozvoje (Zolin, 2011). Je ale nutné si uvědomit rizika, která jsou s pěstováním biomasy a energetických rostlin spojena. Jde především o zabor velkých ploch zemědělských půd, produkce je dále závislá na vodě, hnojivech a rovněž na využívání ochranných chemických postřiků a energie jako takové (Berndes, Hoogwijk & Van den Broek, 2003). Výsledky této práce a i dalších zahraničních studií (Yenilmez & Tekkaya, 2006; Galvin, Simmie & O'Grady, 2015) však dokazují, že se jedná o celosvětový problém v nepochopení učiva fotosyntézy. Žáci stále totiž chápou fotosyntézu a dýchání jako oddělené procesy, které se navzájem vylučují. Za nejdůležitější produkt fotosyntézy rovněž považují kyslík, který je ale ve skutečnosti odpadním produktem tohoto procesu. Nemalým přínosem této práce tedy je, že se vůbec jako první zabývá žákovským porozuměním pojmu biomasa a procesem její tvorby. Přináší tak nové poznatky v této oblasti a stává se podnětem pro další zkoumání.

Nabízí se otázka, jak ve školách s těmito fakty dále pracovat. Zjištěné výsledky z dotazníků budou dále sloužit jako vstupní data pro vývoj výukové aplikace, která se na

základě již provedených zkoumání (Taş & Köse, 2006; Atilla, 2012) jeví jako velmi účinný nástroj pro odstranění miskonceptí. V té by žáci mohli sledovat schémata, animace, čerpat data a informace a vyučující například způsoby, jak znalosti žáků řádně ověřit.

Cílem práce je v teoretickém úvodu popsat problematiku výuky fotosyntézy v souvislosti s tvorbou biomasy a cíli trvale udržitelného rozvoje. Pilířem celé studie je potom dotazníkové šetření znalostí žáků základních škol a víceletých gymnázií a postojů učitelů na výuku tohoto tématu.

2 Fotosyntéza na základních školách

Fotosyntéza, a rostlinné téma obecně, jsou mezi žáky a mnohdy i vyučujícími méně oblíbené problematiky (Tekkaya, Özkan & Sungur, 2001; Hadiprayitno, 2019). Vyžadují totiž značnou míru představivosti. Proto často dochází k tomu, že si žáci na základě vlastních prožitků představují procesy leckdy ne úplně exaktním způsobem a dochází ke vzniku miskoncepcí, respektive mylných představ.

Právě schopnost abstraktního myšlení, na kterou je kladen během studia tohoto tématu velký nárok, se u dětí začíná rozvíjet na druhém stupni základní školy. Z psychologického hlediska se touto problematikou v rámci kognitivního vývoje zabýval především Švýcar Jean Piaget (1990). Ten rozčlenil kognitivní vývoj na čtyři základní stádia – senzomotorické, předoperační, konkrétních operací a formálních operací – kde právě poslední stádium formálních operací je charakteristické rozvíjením schopnosti myslet abstraktně. Do tohoto stádia přichází dítě okolo 12. roku života, tedy na počátku druhého stupně základní školy, kde se prvně setkává s přírodopisem jako takovým. Velkým Piagetovým kritikem byl Lev Semjonovič Vygotskij, který zdůrazňoval Piagetem opomíjený historicky kulturní faktor a sociálně konstruktivistický aspekt (Kohoutek, 2008). Podle něj je totiž prostředí, ve kterém dítě vyrůstá, značným limitujícím prvkem, který může brzdit, mimo jiné, i samotný kognitivní vývoj. Apeluje především na tzv. zónu nejbližšího vývoje, tedy na potenciál dítěte zcela naplnit své možné předpoklady (Kohoutek, 2008).

2.1 Fotosyntéza v RVP

Žáci se s fotosyntézou setkávají na základní škole v 6. třídě, kde přírodopis navazuje na prvouku. Zde se pokládají její základy a může se stát, že dojde k jejímu neúplnému pochopení napříč žáky. Je to z toho důvodu, že fotosyntéza je závislá na vlastní žákovské představivosti a rovněž klade důraz na základní poznatky z chemie, se kterou se ale žáci neměli šanci doposud setkat, neboť ta je až otázkou 8. třídy. Do té doby jsou žáci nuceni rozumět něčemu zcela abstraktnímu. Do této chvíle se totiž žáci pohybovali na úrovni konkrétních operací Piagetova kognitivního vývoje, který je charakterizován provázaností myšlení na konkrétní obsah (Kohoutek, 2008). Každé dítě je ale unikátní a vyvíjí se jinak rychle, pokud se tedy nemá možnost opřít o dostatečně jasnou názornou ukázkou, která dokáže jeho představy potvrdit, nebo vyvrátit, může započít formování miskoncepce (Kubiatko & Prokop, 2009).

Ve vzdělávací oblasti rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělání (RVP ZV) Člověk a příroda, kam spadá přírodopis, je důležitou informací fakt, že by žák měl znát, jak je přírodní systém oboustrannými vazbami propojen a navzájem ovlivňován, měl by si zároveň uvědomit, jaká rizika pro toto fungování existují a proč je důležité se o těchto rizicích učit a předcházet jim (RVP ZV, 2021).

Téma fotosyntézy a dýchání je v RVP ZV (2021) explicitně uvedeno ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda, v oboru přírodopis, kde se žák seznamuje se základními fyziologickými procesy odehrávající se v rostlinách. Téma navazuje na získané znalosti z oboru obecné biologie a genetiky, kde jsou předmětem především projevy, vznik a podmínky života na Zemi. V rámci kapitoly Základy ekologie je možné téma zmínit při řešení ochrany přírody a životního prostředí, resp. globální problémy jako například globální oteplování.

Problematika těchto rostlinných jevů zasahuje i do ostatních vyučovaných oborů jako je chemie nebo zeměpis. Ve vzdělávacím oboru chemie se dá mluvit o fotosyntéze v rámci organických sloučenin v souvislosti s přírodními látkami a jejich zdroji. V oboru zeměpisu je jasná spojitost fotosyntézy se složením atmosféry.

Co se týče hlavních témat, kde se fotosyntéza objevuje, jde především o vznik života a jeho projevy a podmínky, v rámci rostlinné morfologie a funkce jednotlivých rostlinných orgánů, vlastní fyziologické procesy a globální problémy.

2.2 Fotosyntéza v ŠVP zkoumaných škol

V této kapitole bude rozebrán školní vzdělávací program (ŠVP) škol, ve kterých probíhal sběr dat pomocí dotazníků, tzn. ZŠ Františka Křižíka Bechyně, ZŠ Bechyně Školní, ŽŠ Benešov Karlov, ZŠ Soběslav Komenského a Gymnázium Týn n. Vltavou. V ŠVP bude logicky hlavním hledaným tématem fotosyntéza. Pro zachování anonymity jsou použita označení škola č. 1 až škola č. 5, přičemž pořadí nekorresponduje s výčtem škol výše.

ŠVP vytváří každá škola sama a vychází ze státem vydaného RVP. U zkoumaných škol jsou ŠVP velmi podobné, tudíž není potřebné uvádět u každé jedné školy její ŠVP zvlášť. Proto jsou zde uvedeny pouze 2 náhodně vybrané.

2.2.1 ŠVP školy č. 1

Na škole č. 1 je téma fotosyntézy probíráno standardně v 6. třídě společně se složením nebo vznikem atmosféry, v rámci mezipředmětových vztahů je téma zahrnuto i v oboru chemie a zeměpisu. Rovněž jsou probírány globální problémy a ochrana životního prostředí.

V 7. třídě po probrání obratlovců jsou hlavními tématy charakteristika nižších rostlin spolu s rostlinnou morfologií. V morfologii rostlin se žáci seznámí s orgány, jejich druhy a hlavními funkcemi. Opět se zde projevuje mezipředmětový vztah s dalšími vyučovanými předměty.

V 8. třídě jsou žáci seznámeni především se savci a biologií člověka, tudíž se zde téma fotosyntézy již neprobírá. Nicméně v rámci chemie se žáci s fotosyntézou setkají z pohledu významných prvků a sloučenin a jejich úlohou v přírodě.

Třída 9. je věnována tématům neživé přírody a ekologii. Především v rámci ekologie žáci studují vliv člověka na přírodu, koloběh látek a významných prvků. V chemii se pak žáci učí o přírodních sloučeninách, kde mimo jiné figurují i sacharidy.

2.2.2 ŠVP školy č. 2

V 6. ročníku je žák seznámen s buňkou a základními projevy života jako je fotosyntéza, dýchání, výživa a růst organismů.

V ročníku 7. jsou v první části předmětu probíráni zejména obratlovci. Druhá část je věnována výhradně pro nižší rostliny včetně ekosystémů. V rámci vývoje rostlin a jejich významu je připomenuta úloha fotosyntézy. Součástí jsou i 4 laboratorní práce.

Předmětem přírodopisu pro 8. ročník je člověk, proto se fotosyntéza nezmiňuje. V chemii se fotosyntéza zmiňuje v souvislosti s procentuálním zastoupením prvků ve složení zemské atmosféry. Žák stejně tak zná význam oxidu uhličitého a kyslíku v přírodě.

V 9. ročníku jsou hlavními tématy neživá příroda a ekologie. Opět jsou zmiňovány hlavní globální problémy a nechybí vztah člověka s přírodou. V předmětu chemie se objevuje zmínka o obnovitelných a neobnovitelných zdrojích a významu sacharidů.

3 Základní principy fotosyntézy, respirace a transpirace

Fotosyntéza, transpirace a respirace jsou tři základní fyziologické procesy, které se odehrávají v každé rostlině, a které jsou pro její život nezbytné. Děje neprobíhají izolovaně a často se žákům jeví jako dosti podobné, ale ve skutečnosti jsou od sebe svými principy velmi odlišné. Samotný jejich popis není předmětem práce, ale jejich chápání je nezbytné. Proto se tato část práce zaměří na jejich krátký a základní popis.

Fotosyntézu lze jednoduše charakterizovat jako proces, který je vázán na světlo a na zelené orgány rostliny, během něhož dochází k syntéze sacharidů pomocí vazby oxidu uhličitého za přístupu sluneční energie, kdy zároveň vzniká z molekuly vody jako odpadní produkt kyslík (Ryplová, 2014). Lze tedy hovořit o anabolickém ději, kdy se z látek jednodušších tvoří látky složitější a energie se při tom spotřebovává. Primárním významem pro rostlinu je tvorba biomasy. Velkým překvapením pro žáky často bývá, že z celkového množství dopadající sluneční energie se při fotosyntéze využije pouze 1-5 % (Jakrlová, Kincl & Kincl, 2006).

Respirace neboli dýchání je naopak dějem katabolickým, kdy dochází k rozkladu organických složitějších látek na látky jednodušší anorganické za simultánního uvolňování energie. Spotřebovává tak zásobní látky, které při fotosyntéze vznikly, a tak dodává rostlině energii pro životně důležité procesy. Probíhá na světle i ve tmě v mitochondriích všech živých buněk a naopak kyslík spotřebovává a oxid uhličitý uvolňuje (Ryplová, 2014).

Transpirace je rostlinným mechanismem, kdy voda z kapalné fáze přechází na plynnou a listem je odváděna z těla ven. Vodní pára opouští list průduchem, který je mimo jiné důležitý i pro přechody dalších plynů jako například pro oxid uhličitý do fotosyntézy nebo kyslík pro dýchání (Ryplová, 2014). Největší množství dopadající sluneční energie, asi 80 %, se podílí na transpiraci, tzn. výparu, proto autorka rovněž zdůrazňuje termoregulační význam tohoto procesu, protože rostlina tak dokáže ochladit sebe i své bezprostřední okolí.

4 Prekoncepty a miskoncepce

Předchozí zahraniční výzkumy (Haslam & Treagust, 1987; Svandova, 2014; Köse & Uşak, 2006) dokladují, že fotosyntéza a další rostlinné děje jsou spojeny s řadou žákovských miskonceptů. Proto se v této kapitole práce zaměří na literární řešerši tuzemských i zahraničních studií pojmu miskoncepce, genezí miskonceptů, vztahem s prekoncepty a jakým způsobem se s těmito mylnými představami dá pracovat a vyvracet je.

4.1 Prekoncepty

Žáci vstupují do výuky přírodopisu se svými představami a myšlenkami o tom, co a jak v přírodě funguje. Tyto ideje nabyli během svého života na základě vlastních zkušeností, zvědavosti, snaze předvídat (Coley & Tanner, 2012). Jde tedy o subjektivní názor, koncepci, hypotézu, která je založena na žákově dosavadním osobním poznání (Kohoutek, 2008). Děti samy usilují o vysvětlování si kauzality, o kterých slyšely, které viděly, nebo o kterých se právě ve škole učily. Tyto vlastní dedukce a indukce často postrádají pevný základ s vědecky podloženými poznatky a dítě tak upadá do mylné představy, na kterou se postupně nabalují další. Do samotné výuky se tedy dostávají ne již jako nepopsaná tabule, ale jako osobnost se svým zažitým názorem neboli prekonceptem (Coley & Tanner, 2012). Důležitou poznámkou je fakt, že tyto prekoncepty jsou relativně stabilní a ani po přímé konfrontaci s fakty žák nebývá ochotný své myšlení přehodnotit (Kubiatko & Prokop, 2009). Mnohdy jsou tyto prekoncepty nepravdivé a nesprávné povahy a hovoříme o nich tedy jako o miskonceptech. Žákovo přehodnocení jeho názorů je zdoluhavým procesem vyžadující několikrát konfrontace jeho představ s těmi pravdivými, kde se jeho teorie zhroutí (Kubiatko & Prokop, 2009).

4.2 Miskoncepce

Charakteristika a jednotná definice tohoto pojmu není tak jednoznačná a jednoduchá. Průcha, Walterová & Mareš (2003) zde odkazují na naivní teorie dítěte, jenž popisují jako dětské chápání a interpretaci vjemů zvenčí, které jsou pod silným vlivem emocí. Zároveň v průběhu školní docházky, působením médií anebo například čtením se tyto představy mohou měnit.

Kubiatko & Prokop (2009) definují miskoncepce jako nepochopení nebo špatné pochopení kurikulárního obsahu, k němuž dochází při zpracovávání nových informací, které ovlivňují a jsou zároveň ovlivňovány těmi starými. Vzniká tak situace, kdy je část nově získaných informací pochopena správně, část se navazuje na předchozí prekoncepty a poslední část zůstává nezměněná, přičemž tato poslední část nejvíce brání budoucímu učení (Kubiatko & Prokop, 2009). Autoři se dále zmiňují například o neúmyslně chybném výkladu učitelů, o chybných dokumentech nebo špatné artikulaci jako o dalších faktorech ovlivňující původ miskoncepce.

Cañal (1999) mluví o vzniku miskoncepce jako o souhře několika faktorů. Zásadní je žákova představa, která obsahuje vágní informaci, jenž vzniku miskoncepceí nahrává. Zároveň jeho myšlení musí mít takové předpoklady, které mylnou představu budou podporovat. Je důležité, aby byla prvotní myšlenka uložena do mysli ve správný moment a na to pravé místo, kde se bude schopna dále rozvíjet (Cañal, 1999).

Bahar (2003) uvádí definici miskoncepce jako koncept o vágní interpretaci a smýšlení studentů, které není vědecky podložené.

Gomez-Zwiep (2009) hovoří o miskoncepčních jako o součásti systému znalostí, jež jsou ve vazbě na další žákovo koncepty používány jako nástroj pro vysvětlení vlastních prožitků. Žáci si je začnou uvědomovat ve chvíli jejich selhání, kdy se je pokusí uplatnit i v jiných situacích, než doposud znali.

4.2.1 Práce s miskoncepsemi

Vyvracení miskoncepce je velmi náročným a často dlouho trvajícím procesem. Žák se jich zbavuje jen velmi těžko. Existuje ale řada studií, zabývajících se prací s miskoncepsemi a jejich odstraňováním.

Michael (2002) zaprvé radí, aby se vyučující pokusil o nápravu nesprávné představy. Pokud se ale běžně vyskytuje i u většího počtu žáků, je důležité, jak uvádí Michael (2002), poskytnout takové materiály a připravit takové pokusy, které stojí v přímé opozici s jejich názory. V neposlední řadě se obrací i na učitele samotné, aby případně přehodnotili způsob vyučování dané látky, za účelem předejití vzniku miskoncepce. Na základě výsledků svého výzkumu uvádí Guzzetti (2000), že velmi efektivním způsobem je čtení a následující diskuse nad vyvracejícím výkladovým textem. Rovněž zde navrhuje, jak by taková diskuse mohla být organizovaná formou tzv. *discussion web*. Dalším autorem přispívající do této problematiky je například Hewson (1981).

Ekici, Ekici & Aydin (2007) ve svém článku navrhuji využití konceptu komiksů jakožto jeden z možných nástrojů, jak odbourávat a čelit miskonceptům. Jejich výzkum zahrnoval debatu s žáky nad komiksy, kde žáci měli na zadanou otázku možnosti správných odpovědí. Sami se měli zamyslet a rozhodnout, která z nabízených odpovědí je správná. Součástí byla i diskuse celé třídy. V závěru se zmiňují o pozitivní zpětné vazbě, která se jim od žáků i vyučujících v podobě odbourání miskonceptů dostala. Velký význam rovněž přikládají debatám, které žáci vyvolali, což je přimělo uvažovat o problému, formulovat své názory na základě svých znalostí a dávat tak do rozporu své teorie s teoriemi ostatních, vzájemně je porovnat a kriticky se nad nimi zamýšlet. Několika žákům se tímto miskonceptem povedlo překonat.

Z českých publikací stojí za zmínku Čáp & Mareš (2007), kteří uvádí, že učitelův výklad a to, jak si ho žák přebere, je možné do jisté míry ovlivňovat vytvářením dalších poznatků, přeměnou těch dosavadních nebo přeorientováním žákovských dovedností. Klíčové pro odbourání miskonceptů je, aby si je žák uvědomil sám, aby se pro něj staly nepochopitelné a nevyužitelné, na základě nových pravdivých informací (Kubiátko & Haláková, 2010).

Pro lepší pochopení a zapamatování poznatků je nejlepší vlastní přímá zkušenost. Proto badatelsky orientovaná výuka, která zahrnuje více experimentálních úloh a úkolů se jeví jako velmi účinná metoda pro nápravu žákovo chybně interpretovanou vědeckou skutečnost. Na toto téma zaměřili svou studii Čipková, Karolčík & Vörösová (2017). Dokázali například žákům na základě pokusu s kvasinkami prokázat, že i samotný jednobuněčný organismus dýchá. Rostlinná respirace se proto taky může odehrávat na úrovni buněk v celé rostlině. Experimenty se světelnou energií ukázaly, že pokud jí je nedostatek, rostlina přestává fotosyntetizovat, ale dýchání pokračuje.

5 Miskoncepce ve výuce fotosyntézy

V této části se práce zaměřuje na konkrétní studie přírodopisných miskonceptů v českých i zahraničních školách.

Amir & Tamir (1994) se ve své studii orientovali na žáky 11. a 12. tříd, tedy na žáky ve věku 16 a 17 let. Využili nástrojů, pomocí kterých identifikovali původ miskonceptů a zároveň popsali nové výukové strategie, které se projeví jako účinné v procesu uvádění miskonceptů na pravou míru. V první řadě se zaměřili na světlo jakožto limitující faktor pro fotosyntézu. Odhalili, že mezi studenty existuje představa, že pokud se za přístupu čím dál tím silnějšího světla fotosyntéza nezvyšuje, je světlo limitujícím faktorem. Další otázky směřovaly na vztah fotosyntézy a dýchání. Na základě odpovědí v dotaznících zjistili, že pouze 43 % z 285 dotazovaných si plně uvědomuje, že rostliny dýchají stejně jako živočichové. Rovněž se respondenti domnívali, že jde o navzájem opačné procesy. Jimi poskytnuté vzdělávací materiály se poté v post-testu projeví jako velmi účinné.

Cañal (1999) se ve studii zabýval především výživou rostlin a myšlenkou o inverzním dýchání rostlin. Popisuje zde, že žáci na druhém stupni chápou rostlinné dýchání jako výměnu plynů, kdy přijímají oxid uhličitý a vydechují kyslík. Velkou váhu, proč k tomuto dochází, přikládá především učebním textům a samotným vyučujícím. Naráží na to, že se během prvních let studia žáci ztotožňují s názorem, že rostliny buď nedýchají vůbec nebo že dýchají jako živočichové. Představa o inverzním dýchání se prudce rozšiřuje až mezi vyššími ročníky. S tímto názorem sympatizují i Galvin, Simmie & O'Grady (2015) nebo Yenilmez & Tekkaya (2006). Pojem „dýchání“ se totiž v učebnicích spojuje převážně s živočichy. Stejně tak tomu nahrávají pojmy „dýchací soustava“ nebo „dýchací orgány“, které jsou popisovány v živočišné anatomii a u rostlin se nevyskytují. Proto může někdo nabýt dojmu, že rostliny nedýchají nebo že dýchají naprosto jiným způsobem. Cañal (1999) rovněž napadá to, že se žáci nejdříve seznamují s orgány rostlin, jejich funkcemi, ale už nejsou dostatečně představeny základní fyziologické procesy, které se prostřednictvím těchto orgánů odehrávají. Proto si sami začnou domýšlet smysl a fungování těchto procesů, které se postupem času více prohlubuje. Zároveň ve výuce chybí více praktických úloh na pochopení procesů jako je fotosyntéza nebo právě dýchání.

Autoři Özay & Öztas (2003) zkoumali tureckou 9. třídu (14-15 let) o 88 žácích a jejich znalosti ohledně fotosyntézy a rostlinné výživy. Popsali žákovské chápání funkce listů a kořenů jako orgány pro příjem živin, nicméně výživu jako takovou si představují jako příjem pevné nebo kapalné látky z vnějšího prostředí. Výsledky dotazování ukazují, že

pouze 18 žáků si uvědomovalo, že fotosyntéza zajišťuje kontinuitu veškerého života. Sedmnáct žáků vědělo, že je růst rostlin ovlivněn organickými látkami, která si rostlina sama vyrobí. Na otázku, zda rostliny dýchají pouze v určitých částech dne, nebo celý den, odpovědělo pouze 24 žáků, že dýchání je nepřetržitý děj, ke kterému dochází přes den i v noci. Otázka ohledně významu sluneční energie přinesla odpovědi typu, že rostliny udržuje zdravé nebo že je zahřívá, pouze 24 % respondentů odpovědělo v souvislosti s fotosyntézou a výživou. Touto studií se autoři snažili poukázat na to, jak žáci vnímají tyto procesy odděleně, a že rovněž chybí provázání se zbytkem ekosystému.

V tureckém regionu se touto tematikou zabývali Ekici, Ekici & Aydin (2007). Data poskytl 24 dobrovolníků z 8. třídy, se kterými autoři vedli rozhovory a diskutovali o fotosyntéze a výživě rostlin. Miskoncepce, které se u žáků objevily, se shodovaly s těmi, které odhalily dřívější studie. Za zdroj rostlinné výživy žáci považují především půdu, vodu, sluneční energii, hnojiva, dusík. Další otázka se týkala definice fotosyntézy, na kterou se objevovaly reakce typu, že jde o rostlinné dýchání, jde o proces vzniku oxidu uhličitého a chlorofylu nebo že je to proces výměny plynů.

„K fotosyntéze dochází přes den, v noci ji střídá dýchání.“ To je další miskoncepce, na kterou narazili ve výzkumu Galvin, Simmie & O’Grady (2015). Jejich testovací skupinu tvořilo 139 žáků z druhého stupně základní školy a 43 studentů pedagogické fakulty v Irsku. Dotazování proběhlo pomocí testu, kde žáci a studenti vybírali správné odpovědi na otázky týkající se fotosyntézy a respirace. Smyslem celé studie bylo poukázat na to, že i mezi žáky ale i budoucími učiteli se vyskytuje řada miskonceptů. Proto sestavili řadu otázek, které doporučují zadat před výukou samotného tématu, jako nástroj pro odhalení mylných představ, což by mělo vyučujícímu sloužit jako vodítko k tomu, na co se má při výuce tématu zaměřit. Yenilmez & Tekkaya (2006) se setkali se stejnou miskonceptí, navíc popisují další, kde si žáci představují dýchání jako doplňkový a náhradní proces, který se nastartuje v momentě, kdy rostlině stačí energie vzniklá z fotosyntézy.

6 Vliv učitele jako determinant výuky

Učitel patří spolu s žákem, jejich interakcí, činitelem času a učivem mezi nejdůležitější determinanty reálné výuky (Průcha, 1987). Z těchto činitelů ovlivňující skutečnou školní praxi je však pro tuto studii nejpodstatnější učitel a jeho postoje, proto se práce zaměří právě na tento determinant.

Každý vyučující má své osobnostní charakteristiky, má vlastní vyučovací styl, pedagogické myšlení, pojetí samotné výuky ale i například specifické podmínky, ve kterých svou práci vykonává. Vše výše zmíněné utváří roli učitele, a tudíž se to promítá do jeho postojů k učení a dělá z něj unikátní osobnost (Průcha, 1987). Například podle výsledků studie Kyriacou (1985) je nejdůležitější z hlediska vyučovacích stylů, zda je vyučující schopný přivést žáky do tzv. aktivního času učení.

Neodmyslitelnou praktikou ve výuce je dialog učitele s žáky. Šimčáková (1986) se zabývala ve svém výzkumu právě touto oblastí a uvádí, že učitelé často reagují na odpovědi žáků a snaží se rozvést komunikaci, nicméně velmi malá část z nich kontroluje, zda žáci chápou a rozumí jejich výkladu. To tedy velmi může přispívat k tvorbě žákovských miskoncepcí.

Mezi nejdůležitější aspekty, kterými by měl každý vyučující oplývat, je schopnost umět žáky motivovat (Pavelková, 2002). Jak se vyučující staví k probírané tématice, čemu přikládá váhu, na jaké souvislosti upozorňuje, to vše na žáka působí a v něm samotném to může vyvolat pocit zájmu. Učitelovi by mělo především jít o to, aby u svých žáků vytvořil takovou motivační strukturu, díky které se budou moci seberealizovat v učení jako takovém (Stránská & Blažková 2001).

V neposlední řadě je důležitým faktorem ovlivňující vyučujícího, a tím pádem i jeho žáky, jeho vlastní vzdělání a pochopení látky. S miskoncepce se nepotýkají pouze žáci na základních školách, ale rovněž studenti vysokých škol, a i samotní učitelé, jak dokládá například studie Galvin, Simmie & O'Grady (2015), Zvěřinová (2018) nebo Köse (2008). Pokud je tedy účelem odbourat mylné představy, se kterými žáci vstupují do procesu vzdělávání, vyučující samotný musí mít sám v látce jasno.

7 Digitální výukové zdroje ve výuce

Technologický pokrok dnešní doby není možné zastavit, přehlížet nebo se mu vyhnout. Zasahuje do veškerých vědeckých a pracovních odvětví, do každodenního života a stává se součástí i ve školách. Na základě studií Taş & Köse (2006), Efe, Oral, Efe & Sünkür (2011), Atilla (2012) se dá předpokládat, že využití digitálních pomůcek při výuce fotosyntézy je účinným nástrojem, jak odstranit miskoncepce a lépe tak žákům přiblížit a objasnit tuto problematiku. Slouží totiž jako nástroj pro lepší vizualizaci a usnadní tak žákovi pochopení náročného tématu fotosyntézy. Využití výukové aplikace během vyučování či samostudiu by mohlo být v tomto směru přínosné. Proto je součástí i tato kapitola mapující postavení užívání digitálních technologií ve školství.

Ještě v roce 2010 bylo využívání klasických tištěných učebnic učiteli a žáky zcela standardní (Červenková, 2010; Sikorová, 2010). Rozvoj mobilních a počítačových technologií a jejich dostupnost široké veřejnosti, který během této doby eskaloval, přetvořil mimo jiné i vzdělávání (Reints & Wilkens, 2014). Digitální výukové zdroje se dají chápat jako všechny textové a další materiály, se kterými pracuje učitel a žáci během vyučování (Sikorová, Václavík & Červenková, 2019). Mezi další oblíbené zdroje patří vlastní prezentace, pracovní listy, atlasy nebo slovníky. Výsledkem jejich práce bylo, že řada učitelů se stále silně opírá o tištěné učebnicové zdroje, vlastní texty nebo pracovní listy, které ale doplňují prezentacemi a videi z internetu, které považují za vědecky správné a vhodné. Podle Lister, Dovey, Giddings, Grant & Kelly, K. (2009) jde o tzv. hybridizační jev, kdy se kombinují tištěné a digitální výukové zdroje.

8 Biomasa a trvale udržitelný rozvoj

Biomasa se rozumí nefosilní produkt biogenní organicko-anorganické povahy, vzniklý přírodními procesy nebo činností člověka a zahrnuje: 1) přírodní složky rostoucí suchozemské a vodní vegetace pocházející z fotosyntézy nebo vzniklé jako produkt trávení potravy živočichů; a 2) technogenní produkty, které se získávají zpracováním výše zmíněných položek (Vassilev, Baxter, Andersen & Vassileva, 2010). Dnes se tento termín spojuje spíše s rostlinnou biomasou, jakožto s obnovitelným zdrojem energie. Právě toto téma je v dnešní době velmi diskutované ve spojitosti s globálními problémy, kterým dříve či později budou čelit následující generace. Jde především o zvyšování efektu globálního oteplování a nadprodukce emisí oxidu uhličitého, která tento efekt umocňuje.

Ideou udržitelného hospodářství je naplňování potřeb současné generace s ohledem na generace budoucí, tedy zachování přírodních zdrojů, aby nedošlo k jejich úplnému vyčerpání a byl zajištěn další rozvoj (Nečas, 2008). Nejde tedy o zastavení pokroku a užívání přírodních zdrojů, které by vedlo k naší záhubě, nýbrž o redefinici jejich využívání (Nečas, 2008). To samozřejmě souvisí s využíváním obnovitelných zdrojů energie, kterými jsou například vodní a větrné elektrárny nebo biomasa. Aby bylo možné vůbec tento zdroj energie uvažovat, je třeba ho produkovat v potřebném množství. To klade určité nároky na prostor, kde se budou tyto energetické plodiny pěstovat a zvýší se tak poptávka po zemědělské půdě. Nicméně nároky se budou dále zvyšovat, jelikož půdy, které vznikají na místě původních deštných pralesích ztrácejí rychle svou schopnost plodit a stávají se tak dále nevyužitelnými a zároveň se deforestace promítne v klimatu, kdy dojde k ústupu srážek, čímž se ještě více podpoří eroze samotné půdy (Joseph, 2008).

Na oficiálních internetových stránkách Evropské unie jsou zveřejněny dokumenty přinášející návrh a plánované řešení klimatického ekologického problému. Jde o konstrukt s názvem Zelená dohoda pro Evropu, jejíž hlavním cílem je zlepšit kvalitu života lidí cíli, kterými si vytyčila. Prvním je se do roku 2050 stát klimaticky neutrální s prvním milníkem v roce 2030, kdy by se měla snížit produkce emisí o 55 %. Dále zahrnuje patřičnou transformaci hospodářství, udržitelnou dopravu pro všechny, čistší energetický systém, renovaci budov pro ekologičtější způsob žití nebo taková jednání, které ochrání planetu i život na ni (Zelená dohoda pro Evropu, 2019).

9 Metodika

Těžištěm práce bylo dotazníkové šetření znalostí a názorů žáků k tématu biomasy a fotosyntézy a názorů učitelů přírodopisu na výuku těchto témat. V rámci řešení bakalářské práce byla zpracována také analýza učebnic přírodopisu, chemie a zeměpisu nakladatelství Fraus pro vybrané ročníky druhého stupně základních škol, respektive víceletých gymnázií s ohledem na téma biomasy a fotosyntézy.

9.1 Analýza přírodovědných učebnic pro II. stupeň

Analýza se týká vybraných přírodovědných učebnic pro druhý stupeň základní školy a odpovídajících tříd víceletých gymnázií od nakladatelství Fraus, kde se zkoumá téma fotosyntézy a biomasy. Pro práci je podstatná především teorie, dále pak obrázky, schémata a případně grafy. V mnoha učebních materiálech totiž není výjimkou narazit na chybné, zavádějící a nepřesné poznatky, které vedou žáky a mimo jiné i vyučující k nekorektní interpretaci této problematiky. Jelikož téma fotosyntézy je poměrně interdisciplinární, v práci jsou rozebrány učebnice přírodopisu, chemie a zeměpisu. Seznam konkrétních učebnic:

- Čabradová, V. (2010). Přírodopis pro 6. ročník základní školy a víceletá gymnázia (2., aktualiz. vyd). Fraus.
- Čabradová, V. (2005). Přírodopis 7: učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia. Fraus.
- Švecová, M., Matějka, D., & Dupalová, A. (2008). Přírodopis 9 pro základní školy a víceletá gymnázia. Fraus.
- Škoda, J., Doulík, P., & Šmídl, M. (2007). Chemie 9 pro základní školy a víceletá gymnázia. Fraus.
- Červený, P., Machalová, P., & Matušková, A. (2009). Zeměpis 6: pro základní školy a víceletá gymnázia (2., aktualiz. vyd). Fraus.
- Marada, M., Hanus, M., & Kocová, T. (2017). Zeměpis 9: pro základní školy a víceletá gymnázia. Fraus.

Učebnice přírodopisu pro 8. ročník není zahrnuta, jelikož se její obsah neslučuje s předmětem této práce. V následující části práce jsou vyjmenovány kapitoly z učebnic, ve

kterých jsou fotosyntéza, dýchání rostlin nebo téma biomasy popisovány a vysvětlovány nebo na ně autoři odkazují a upozorňují.

9.2 Dotazníkové šetření

Dotazníky, které jsou v této práci použity byly již předem vytvořeny řešitelským týmem projektu TL05000150¹ a jsou zcela anonymní (Stafros, 2021). Neuvažují tedy jména žáků, učitelů ani škol. Proto, jak již bylo v kapitole o ŠVP vybraných škol naznačeno, jsou použita označení škola č.1 až č.5. Obsahem obou verzí (žakovského a učitelského dotazníku) jsou otevřené otázky, uzavřené otázky s možností výběru, hodnocení na Likertově škále, odpovědi a jejich odůvodnění (Gavora, 2020).

Díky pandemii viru COVID-19, která v době řešení této práce probíhala a přísným restrikcím týkajících se povinnosti testování nebo zákazu vstupu do budov škol nepovolaným osobám, byl vlastní sběr dat poněkud ztížen. Právě kvůli tomu spolupráci několik škol odmítlo. Dalším argumentem vyjádření nespolupráce bylo, že kvůli distanční výuce, na kterou se řada učitelů stále adaptovala, nebyl čas se dotazníkům věnovat. Rovněž se vyučující potýkali s řadou dalších problémů, jako byly například zahlcené e-mailové schránky, a proto se mohlo stát, že na žádost nebylo reagováno. Na základě těchto skutečností tedy byla pro školy vytvořena elektronická forma v prostředí MS Forms. Tuto možnost využila pouze jedna škola.

Oslovování samotných škol probíhalo na základě online komunikace s řediteli škol, případně se samotnými vyučujícími prostřednictvím e-mailu. Po domluvě, zda dotazování proběhne on-line formou nebo prezenčně, bylo třeba namnožit požadované množství dotazníků. Vlastní dotazníky byly vždy součástí přílohy k nahlédnutí.

Žakovské dotazníky byly určeny pouze pro žáky 8. a 9. tříd, případně odpovídajících tříd víceletých gymnázií a učitelský dotazník byl určen pro ty učitele, kteří vyučují přírodopis, respektive biologii. Žáci byli předem vyučujícím informováni, že se podrobí dotazování. Testování se uskutečnilo během vyučovacích hodin přírodopisu za přítomnosti vyučujícího. Zadávání probíhalo stejným způsobem. Na začátku hodiny po stručném seznámení žáků s účelem práce byly žákům rozdány dotazníky. Příslušnou verzi dotazníku dostal zároveň i vyučující. Po 20 minutách byly dotazníky zpět vybrány.

¹ Jde o projekt s názvem Biomasa v trvale udržitelné krajině: digitální platforma pro výuku fotosyntézy ve vodě a na souši k poznání úlohy rostlin v krajině, na kterém spolupracuje JU v Českých Budějovicích, ENKI, o.p.s. Třeboň a ČVUT Praha

Vyhodnocování dat probíhalo pomocí programu MS Excel a výsledky jsou prezentovány hlavně tabulkami a grafy.

Celkem bylo osloveno osm škol (základních a víceletých gymnázií) z Jihočeského a Středočeského kraje, z nichž pět souhlasilo s účastí v této studii. Vybrané školy si autor této práce zvolil na základě konexí, předešlého studia nebo blízkosti od bydliště. Z těchto pěti škol bylo zainteresováno třináct tříd, deset vyučujících a 212 žáků. Z 212 žákovských dotazníků se do práce dalo použít pouze 154, jelikož se vracely dotazníky naprosto prázdné nebo se odpovědi nedaly uvažovat pro zachování jejich co možné nejvyšší výpovědní hodnoty.

9.2.1 Učitelský dotazník

Dotazník směřovaný na vyučující měl šest otázek, které jsou popsány níže v kapitole výsledky.

Otázky na demografické údaje se týkaly pohlaví a délky učitelské praxe. Detaily jsou shrnuty do tabulky č. 1.

Tab. č. 1: Demografické údaje učitelů

| Pohlaví | | Délka pedagogické praxe | | |
|---------|------|-------------------------|-----------|----------|
| Muž | Žena | 5-10 let | 10-20 let | > 20 let |
| 5 | 5 | 4 | 3 | 3 |

Je patrné, že účast žen a mužů je stejná. Nikdo z dotazovaných neměl délku pedagogické praxe kratší než pět let, proto ani není tato možnost v tabulce č. 1 uvedena a ve výsledcích uvažována. Nejvíce učitelů má za sebou 5-10 let učitelské praxe.

Zbylé otázky jsou směřovány na fotosyntézu a vztah kantorů k tomuto tématu.

9.2.2 Žákovský dotazník

Žákovská verze dotazníků byla určena pro žáky 8. a 9. tříd, případně žákům odpovídajících tříd víceletých gymnázií. V této věkové kategorii jsou totiž žáci více méně s problematikou seznámeni na určité úrovni než té naprosto bazální. Dotazník obsahoval celkem patnáct otázek, přičemž otázka č. 11 byla rozčleněna na podotázky 11 a) až 11 h).

Na začátku žák nejprve vyplnil hlavičku, kde uvedl svůj věk a pohlaví. Výsledná statistika je uvedena v tabulce č. 2.

Tab. č. 2: Demografické údaje z žáků

| Pohlaví | | Průměrný věk |
|---------|-------|--------------|
| Chlapec | Dívka | 14,0 |
| 86 | 68 | |

Průměrný věk respondentů se rovná 14 roků a co se týče genderového zastoupení, odpovědělo 68 dívek a 86 chlapců, kteří převažují. Celkem se do výzkumu zapojilo 154 respondentů.

Zbylé otázky týkající se výzkumu jsou popsány v další kapitole.

10 Výsledky

Výsledky nejprve zahrnují zjištění z učebnic po stránce jejich obsahu týkajícího se fotosyntézy nebo biomasy. V další části jsou postupně rozebrány jednotlivé otázky obou verzí dotazníků. Pomocí grafů a tabulek jsou prezentovány zjištěné výsledky, které budou dále komentovány v navazující kapitole.

10.1 Přírodopis pro 6. třídu

Kapitola Podmínky vzniku života: 6. třída je tou první, kdy se dítě setkává s přírodopisem jako takovým. Proto se učebnice v prvních kapitolách zmiňuje o vzniku Země a života na něm. O fotosyntéze se autorka prvně zmiňuje ve spojitosti, že vznikla na základě vzniku složitějších buněk s buněčnými jádry. Ve schématu s názvem Vznik života je vidět, že se tyto první buňky objevily ve vodě. Pomocí šipek je naznačen směr proudu kyslíku a oxidu uhličitého do rostlinné a živočišné buňky, nechybí přítomnost sluneční energie.

Kapitola Projevy života: Zde se objevuje první schéma vlastní fotosyntézy a metabolismu živočichů a rostlin. *„Každý organismus potřebuje živiny, které přijímá jako výživu. Živočichové je získávají v podobě potravy jako organické látky, rostliny fotosyntézou z oxidu uhličitého z atmosféry a vody s rozpuštěnými anorganickými látkami za pomoci světelného záření.“* (Čabradová, 2010). To je citace z učebnice, která nepřímou definuje, co to je fotosyntéza.

Objevuje se zmínka, že energii potřebnou pro život získávají rostliny, živočichové i člověk dýcháním, kdy se vdechuje kyslík a vydechuje oxid uhličitý.

Kapitola Podmínky života: Je vysvětleno, co jsou anorganické a organické látky (cukry, tuky bílkoviny), kromě toho jsou uvedeny i konkrétní příklady těchto látek a poznámka, že jde o živiny. Autorka upozorňuje, že tyto substance každý živý organismus musí přijímat. Dále je zde poznamenána důležitost vody jak pro život samotný, tak fakt, že tvoří neodmyslitelnou část těl veškerých organismů.

Kapitola Vztahy mezi organismy: Tato kapitola seznamuje žáky se skutečností, že se organismy člení do třech velkých skupin na producenty, konzumenty a rozkladače. Na základě pyramidy zobrazující postavení těchto skupin a následného komentáře vyplývá, že se do skupiny producentů řadí zelené rostliny a sinice, které vytvářejí z vody a oxidu uhličitého, za přítomnosti světla a chlorofylu, živiny (cukry). Je tady vysvětlena autotrofická

schopnost rostlin jako schopnost provádět fotosyntézu, a tedy, že rostliny mají tu možnost se samy vyživovat.

Kapitola Buňka: V této kapitole je věnovaný prostor popisu a nákresu živočišné a rostlinné buňky, včetně jejich organel. V poznámce o chloroplastu se objevuje obecný popis této organely a skutečnost, že konkrétně zde dochází k procesu fotosyntézy.

10.2 Přírodopis pro 7. třídu

Kapitola Přejchod rostlin na souš: V této kapitole autorka vysvětluje genezi atmosféry, která je spojena s rostlinami, jež svou schopností produkovat kyslíku daly mimo jiné vznik i ozónové vrstvě. V úvodním odstavci se také hovoří o průduších, které mají podobu otvorů v pokožce listu, s jejich hlavní funkcí při výměně plynů a vodních par mezi rostlinou a jejím okolním prostředím. Je tak naznačen proces transpirace, nicméně tento pojem se zde nevyskytuje.

Kapitola Stonek: Zde se mimo typy stonků řeší jejich funkce. Hlavními úkoly jsou rozvádění vody a minerálů z kořenů do výkonných orgánů a v opačném směru rozvod asimilátů z fotosyntézy z listů do místa potřeby. Opomíjen je zde však fakt, že fotosyntéza v jisté míře probíhá ve všech zelených částech rostliny, a tedy i ve stonku.

Kapitola List: Tady se autoři zmiňují především o obecné morfologii listu a jeho funkcích. K těm patří především proces fotosyntézy a dýchání prostřednictvím průduchů v pokožce. Opět je zde popsán princip transpirace, nicméně pojem jako takový není uveden.

Následuje odstavec o vnitřní stavbě listu. Podstatná část se zabývá průduchy, kde jsou důkladně popsány. Je zde kladen důraz především na fotosyntézu, výměnu dýchacích plynů, vodních par a hospodaření s vodou v rostlině. Vše je doplněno o mikroskopické snímky nebo schématické nákresy. Předmětem popisu je zároveň i chlorofyl a jeho typy včetně asimilační funkce.

Kapitola Růst a vývin rostlin: V této kapitole se probírá proces růstu rostlin. Za důležitou zmínku autorka považuje jejich neukončený růst a limitování tohoto procesu vnějšími faktory a fytohormony. Není zde ale přímo objasněno, jak fotosyntéza a růst spolu souvisí a sice, že díky hlavním produktům tohoto děje rostlina roste.

10.3 Přírodopis pro 9. třídu

Kapitola Biomasa: Hlavním tématem celé učebnice je především ekologie a neživá příroda. Proto se zde přímo k fotosyntéze nevyskytuje mnoho poznatků. Avšak slovo zde padá na téma biomasy. O té zde autoři zmiňují jako o perspektivním zdroji energie, který se získává pěstováním energeticky výhodných rostlin, což se v poslední době stává trendem moderního zemědělství. Další odstavec se zmiňuje a udává příklady těch rostlin, které se k tomuto účelu dají využívat.

Co se týče zvyšování skleníkového efektu, jakožto hlavního globálního ekologického problému, je tu pouze vysvětlen jeho princip. Nejsou zmíněny konkrétní skleníkové plyny nebo spojitost s fotosyntézou. Stejně tak se nepřikládá žádná váha problému, který souvisí s erozí půd a jejich celkovou degradací.

10.4 Chemie pro 9. třídu

Kapitola Co dělají zelené rostliny ve dne?: Tady je hlavním předmětem světelná fáze fotosyntézy. Na tento proces je nahlíženo logicky výhradně z chemického hlediska, rozebírá se vznik monosacharidů z oxidu uhličitého a vody spolu se součinností chlorofylu a světelné energie. Nechybí základní rovnice fotosyntézy. Není opomenut kyslík jako odpadní produkt, který vzniká při fotolýze vody z její molekuly nebo uvolňující se atomy vodíku, které se využívají při tvorbě enzymů.

Odstavec je věnován i ve stručnosti povídání o viditelném světle a rozdělení fotosyntézy na světelnou a temnostní fázi. V této souvislosti se také správně upozorňuje na fakt, že k uskutečnění procesu fotosyntézy se ze 100 % dopadající světelné energie na rostlinu využije pouze okolo 3 %.

V postranním rámečku s otázkami k zamyšlení se navíc objevuje dotaz, jak souvisí fotosyntéza se skleníkovým efektem.

Kapitola Co dělají zelené rostliny v noci?: Zde je rozebírána druhá část fotosyntézy a to sice temnostní fáze. Jsou tu odstavce zabývající se C3, C4 a CAM rostlinami, faktory ovlivňující samotný proces, které jsou rozlišeny na vnitřní (množství chlorofylu, stáří listů, minerální výživa) a vnější (světlo, voda, teplo, množství oxidu uhličitého). Chybí však zmínka o tom, že respirace probíhá na světle i ve tmě.

Kapitola Proč vlastně potřebujeme kyslík?: Hlavní myšlenkou této kapitoly je, aby si žáci uvědomili, že organismy, včetně rostlin, dýchají především pro získání energie. Je tady popsána přeměna energie na energii chemických vazeb v molekule ATP.

Kapitola Co po nás zdědí příští generace?: V této kapitole se rozebírají především přírodní zdroje a jejich těžba a využití. Část se věnuje i biomase, která je zde vysvětlena jako jeden z obnovitelných zdrojů energie, který se dalším zpracováním upravuje na bioplyn. Následuje popis rozkladu tohoto bioplynu, při kterém se uvolňuje methanol, případně u rostlin s vyšším obsahem sacharidů ethanol. Nechybí krátký popis dalšího využití těchto látek v průmyslu. Nicméně je ale opomíjena druhá stránka věci a sice rizika spojená s nadměrnou produkcí biomasy jako je zábor ploch, kácení pralesů nebo vyčerpání půdy a její celková degradace a eroze.

Část textu se věnuje i tématice endotermických a exotermických reakcí, kde je fotosyntéza použita jako příklad endotermické reakce, tedy reakce, při které dochází ke spotřebovávání světelné, respektive tepelné energie.

10.5 Zeměpis pro 6. třídu

Kapitola Atmosféra: Zde není na fotosyntézu nebo na podobné procesy kladen důraz. Opět se ale objevují otázky v postranních rámečcích, které souvisí s plynným složením atmosféry, jako jsou například: „*Kdo produkuje kyslík?*“, „*Víš, k jakému procesu dochází při růstu rostlin?*“, „*Které živiny rostliny potřebují?*“ (Červený, Machalová, Matušková, 2009). Autoři zde rovněž poukazují na fakt, že rostlina ke svému růstu potřebuje světlo, teplo, vodu a živiny.

10.6 Zeměpis pro 9. třídu

Kapitola Zdroje globálního vývoje: Problematika tohoto textu se opět týká nerostných surovin a navazují na ně globální problémy. Podobně jako v učebnici chemie pro 9. ročník je tu odstavec o biomase jakožto obnovitelném zdroji energie. Autoři zde popisují zpracování biomasy buďto spalováním (dřevo, sláma, rostlinné oleje) nebo zplyňováním a následné spalování bioplynu. Zde se již však některá rizika s tím spojené vyskytují, a to sice přeprava sklizené biomasy na velké vzdálenosti, kácení pralesů kvůli prostoru a zemědělské půdě nebo poměrně vysoká finanční náročnost.

10.7 Shrnutí analýzy učebnic

Co se týče celkového hodnocení těchto učebnic, tak všechny jsou uspořádány a tvořeny na stejný způsob. To napomáhá rychlé orientaci, jelikož žáci chápou, jak učebnice fungují a jak jsou koncipovány.

Nicméně v žádné z výše vypsanych kapitol není kladen důraz na to, že fotosyntéza a dýchání rostlin může a na světle ve skutečnosti i probíhá zároveň spolu. Na druhou stranu je zde ale kladen důraz na spojitost fotosyntézy a růstu rostlin. Kromě toho se ve všech učebnicích v postranních rámečcích vyskytují otázky k zamyšlení, které se týkají fotosyntézy, biomasy nebo dýchání rostlin. Otázkou je, kolik žáků nebo vyučujících jim klade dostatečnou pozornost. A pokud se už někdo rozhodne na otázky odpovědět, nejsou zde uvedeny správné odpovědi. Tím pádem se žák dostává na rozcestí, kdy jednou z možností je vlastní bádání po odpovědi. Druhou je možnost navázat dialog s vyučujícím a třetí, se kterou se pravděpodobně setká nejvíce žáků je, že se správné odpovědi nedoberou a otázka zůstane nezodpovězena. V závěru tak může dojít ke vzniku miskoncepce. Je tedy důležité, aby vyučující tuto možnost nepřehlížel a případným otázkám věnoval patřičnou pozornost.

10.8 Výsledky učitelského dotazníku

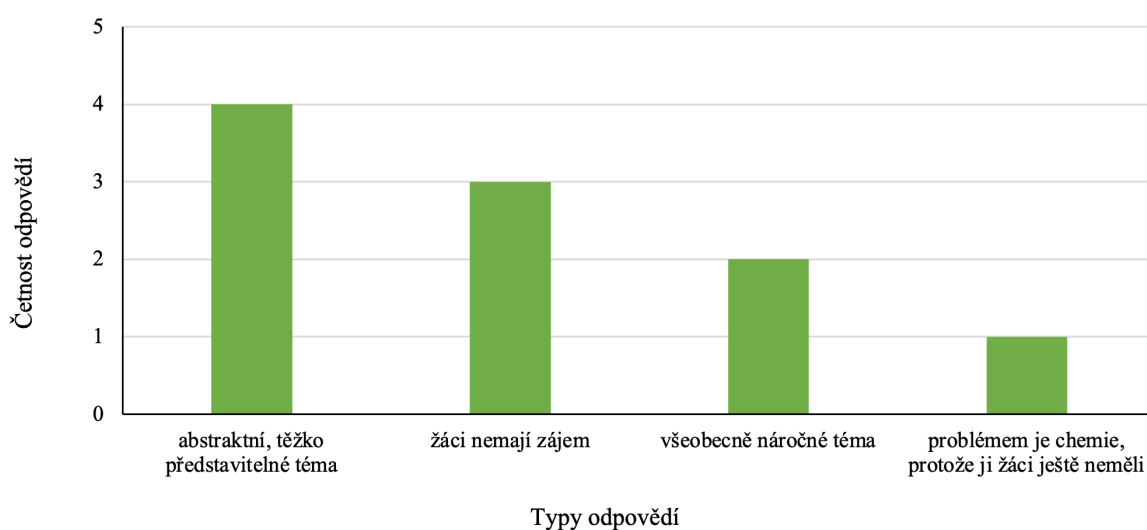
První otázka zněla: „*Jaká je dle vašeho názoru náročnost tématu fotosyntéza pro vaše žáky? Svůj názor vyjádřete hodnocením na škále od 1 do 5, stupeň 1 = téma je nenáročné, stupeň 5 = téma je velmi náročné.*“ Hodnoty, které učitelé uvedly jsou zprůměrované a doplněné o směrodatnou odchylku, viz tabulka č. 3.

Tab. č. 3: Náročnost tématu pro žáky z pohledu učitele (ot. č. 1 učitelského dotazníku: *Jaká je dle vašeho názoru náročnost tématu fotosyntéza pro vaše žáky? Svůj názor vyjádřete hodnocením na škále od 1 do 5, stupeň 1 = téma je nenáročné, stupeň 5 = téma je velmi náročné.*)

| Průměrná odpověď | Směrodatná odchylka |
|------------------|---------------------|
| 3,3 | 1,3 |

Výsledné hodnoty se pohybují na hodnotě $3,3 \pm 1,3$. Průměrně vyučující odpovídali tak, že náročnost fotosyntézy pro žáky je něco mezi velmi náročným a nenáročným tématem. Objevovaly se však odpovědi s hodnotou 5, kdežto nikdo neuvedl hodnotu 1.

Znění druhé otázky bylo následující: „*Co považujete za největší problém při výuce tématu fotosyntézy?*“ Toto byla otevřená otázka, kde se vyučující měl rozepsat o tom, co vnímá za největší překážku během výuky. Na základě opakujících se odpovědí byly vytvořeny čtyři kategorie reprezentující nejčastější odpovědi, které jsou uvedeny na obrázku č. 1.



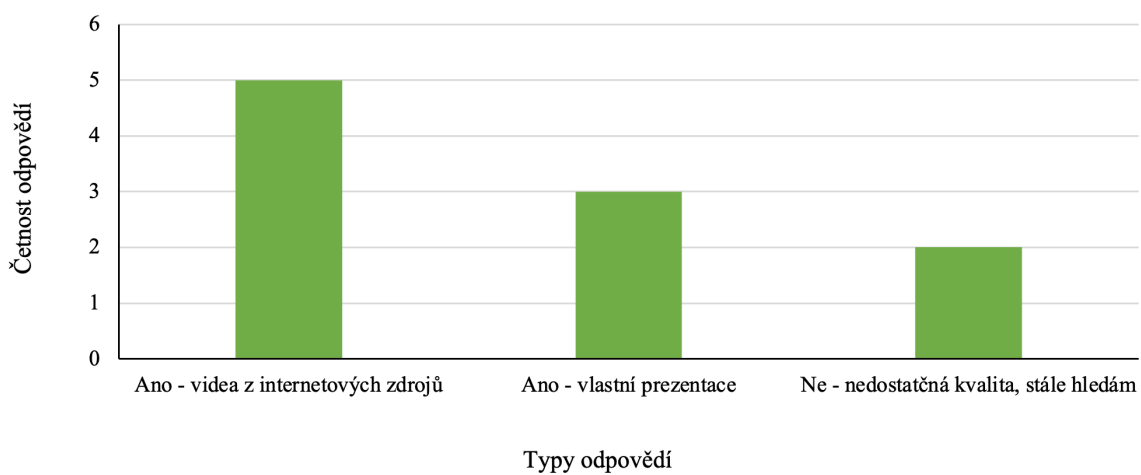
Obr. č. 1: Nejčastější odpovědi na otázku č. 2 učitelského dotazníku: *Co považujete za největší problém při výuce tématu fotosyntézy?*

V grafu jsou uvedeny čtyři nejčastější odpovědi, které vyučující vnímají za největší problém. Mezi nejčastěji uváděnou patří skutečnost, že procesy odehrávající se v rostlinách jsou pro žáky až příliš abstraktní a náročné na představení. Žáci rovněž o toto téma nemají zájem, vnímají ho jako obecně náročné nebo je problémem i těsná spojitost s chemií.

Otázka č. 3 se týkala využívání digitálních nástrojů během výuky. „*Používáte při výuce tématu fotosyntéza digitální výukové zdroje? Pokud ano, uveďte prosím, jaké.*“ Zde se vyhodnocovalo, zda je vyučující používají, či nikoliv a pokud ano, tak jaké to jsou. V tabulce č. 4 je vyjádřeno, kolik procent tázaných tyto zdroje využívá, odpovědi byly kategorizovány a na obrázku č. 2 je uvedena jejich četnost.

Tab. č. 4: Kolik procent dotazovaných (ne)využívá digitální zdroje ve výuce (ot. č. 3 učitelského dotazníku: *Používáte při výuce tématu fotosyntéza digitální výukové zdroje? Pokud ano, uveďte prosím, jaké.*)

| Ano, využívám | Ne, nevyžívám |
|---------------|---------------|
| 70 | 30 |



Obr. č. 2: Digitální výukové zdroje, které učitelé ve výuce (ne)používají (ot. č. 3 učitelského dotazníku: *Používáte při výuce tématu fotosyntéza digitální výukové zdroje? Pokud ano, uveďte prosím, jaké.*)

Z tabulky č. 4 je patrné, že většina vyučujících se při své výuce snaží využít názorné příklady a ukázky pomocí digitálních zdrojů. Mezi nejčastěji využívané pak podle obrázku č. 2 patří videa z internetových zdrojů nebo vlastní vytvořené prezentace. Ti, kteří tyto zdroj nepoužívají uvádějí, že jejich kvalita není dostatečná a spoléhají se tedy na vlastní výklad nebo materiál v učebnicích.

V otázce č. 4, která zněla: „*Pokud si vzpomenete na vlastní vysokoškolská studia, jak obtížné bylo téma fotosyntézy pro Vás během Vašeho vysokoškolského studia? Ohodnoťte na stupnici od 1 do 5, kde 1 = nebylo vůbec obtížné, 5 = bylo velmi obtížné,*“ šlo o jejich vlastní pocit z problematiky studia fotosyntézy. Hodnotilo se opět na škále od 1 do 5, proto se hodnoty vyhodnotily průměrem a směrodatnou odchylkou, jak ukazuje tabulka č. 5.

Tab. č. 5: Náročnost tématu z dob vlastního studia (ot. č. 4 učitelského dotazníku: *Pokud si vzpomenete na vlastní vysokoškolská studia, jak obtížné bylo téma fotosyntézy pro Vás během Vašeho vysokoškolského studia? Ohodnoťte na stupnici od 1 do 5.*)

| Průměrná odpověď | Směrodatná odchylka |
|------------------|---------------------|
| 3,0 | 1,1 |

U této otázky se průměrná odpověď rovná $3,0 \pm 1,1$. Jde tedy o přesný průměr, kdy někteří vyučující považovali téma za velmi náročné a někteří za naprosto neobtížné.

Otázka č. 5 byla opět směřována na subjektivní názor učitelů, zda mají toto téma ve výuce v oblíbenosti, nebo ne. Přesné znění otázky č. 5: „Patří téma fotosyntézy k oblíbeným ve Vaší praxi, tzn. učíte o fotosyntéze rád/ a?“ Výsledky jsou prezentovány v procentech v tabulce č. 6 podle toho, jak respondenti odpovídali.

Tab. č. 6: Fotosyntéza jako oblíbené téma v pedagogické praxi (ot. č. 5 učitelského dotazníku: *Patří téma fotosyntézy k oblíbeným ve Vaší praxi, tzn. učíte o fotosyntéze rád/ a?*)

| Ano | Ne | Neutrální postoj |
|------|------|------------------|
| 60 % | 10 % | 30 % |

Nadpoloviční většina o fotosyntéze rádo učí, jeden z dotazovaných toto téma v oblíbenosti nemá a zbylí tři se k němu staví neutrálně.

Poslední otázka č. 6 se snažila zjistit, zda si vyučující všimá nějakého zájmu o toto téma ze strany žáků. „Pozorujete u svých žáků zájem o poznání významu rostlin v krajině?“ Odpovědi jsou, stejně jako otázka předchozí, uvedeny jako procentuální zastoupení třech možných odpovědí v tabulce č. 7.

Tab. č. 7: Zájem o poznání významu rostlin v krajině mezi žáky (ot. č. 6 učitelského dotazníku: *Pozorujete u svých žáků zájem o poznání významu rostlin v krajině?*)

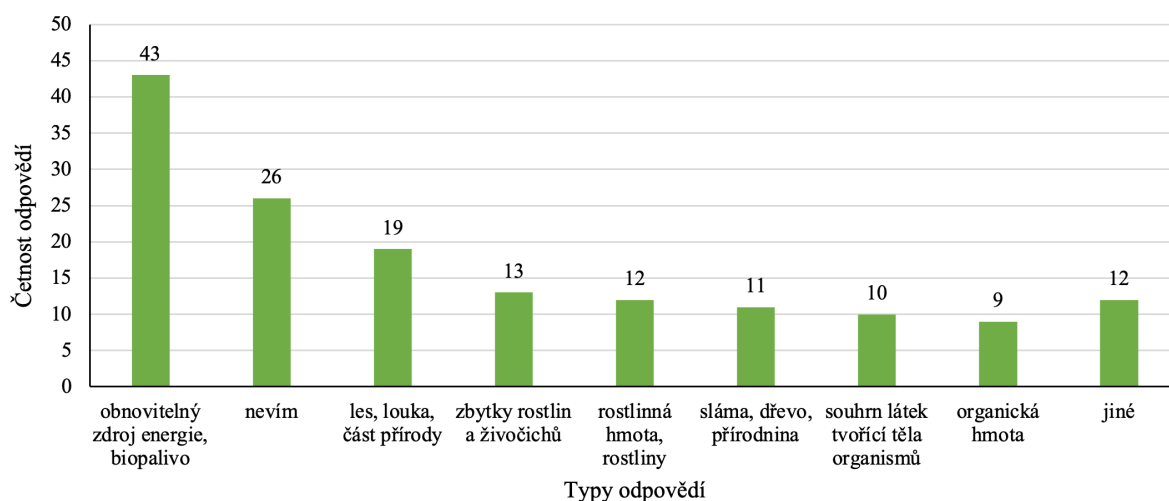
| Ano | Ne | Nevím |
|------|------|-------|
| 30 % | 50 % | 20 % |

V této otázce si bylo 50 % respondentů jistých, že zájem ze strany žáků žádný nevnímají. 30 % uvedlo, že takového zájmu si všimají a 20 % z dotazovaných si něčím takovým jistých není.

10.9 Výsledky žákovského dotazníku

Tato kapitola postupně rozebírá všechny otázky, které byly v dotaznících pro žáky uvedeny. Výsledky jsou prezentovány formou tabulek nebo grafů a následného komentáře. Podrobný komentář navazuje v diskusi.

Otázka č. 1 zněla následovně: „*Co je to rostlinná biomasa?*“ Na tuto otázku nebyly vytvořené možnosti odpovědí, žáci zde měli sami rozepsat svou odpověď. Tyto reakce pak byly dále kategorizovány a na základě nejčastěji se objevujících odezev byly vytvořeny typy odpovědí. Na obrázku č. 3 je pak vyobrazena jejich četnost.



Obr. č. 3: Nejčastější odpovědi na to, co je to biomasa (1. otázka žákovského dotazníku: *Co je to rostlinná biomasa?*)

Nejvíce žáků uvedlo, že jde o obnovitelný zdroj energie nebo jakési přírodní biopalivo. Druhou nejčastější odpovědí bylo tvrzení, že jde o les, louku nebo určitou část přírody. Zde pravděpodobně došlo k záměně s pojmem ekosystém. Dále se řada respondentů domnívala, že jde o zbytky rostlinných a živočišných těl, látky, které tvoří těla organismů nebo o organickou látku jako takovou. 26 žáků z celkových 154 však nevedlo odpověď žádnou, nebo přímo uvedli odpověď „nevím“. V kategorii „jiné“, kam přispělo dvanáct žáků, se objevovaly odpovědi jako „zelené barvivo, buňka ve stonku, všechny rostliny na světě, celá příroda, vegetariánské maso z rostlin, hnojivo, rozsáhlý druh rostliny“.

Druhá otázka, která zněla: „*Biomasa je považována za obnovitelný zdroj energie. Odkud pochází energie, která je v biomase skryta?*“ navazovala na první. Opět se jednalo

o otevřenou otázku, ale tentokrát se odpovědi nekategorizovaly, pouze se uvažovala správná odpověď. Výsledky uvádí tabulka č. 8.

Tab. č. 8: Výsledky otázky č. 2 žákovského dotazníku: *Biomasa je považována za obnovitelný zdroj energie. Odkud pochází energie, která je v biomase skryta?*

| Správné odpovědi | | Chybné odpovědi | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Absolutní hodnoty | Relativní hodnoty | Absolutní hodnoty | Relativní hodnoty |
| 22 | 14,28 % | 132 | 85,72 % |

Správnou odpověď, že energie v biomase má původ ze sluneční energie, uvedlo pouze 22 respondentů, tedy ani ne čtvrtina.

Otázka č. 3: „Česká republika využívá k výrobě energie uhlí ze 45 %, jádro ze 43 % a obnovitelné zdroje (vodní energie, větrná energie, sluneční energie, biomasa) ze 12 %. Jaký je podíl biomasy na obnovitelných zdrojích?“ Jednalo se o uzavřenou otázku, kde žáci měli na výběr ze tří možností – a) 25 %, b) 50 % nebo c) 80 %. Správnou odpověď 25 % deklaruje Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR (Bufka, Veverková & Modlák, 2019). Vyhodnocení proběhlo pomocí součtu správných odpovědí a následného procentuálního vyjádření této hodnoty. Výsledky prezentuje tabulka č. 9.

Tab. č. 9: Výsledky ot. č. 3 žákovského dotazníku: *Česká republika využívá k výrobě energie uhlí ze 45 %, jádro ze 43 % a obnovitelné zdroje (vodní energie, větrná energie, sluneční energie, biomasa) ze 12 %. Jaký je podíl biomasy na obnovitelných zdrojích?*

| Správné odpovědi | | Chybné odpovědi | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Absolutní hodnoty | Relativní hodnoty | Absolutní hodnoty | Relativní hodnoty |
| 77 | 50 % | 77 | 50 % |

Tato otázka přinesla zajímavé výsledky, kde přesná polovina dotazovaných uvedla správnou odpověď a druhá polovina chybnou. Mezi chybnými odpověďmi se nejvíce objevovala druhá možnost, 50 %.

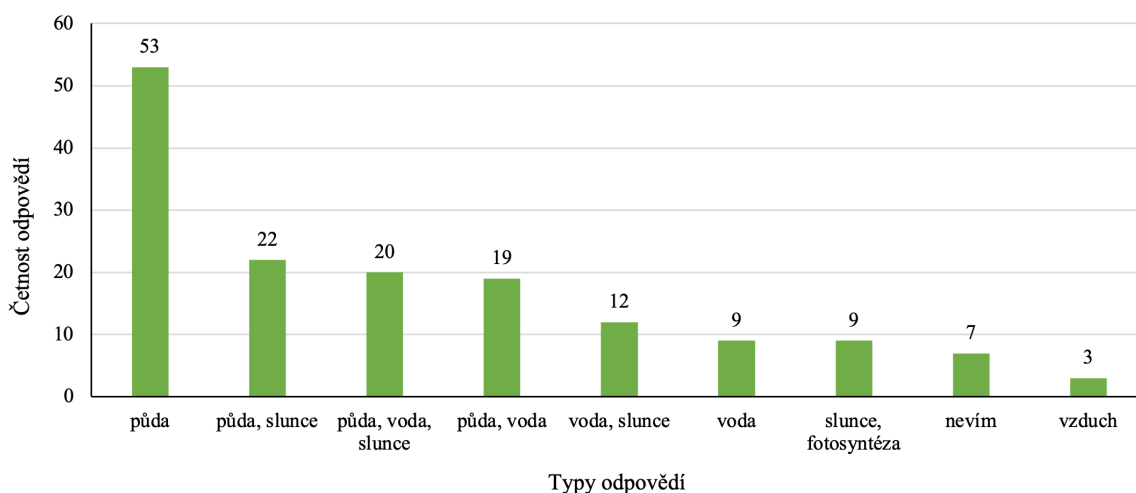
Další otevřená otázka č. 4: „Jaký proces v rostlinném těle je nejdůležitější pro tvorbu biomasy?“ vyžadovala od žáka jednoslovnou odpověď a sice, jestli ví, jaký jeden proces z několika, které se v rostlině odehrávají, je ten nejdůležitější. Vyhodnocení bylo provedeno stejným způsobem jako u otázky předchozí. Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 10.

Tab. č. 10: Výsledky ot. č. 4 žákovského dotazníku: *Jaký proces v rostlinném těle je nejdůležitější pro tvorbu biomasy?*

| Správné odpovědi | | Chybné odpovědi | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Absolutní hodnoty | Relativní hodnoty | Absolutní hodnoty | Relativní hodnoty |
| 73 | 47,40 % | 81 | 52,60 % |

Poměr správných a chybných odpovědí byl téměř opět vyrovnaný, nicméně převažovaly ty špatné. Do chybných odpovědí se započítala i odpověď „nevím“, kterou uvedlo 61 žáků. Za správnou odpověď se uvažovala fotosyntéza, kterou uvedlo 66 a růst, na který si vzpomnělo 7 participantů.

Otázka č. 5 zněla: „Rostliny získávají živiny z...“ Úkolem tedy bylo doplnit větu, odkud rostlina bere živiny, které potřebuje. Odpovědi se daly rozřadit do 9 kategorií, které se často opakovaly. Veškeré odpovědi jsou uvedené na obrázku č. 4.

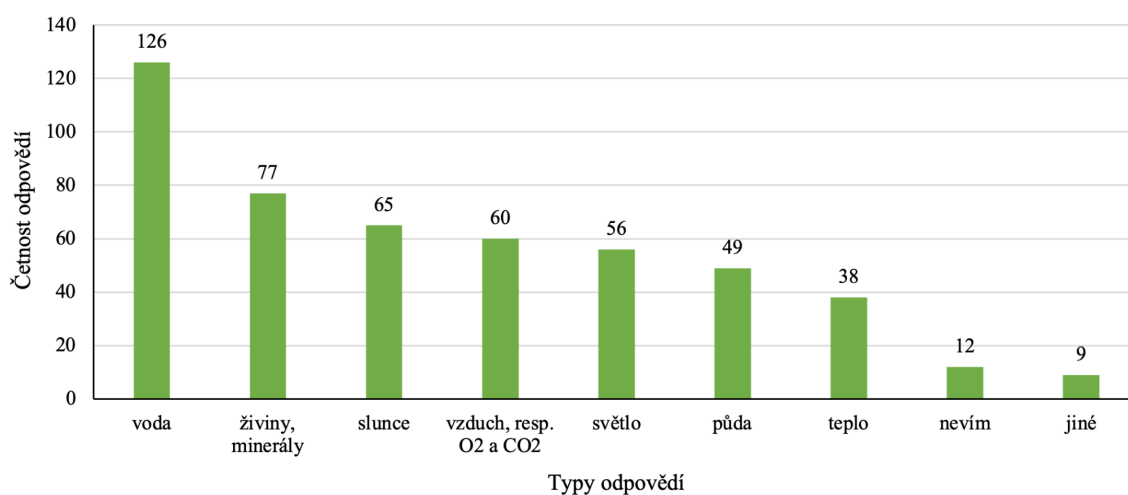


Obr. č. 4: Kategorie odpovědí zdrojů živin pro rostliny (ot. č. 5 žákovského dotazníku: *Rostliny získávají živiny z...*)

Nejvíce žáků uvedlo samotnou půdu. Druhou nejčastější reakcí pak byla půda a nějaký další zdroj jako slunce a voda. Malá část dotazovaných uvedlo samotnou vodu nebo slunce a pouze mizivá část neodpověděla vůbec nebo uvedla vzduch.

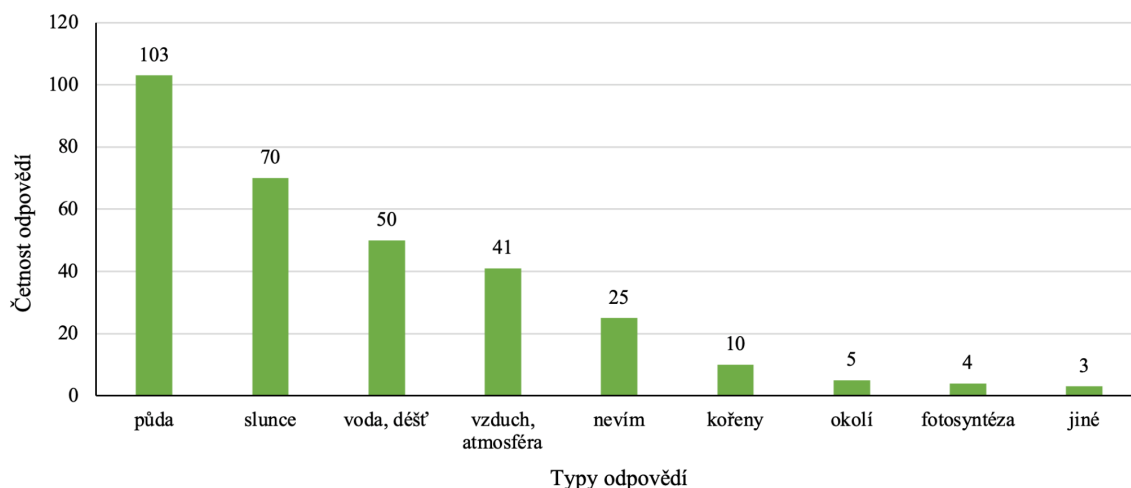
Otázka č. 6: „Do následující tabulky doplň, co všechno rostlina potřebuje ke svému růstu a odkud to získává. Vyjmenuj vše, co je podle Tebe pro růst nezbytné.“ Do jisté míry tak navazuje na otázku předchozí, jelikož fotosyntéza a růst jsou děje navzájem se

ovlivňující. U této otázky č. 6 byly odpovědi velmi rozličné, proto jsou kategorie uvedeny po jedné potřebě, kterou rostlina potřebuje, nikoliv jako jejich soubor, jako tomu bylo například u předchozích otázek. Pokud tedy někdo odpověděl, že rostlina potřebuje půdu, živiny a vodu, v grafu se to promítne jako tři odpovědi, ne jako jedna komplexní. Konečné množství uvedených odpovědí tak neodpovídá celkovému počtu respondentů, ale počtu všech uvedených odpovědí. To se týká i druhé části této otázky, odkud uvedené živiny rostlina získává. Výsledné odpovědi a jejich četnost je obsahem obrázku č. 5 a č. 6.



Obr. č. 5: Potřeby rostlin, které jsou podle žáků nezbytné pro růst rostlin (ot. č. 6 žakovského dotazníku: *Do následující tabulky doplň, co všechno rostlina potřebuje ke svému růstu a odkud to získává. Vyjmenuj vše, co je podle Tebe pro růst nezbytné.*)

Za nejdůležitější potřebu pro růst rostlin je mezi žáky považována voda a látky v ní obsažené, kterou uvedlo 126 ze 154 dotazovaných. Polovina v nich pak dále uvádí živiny, které rostlina získává ze svého okolí nebo si je sama vyrábí a dále pak slunce a vzduch. Několik žáků uvedlo světlo a teplo, a to buď jako jedinou potřebu nebo v kombinaci s nějakou další, ale ne spolu. Tyto dvě potřeby jsou uvedeny zvlášť, a ne jako součást slunce, jelikož není jasné, zda v odpovědi „teplo“ si žáci uvědomují, že nejde o tepelnou energii ale o energii ze záření, která hraje větší roli. Celkem 12 respondentů neuvedlo žádnou potřebu. V kategorii „jiné“ se pak objevovaly odpovědi jako „zelené barvivo, hnojivo, dobré počasí, bílkoviny, sacharidy, železo, humus nebo anorganické látky“. Co se týče zdrojů těchto potřeb, tak ty jsou předmětem obrázku č. 6.



Obr. č. 6: Zdroje potřeb rostlin pro růst (ot. č. 6 žákovského dotazníku: *Do následující tabulky doplň, co všechno rostlina potřebuje ke svému růstu a odkud to získává. Vyjmenuj vše, co je podle Tebe pro růst nezbytné.*)

Tady se žáci často shodovali v odpovědích jako je půda, slunce nebo voda, případně déšť. Několik respondentů pak uvedlo další zdroj vzduch nebo atmosféru, jiní kořeny nebo okolí rostliny jako takové. 13 respondentů uvedlo nějakou potřebu, ale již neuvedli její zdroj a s 12 dotazovanými, kteří v první části otázky neuvedli žádnou potřebu, je v kategorii reakcí typu „nevím“ celkem 25.

Následující otázka č. 7 zněla následovně: „Do následující tabulky doplň, jaké plynné látky rostliny přijímají z atmosféry a jaké do ní uvolňují ve dne a jaké v noci?“ Obrázek č. 7 ukazuje, jak vypadala tabulka, kam žáci poznamenávali své odpovědi.

| | Ve dne | V noci |
|--|--------|--------|
| Jaké plynné látky přijímají rostliny z atmosféry | | |
| Jaké plynné látky rostliny vydávají do atmosféry | | |

Obr. č. 7: Odpovědní tabulka (ot. č. 7 žákovském dotazníku: *Do následující tabulky doplň, jaké plynné látky rostliny přijímají z atmosféry a jaké do ní uvolňují ve dne a jaké v noci?*)

Tato otázka se zaměřila na to, jak žáci znají, kdy dochází k fotosyntéze a kdy rostlina dýchá. Otázka č. 7 neuvažuje ve výsledcích pouze správné odpovědi, ale barevně odlišuje v tabulce správné (zeleně) a chybné (červeně) odpovědi, které jsou vyjádřené procentuálním

zastoupením. Pro upřesnění rostlina tedy ve dne uvolňuje kyslík z fotosyntézy a oxid uhličitý z dýchání a zároveň je i v těchto procesech spotřebovává, kdežto v noci pak uvolňuje pouze oxid uhličitý a spotřebovává kyslík v procesu respirace. Za správnou odpověď by se považovala i vodní pára uvolňovaná ve dne v rámci transpirace, ale tuto možnost nikdo z respondentů neuvedl, proto není ve výsledné tabulce uvažována. Odpovědi prezentuje tabulka č. 11.

Tab. č. 11: Procentuální zastoupení odpovědí na ot. č. 7 žákovského dotazníku: *Do následující tabulky doplň, jaké plynné látky rostliny přijímají z atmosféry a jaké do ní uvolňují ve dne a jaké v noci?*

| Odpovědi | Přijímá | | Vydává | |
|----------------------------------|---------|--------|--------|--------|
| | Ve dne | V noci | Ve dne | V noci |
| O ₂ | 7,14 | 60,34 | 79,87 | 12,34 |
| CO ₂ | 79,22 | 12,99 | 5,19 | 59,74 |
| O ₂ i CO ₂ | 3,25 | 0,65 | 5,84 | 0,65 |
| nic | 0,00 | 0,00 | 0,65 | 2,60 |
| nevím | 5,84 | 24,07 | 7,15 | 23,37 |
| jiné | 4,55 | 1,95 | 1,30 | 1,30 |

Z tabulky č. 11 je čitelné, že nejvíce žáků se chybně domnívá, že rostliny přes den přijímají pouze oxid uhličitý a vydávají pouze kyslík. Pouze 5 žáků uvedlo, že přes den spotřebovává kyslík i oxid uhličitý a pouze 9 tvrdí, že tyto plyny vydává. V noci pak již nadpoloviční většina správně reaguje, že rostliny přijímají kyslík a vydávají oxid uhličitý. V kategorii „jiné“ se objevily odpovědi jako „dusík, vzduch, chlad a teplo“. To byly však ojedinělé případy ze 2 dotazníků.

Na další otázku č. 8 se zněním: „*Jestliže v zimě spotřebujeme na otop v domácnosti za den např. 40 kWh elektrické energie, dokážete si představit, jaké množství dřeva na to přibližně spotřebujeme?*“ měli žáci na výběr ze tří odpovědí – 1 kg, 10 kg, 100 kg. Výsledky se správnou odpovědí 10 kg jsou uvedeny v tabulce č. 12.

Tab. č. 12: Výsledky ot. č. 8 žákovského dotazníku: *Jestliže v zimě spotřebujeme na otop v domácnosti za den např. 40 kWh elektrické energie, dokážete si představit, jaké množství dřeva na to přibližně spotřebujeme?*

| Správné odpovědi | | Chybné odpovědi | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Absolutní hodnoty | Relativní hodnoty | Absolutní hodnoty | Relativní hodnoty |
| 92 | 54,74 % | 62 | 40,26 % |

Z tabulky č. 12 je patrné že správně odpověděla více než polovina respondentů. 40 % chybných odpovědí bylo z větší části zastoupeno možností 100 kg.

Otázka č. 9 se týkala důsledků odstranění biomasy: „Vyberte z následujících tvrzení jedno pravdivé a následně vyberte jeden z důvodů, proč jste toto tvrzení vybrali.“ Součástí odpovědi muselo být i zdůvodnění. Jak odpovědi a) až c), tak i jejich odůvodnění i) až iii) žáci vybírali ze třech uvedených možností, které jsou uvedeny níže:

- a) *Odstraníme-li živou biomasu (např. les) z velké plochy, má to příznivý vliv na naše životní prostředí*
- b) *Odstraníme-li živou biomasu (např. les) z velké plochy, nemá to žádný vliv na naše životní prostředí*
- c) *Odstraníme-li živou biomasu (např. les) z velké plochy, má to negativní vliv na naše životní prostředí*

- i) *rostliny, hlavně lesy, vypařují mnoho vody a způsobují tak sucho*
- ii) *se sníží množství oxidu uhličitého v atmosféře a sníží se globální oteplování*
- iii) *se oteplí okolní vzduch, v krajině ubude voda a způsobí to erozi půdy*

Bod byl přidělen za správnou odpověď včetně odůvodnění. Správná možnost byla pouze jediná a sice: „c) *Odstraníme-li živou biomasu (např. les) z velké plochy, má to negativní vliv na naše životní prostředí; iii) se oteplí okolní vzduch, v krajině ubude voda a způsobí to erozi půdy.*“ Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 13.

Tab. č. 13: Výsledky ot. č. 9 žákovského dotazníku: *Vyberte z následujících tvrzení jedno pravdivé a následně vyberte jeden z důvodů, proč jste toto tvrzení vybrali.*

| Správné odpovědi | | Chybné odpovědi | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Absolutní hodnoty | Relativní hodnoty | Absolutní hodnoty | Relativní hodnoty |
| 107 | 69,48 % | 47 | 30,52 % |

Správnou odpověď včetně odůvodnění uvedlo necelých 70 % dotazovaných. Zbylých 30 % odpovědělo buďto úplně špatně nebo špatně uvedlo zdůvodnění.

Následující otázka č. 10: „*Pro jaký proces rostlina spotřebovává největší část sluneční energie, která na ni dopadá?*“ naráží na další z řady miskonceptů. Výsledky prezentuje tabulka č. 14.

Tab. č. 14: Výsledky ot. č. 10 žákovského dotazníku: *Pro jaký proces rostlina spotřebovává největší část sluneční energie, která na ni dopadá?*

| Správné odpovědi | | Chybné odpovědi | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Absolutní hodnoty | Relativní hodnoty | Absolutní hodnoty | Relativní hodnoty |
| 0 | 0 % | 154 | 100 % |

Na tuto otázku se neobjevila jediná správná odpověď. Všichni účastníci reagovali odpovědí chybnou a sice, že jde o fotosyntézu, nebo o růst a rozkvet. Správná odpověď přitom zněla „*transpirace nebo evapotranspirace*“. Bod by byl přidělen i za odpověď „*výpar*“.

Posledních 5 otázek žákovského dotazníku bylo směřovaných na jejich vlastní subjektivní pocity a názory na výuku. Zkoumalo se, jaké jsou názory na různé způsoby výuky a jaký postoj zaujímají k využívání různých výukových a vzdělávacích pomůcek. Otázka č. 11 zahrnovala 8 podotázek, kde žáci hodnotili na škále od 1 do 5 uvedené situace a návrhy na výuku. Vyhodnocení podotázek se udělalo pomocí průměrné hodnoty, kterou žáci uváděli a její směrodatné odchylky. Celé znění otázky č. 11: „*Jaká výuka o rostlinách by Tě bavila? U každé z následujících otázek zaškrtni stupeň na stupnici, který nejlépe vyjadřuje Tvůj názor (známkuj jako ve škole, 1= líbilo by se Ti nejvíce, 5= vůbec by se Ti nelíbilo).*“

Seznam podotázek:

- a) *Klasická výuka s výkladem učitele*
- b) *Pomocí interaktivní výukové aplikace v mobilu nebo tabletu*
- c) *Pomocí interaktivní výukové aplikace v počítači*
- d) *Terénní úlohy, kde bychom měřili s chytrými přístroji*
- e) *Laboratorní úlohy, kde bychom měřili s chytrými přístroji*
- f) *Výukové video*
- g) *Kvízy na PC, tabletu, mobilu*
- h) *Výuka, při které bychom viděli reálné příklady z krajiny*

Pro zachování přehlednosti výsledků je kompletní vyhodnocení těchto podotázek souhrmně uvedeno v tabulce č. 15.

Tab. č. 15: Vyhodnocení ot. č. 11 žakovského dotazníku: *Jaká výuka o rostlinách by Tě bavila? U každé z následujících otázek zaškrtni stupeň na stupnici, který nejlépe vyjadřuje Tvůj názor.*

| Podotázka | Průměrná odpověď | Směrodatná odchylka |
|------------------|-------------------------|----------------------------|
| a) | 2,72 | 1,20 |
| b) | 2,41 | 1,21 |
| c) | 2,35 | 1,10 |
| d) | 2,18 | 1,19 |
| e) | 2,09 | 1,23 |
| f) | 2,50 | 1,24 |
| g) | 2,13 | 1,10 |
| h) | 1,69 | 1,03 |

Podle tabulky č. 15 by žáky nejvíce zaujaly ve výuce reálné příklady z krajiny. Nejhůře v hodnocení dopadla klasická výuka s výkladem učitele, kde žáci zaujímali spíše neutrální postoj. Celkově však žáci hodnotili nabízené možnosti relativně pozitivně a spíše se přiklánějí k tomu, že by se jim ve výuce líbily.

Poslední čtyři otázky č. 12, 13, 14 a 15 se týkaly využívání tabletů a počítačů ve škole a doma. Žák uváděl, jestli tyto pomůcky využívá a) často, b) málokdy nebo c) vůbec.

Znění otázek:

ot. č. 12: Ve škole se v hodinách přírodopisu učíme s pomocí počítače

ot. č. 13: Ve škole se v hodinách přírodopisu učíme s pomocí tabletů

ot. č. 14: Když se doma učím na přírodopis, používám k tomu počítač

ot. č. 15 Když se doma učím na přírodopis, používám k tomu mobil nebo tablet

Průměrné hodnoty včetně směrodatných odchylek uvádějí tabulky č. 16-19.

Tab. č. 16: Výsledky ot. č. 12 žakovského dotazníku: *Ve škole se v hodinách přírodopisu učíme s pomocí počítače.*

| Odpověď | Absolutní hodnoty | Relativní hodnoty |
|----------------|--------------------------|--------------------------|
| a) často | 58 | 37,66 % |
| b) málokdy | 53 | 34,42 % |
| c) vůbec | 43 | 27,92 % |

Tab. č. 17: Výsledky ot. č. 13 žakovského dotazníku: *Ve škole se v hodinách přírodopisu učíme s pomocí tabletů.*

| Odpověď | Absolutní hodnoty | Relativní hodnoty |
|----------------|--------------------------|--------------------------|
| a) často | 2 | 1,30 % |
| b) málokdy | 5 | 3,25 % |
| c) vůbec | 147 | 95,45 % |

Tab. č. 18: Výsledky ot. č. 14 žakovského dotazníku: *Když se doma učím na přírodopis, používám k tomu počítač.*

| Odpověď | Absolutní hodnoty | Relativní hodnoty |
|----------------|--------------------------|--------------------------|
| a) často | 39 | 25,33 % |
| b) málokdy | 72 | 46,75 % |
| c) vůbec | 39 | 25,33 % |

Tab. č. 19: Výsledky ot. č. 15 žakovského dotazníku: *Když se doma učím na přírodopis, používám k tomu mobil nebo tablet*

| Odpověď | Absolutní hodnoty | Relativní hodnoty |
|----------------|--------------------------|--------------------------|
| a) často | 42 | 27,27 % |
| b) málokdy | 73 | 47,40 % |
| c) vůbec | 39 | 25,33 % |

Z tabulky č. 16 je vidět, že žáci ve škole počítače ve výuce používají často nebo málokdy. Necelých 28 % respondentů uvedlo, že tuto pomůcku v hodinách přírodopisu nepoužívají. Co se týče používání tabletů při výuce, tak naprostá většina tuto pomůcku nevyužívá vůbec. Pouze zanedbatelná část respondentů tablety používá. Tabulka č. 18 ukazuje výsledky týkající se používání počítače při domácím studiu. Zde uvedlo přes 70 % dotazovaných, že ho užívají jako studijní pomůcku, z toho bylo 39 žáků, kteří ho používají často a 72, kteří málokdy. Poslední otázka byla směřována na používání mobilů a tabletů při domácím samostudiu. Tady se vyjádřilo necelých 27 % respondentů, že tyto pomůcky používá často a přes 25 % je nepoužívá vůbec.

11 Diskuse

Z pohledu vyučujících je na základě otázky č. 1 patrné, že téma fotosyntézy je pro žáky relativně náročné. Jak již bylo v úvodních kapitolách naznačeno, tak toto téma je náročné z několika hledisek, a proto se u žáků netěší velkému zájmu. Druhá otázka učitelského dotazníku toto tvrzení jasně podporuje. Téměř polovina dotazovaných uvádí za největší problém přílišnou abstraktnost nebo celkový nezájem ze strany žáků. Na otázku č. 3, kde vyučující odpovídali, zda využívají výukové zdroje, a pokud ano tak jaké, odpovědělo 70 %, že tyto zdroje využívá. Snaží se tak žákům téma co nejvíce přiblížit hlavně prostřednictvím videí nebo vlastních prezentací. V doplňkové otázce uvedlo 100 % dotazovaných, že by uvítali možnost používání výukové aplikace. Ta by podle nich měla obsahovat především výuková videa a schémata, testy s automatickým vyhodnocením, grafy a interaktivní učebnice fotosyntézy s terénními úlohami. Následující otázka č. 4, která se týkala vlastního studia tématu fotosyntézy na vysoké škole, poukázala na to, že i vyučující v průběhu svého vzdělávání považovali toto téma za velmi obtížné. To se může projevit ve vlastní výuce. Zároveň v další otázce č. 7 uvedlo 70 % respondentů fakt, že o fotosyntéze rádi učí. V poslední otázce uvedlo pouze 30 % respondentů, že si všimají mezi žáky zájmu o rostliny v krajině. Zbýlých 70 % si nevšimlo ničeho nebo úplně popírají jakýkoliv zájem.

Řada žáků v dotaznicích definovalo biomasu jako obnovitelný zdroj energie. Je otázka, zda pojem opravdu znají a již se s ním seznámili nebo reagovali díky otázce druhé, kde je doslova uvedeno: „Biomasa je považována za obnovitelný zdroj energie,“ jenž k takové odpovědi svádí. S reakcí, že jde o náhražku skutečného masa rostlinnou alternativou, se setkala ve svém výzkumu i Pavlátová (2019). Poukazuje na miskoncepci, která se odvíjí od podobnosti se slovy „bio“ a „maso“. Nicméně podle jejích výsledků se jednalo o ojedinělé případy na prvním stupni, na druhém se neobjevily vůbec. V této práci se podobná odpověď vyskytla pouze jednou. Zároveň na tuto otázku navazovala druhá, jejíž předmětem byla energie biomasy a její zdroj. Tady si pouhých necelých 15 % žáků uvědomilo, že energie pochází ze sluneční energie. Otázka č. 3 se ptala na procentuální zastoupení využívání biomasy v kategorii obnovitelných zdrojů energie. Tady se žáci trefovali do správné odpovědi přesně z 50 %. Žáci otázku č. 4 zodpovídali opět s téměř poloviční úspěšností a správně uvedli, že jde o fotosyntézu. Za správnou odpověď se považoval i růst, ten ale uvedlo minimum respondentů, konkrétně pouze 7. Je možné spekulovat, zda si žáci opravdu uvědomují, že tento proces je nejdůležitější, nebo je k této odpovědi vedl obsah dotazníku, který je zaměřen právě na toto téma. Druhou nejčastější odpovědí, již ale chybnou, kterou

uvedlo 61 žáků, bylo „nevím“. Objevovaly se ale i odpovědi jako „trávení, vylučování nebo získávání kyslíku“. Další otázka č. 5 ohledně zdroje živin rostlin přinesla odpovědi typu „z půdy, vody, slunce“. Někteří zde přímo odkazovali na fotosyntézu a její produkty, někdo obecně na vzduch a někdo na humus obsažený v půdě. Drtivá většina odpovědí však obsahovala pouze jeden zdroj živin a to půdu. Žáci si tedy často neuvědomovali spojitost s fotosyntézou, jejíž primárním smyslem je právě produkce živin. V otázce č. 6 si řada žáků uvědomovala důležitost vody, živin, a především slunce jako hlavní potřeby pro růst rostlin. Zajímavé byly i poznatky, že rostlina k růstu potřebuje prostor a čas. Výsledky otázky č. 7 jasně deklarují již dříve zjištěné žákovské miskoncepce. Podobných výsledků se dobrali například Galvin, Simmie & O’Grady (2015). Vyplývá z toho jasná miskoncepce a sice, že rostliny nedýchají vůbec nebo, že rostliny při dýchání vdechují oxid uhličitý a vydechují kyslík, viz Cañal (1999). Ani ne 10 žáků z celkového množství 154 respondentů si neuvědomuje vztah mezi fotosyntézou a dýcháním. Zajímavé je, že většina si pak uvědomuje, že v noci rostliny přijímají kyslík a vydávají oxid uhličitý. To může znamenat další miskoncepce a sice tu, že rostliny přes den fotosyntetizují a v noci dýchají, jak podobně říká studie Özay & Öztas (2003), Ekici, Ekici & Aydin (2007), Galvin, Simmie & O’Grady (2015) nebo Yenilmez & Tekkaya (2006). V otázce č. 8 se žáci pokoušeli odhadnout množství dřeva, které je třeba na denní otop domácnosti v zimě s nárokem 40 kWh. Správnou odpověď zhruba 10 kg uvedlo více než 50 % žáků. 54 respondentů reagovalo možností 100 kg. V následující otázce č. 9 žáci víceméně odpovídali správně. 136 žáků uvedlo odpověď správnou, ale zdůvodnění chybné, proto nemohl být udělen bod. Podle výsledků je tedy patrné, že význam biomasy v krajině žáci chápou, ale pouze částečně. Chybí tedy správné důsledky, které s odstraněním biomasy souvisí. Otázka č. 10 byla cíleně zaměřená na další miskoncepce, se kterou se žáci setkávají a popisuje ji studie např. Amir & Tamir (1994). Jde o mylnou představu, že rostlina využívá nejvíce energie na uskutečnění a průběh fotosyntézy. Výsledky jasně potvrzují, že tato miskoncepce přetrvává i dnes a v této studii se vyskytla ve 100 % odpovědí. Žáci taktéž uváděli odpovědi jako růst nebo rozkvět, což je stejně tak chybná odpověď. V otázce č. 11 se žáci pokoušeli vyjádřit své pocity ohledně nabízených situací a výukových forem. Nejlepších hodnot ze všech podotázek měla poslední, kde žáci vyjádřili největší zájem o reálné příklady z krajiny, které by měl vyučující do výuky zahrnout. S těmi se žáci mají největší šanci ve skutečném životě setkat a zažít je na vlastní kůži. Vlastní zkušenost získaná například praktickou badatelsky orientovanou výukou je velmi účinným způsobem, jak se postupně zbavovat miskoncepce (Čipková, Karolčík & Vörösová, 2017). Oproti tomu s nejhorší známkou se potýkala hned první

podotázka, kde žáci reagovali v průměru téměř známkou 3 na klasickou výuku s výkladem. Tento tradiční vyučovací styl tzv. frontální výuky je zároveň z dnešního pohledu jedním z nejméně efektivních (Zormanová, 2012). Hodnocení zbylých podotázek bylo vesměs relativně podobné a pohybovalo se kolem známky 2. Ty totiž nabízely využívání výukových aplikací a technologických pomůcek v podobě chytrých přístrojů na měření, které jsou pro děti atraktivní, anebo terénní případně laboratorní cvičení, kde by měly šanci si měření a použití přístrojů samy vyzkoušet. Poslední série čtyř otázek se týkala studia přírodopisu doma a ve škole a využívání technologických pomůcek jako jsou počítače, mobily a tablety. Tyto otázky byly součástí, jelikož měly podat informace o tom, na které platformy by měla být případná aplikace na pomoc výuky fotosyntézy uvedena. Co se týče studia ve škole tak nejvíce využívané jsou klasické stolní počítače, respektive notebooky. S těmi se ve výuce setkalo pře 100 ze 154 respondentů. Tablety na druhou stranu nepoužívá ve výuce téměř nikdo, pouze 7 žáků uvedlo, že je používá často nebo málokdy. Ty, spolu s mobily, jsou ale pomůckou, které naopak při domácím studiu využívá 115 dotazovaných, a to často nebo málokdy. Na 111 žáků využije za těchto okolností počítač. Na základě těchto výsledků se dá říci, že by aplikace měla mít svou mobilní i desktopovou verzi.

12 Závěr

Cílem této práce bylo upozornit na problémy ve výuce fotosyntézy v souvislosti s tvorbou biomasy a cíli trvale udržitelného rozvoje. Těžištěm bylo dotazníkové šetření, které probíhalo na základních školách a víceletých gymnáziích. Smyslem dotazníků bylo zjistit úroveň žákovských znalostí a názory učitelů na výuku tohoto tématu.

Výsledky jednoznačně poukazují na to, že miskoncepce popsané v teoretickém úvodu ohledně dýchání rostlin, jejich výživy nebo hlavního významu fotosyntézy jsou těmi, které se ve velké míře vyskytují i v dnešní době. Problémem však nutně nemusí být učebnice, jejichž analýza byla součástí práce. Ty se totiž vykazují dostatečným množstvím informací, které tyto miskoncepce jsou schopny spolehlivě vyvrátit. Je tedy možné si to vysvětlit tím, že se dnešní výuka spíše orientuje na více digitálních technologií a internetové zdroje, kde může snadněji dojít k nesprávné interpretaci dat a informací, oproti profesionálně vytvořeným a ověřeným učebnicím. Je proto především na vyučujícím, aby sám zvolil vhodné vyučovací metody a prostředky a zároveň na žácích, aby o téma neztráceli zájem a pokoušeli si uvědomit význam a závažnost tématu pro budoucí vývoj populace. Rovněž je důležité, aby vyučující představovali problematiku biomasy z obou pohledů včetně rizik s ní spojených.

Z výsledků učitelských dotazníků vyplývá, že téma není tak náročné, nicméně z hlediska časové tísně není možné téma probrat do hloubky. Částečným řešením by mohla být výuková aplikace, která by dokázala rychle a efektivně téma představit a zároveň žákovské znalosti ověřit a vyhodnotit. Budoucí výzkum by se mohl zabývat konkrétními úlohami, které by aplikace měla obsahovat, jakým způsobem nejlépe kolidovat žákovské mylné představy s vědecky podloženou realitou a jak odstranit obecné stigma velmi náročného tématu.

Seznam tabulek

Tab. č. 1: Demografické údaje učitelů

Tab. č. 2: Demografické údaje z žáků

Tab. č. 3: Náročnost tématu pro žáky z pohledu učitele (ot. č. 1 učitelského dotazníku: *Jaká je dle vašeho názoru náročnost tématu fotosyntéza pro vaše žáky? Svůj názor vyjádřete hodnocením na škále od 1 do 5, stupeň 1 = téma je nenáročné, stupeň 5 = téma je velmi náročné.*)

Tab. č. 4: Kolik procent dotazovaných (ne)využívá digitální zdroje ve výuce (ot. č. 3 učitelského dotazníku: *Používáte při výuce tématu fotosyntéza digitální výukové zdroje? Pokud ano, uveďte prosím, jaké.*)

Tab. č. 5: Náročnost tématu z dob vlastního studia (ot. č. 4 učitelského dotazníku: *Pokud si vzpomenete na vlastní vysokoškolská studia, jak obtížné bylo téma fotosyntézy pro Vás během Vašeho vysokoškolského studia? Ohodnoťte na stupnici od 1 do 5.*)

Tab. č. 6: Fotosyntéza jako oblíbené téma v pedagogické praxi (ot. č. 5 učitelského dotazníku: *Patří téma fotosyntézy k oblíbeným ve Vaší praxi, tzn. učíte o fotosyntéze rád/a?*)

Tab. č. 7: Zájem o poznání významu rostlin v krajině mezi žáky (ot. č. 6 učitelského dotazníku: *Pozorujete u svých žáků zájem o poznání významu rostlin v krajině?*)

Tab. č. 8: Výsledky otázky č. 2 žákovského dotazníku: *Biomasa je považována za obnovitelný zdroj energie. Odkud pochází energie, která je v biomase skryta?*

Tab. č. 9: Výsledky ot. č. 3 žákovského dotazníku: *Česká republika využívá k výrobě energie uhlí ze 45 %, jádro ze 43 % a obnovitelné zdroje (vodní energie, větrná energie, sluneční energie, biomasa) ze 12 %. Jaký je podíl biomasy na obnovitelných zdrojích?*

Tab. č. 10: Výsledky ot. č. 4 žákovského dotazníku: *Jaký proces v rostlinném těle je nejdůležitější pro tvorbu biomasy?*

Tab. č. 11: Procentuální zastoupení odpovědí na ot. č. 7 žákovského dotazníku: *Do následující tabulky doplň, jaké plynné látky rostliny přijímají z atmosféry a jaké do ní uvolňují ve dne a jaké v noci?*

Tab. č. 12: Výsledky ot. č. 8 žákovského dotazníku: *Jestliže v zimě spotřebujeme na otop v domácnosti za den např. 40 kWh elektrické energie, dokážete si představit, jaké množství dřeva na to přibližně spotřebujeme?*

Tab. č. 13: Výsledky ot. č. 9 žákovského dotazníku: *Vyberte z následujících tvrzení jedno pravdivé a následně vyberte jeden z důvodů, proč jste toto tvrzení vybrali.*

Tab. č. 14: Výsledky ot. č. 10 žákovského dotazníku: *Pro jaký proces rostlina spotřebovává největší část sluneční energie, která na ni dopadá?*

Tab. č. 15: Vyhodnocení ot. č. 11 žákovského dotazníku: *Jaká výuka o rostlinách by Tě bavila? U každé z následujících otázek zaškrtni stupeň na stupnici, který nejlépe vyjadřuje Tvůj názor.*

Tab. č. 16: Výsledky ot. č. 12 žákovského dotazníku: *Ve škole se v hodinách přírodopisu učíme s pomocí počítače.*

Tab. č. 17: Výsledky ot. č. 13 žákovského dotazníku: *Ve škole se v hodinách přírodopisu učíme s pomocí tabletů.*

Tab. č. 18: Výsledky ot. č. 14 žákovského dotazníku: *Když se doma učím na přírodopis, používám k tomu počítač.*

Tab. č. 19: Výsledky ot. č. 15 žákovského dotazníku: *Když se doma učím na přírodopis, používám k tomu mobil nebo tablet*

Seznam obrázků

Obr. č. 1: Nejčastější odpovědi na otázku č. 2 učitelského dotazníku: *Co považujete za největší problém při výuce tématu fotosyntézy?*

Obr. č. 2: Digitální výukové zdroje, které učitelé ve výuce (ne)používají (ot. č. 3 učitelského dotazníku: *Používáte při výuce tématu fotosyntéza digitální výukové zdroje? Pokud ano, uveďte prosím, jaké.*)

Obr. č. 3: Nejčastější odpovědi na to, co je to biomasa (1. otázka žákovského dotazníku: *Co je to rostlinná biomasa?*)

Obr. č. 4: Kategorie odpovědí zdrojů živin pro rostliny (ot. č. 5 žákovského dotazníku: *Rostliny získávají živiny z...*)

Obr. č. 5: Potřeby rostlin, které jsou podle žáků nezbytné pro růst rostlin (ot. č. 6 žákovského dotazníku: *Do následující tabulky doplň, co všechno rostlina potřebuje ke svému růstu a odkud to získává. Vyjmenuj vše, co je podle Tebe pro růst nezbytné.*)

Obr. č. 6: Zdroje potřeb rostlin pro růst (ot. č. 6 žákovského dotazníku: *Do následující tabulky doplň, co všechno rostlina potřebuje ke svému růstu a odkud to získává. Vyjmenuj vše, co je podle Tebe pro růst nezbytné.*)

Obr. č. 7: Odpovědní tabulka (ot. č. 7 žákovském dotazníku: *Do následující tabulky doplň, jaké plynné látky rostliny přijímají z atmosféry a jaké do ní uvolňují ve dne a jaké v noci?*)

13 Zdroje a literatura

Amir, R., & Tamir, P. (1994). In-depth analysis of misconceptions as a basis for developing research-based remedial instruction: The case of photosynthesis. *The American Biology Teacher*, 56(2), 94-100.

Anderson, C. W., Sheldon, T. H., & Dubay, J. (1990). The effects of instruction on college nonmajors' conceptions of respiration and photosynthesis. *Journal of Research in Science teaching*, 27(8), 761-776.

Atila, C. I. (2012). What makes biology learning difficult and effective: Student's views. *Educational research and reviews*, 7(3), 61-71.

Bahar, M. (2003). Misconceptions in biology education and conceptual change strategies. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 3(1), 55-64.

Barker, M., & Carr, M. (1989). Teaching and learning about photosynthesis. Part 1: An assessment in terms of students' prior knowledge. *International Journal of Science Education*, 11(1), 49-56.

Bell, B. (1985). Students' ideas about plant nutrition: What are they?. *Journal of Biological Education*, 19(3), 213-218.

Berndes, G., Hoogwijk, M., & Van den Broek, R. (2003). The contribution of biomass in the future global energy supply: a review of 17 studies. *Biomass and bioenergy*, 25(1), 1-28.

Bufka, A., Veverková, J., & Modlík, M. (2019). Obnovitelné zdroje energie v roce 2018. Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR.

Cañal, P. (1999). Photosynthesis and 'inverse respiration' in plants: an inevitable misconception?. *International Journal of Science Education*, 21(4), 363-371.

Coley, J. D., & Tanner, K. D. (2012). Common origins of diverse misconceptions: Cognitive principles and the development of biology thinking. *CBE—Life Sciences Education*, 11(3), 209-215.

Čáp, J., & Mareš, J. (2007). *Psychologie pro učitele*. Vyd. 2. Praha: Portál, 2007.

Červenková, I. (2010). *Žák a učebnice: užívání učebnic na 2. stupni základních škol*. Ostravská univerzita v Ostravě, Pedagogická fakulta.

Čipková, E., Karolčík, Š., & Vörösová, N. (2017). Korekcia miskonceptí žiakov o fotosyntéze a dýchaní rastlín prostredníctvom bádateľsky orientovaného vyučovania. *Biologie-Chemie-Zeměpis*, 26(3), 24-34.

Efe, H. A., Oral, B., Efe, R., & Sünkür, M. Ö. (2011). The effects of teaching photosynthesis unit with computer simulation supported co-operative learning on retention and student attitude to biology. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 5(1), 313-329.

Ekici, F., Ekici, E., & Aydin, F. (2007). Utility of Concept Cartoons in Diagnosing and Overcoming Misconceptions Related to Photosynthesis. *International Journal of Environmental and Science Education*, 2(4), 111-124.

Galvin, E., Mooney Simmie, G., & O'Grady, A. (2015). Identification of misconceptions in the teaching of biology. *Higher Education of Social Science*, 8(2), 1-8.

Gavora, P., 2000: Úvod do pedagogického výzkumu, Paido, Brno.

Gomez-Zwiep, S. (2008). Elementary teachers' understanding of students' science misconceptions: Implications for practice and teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 19(5), 437-454.

Guzzetti, B. J. (2000). Learning counter-intuitive science concepts: What have we learned from over a decade of research?. *Reading & Writing Quarterly*, 16(2), 89-98.

Hadiprayitno, G. (2019). Problems in learning biology for senior high schools in Lombok Island. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1241(1), p. 012054.

Haslam, F., & Treagust, D. F. (1987). Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier multiple choice instrument. *Journal of biological education*, 21(3), 203-211.

Hewson, P. W. (1981). A conceptual change approach to learning science. *European journal of science education*, 3(4), 383-396.

Jakrlová, J., Kincl, L., & Kincl, M. (2006). *Biologie rostlin*. Fortuna, Praha.

Joseph, B. (2008). *Environmental Studies* (2nd edition). Tata Mcgraw Hill.

Kohoutek, R. (2008). Kognitivní vývoj dětí a školní vzdělávání. *Pedagogická orientace*, 18(3), 3-22.

Köse, S. (2008). Diagnosing student misconceptions: Using drawings as a research method. *World Applied Sciences Journal*, 3(2), 283-293.

Köse, S., & Uşak M. (2006). Determination of prospective science teachers' misconceptions: Photosynthesis and respiration in plants. *International Journal of Environmental and Science Education*, 1(1), 25-52.

Kubiátko, M., & Haláková, Z. (2010). Miskoncepce vo vyučovaní biológie: Možnosti ich skúmania na príklade témy vtáky. In J. Škoda & P. Doulík (Eds.), *Prekoncepce*

a miskoncepce v oborových didaktikách (s. 143–165). Ústí nad Labem: Vydavatelství J. E. Purkyně v Ústí nad Labem.

Kubiátko, M., & Prokop, P. (2009). Pupils' Understanding of Mammals: an Investigation of the Cognitive Dimension of Misconceptions. *Orbis scholare*, 3(2), 97-112.

Kyriacou, C. (1985). Conceptualising research on effective teaching. *British Journal of Educational Psychology*, 55(2), 148-155.

Lister, M., Dovey, J., Giddings, S., Grant, I., & Kelly, K. (2009). *New Media* (2nd edition). Routledge.

Marmaroti, P., & Galanopoulou, D. (2006). Pupils' understanding of photosynthesis: A questionnaire for the simultaneous assessment of all aspects. *International Journal of Science Education*, 28(4), 383-403.

Michael, J. (2002). Misconceptions—what students think they know. *Advances in Physiology Education*, 26(1), 5-6.

Nečas, J. (2008). Opravdu chceme trvale udržitelný rozvoj?. *Envigogika*, 3(1).

Özay, E., & Öztaş, H. (2003). Secondary students' interpretations of photosynthesis and plant nutrition. *Journal of Biological Education*, 37(2), 68-70.

Pavelková, I. (2002). Motivace žáků k učení: perspektivní orientace žáků a časový faktor v žákovské motivaci. Univerzita Karlova.

Pavlátová, V. (2019). Využití pojmových map s následným rozhovorem jako výzkumného nástroje při hledání žákovských miskonceptů. *Envigogika*, 14(1).

Piaget, J. (1999). *Psychologie inteligence*. Praha: Portál.

Průcha, J. (1987). Determinanty reálné výuky. *Pedagogika*, 37, 395-415.

Průcha, J., Walterová, E., & Mareš, J. (2003). *Pedagogický slovník*. Portál, Praha.

Reints, A., & Wilkens, H. (2014). Know What Works and Why. *Kennisnet*, April, 5-37.

Ryplová, R. (2014). *Fyziologie rostlin*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

Seymour, J., & Longden, B. (1991). Respiration—that's breathing isn't it?. *Journal of Biological Education*, 25(3), 177-183.

Sikorová, Z. (2010). Učitel a učebnice: užívání učebnic na 2. stupni základních škol. Ostravská univerzita v Ostravě, Pedagogická fakulta.

Sikorová, Z., Václavík, M., & Červenková, I. (2019). Užívání tištěných a digitálních zdrojů v práci učitelů 2. stupně ZŠ: hybridizace a remixování. *Studia paedagogica*, 24(3), 111-129.

Stavy, R., Eisen, Y., & Yaakobi, D. (1987). How students aged 13-15 understand photosynthesis. *International Journal of Science Education*, 9(1), 105-115.

Stránská, Z., & Blažková, H. Motivace žáků k učení. In Sborník prací Filozofické fakulty brněnské univerzity. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2001. s. 7-25.

Svandova, K. (2014). Secondary school students' misconceptions about photosynthesis and plant respiration: Preliminary results. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(1), 59-67.

Šimčáková, L. (1986). Riadenie verbálnej komunikácie. In P. Gavora, *Pedagogická komunikácia v základnej škole*. pp. 104-154. Veda.

Taş, E., & Köse, S. (2006). The effects of computer-assisted instruction material on understanding photosynthesis subject. *International journal of environmental and science education*, 1(2), 163-171.

Tekkaya, C., Özkan, Ö., & Sungur, S. (2001). Biology concepts perceived as difficult by Turkish high school students. *Hacettepe üniversitesi eğitim fakültesi dergisi*, 21(21).

Vassilev, S. V., Baxter, D., Andersen, L. K., & Vassileva, C. G. (2010). An overview of the chemical composition of biomass. *Fuel*, 89(5), 913-933.

Waheed, T., & Lucas, A. M. (1992). Understanding interrelated topics: photosynthesis at age 14+. *Journal of Biological Education*, 26(3), 193-199.

Yenilmez, A., & Tekkaya, C. (2006). Enhancing students' understanding of photosynthesis and respiration in plant through conceptual change approach. *Journal of science Education and Technology*, 15(1), 81-87.

Zolin, M., B. (2011). Diversification of household income in rural areas: opportunities and risks of biomass energy. *The Open Geography Journal*, 4(1), 16-28.

Zormanová, L. (2012). *Výukové metody v pedagogice*. Grada Publishing as.

Zvěřinová, G. (2018). *Analýza miskoncepčí v první pomoci u pedagogů základních škol a gymnázií v České republice [Diplomová práce]*. Univerzita Karlova. Bridgewater, T. (2006). Biomass for energy. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(12), 1755-1768.

Seznam učebnic

Čabradová, V. (2005). *Přírodopis 7: učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Fraus.

Čabradová, V. (2010). *Přírodopis pro 6. ročník základní školy a víceletá gymnázia (2., aktualiz. vyd)*. Fraus.

Červený, P., Machalová, P., & Matušková, A. (2009). *Zeměpis 6: pro základní školy a víceletá gymnázia (2., aktualiz. vyd)*. Fraus.

Marada, M., Hanus, M., & Kocová, T. (2017). Zeměpis 9: pro základní školy a víceletá gymnázia. Fraus.

Škoda, J., Doulík, P., & Šmídl, M. (2007). Chemie 9 pro základní školy a víceletá gymnázia. Fraus.

Švecová, M., Matějka, D., & Dupalová, A. (2008). Přírodopis 9 pro základní školy a víceletá gymnázia. Fraus.

Internetové zdroje

STAFROS (2021). Biomasa v trvale udržitelné krajině: digitální platforma pro výuku fotosyntézy ve vodě a na souši k poznání úlohy rostlin v krajině [cit. 22. 3. 2022]. Dostupné z: <https://starfos.tacr.cz/cs/project/TL05000150#project-main>.

RVP ZV (2021). Praha, MŠMT 2021 [cit. 20. 3. 2022]. Dostupné z: <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavacici-program-pro-zakladni-vzdelavani-rvp-zv/>.

Zelená dohoda pro Evropu (2019). Evropská komise [cit. 2. 4. 2022]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_cs.