



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

Téma rostlinné biomasy a její fotosyntetické produkce ve výuce přírodopisu z pohledu žáků a učitelů ZŠ

Vypracovala: Kateřina Nováková
Vedoucí práce: RNDr. Ryplová Renata, Ph.D.

České Budějovice 2021

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

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

.....

(Kateřina Nováková)

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí práce RNDr. Renatě Ryplové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky k mé bakalářské práci.

Poděkování platí i pro respondenty z řad učitelů i žáků osmých a devátých tříd základních škol a nižšího víceletého gymnázia, kteří se podíleli na dotazníkovém šetření k mé bakalářské práci.

Abstrakt

Tato práce přináší výsledky výzkumu, jenž se zaměřuje na úroveň znalostí žáků osmých a devátých tříd základních škol a víceletých gymnázií o rostlinné biomase a její fotosyntetické produkci ve výuce přírodopisu. Tento výzkum byl realizovaný na jednom víceletém gymnáziu a na čtyřech základních školách. Bakalářská práce také řeší pohled učitelů a jejich přístup k vyučování tohoto tématu. Úvodní část práce je věnována tématu rostlinná biomasa a fotosyntetické produkce. Práce se dále věnuje problematice miskoncepcí, které za pomoci vyučujícího a jeho přístupem k výuce může tyto mylné představy odstranit. Práce se také věnuje zařazení téma fotosyntézy do výuky na základních školách a nižších víceletých gymnáziích s ohledem na didaktické učebnice. K závěru práce jsou zmíněny výsledky respondentů z řad učitelů i žáků zjišťované pomocí dotazníkového šetření provedeného na pěti školách. Výsledky ukazují, že úroveň znalostí téma biomasy a její fotosyntetické produkce je poměrně nízká. Lze tedy usuzovat, že důvodem může být abstraktnost tohoto téma a žáci nejsou schopni si tuto problematiku představit a správně ji pochopit.

Klíčová slova: rostlinná biomasa, fotosyntéza, miskoncepce

Abstract

This bachelor thesis presents the results of a research that focuses on the level of the eighth and ninth grade of primary schools and multi-year high schools student knowledge about plant biomass and its photosynthetic production in science education. This research was conducted at a multi-year high school and four elementary schools. The bachelor thesis also addresses the teachers' perspective and their teaching approach of this topic. The introductory part of the thesis is devoted to the topic of plant biomass and photosynthetic production. The thesis also addresses the issue of misconceptions that, with the help of the teacher and their approach to teaching, can remove these misconceptions. The thesis also discusses the inclusion of the topic of photosynthesis in the teaching of primary schools and multi-year high schools with regard to didactic textbooks. Towards the end of the thesis, the results of the teacher and student respondents collected through a questionnaire survey conducted in five schools are mentioned. The results show that the level of knowledge on the topic of biomass and its photosynthetic production is relatively low. Therefore, it can be concluded that the reason may be the abstractness of the subject and the pupils are not able to visualize and understand the issue properly.

Key Words: plant biomass, photosynthesis, misconception

Obsah

1	ÚVOD	1
2	LITERÁRNÍ PŘEHLED	2
2.1	BIOMASA	2
2.1.1	<i>Způsoby získání energie</i>	3
2.2	CÍLE UDRŽITELNÉHO ROZVOJE	4
2.3	FOTOSYNTÉZA	5
2.3.1	<i>Chloroplasty</i>	5
2.3.2	<i>Fotosyntetická barviva</i>	5
2.3.3	<i>Světelná fáze</i>	6
2.3.4	<i>Temnostní fáze</i>	7
2.4	MISKONCEPCE	7
2.4.1	<i>Žákovské miskoncepce o fotosyntéze</i>	9
2.4.2	<i>Miskoncepce o dýchání rostlin ve spojitosti s fotosyntézou</i>	11
2.4.3	<i>Miskoncepce u budoucích učitelů</i>	11
2.5	ELIMINACE MISKONCEPCÍ	12
2.6	POSTOJE UČITELŮ	13
2.7	ATRAKTIVITA BIOLOGIE	14
2.8	RÁMCOVĚ VZDĚLÁVACÍ PROGRAM PRO ZÁKLADNÍ VZDĚLÁNÍ- RVP	15
2.8.1	<i>Zařazení do RVP</i>	15
2.9	TÉMA FOTOSYNTÉZA OBSAŽENÝ V DIDAKTICKÝCH UČEBNÍCÍCH	16
2.9.1	<i>Didaktická učebnice Přírodopis 6 nakladatelství Prodos</i>	16
3	METODIKA	18
4	VÝSLEDKY	20
4.1	DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ U UČITELŮ	20
4.2	DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ U ŽÁKŮ	27
5	DISKUSE	43
6	ZÁVĚR	47

1 Úvod

Cílem mé bakalářské práce bylo zjistit pomocí dotazníkového šetření úroveň vědomostí a mylné představy o fotosyntetické produkci biomasy u dětí osmých a devátých tříd základních škol a studentů nižšího gymnázia stejné věkové kategorie jako na základních školách. Fotosyntéza je velice důležitý biochemický proces, ve kterém hrají důležitou roli všechny zelené rostliny, zelené bakterie obsahující chloroplasty, řasy a sinice. Za příznivých podmínek si tyto organismy vytvářejí organické sloučeniny, v nichž je uložena energie přeměněná z energie slunce. Energie se totiž nedokáže vytvořit, dá se pouze přeměnit z jedné formy na jinou. Rostliny vytváří kyslík jako vedlejší produkt fotosyntézy, který je i tak velice důležitým prvkem pro život na Zemi. S pojmem fotosyntéza je spojován i výraz biomasa, která vzniká procesem fotosyntézy a představuje všechny organismy, ve kterých je obsažena energie. Ukázalo se, že fotosyntéza i dýchání rostlin jsou pro žáky velice problematické učivo. Může to souviset i s tím, že předmět biologie obsahuje mnoho abstraktních pojmů, které si žáci nejsou schopni představit a vytvářejí si tak mylné představy. Tyto miskoncepce se vyskytují u žáků všech věkových kategorií, ale často i vyučující si neví s touto problematikou rady a neřadí je mezi jejich oblíbená témata ve výuce přírodopisu. Tato bakalářská práce je zaměřena i na strukturu fotosyntézy a dýchání v Rámcově vzdělávacím programu a obsahu těchto témat v učebnicích přírodopisu nakladatelství Prodos. Existuje několik způsobů, jak se těchto mylných představ zbavit a nahradit je správnými, vědecky přijatelnými koncepcemi.

2 Literární přehled

2.1 Biomasa

Pojem biomasa můžeme chápat jako hmotu, jenž zahrnuje všechny organismy na planetě Zemi, tedy jak rostliny, tak živočichy, ale i bakterie a houby (Budiš, 2011). Dá se konstatovat, že biomasa je vše kolem nás, jenž se nachází v určitém čase a konkrétním místě. Aby byla určitá látka považovaná za biomasu, musí také obsahovat biogenní prvky (například jeden z nejhlavnějších je považován uhlík, kyslík, vodík, dusík, fosfor, síra, dále menší stopové prvky draslíku, hořčíku, vápníku a železa) (Špaček, 2012). Všechny výše zmiňované organismy, tedy houby, bakterie, rostliny a živočichové, obsahují ve svých tělech organické sloučeniny, ve kterých je zabudovaná energie (Chlubný et al., 2021).

Mezi největšího producenta biomasy řadíme fotosyntetizující rostliny, které jsou schopné přeměnit sluneční energii na energii chemických vazeb za vzniku větších organických látek, tedy cukru. Tyto sacharidy se biochemickým procesem následně mohou převést na bílkoviny - látky, které jsou základem těl všech organismů (Budiš, 2011). Může se tak konstatovat, že biomasa je produktem živé přírody (Špaček, 2012). Jak již bylo zmíněno, rostliny ve svém těle obsahují velké množství energie kvůli probíhajícímu procesu fotosyntézy. Tuto energii je možné využít k přeměně na jinou formu energii a v některých případech se energie uložená v biomase využívá i jako zdroj tepla. Tento způsob uložení energie v rostlinném materiálu je velice výhodný, protože při přeměně energie se daří využívat šetrnější způsoby, než při provádění hlubokých vrtů pro čerpání ropy nebo při způsobu získávání uhlí. Pokud se dá energie různými způsoby přeměnit, což v procesech biomasy je umožněné, pak jsou považovány za jednu z variant obnovitelných zdrojů energie (Chlubný et al., 2021).

Oblast s největším potenciálem produkce biomasy je půda, která byla dříve využívána pro zemědělské účely nebo ji lidé využívali jako pastvinu pro hospodářská zvířata a následně byla dobyt看em opuštěna. Zvýšená produkce biomasy pro energetické účely má za následek ohrožení chráněných oblastí, znečišťování vodních zdrojů a snižování potravinové bezpečnosti. Pojem energie z biomasy může také označovat jakýkoli zdroj tepla vyráběný z nefosilních biologických materiálů. Energie zabudovaná v biomase může pocházet z oceánských a sladkovodních biotopů stejně jako z pevniny. Energie z biomasy sahá od palivového dřeva, přes ethanol vyráběný z kukuřice nebo cukrové třtiny až po methan

zachycený ze skládek. Energie pocházející z biomasy je široce využívána při vaření a vytápění v rozvojových zemích. Často se také využívá jako zdroj průmyslového tepla, zejména v lesnictví a papírenském průmyslu (Field et al., 2008). Česká republika využívá nejvíce obnovitelné energie biomasy z veškerých zbytků opracovaných stromů, kam mohou být zařazeny například větve, kůra, třísky, piliny a podobně. Někteří lidé s cíleným úmyslem nechávají vysazovat například rychlerostoucí stromy nebo rostliny řadící se mezi olejninu, aby získali potřebnou energii. Jako třetí možnost využití obnovitelné energie se uvádí pozůstatky potravinářského a zemědělského průmyslu, kam se může zařadit exkrement hospodářských zvířat, seno nebo sláma.

Využití biomasy je známo již od 50. let 20. století, kdy se začala v domácnostech zpracovávat energie z vlastních zdrojů pomocí pokročilé techniky, tím došlo k rozvoji zemědělství a větší produkci potravin. K tomuto účelu je také zapotřebí využití velkého množství pohonných hmot.

2.1.1 Způsoby získání energie

K nejrozšířenějšímu a nejstaršímu způsobu získání energie z biomasy se řadí proces spalování. Při tomto ději se složitější látky rozloží a při přístupu vzduchu (tedy za přítomnosti kyslíku) se vytvoří oxid uhličitý, vzniká voda a především se tímto procesem uvolňuje potřebná energie. Uvolněné množství oxidu uhličitého během spalování odpovídá koncentraci vázaného oxidu uhličitého ve stélce rostlin při jejich růstu. Koncentrace tohoto plynu je stále konstantní, a proto tedy nemůže přispívat k tvorbě skleníkového efektu. Ke spalování se dá využít několik organických látek. Může se použít například sláma, dřevo nebo dřevěné štípanky a již výše zmíněné fotosyntetizující rostliny.

Další možností, jak získat energii uloženou v biomase, je mechanická či chemická přeměna na jiné skupenství. Mechanická úprava zajišťuje vznik briket a pelet za pomoci lisování nebo drcení. Vzniklé produkty se využívají jako paliva pevného skupenství k vytápění. Chemická přeměna obsahuje procesy:

- karbonizace, při které vzniká dřevěné uhlí
- pyrolýzu, která produkuje plyny nebo i oleje
- zplyňování, jenž produkuje plyn
- fermentaci neboli kvašení, které zajišťuje produkci ethanolu

- anaerobní vyhnívání, při kterém vzniká bioplyn (Chlubný et al.).

2.2 Cíle udržitelného rozvoje

Obnovitelné zdroje v České republice zahrnují především vítr (s využitím energie větru vznikají větrné elektrárny), vodní toky (energii získávají z využití vodních elektráren), sluneční záření (kvůli tomuto záření vznikají fotovoltaické elektrárny), využití geotermální energie a v neposlední řadě se k tomuto pojmu řadí bioplyn a biomasa.

Tento program rozvoje Organizace spojených národů (OSN) platí od roku 2015 a jeho platnost vyprší v roce 2030. Zahrnuje sedmnáct hlavních cílů, které obsahují ještě dalších 169 podcílů. Na jejich vytvoření se podíleli zástupci občanské společnosti, akademické obce a zástupci občanů ze všech sedmi kontinentů.

Mezi cíle udržitelného rozvoje řadíme:

1. konec chudoby
2. konec hladu
3. zdravý a kvalitní život
4. kvalitní vzdělání
5. rovnost mužů a žen
6. pitnou vodu a kanalizaci
7. dostupné a čisté energie
8. důstojnou práci a ekonomický růst
9. průmysl, inovaci a infrastrukturu
10. méně nerovností
11. udržitelná města a obce
12. odpovědnou výrobu a spotřebu
13. klimatická opatření
14. život ve vodě
15. život na souši
16. mír, spravedlnost a silné instituce
17. partnerství ke splnění cílů

Využitím obnovitelných zdrojů energie by se měla snížit nebo úplně nahradit fosilní paliva. Sedmý bod pojednává o snížení nebo k úplné náhradě fosilních paliv. Tato paliva totiž

rychle mizí a zároveň znečišťují naši Zemi. Je také snaha o rozšíření elektřiny v rozvojových zemích. Díky tomu by se v těchto oblastech výrazně zlepšila úroveň vzdělání nebo zdravotní péče. Tyto oblasti se nacházejí tam, kde slunce svítí po celý rok a právě energie získaná ze slunce by mohla tento problém vyřešit (Opltová, 2021).

2.3 Fotosyntéza

Fotosyntéza je proces, jenž probíhá v organismech, které ve svých buňkách obsahují chloroplasty s fotosyntetickými barvivy, pohlcují světelné záření a produkují rostlinnou biomasu. Mezi tyto organismy řadíme sinice, zelené bakterie, zelené a hnědé řasy a vyšší rostliny. Fotosyntéza je biochemický děj, který určitým způsobem ovlivňuje život mnohých organismů (Urey, 2018) a umožňuje přeměnu energie slunečního záření na energii organických sloučenin, především sacharidů uložených v těle rostlin (Larcher, 1988). Když molekula pigmentu zachytí jednotku světla (foton), vynese jeho elektron do excitovaného stavu a nazývá se vysokoenergetickým, protože je ještě navíc obohacen energií z fotonu. Fotosyntéza se skládá ze světelné a temnostní fáze, při kterých vzniká sacharid jako hlavní produkt fotosyntézy a vedlejší produkt kyslík (Závodská, 2006).

2.3.1 Chloroplasty

Chloroplasty jsou orgány, které řadíme mezi plastidy a nacházejí se pouze v rostlinné buňce u rostlin a řas. Tyto orgány jsou nezbytnou součástí pro funkci fotosyntézy, kvůli obsahujícímu barvivu chlorofylu dokáže zachytit energii slunečního světla (Závodská, 2006). Chloroplasty patří mezi semiautonomní orgány a obsahují vlastní chloroplastovou deoxyribonukleovou kyselinu neboli DNA. Předpokládá se, že tato organela vznikla na základě pohlcení samostatného mikroorganismu, pravděpodobně sinice, jinou buňkou a začali dohromady tvořit symbiotický vztah (Ryplová, 2014). Chloroplast je kryt dvěma membránami, přičemž ta první vnější i druhá vnitřní jsou napnuté a tvoří záhyby. Od vnitřní membrány se odškrucují útvary, které se nazývají tylakoidy. Ty postupně nad sebe sloupcovitě usedají a tvoří grana. Vnitřní prostor chloroplastu se nazývá stroma, ve kterém se nachází současně svá vlastní chloroplastová deoxyribonukleová kyselina (DNA) a ribozomy (Ryplová, 2014; Závodská, 2006).

2.3.2 Fotosyntetická barviva

Fotosyntetická barviva jsou ve své podstatě bílkovinné povahy. Jejich hlavním úkolem je zachytit světlo o různých vlnových délkách od 380 nm, která odpovídají fialovému spektru,

po 750 nm, což představuje světlo červené. V chloroplastech se nachází hned několik odlišných pigmentů například chlorofyl a, chlorofyl b, karotenoidy a další. Nejvýznamnějším barvivem průběhu fotosyntézy je chlorofyl a, který se přímo účastní první fáze fotosyntézy. Jeho hlavní úkol je absorbovat a převést energii fotonu na energii chemických vazeb. Od chlorofylu b se liší barvou, i když pohlcují v oblasti červeného a modrého barevného spektra podobné vlnové délky a řadí se mezi pomocná barviva. Mezi další pomocná barviva patří karotenoidy nažloutlé až oranžové barvy. Hlavní funkcí těchto pomocných barviv je napomáhání chlorofylu a s předáváním světelné energie do reakčního centra (Závodská, 2006).

Listy a stélku rostlin lidé vnímají jako zelené. Tento efekt způsobuje pohlcování a odrazení světla. Chlorofyl a dokáže pohltit modrý a červený odstín vlnových délek, které odpovídají určité energii. Světlo zelené však odráží a propouští (Ryplová, 2014; Závodská, 2006).

Pokud rostlinné buňky neobsahují dostatečné množství chloroplastů s fotosyntetickými barvivy, schopnost funkce fotosyntézy se značně snižuje. Malé množství těchto fotosyntetických pigmentů se objevuje na podzim při žloutnutí listů a taktéž na počátku tvorby nových listů. Existují i další možnosti, kdy se tento jev projeví, například při nedostatečném množství srážek a minerálních látek, při působení škodlivých plynů na rostlinu, taktéž i genetika hraje významnou roli při zbarvování listů (Larcher, 1988). Rychlost fotosyntézy je mimo jiné ještě ovlivněna hustotou ozáření, také záleží na kvalitě světla, na koncentraci oxidu uhličitého a na teplotě prostředí (Kincl, 2006).

2.3.3 Světelná fáze

Probíhá na tylakoidní membráně chloroplastů, kde jsou zakotvené čtyři komplexy: fotosystém II, plastochinon nebo cytochrom, fotosystém I a enzym ATP-áza. Fotosystém-II zajistí zachycení energie ze slunečního záření v reakčním centru P 680 pomocí fotosyntetických barviv, která jsou spojena. Molekula chlorofylu absorbuje energii, oxiduje se a uvolní elektron, který vstupuje přes elektron-transportní přenašeč plastochinom a cytochrom na fotosystém I. Hlavní funkcí těchto přenašečů je zajistit zachycení elektronu a dále ho předávat dalším molekulám v pořadí. Zároveň dochází k fotolýze vody, kdy se uvolní ionty vodíku (H^+), elektrony a kyslík sloužící jako odpad přechází přes membrány chloroplastů ven z buňky (Závodská, 2006). Tyto volné elektrony z fotolýzy vody slouží k redukci oxidovaného reakčního centra. Volné vodíkové ionty vytváří protonový gradient, který se využívá při výrobě adenosintrifosfátu (ATP). Fotosystém I zachytí sluneční energii

a oxidovaná molekula chlorofylu a uvolní elektrony, které jsou použity k přenosu vodíkových protonů (H^+). Spojením dvou elektronů a volných vodíkových iontů vzniká redukční činidlo (ústní sdělení; Ryplová, 2014).

Posledním krokem je fosforylace. Děj, při kterém se energie ukládá do univerzálního přenašeče ATP. Mezi lumenem a stroma tylakoidů, tedy mezi vnitřním a vnějším prostředím, vzniká rozdílná koncentrace volných vodíkových iontů. Díky tomu, jak prochází tyto ionty skrz enzym ATP-ázu, roztočí se jako mlýnek a postupně se odkrývají místa pro tvorbu ATP (ústní sdělení).

2.3.4 Temnostní fáze

Temnostní fáze se nazývá též Calvinův cyklus nebo C_3 -cyklus. Tato část fotosyntézy se odehrává ve stroma chloroplastů. Není závislá na světle, ale potřebuje produkty vzniklé ve světelné fázi. Nejprve difunduje oxid uhličitý, jenž pochází ze vzduchu, přes průduchy do vnitřního prostředí buněk až se dostane do chloroplastů (Závodská, 2006). Následně dochází k fixaci oxidu uhličitého na ribulosu-1,5-bisfosfát. Tato nestabilní sloučenina se štěpí na 3-fosfoglycerát. Odtud odvozený název C_3 -cyklus. Následně se redukuje na glyceraldehyd-3-fosfát. Jeho část je použita na regenerační fáze, kdy se obnoví ribuloza-1,5-bisfosfát. Pouze jedna jediná molekula glyceraldehyd-3-fosfátu je využita na syntézu sacharidu. Tento proces přechází přes molekuly fruktózu-1,6-bisfosfát až na konečný produkt sacharid glukózu-1-fosfát (ústní sdělení). Jelikož se jedná o děj anabolický, dochází ke spotřebě energie za vzniku složitějších látek (Závodská, 2006).

Fotosyntéza, která se vyučuje na základních školách, je studenty často obtížně a v mnohých případech i mylně chápána. Vznikají mylné představy o celkovém významu fotosyntézy a její definici, o způsobu přijímání výživy u rostlin, o chlorofylu a o funkci vody v rostlině (Ekici et al., 2007).

2.4 Miskoncepce

Pro správné pochopení pojmu fotosyntéza může být klíčová znalost několika souvisejících disciplín, jako je chemie, fyzika, ekologie, fyziologie rostlin, přeměna energie a zároveň porozumět základním pojmům v těchto disciplínách. I když student má tyto vědomosti souvisejících pojmů, může to vést k zahlcení informacemi a vyústit tak v mylné představy, jelikož se snaží o vytvoření smysluplného celku mezi těmito pojmy (Urey, 2018). Pojem

miskoncepce neboli alternativní pojetí (Skribe-Dimec et al., 2017), dále například: alternativní žákovské představy, dětské představy, nepochopení, naivní teorie, nesprávné představy nebo alternativní rámec (Švandová, 2014) používají pedagogové a kognitivní psychologové pro situace, kdy studenti mají mylné představy, nesprávné názory a ty se neshodují s vědecky přijatelnými pravdami (Ekici et al., 2007). Mnoho dětí se snaží pochopit svět kolem nás svým logickým způsobem, a proto si vytvoří nedokonalé iluze, které však jsou nepřijatelné s vědecky přijatelnými normami. Žák postupně během školních let získává nové vědomosti a je více zapojen do praktických činností, které mu umožní lepší pochopení probírané problematiky. To zapříčiní, že studenti od svých dosavadních poznatků odstupují a dospějí k vědeckým zákonitostem. Některé miskoncepce, které se začali vyskytovat na základní škole, však mohou přetrvávat až na střední školu (Čípková et al., 2017). Susanti (2018) uvádí, že mohou v některých případech pokračovat až na úroveň vysokých škol v odlišných oborech. Sodervik et al. (2014) a Urey (2018) uvádí, že mylné představy vznikají z nedostatku předběžných znalostí, nedostatečné možnosti provádět školní pokusy pro vytvoření konkrétní představy, také ze stylu vyučování jednotlivých učitelů, předešlých zkušeností a v neposlední řadě také nenacházejí souvislosti mezi jednotlivými pojmy a různými druhy učebnic. Jedna část učiva je žáky pochopena a druhá část se prolne s dřívější špatnou prekonceptí a vytvoří se tak u žáků mylná představa (Švandová, 2014). Čípková et al. (2017) tvrdí, že miskoncepce mohou vznikat na základě propojení nově naučených poznatků s koncepty předešlých ročníků. Při nepřesném či nesprávném pojetí výuky se u žáků tvoří chybné představy. Zároveň se vyskytují studie, které tvrdí, že hodnocení studentů má také vliv na rozvoj miskonceptí (Čípková et al., 2017). Mylné představy jsou proměnné v závislosti na věku jedince, na jeho pohlaví, kultuře a také na jeho schopnostech (Bahar, 2003). Goldberg a Thompson-Schill (2009) tvrdí, že pokud dítě v raném období vnímá živé bytosti, vytváří si základ, který pozdější výuka neodstraní a i později v dospělosti ovlivňuje jejich vnímání rostlin.

Podle Čípkové et al. (2017) je hlavní vlastností miskonceptí rezistence, tedy odolnost vůči vzdělávání, kdy by si žáci během učení měli přetvářet vědomosti nebo je nahrazovat novými. Učitel v tomto případě přináší změny ve vědomostech žáka a může tak nastat průběh správného učení (Čípková et al., 2017). Je velice dobře známá stabilita miskonceptí prostřednictvím tradiční výuky a studenti si je často uchovávají po celý život (Fisher, 1985 in Švandová, 2014). Bylo zjištěno, že mnoho alternativních pojetí se nachází ve velmi podobných formách po celém světě (Driver et al., 1992 in Skribe- Dimec et al., 2017).

Podle Kelese a Kefaliho (2010) je to zapříčiněno spoustou podobných zkušeností, které studenti využívají v každodenním životě.

Miskoncepce vznikají nejčastěji v oblasti přírodních věd na buněčné úrovni, jako je například fotosyntéza, buněčné dýchání, ale také osmóza a difúze. Žáci si u těchto procesů neumí představit velký počet abstraktních pojmů. Susanti (2018) dále uvádí ekologii, lidský oběhový systém a genetiku jako problémové téma. Mezi nejčastější oblast, ve které vznikají mylné představy je již zmíněné téma fotosyntéza (Urey, 2018). U učitelů a jejich studentů vzniká začarovaný kruh, kdy se učitelé snaží své studenty v raném věku seznámit s touto problematikou a tím jim předávají své miskoncepce. Studenti, kteří se pak chtějí stát učiteli si nesou tyto miskoncepce dál ve vzdělávání a následně je v budoucnu opět předávají svým studentům (Yip, 1998 in Urey, 2018).

2.4.1 Žákovské miskoncepce o fotosyntéze

Mnoho autorů se zabývalo výzkumem chybných představ ohledně témat fotosyntézy a dýchání u žáků různých zemí (Čípková et al., 2017) a také různé věkové kategorie (Anderson et al., 1990 in Švandová, 2014). S největší pravděpodobností vznikají miskoncepce ohledně fotosyntézy kvůli mnoha vyskytujícím se chemickým reakcím (Susanti, 2018). To, že spousta studentů neporozumí této problematice, způsobuje učení se téma fotosyntézy nazpaměť. Žáci jsou schopni vyjmenovat látky vstupující do reakce fotosyntézy, stejně tak i látky vystupující z této reakce. Studenti jsou tedy schopni naučit se rovnici fotosyntézy, ale už ji v mnohých případech nedokáží vysvětlit (Skribe-Dimec et al., 2017). Mají taktéž zpravidla jednotlivé znalosti o rostlinách, fotosyntéze, dýchání, chemických procesech v rostlině, ale nejsou schopni tyto znalosti spojit do jednoho uceleného komplexu. K této problematice také nepřispívá výuka jednotlivých předmětů v různých časových horizontech a s různými vyučujícími, kteří mají odlišný styl výuky (Švandová, 2014). Vyskytují se také velmi nepřesné představy o struktuře a funkci rostlin, jelikož se tyto rostlinné vzorce značně liší od živočišných. Studenti v mnohých případech nemají dostatečné znalosti, nejsou obeznámeni s vědeckým slovníkem nebo se způsobem, jakým vědci o rostlinách přemýšlejí (Wynn et al., 2017).

Bylo zjištěno, že většina studentů vnímá fotosyntézu, ale i dýchání pouze jako výměnu plynů mezi organismem a okolním prostředím. Z tohoto pohledu žáci chápou fotosyntézu jako dýchání rostlin (Čípková et al., 2017) nebo jako jednu z možností, jak rostliny provádějí dýchání (Švandová, 2014). Mnoho studentů nerozumí ani základnímu faktu, že

fotosyntéza a dýchání rostlin spolu souvisejí a mají vzájemně propojené fyziologické funkce. Mezi nejčastější mylné představy patří tvrzení, že fotosyntéza a dýchání rostlin jsou stejné procesy, které se liší pouze označením a tím, ve které části dne probíhají. Postupem do dalších ročníků se ještě tato představa zvýrazní (Švandová, 2014). Další podstatnou miskoncepcí u žáků představuje myšlenka, že fotosyntéza zajišťuje především produkci kyslíku. Tento názor zastává mnoho studentů odlišných věkových kategorií (Čípková et al., 2017). Švandová (2014) uvádí další miskoncepci, jenž se nejčastěji vyskytuje u studentů sedmých tříd, že rostliny produkují kyslík neustále během dne i v noci. Zároveň také tvrdí, že rostliny spotřebovávají v noci kyslík na výrobu oxidu uhličitého. Co se týče potravy, žáci tvrdí, že potravu rostlin tvoří voda a minerální látky, jenž rostlina čerpá z půdy (Čípková et al., 2017; Skribe-Dimec et al., 2017). Někteří žáci jsou zastánci názoru, že může být potravou i kyslík nebo oxid uhličitý (Čípková et al., 2017) či dokonce samotné sluneční světlo (Keles et al., 2010). Zároveň dochází k mylným představám o fotosyntéze jako procesu probíhajícího jen za denního světla, nikoli v noci (Čípková et al., 2017). Keles et al., (2010) uvádí, že díky slunečnímu světlu mají rostliny pestřejší barvu, jsou silnější a zdravější. Spousta žáků nerozumí problematice přeměny sluneční energie na energii vazeb chemických sloučenin (sacharidů), ale myslí si, že procesem fotosyntézy energie vzniká (Susanti, 2018). Zároveň se nachází i tací jedinci, jenž úplně zanedbávají přeměnu energie. Tuto energii vnímají pouze jako energii vstupující do reakce a opět vystupující (Skribe-Dimec et al., 2017). Podle některých studentů fotosyntéza zbavuje vzduch oxidu uhličitého (Čípková et al., 2017). Vyskytují se i tací, kteří nerozumí funkci chlorofylu. Během výzkumů se objevili i studenti s názory, že fotosyntéza probíhá v trnech kaktusů. Tyto trny vnímají jako listy i přesto, že neobsahují chlorofyl, jenž způsobuje zelené zbarvení rostlin a umožňuje funkci fotosyntézy. S touto představou také souvisí modifikovanost listů a jejich klonování. Někteří žáci ani nevědí, kde vlastně celý průběh procesu fotosyntézy probíhá (Susanti, 2018) nebo nemají pojem o časovém rozmezí, kdy probíhá. Také někteří nerozumí strukturu rostlin společně s jejich funkcí ve spojení s fotosyntézou (Nurbaety et al., 2016). K dalším alternativním pojetím podle Skribe-Dimec et al. (2017) řadíme sluneční světlo jako jedinou potravu rostlin a fotosyntézu jako něco prospěšného pro zvířata a lidi. Když už studenti porozumí tomu, kdy a kde probíhá fotosyntéza, tak často nechápou funkci a přítomnost chlorofylu i když vědí, že chlorofyl je nezbytnou součástí fotosyntézy (Švandová, 2014).

2.4.2 Miskoncepce o dýchání rostlin ve spojitosti s fotosyntézou

Mylné představy o dýchání rostlin často souvisí i procesem fotosyntézy. Podle Kelese et al., (2010) se vyskytuje mylná představa o dýchání, že fotosyntéza je dýchání rostlin nebo dokonce rostliny vůbec nedýchají. Susanti (2018) uvádí jako další žakovské alternativní pojetí o dýchání, že rostliny vyžadují oxid uhličitý a může probíhat pouze tehdy, pokud není přítomné světlo. Tento názor souvisí i s tím, že fotosyntéza a dýchání se provádějí v oddělených časových intervalech, a tak není možné je provádět zároveň. Velké procento žáků je přesvědčených, že proces dýchání se uskutečňuje pouze v buňkách listů, kde jsou umístěny průduchy a může dojít k výměně plynů (Susanti, 2018). Tato představa je z předpokladů, že rostliny i živočichové včetně člověka dýchají stejným způsobem (Švandová, 2014). Kyslík, jakožto produkt fotosyntézy, využívají organismy k procesu dýchání, a naopak oxid uhličitý, jenž vzniká procesem dýchání, potřebují rostliny k fotosyntéze. Toto tvrzení se řadí k dalším mylným představám žáků. Zároveň jediným organismem, který potřebuje kyslík, jsou živočichové (Susanti, 2018). Existuje i představa, jak je oxid uhličitý pro rostliny neprospěšný a má na ně negativní účinek (Keles et al., 2010). Podle Švandové (2014) si žáci nejsou vědomi, že dýchání probíhá v každé buňce rostlinného organismu, ale domnívají se, že probíhá v jiné oblasti než fotosyntéza, tedy v jiném orgánu buňky.

2.4.3 Miskoncepce u budoucích učitelů

Vyskytují se i budoucí učitelé, kteří mají podobné či dokonce naprosto stejné mylné představy jako jejich nastávající žáci (Bahar, 2003). Bylo zjištěno, že někteří učitelé v přípravné fázi zanedbají reakce v temné fázi a mají mylnou představu o fotosyntéze jako procesu nepokračujícím přes noc. S tím opět souvisí představa o dýchání rostlin během noci a procesu fotosyntézy probíhající pouze ve dne. Pouze malá část vyučujících se domnívala, že fotosyntézy jsou schopné jediné vyšší zelené rostliny a opomenula činnost fotosyntetizujících bakterií a zelených řas, jelikož první, co se jim při slově fotosyntéza vybaví, jsou již zmíněné vyšší zelené rostliny. Bylo zjištěno, že jsou mezi nastávajícími učiteli i tací, co jsou přesvědčeni, že hlavním účelem fotosyntézy je produkce kyslíku a živin, nikoliv přeměna energie (Urey, 2018). Přeměny světelné energie na energii chemickou u fotosyntézy je vnímána jako výroba nové energie. Zároveň byli někteří toho názoru, že se energie v důsledku fotosyntézy uvolňuje (Barker & Carr, 1989; Gunes, et al, 2012; Sodervik, et al., 2015; Tekkaya & Balci, 2003; Urey, et al. 2016; Yenilmezand & Tekkaya 2006 in Urey, 2018). Rostliny využívají vodu čerpající z půdy pomocí kořenů a

oxid uhličitý z atmosféry jako zdroj potravy. To ukazuje, že slova jako "živina" a "výživa" mají kromě vědeckého použití svůj význam i v každodenním životě (Cokadar, 2012; Marmaroti a Galanopoulou, 2006; Sasmaz Oren et al. 2012; Tekkaya a Balci, 2003 in Urey, 2018). Budoucí pedagogové často ignorují skutečnost, že rostliny odrážejí zelené světlo, a naznačují, že fotosyntéza probíhá rychleji při zeleném světle. Přítomnost velkého množství pigmentu chlorofylu, zejména v zelených částech rostliny, který je účinný při fotosyntéze, mohla vést k vytvoření představy, jako je rychlejší fotosyntéza v zelené vlnové délce. Vyskytují se i takové názory, které všechny živé buňky nacházející se v rostlinách (myšleno kořen, stonek, listy) mohou fotosyntetizovat (Urey, 2018).

2.5 Eliminace miskoncepí

U velkého počtu studentů došlo k vytvoření mylných představ v oblasti fotosyntézy a dýchání. Tyto miskoncepce se týkaly především světla, energie, chloroplastů a v nich umístěnému chlorofylu a také se týkaly toho, v jakých místech probíhá fotosyntéza a její reakce (Güne et al., 2011). Aby mohly být tyto mylné představy odstraněny, musí se nejprve zjistit alternativní pojetí vyskytující se u žáků za využití různých poznávacích metod (Keles et al., 2010). Obecně je známé, že vyučování typu čtení textu, přednášky či primitivní praktické cvičení neslouží k eliminaci (Čípková et al., 2017). Předmět biologie mnoho žáků radí mezi nudné, protože vlastní výuka je závislá především na typu učitele, učebnicích a nenapomáhají tomu ani mnohé abstraktní pojmy, které jsou velice těžce vysvětlitelné (Güne, et al., 2011).

Uvažovalo se nad intenzivnějším zapojení budoucích učitelů do praktických úkolů během jejich studia, aby lépe pochopili miskoncepce žáků (Skribe- Dimec et al., 2017). Gooding a Metz (2011, in Čípková et al., 2017) jsou přesvědčení, že pokud má být chybná myšlenka eliminována, musí být žák schopen tuto starou myšlenku nahradit správným novým významem. Podle Kelese et al. (2010) je velice příznivé použití rozhovoru k odstranění mylných představ. Švandová (2014) navrhuje vyučujícím, aby eliminovaly mylné představy grafickým vysvětlením této problematiky a správně objasnily chemickou podstatu fotosyntézy a dýchání a zároveň propojili tyto procesy.

Moderními způsoby vyučování bylo zjištěno, že výuka doprovázená počítačem s grafickou animací problematických témat vylepšila úroveň osvojení učiva a napomáhá učitelům motivovat žáky, posiluje proces učení a předmět je lépe pochopen než při využívání tradičních forem učení. Velice výhodné je využití vizuálních materiálů, tematických

plakátů a různých praktických modelů v praxi. Použitím těchto metod se působí na smysly žáků, více se do nich studenti zapojují a aktivněji upoutají pozornost probíraného tématu. Uvádí se, že tyto metody pomáhají v samoučení s využitím zvuků, animací a pestré grafiky a taktéž pozitivně působí na výkon žáků a dochází k úbytku až k úplnému vymizení mylných představ (Güne et al., 2011). Zjistilo se, že je velice příhodné, aby vyučující měli povědomí o chybných představách studentů. Tímto způsobem může pedagog změnit styl výuky a zaměřit se více podrobně na problematiku téma, zamezí tak případnému vzniku a šíření těchto mylných představ (Čípková et al., 2017; Švandová, 2014). K další z možností, jak předejít miskoncepcím, řadíme badatelsky orientované vyučování (Simsek & Kabapinar, 2010 in Čípková et al, 2017), také pomocí využití počítače a v neposlední řadě zvolení takových výukových materiálů, které podávají ucelenější přehled jednotlivých pojmů (Güne et al., 2011).

2.6 Postoje učitelů

Je velice podstatné, aby vyučující zvolil správnou metodu výuky, správně působil na žáky svými postoji a nedocházelo tak ke vzniku miskoncepcí. Výzkumníci navrhli, aby vyučující žáky předem efektivně upozornil na běžně se vyskytující miskoncepce, následně mohlo dojít k efektivnější výuce a výsledky mohly být příznivější (Wynn et al., 2017). Učitelé jsou v rámci procesu učení v neustálé interakci se žáky a učebními zdroji. Využívají různé metody, hodnocení a materiály. Vyučující tak musí dobře zvolit učební modely použité ve výuce, protože tím působí na žáky, jejich vzdělávací proces a dosažení vzdělávacích cílů. Učitel tak hraje důležitou roli při výkladu, žáci pasivně poslouchají a při praktických pokusech si informace jen ověří (Fatmawati & Rustaman, 2020). Hayes (2002, in Macalalag & Duncan, 2010) ve své studii s učiteli základního vzdělávání zjistil, že učitelé v přípravné fázi mají problémy s novou profesí a rolí učitele jako dotazatele. Konkrétně odhalil tři hlavní obtíže: nechat se unášet, jít se zájmy žáků a klást správné otázky. Pro učitele bylo náročné opustit didaktický přístup k výuce a přejít k výuce více zaměřené na žáky. Plány výuky odrážejí myšlení učitelů a četná rozhodnutí, která učitelé činí před zahájením vlastní výuky (Duschl & Wright, 1989 in Macalalag & Duncan, 2010). Zároveň plánování se týká učitelovy koncepce a formulace postupu v hodině, jenž má zásadní vliv na chování učitelů ve třídě a na učení žáků (Shavelson, 1987 in Macalalag & Duncan, 2010). Urey (2018) uvádí, že se vyskytují dva typy učitelů podle toho, jak přistupují k tématu fotosyntézy. Jeden přístup je zaměřený na biologickou stránku fotosyntézy a druhý na chemickou část, kam se řadí většina vysokoškolských studentů. Ve většině

případů se využívá chemický přístup, kdy i v učebnicích je fotosyntéza vysvětlována jako chemická reakce výchozích látek a následný vznik produktů. Studenti právě pomocí této reakce mylně vysvětlují fotosyntézu. Učitelé s biologickým přístupem píší reakci fotosyntézy s ohledem na pigment chlorofylu a sluneční světlo, které jsou v reakci účinné, a vyřazují z reakce poměr vody. Naopak žádný z učitelů s chemickým přístupem nepíše reakci fotosyntézy s ohledem na vstup a výstup vody a většinou dávají přednost slunečnímu světlu a pigmentu chlorofylu. Urey (2018) uvádí, že kresby učitelů berou významněji faktory, jako je oxid uhličitý, voda, kyslík, sluneční světlo a množství chlorofylu, v reakci fotosyntézy.

2.7 Atraktivita biologie

Pro učení a příznivé studijní výsledky je obzvláště důležité vytvořit si zájem, cíle a motivace pro daný předmět. Hodiny biologie se ve většině případů řadily mezi oblíbené, zvláště u výuky zoologie. Ostatní přírodovědné předměty, například fyzika, chemie, zeměpis nebo matematika, se neřadily u studentů k zajímavým jako předmět přírodopis. Mezi jednotlivými zájmy vznikaly ale i rozdíly mezi pohlavími. Největší odlišné názory na předmět biologie se týkaly botaniky. Velké problémy způsobovala botanika u žáků pátých tříd jak pro dívky, tak i chlapce. Nejvyšší zájem se projevil u studentů šestých tříd základních škol, naopak nejmenší zájem byl objeven u osmých tříd. Bylo zjištěno, že dívky mají větší zájem o biologii než chlapci. Informace o zájmech žáků mohou učitelům pomoci při navrhování strategií, jak zvýšit motivace žáků o biologii. Některé studie ukazují, že bylo zaznamenáno 68 povolání zaměřených na biologii. Vyskytuje se také mnoho volnočasových aktivit a zájmových činností související s biologii, o které se zájem zvyšuje. Taktéž někteří studenti, bez ohledu na věk či pohlaví, preferují sledování přírodovědných pořadů v televizích nebo mají zájem o přírodovědné knihy (Prokop et al., 2007). Studenti, kteří si vyzkoušeli praktické činnosti v rámci Summer Science Exploration Program, projeví větší zájem o vědeckou kariéru než studenti, kteří tuto možnost nedostali. Také se ukázalo, že studenti přecházející na středoškolské vzdělání ztratili zájem o přírodní vědy (Gibson & Chase, 2002).

2.8 Rámcově vzdělávací program pro základní vzdělání- RVP

Rámcově vzdělávací program (dále jen RVP) je státní kurikulární dokument pro vzdělání žáků od 3 do 19 let. Tento dokument se nachází na státní a školní úrovni. RVP zařazuje jednotlivé etapy vzdělání na úrovně předškolní, základní a střední vzdělání. Školní úroveň obsahuje školní vzdělávací programy, které si vytvářejí jednotlivé školy, podle nichž vyučují (Jeřábek & Tupý, 2021).

2.8.1 Zařazení do RVP

Na druhém stupni základních škol by měl žák v oboru biologie týkající se rostlin znát vše od jednotlivých buněk, následně pletiv až ke konečným orgánům, které tvoří celek. Zároveň by měl umět rozlišit jednotlivé části rostlin. Být schopen hovořit o základních fyziologických procesech v rostlině a uvést využití pěstovaných rostlin. Za pomoci klíčů a atlasů rostlin by měl žák dokázat určit zástupce a zařadit do jednotlivých systematických skupin (Jeřábek et al., 2021).

Učivo by mělo být zaměřeno na anatomii a morfologii rostlin. Zde by se měl vyučující zaměřit na stavbu a význam jednotlivých částí těla vyšších rostlin, což znázorňuje kořen, stonek, list, plod společně se semeny a květ. Dále by se měla část výuky věnovat fyziologii rostlin, měly by být vysvětleny pojmy dýchání rostlin, zároveň základní principy fotosyntézy rostlin, s čímž souvisí růst rostlin, rovněž i jejich rozmnožování. Žák na druhém stupni základních škol by se měl orientovat v zařazení a poznávání jednotlivých zástupců vyšších rostlin, jak nahosemenných, tak i krytosemenných, kaprad'orostů, mechorostů, nakonec i některé druhy řas. Student by měl mít také vědomosti o vývoji, významu, využití rostlin a také o jejich ochraně.

Dále se pojem fotosyntéza objevuje ve vzdělávacím programu chemie, kde by žák měl znát výchozí látky a produkty, které ve fotosyntéze vznikají a jsou schopni zhotovit rovnici fotosyntézy. Podrobnější a rozšířenější znalosti se studenti učí na středních školách případně na vysokých školách zaměřených na biologii či biochemii.

Pokud žáci pochopí fungování fotosyntézy, jsou posléze schopni porozumět problémům životního prostředí a jeho momentálnímu stavu, zvládnout vysvětlit skleníkové efekty, změny klimatu a ochranu lesů (Urey, 2018). Fotosyntéza je děj, který spojuje živý a neživý svět, což umožní pochopení světa jako funkčního ekosystému (Skribe-Dimec & Strgar, 2017). Skribe-Dimec et al., (2017) uvádí, že výuka fotosyntézy je začleněna do všech

národních vyučovacích osnov po celém světě. Jedním nejproblémovějším a nejobtížnějším tématem biologie je právě bezpochyby výuka fotosyntézy. Dostává se však na jedno z přednějších míst biologických předmětů (Güne et al., 2011).

2.9 Téma fotosyntéza obsažený v didaktických učebnicích

Analýza učebnic přírodopisu slouží k vysvětlení vyskytujících se miskonceptů o fotosyntéze případně i dýchání rostlin. Učebnice totiž mohou být jednou z možností, kvůli kterým tyto mylné představy vznikají společně s přístupem učitelů k jejich výuce.

2.9.1 Didaktická učebnice Přírodopis 6 nakladatelství Prodos

Autorem této učebnice je Martin Dančák. Tato učebnice obsahuje téma fotosyntéza, které je zařazeno hned na začátek učebnice a nachází se v první kapitole. Toto téma je spojeno s dýcháním a zabírá tři strany se spoustou obrázků. Na počátku se autor věnuje projevům života, kde především popisuje výživu a dýchání pozorovatelných u živočichů. Příjem potravy vysvětluje tak, že organismy potřebují organické látky ke svému životu. Procesem fotosyntézy jsou rostliny schopny si sami tyto organické látky vytvářet. Mimo jiné ještě přijímají vodu a minerální látky, které čerpají z kořenů nebo je mohou přijímat celým povrchem těla (Dančák et al., 2015).

Autor v následujícím krátkém odstavci vysvětluje, jaký má fotosyntéza průběh a co vzniká za produkty. Nejprve zmiňuje, že rostlina potřebuje sluneční záření, aby mohla vytvořit cukr z anorganické látky (oxidu uhličitého), jenž přichází ze vzduchu skrz průduchy v listech a současně i za přítomnosti vody, kterou čerpají z kořenového systému rostliny. Následuje zmínka o funkci chloroplastů společně se zeleným barvivem chlorofyl a, jehož činnost probíhá pouze za světla. Autoři vysvětlují, že vzniklý kyslík rostlina uvolňuje volně do atmosféry.

Následující odstavec obsahuje dýchání rostlin. Ve své podstatě je zde tento jev vysvětlen jako převrácený průběh fotosyntézy, tedy cukr a další organické látky vytvořené fotosyntézou jsou rozloženy a uvolňuje se energie, která byla na počátku uložena ve formě cukru. Je potřebné k tomuto procesu dodat dostatečné množství kyslíku, nakonec při tomto procesu vzniká oxid uhličitý a voda.

Na další straně učebnice přírodopisu je obrázek, který znázorňuje příbuznost jednotlivých rostlinných skupin. Jsou znázorněny řasy jako nejstarší organismy, následují mechorošty, plavuně, přesličky a kaprad'orošty, nahosemenné až k nejmladším krytosemenným

roślinám. Autoři zároveň znázornují botanický systém, kdy každá skupina spojuje příbuzenské druhy, které mají podobné vlastnosti a znaky, například strukturu DNA, výživa, stavba stélky a způsob jakým se rozmnožují. Poslední obrázek na této straně vyjadřuje průběh fotosyntézy a dýchání u rostlin. Jsou vyznačeny všechny sloučeniny, které při těchto dějích do reakce vstupují a které vystupují. Proces fotosyntézy je znám již od vzniku sinic, jenž představují první zelené organismy, které jsou schopny tvořit fotosyntézu. Díky tomuto ději atmosféra obsahuje takové složení, jaké odpovídá současnosti.

Na konci tohoto tématu se nachází shrnutí. Obsahuje pojetí rostlin v přírodě, jejich vývoj, je zde zahrnuta i rostlinná buňka, z nichž pak vznikají pletiva, následně až konečné orgány rostlin. Obsahuje taktéž vlastnosti rostlin a jejich rozmnožování, zmínka je zde také o rostlinách v potravním řetězci společně s živočichy. Poslední část této kapitoly je věnována opakování fotosyntézy a dýchání u rostlin pomocí různých cvičení. Úplně poslední část této kapitoly tvoří osm otázek a tři úkoly týkající se této problematiky uvedené v kapitole číslo 1.

K této učebnici je ještě vytvořený příslušný pracovní sešit, který slouží k procvičení a možná i lepšímu pochopení učiva. Jsou zde obsaženy úkoly jak na zakreslení rostlinné buňky, tak opravování chyb v textu, doplňování textu, přiřazování pojmů k obrázkům dýchání a fotosyntézy.

3 Metodika

Cílem mé bakalářské práce bylo zjistit úroveň žákovských znalostí týkající se biomasy a její fotosyntetické produkce za pomoci dotazníkového šetření. Na vytváření dotazníků jsem se nepodílela a dostala jsem je zhotovené od své vedoucí práce v rámci projektu. Testování znalostí probíhalo na čtyřech základních školách a na jednom víceletém gymnáziu. Celkem bylo osloveno osm tříd a jejich učitelů přírodopisu v časovém rozmezí červen až září roku 2021. Dvě základní školy a víceleté gymnázium na Dačicku se testu účastnilo v červnu, zbylé dvě základní školy v okolí Třebíčska se zapojilo v září následujícího školního roku. Dotazníky byly celkem dva. Jeden byl určený pro žáky osmých a devátých tříd základních škol nebo nižších víceletých gymnázií a druhý pro jejich vyučující. Dotazníkového šetření se zúčastnilo deset učitelů specializovaných na výuku přírodopisu a sto čtyřicet čtyři žáků osmých a devátých tříd. Všechny dotazníky byly anonymní a respondenti uváděli pouze věk a pohlaví. Přikládám tabulku č.1, která zobrazuje větší přehlednost všech škol s rozdělením žáků i jednotlivých vyučujících příslušných škol. V tabulce č.2 jsou studenti i učitelé rozdělení podle pohlaví. U žáků průměrný věk činil 14,236. U vyučujících se tento údaj nezmiňoval.

Tabulka číslo 1: Tabulka k dotazníkovému šetření, která znázorňuje počet studentů a učitelů v různých školách.

Škola	Počet respondentů z řad žáků	Počet respondentů z řad učitelů
I	35	2
II	24	2
III	25	2
IV	47	2
V	13	2
CELKEM	144	10

Tabulka číslo 2: Tabulka ukazuje demografické údaje o testovaných žácích a učitelích.

	Počet žen	Počet mužů	Průměrný věk
Učitelé	6	4	
Žáci	73	71	14,236

Testování bylo prováděno vždy na začátku vyučovací hodiny přírodopisu s dotyčným vyučujícím přírodopisu a všechny dotazníky byly vyplňovány anonymně. Celkové vyplnění dotazníku netrvalo déle než patnáct minut. Celé toto testování bylo zkomplikované onemocněním Covid19. Z důvodů epidemiologických nařízení byl omezen vstup do škol, a tedy žákům nemohl být řádně z mé strany vysvětlen účel této bakalářské práce. Pouze v jednom případě byla moje účast na výuce umožněna.

Dotazníky určené pro učitele obsahovaly různé typy otázek. Byly zaměřeny především na to, jak jednotliví učitelé pohlízejí na téma fotosyntézy, jak vnímají obtížnost tohoto tématu a jak tuto obtížnost vnímali oni sami ve školních letech, co považují za nejvíce problematické a jestli věnují čas výuce vodních rostlin. Dotazník obsahoval i otázky zaměřené na digitální zdroje, které využívají nebo zda by používali vytvořenou aplikaci na výuku fotosyntézy. Učitelé byli také tázáni na délku pedagogické praxe a zda o fotosyntéze rádi učí. Poslední otázka se týká pozorování žáků a jejich zájmů o poznávání významu rostlin v krajině.

Dotazníky pro žáky obsahovaly šestnáct otázek. Jednotlivé otázky byly různého typu, tedy jak otevřené, tak otázky s výběrem odpovědí z více možností. Většina byla zaměřena na téma biomasy a energii spojenou s tímto pojmem. Některé otázky se vztahovali k souvisejícímu tématu obnovitelných zdrojů energie. V dotazníku se vyskytují také otázky na výživu rostlina živočichů, což souvisí s procesem fotosyntézy.

4 Výsledky

Dotazníkové šetření bylo rozděleno na postoje a přístup vyučujících přírodopisu k výuce fotosyntézy a na úroveň znalostí žáků osmých a devátých tříd základních škol a nižšího víceletého gymnázia.

4.1 Dotazníkové šetření u učitelů

Podle dotazníkového šetření se ukázalo, že se vyučující přírodopisu mají k tématu fotosyntézy neutrální vztah a jeho obtížnost považují za náročnější kvůli velké abstraktnosti a problémem s chemií. Domnívají se, že využití výukové aplikace by nepomohlo efektivní výuce tohoto předmětu. Dotazník obsahuje otázky, které jsou postupně vyhodnocené.

Otázka číslo jedna

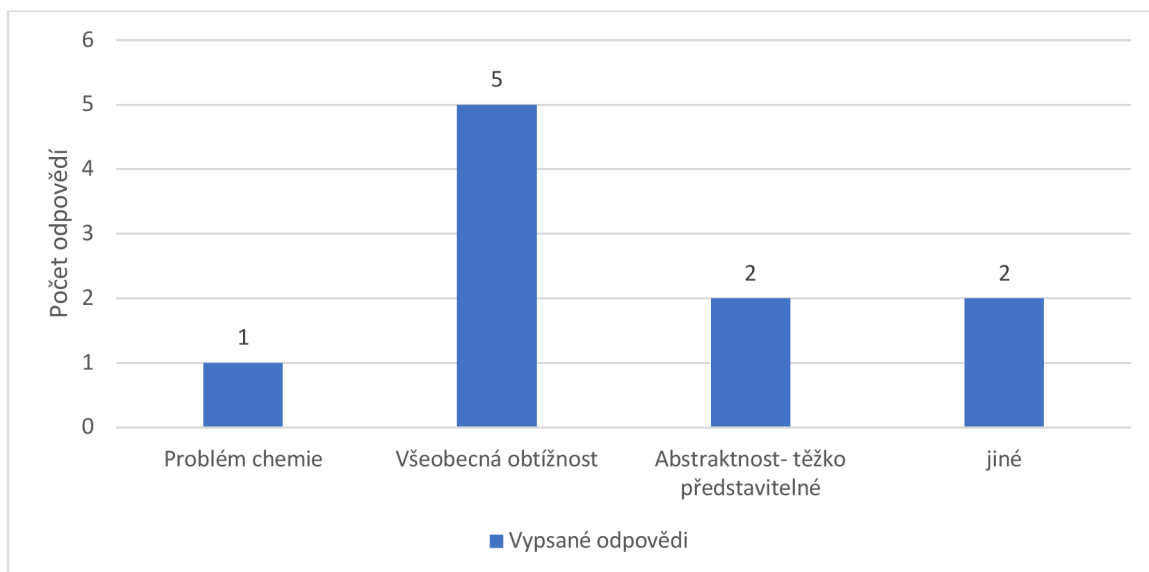
Jaká je dle vašeho názoru náročnost tématu fotosyntéza pro vaše žáky? Svůj názor vyjádřete hodnocením na škále od 1 do 5, stupeň 1 = téma je nenáročné, stupeň 5 = téma je velmi náročné.

V této otázce učitelé vybírali hodnotu na hodnotící škále od jedné do pěti. Učitelé považovali náročnost tématu fotosyntézy jejich žáků za obtížné s průměrnou hodnotou $3,4 \pm 0,726$.

Otázka číslo dvě

Co považujete za největší problém při výuce tématu fotosyntéza?

Druhá otázka byla otevřená, a proto odpovědi učitelů bylo možné rozdělit do čtyř různých kategorií. Jak je patrné z grafu (viz obrázek číslo 1) mezi nejčastější problémy patřili problém chemie, všeobecná obtížnost, abstraktnost, tedy těžká představitelnost a do kategorie jiné jsou zařazeny odpovědi pokaždé jednoho učitele, konkrétně učivo z nižších ročníků a význam fotosyntézy jako výroba plynu kyslíku. Největší procento učitelů (pět z deseti dotazovaných vyučujících) se domnívalo, že žáci považují téma fotosyntéza za všeobecně obtížné. Problematiku chemie uvedl jeden z vyučujících a dva učitelé považují za největší problém abstraktnost tohoto pojmu a jeho složitou představitelnost u žáků. Přehled odpovědí a jejich četnost zobrazuje graf na obrázku číslo 1.

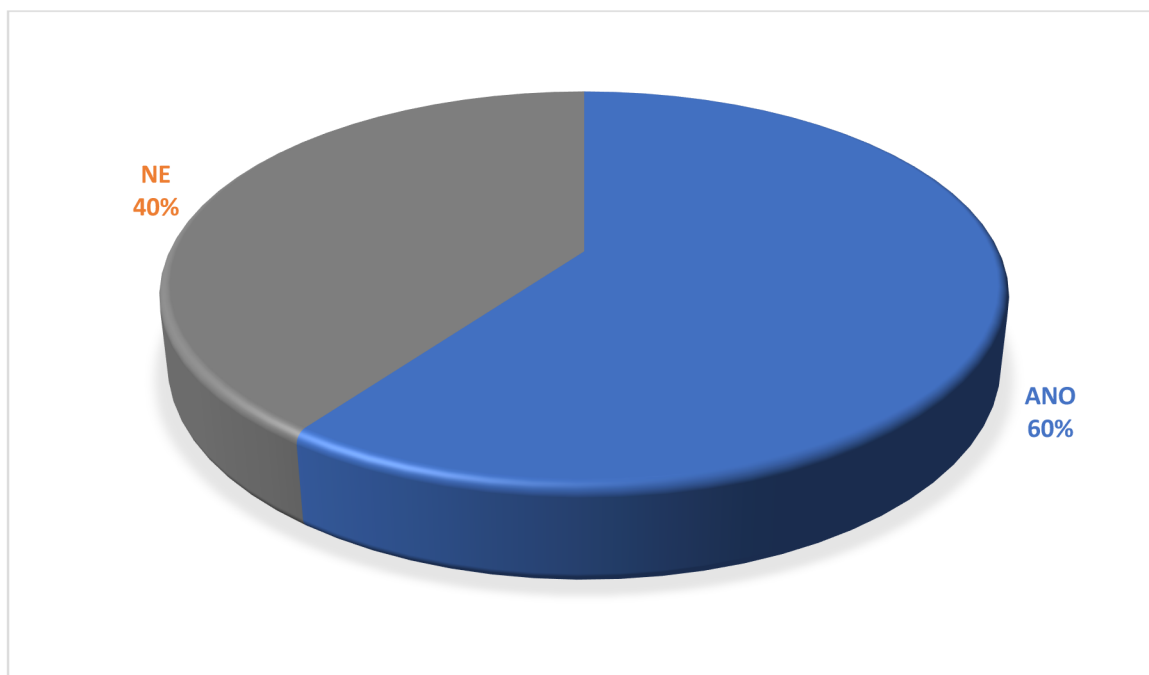


Obr. č. 1: Sloupcový graf vyjadřující jednotlivé problematické oblasti a jejich četnost, které vyučující uvedli v dotazníkovém šetření na otázku: Co považujete za největší problém při výuce tématu fotosyntéza.

Otázka číslo tři

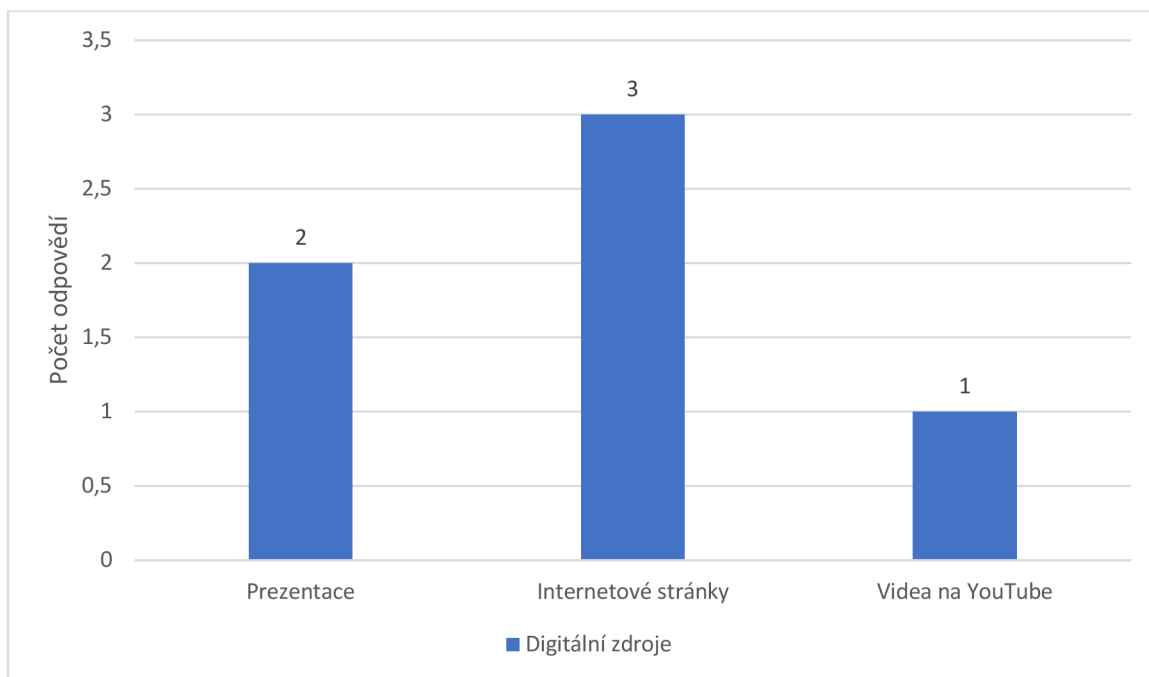
Používáte při výuce tématu fotosyntéza digitální výukové zdroje? Pokud ano, uveďte prosím jaké.

Tato otázka je kombinovaná a skládá se ze dvou částí. Ta první z nich je uzavřená a druhá část je otevřená. Podle provedeného dotazníkového šetření se ukázalo, že šest učitelů z deseti většinou ve své výuce používají digitální výukové zdroje, jak je patrné z grafu (viz obrázek číslo 2). Zbývající dotazovaní učitelé tyto digitální zdroje nevyužívají.



Obr. č. 2: Koláčový graf zobrazující procentuální zastoupení vyučujících na otázku: Používáte při výuce tématu fotosyntéza digitální výukové zdroje? Pokud ano, uveďte prosím jaké.

Ti učitelé, kteří v dotazníkovém šetření uvedli, že ve své výuce používají digitální výukové zdroje, vypisovali jako nejpoužívanější prezentace, různé internetové stránky a videa na YouTube. Nejvíce využívají vyučující různé internetové stránky, méně prezentace a pouze jeden vyučující videa na YouTube. Přehlednější grafické znázornění jednotlivých digitálních zdrojů a početní zastoupení se nachází v grafu na obrázku číslo 3.



Obr. č. 3: Sloupcový graf znázorňující zastoupení jednotlivých druhů využitých digitálních zdrojů, která učitelé využívají.

Otázka číslo čtyři

Pokud si vzpomenete na vlastní vysokoškolská studia, jak obtížné bylo téma fotosyntéza pro Vás během Vašeho vysokoškolského studia? Ohodnoťte na stupnici od 1 do 5, kde 1 = nebylo vůbec obtížné, 5 = bylo velmi obtížné.

V této uzavřené otázce vyučující uvedli náročnost tématu fotosyntéza s průměrnou hodnotou $3,4 \pm 0,843$. Lze tedy konstatovat, že pro ně výuka na vysokých školách byla průměrně až lehce nadprůměrně těžká.

Otázka číslo pět

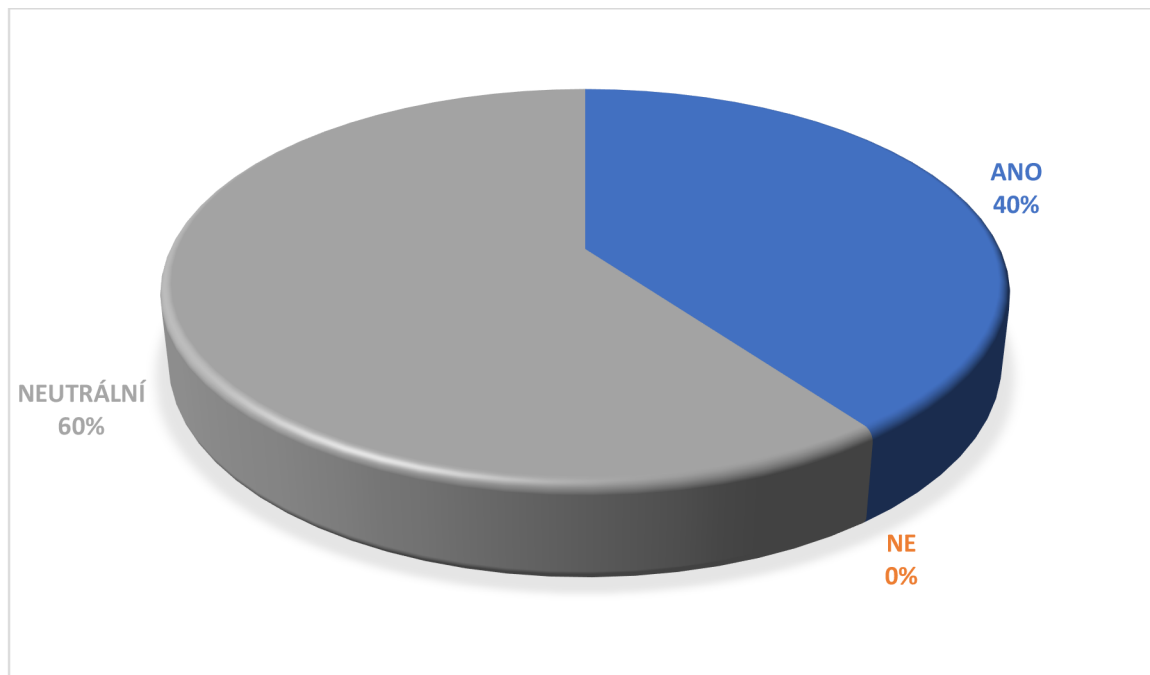
Patří téma fotosyntézy k oblíbeným ve Vaší praxi, tzn. učíte o fotosyntéze rád/a?

U této otázky se vybírala odpověď ze tří možností vypsanych níže.

- Ano
- Ne

- Mám k výuce tohoto tématu neutrální vztah

Podle grafu je vidět, že žádný z učitelů nevedl záporný vztah k tématu fotosyntéza. Naopak největší zastoupení učitelů uvedlo neutrální vztah k tomuto tématu a pouze 4 vyučující považují fotosyntézu za oblíbené téma. Celkový přehled na obrázku číslo 4.



Obr. č. 4: Koláčový vyjadřující procentuální zastoupení vyučujících na otázku: Patří téma fotosyntézy k oblíbeným ve Vaší praxi, tzn. Učíte o fotosyntéze rád/a?

Otázka číslo šest

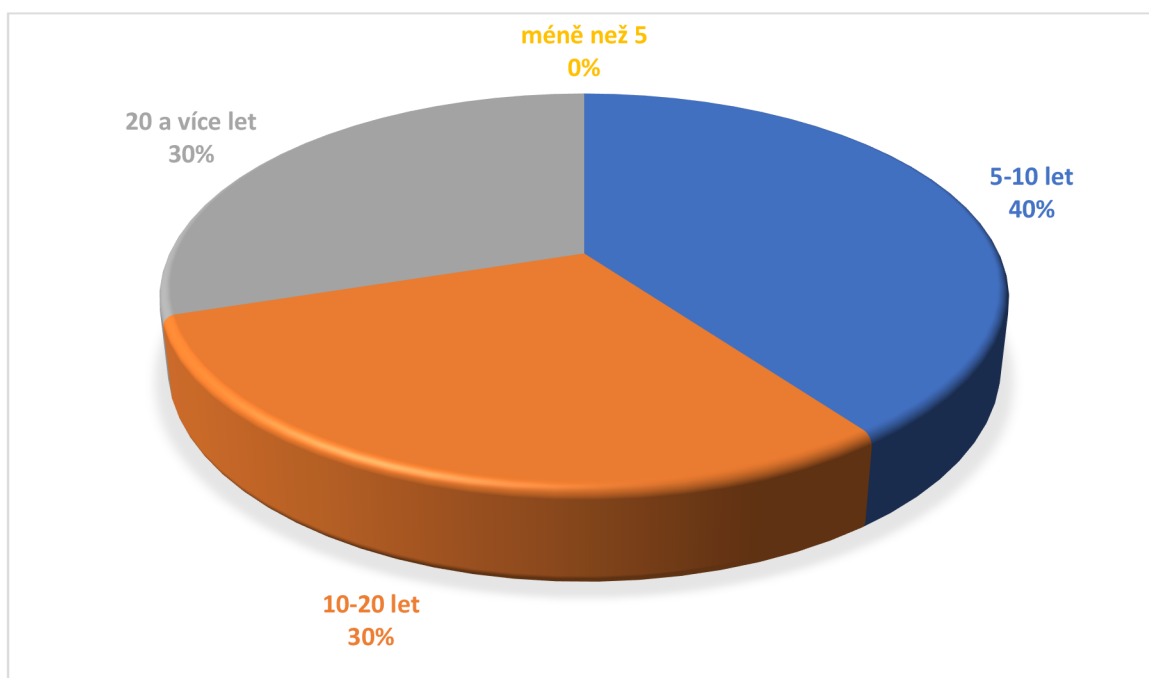
Jaká je délka Vaší pedagogické praxe?

Otázka byla uzavřená a odpověď se vybírala ze čtyř možných odpovědí.

- méně než 5 let
- 5-10 let
- 10-20 let
- více než 20 let

Podle dotazníkového šetření se ukázalo, že žádný z vyučujících nevykonával svou práci učitele méně než pět let. Nejvíce, tedy čtyři z deseti dotazovaných učitelů, odpovědělo, že

délka jejich pedagogické praxe byla pět až deset let. Tři z deseti vyučujících přírodopisu učili deset až dvacet let. Více než dvacet let vykonávali svou práci tři dotazovaní učitelé přírodopisu. Přehledné odpovědi jsou vyobrazené na obrázku číslo 5.

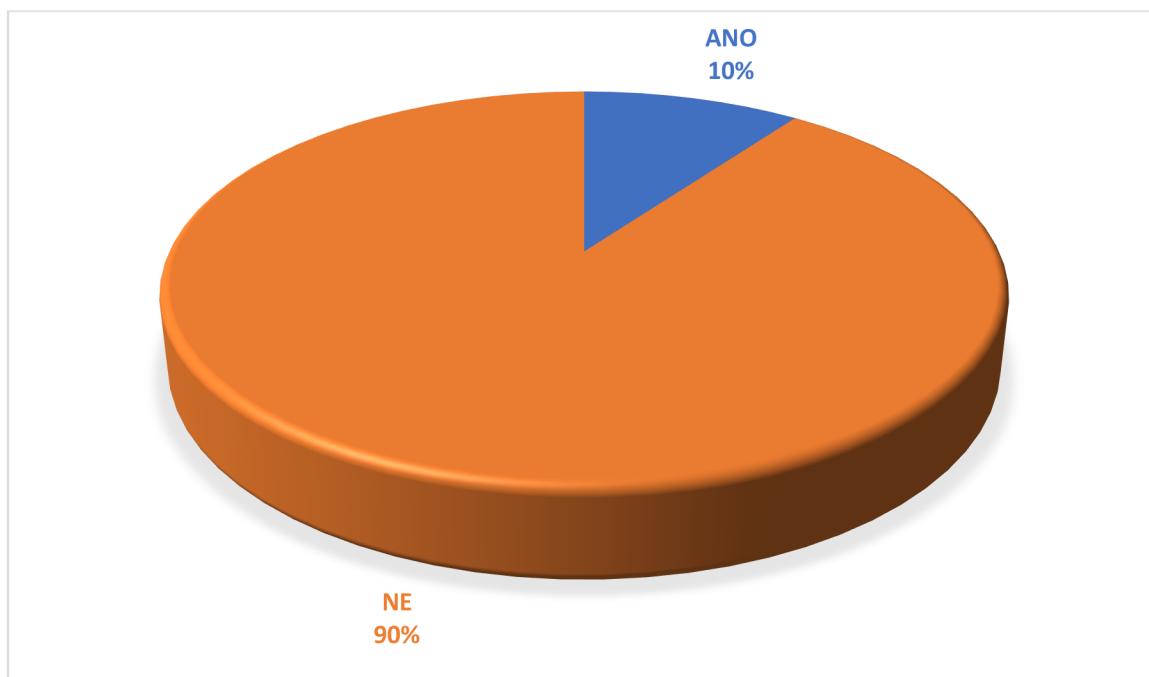


Obr. č. 5: Koláčový graf znázorňující procentuální zastoupení učitelů na otázku: Jaká je délka Vaší pedagogické praxe.

Otázka číslo sedm

Pozorujete u svých žáků zájem o poznání významu rostlin v krajině?

Tato otázka byla opět uzavřená a učitelé mohli volit z odpovědí „ano“, „ne“ a poslední možnost „nevím“. Jak je patrné z grafu (viz obrázek číslo 6) devět z deseti dotazovaných učitelů, tedy 90 % vyučujících, u svých žáků nepozoruje zájem o poznání významu rostlin v krajině. Zbylých 10 % tento zájem pozoruje. Celkový přehled k této otázce je na obrázku číslo 6.



Obr. č. 6: Koláčový graf znázorňující procentuální vyjádření učitelů na otázku: Pozorujete u svých žáků zájem o poznání významu rostlin v krajině.

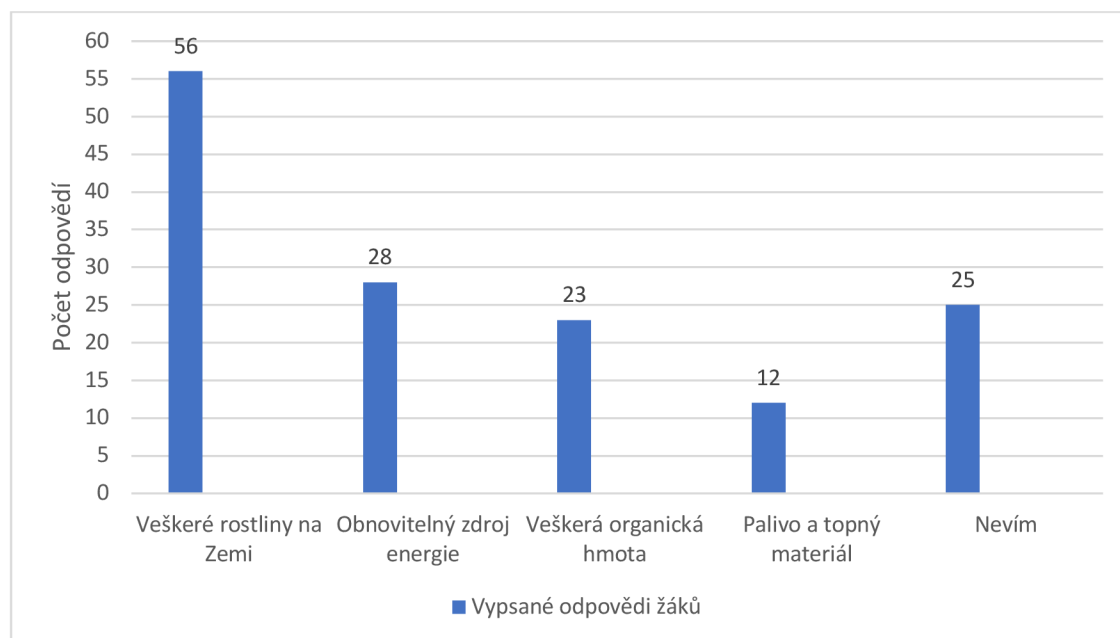
4.2 Dotazníkové šetření u žáků

Podle dotazníkového šetření se ukázalo, že se i tito žáci mají mylné představy o tématu biomasa a její fotosyntetická produkce. Dotazník obsahuje celkem patnáct otázek, které jsou postupně vyhodnocené.

Otázka číslo jedna

Co je to rostlinná biomasa?

Tato otázka je otevřená s volnou možností odpovědi. Několik odpovědí studentů se opakovalo, proto byla možnost je kategorizovat do pěti různých skupin, které zobrazuje graf na obrázku číslo 7, tedy 1. skupina veškeré rostliny na Zemi, 2. obnovitelný zdroj energie, 3. nevím, 4. veškerá organická hmota a poslední 5. skupina je palivo a topný materiál. Jak se ukázalo, většina studentů považuje za rostlinnou biomasu vše rostlinného původu na naší planetě. Dvacet osm studentů si myslí, že rostlinná biomasa je obnovitelný zdroj energie. O pět studentů méně odpovědělo na tuto otázku odpovědí veškerá organická hmota. Dvanáct respondentů považuje biomasu za palivo nebo topný materiál a zbylých dvacet pět studentů na otázku neopovědělo, byly tedy řazeny do kategorie „nevím“.

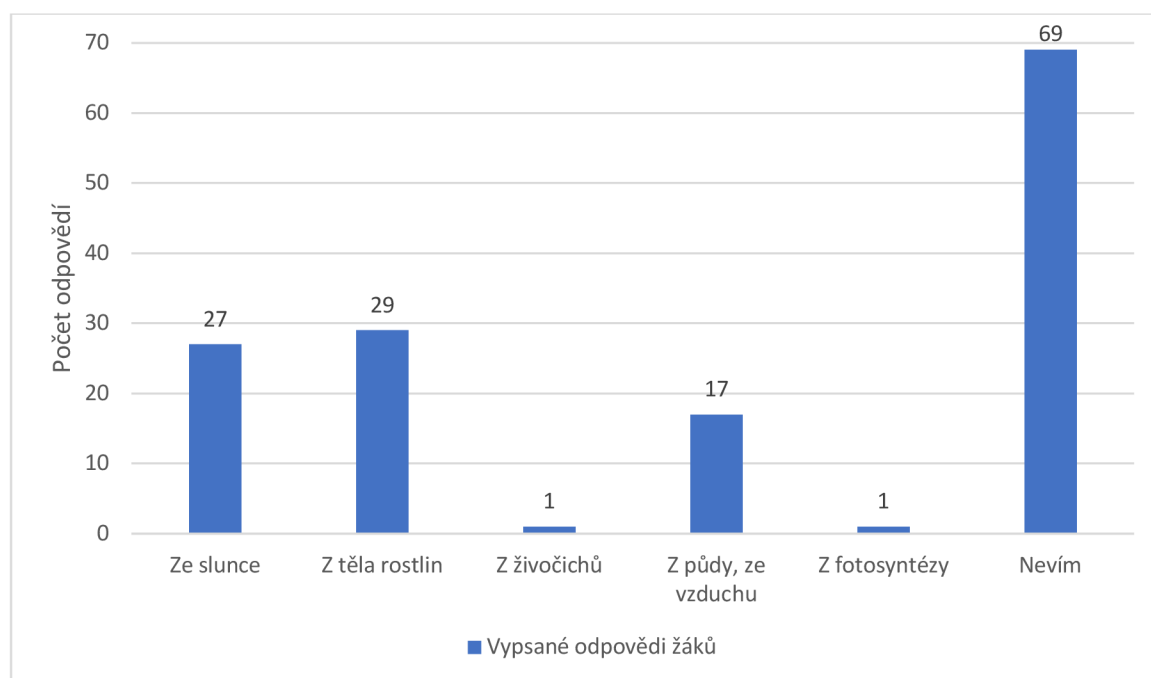


Obr. č. 7: Sloupcový graf vyjadřující zastoupení četnosti vyskytujících se odpovědí na otázku: Co je to rostlinná biomasa.

Otázka číslo dvě

Biomasa je považována za obnovitelný zdroj energie. Odkud pochází energie, která je v biomase skrytá?

Druhá otázka byla opět otevřená. V této otázce mělo největší zastoupení odpověď 'nevím'. Šedesát devět žáků svou odpověď vůbec neuvedlo nebo neznali odpověď. Správnou odpověď, tedy že energie uložená v biomase pochází ze slunce, uvedlo pouze dvacet sedm ze všech sto čtyřiceti čtyřech dotazovaných žáků. O dva studenty více, než u počtu energie ze slunce, považovalo za zdroj energie těla rostlin. Sedmnáct respondentů zmínilo energii z půdy a ze vzduchu. Energii z živočichů nebo z fotosyntézy napsalo vždy po jednom respondentovi. Přehled odpovědí a jejich četnost zobrazuje graf na obrázku číslo 8.



Obr. č. 8: Sloupcový graf znázorňující kategorie odpovědí a jejich četnost na otázku: Odkud pochází energie, která je v biomase skrytá.

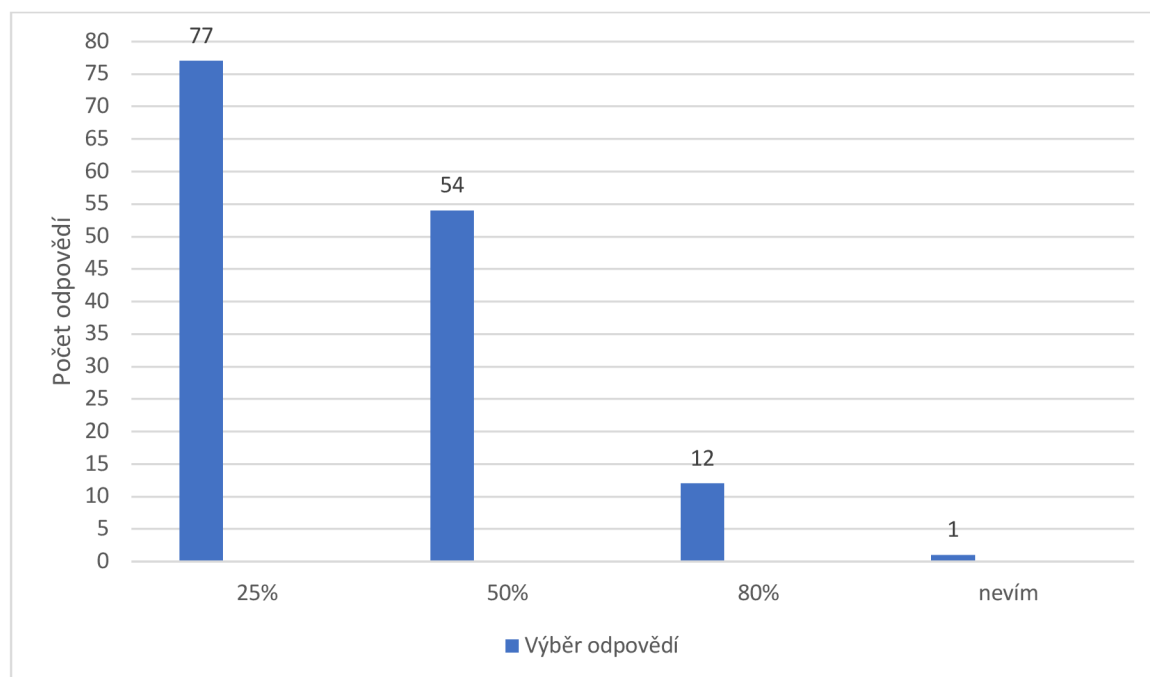
Otázka číslo tři

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? (vyber jednu z následujících možností)

Podíl biomasy na obnovitelných zdrojích energie v ČR je:

- 25 %
- 50 %
- 80 %

Celkový podíl biomasy na obnovitelných zdrojích energie v České republice je 25 %. Četnost správných odpovědí v prováděném testování byla sedmdesát sedm. Jeden z dotazovaných studentů neuvedl žádnou z možných variant. Padesát čtyři studentů zvolilo druhou variantu, tedy 50 %, dvanáct z dotazovaných zatrhllo odpověď 80 %. Z grafu, viz obrázek číslo 9, je patrná četnost všech odpovědí.



Obr. č. 9: Sloupcový graf, který přehledně ukazuje zastoupení jednotlivých variant odpovědí na otázku: Jaký je podíl biomasy na obnovitelných zdrojích.

Otázka číslo čtyři

Jaký proces v rostlinném těle je nejdůležitější pro tvorbu biomasy?

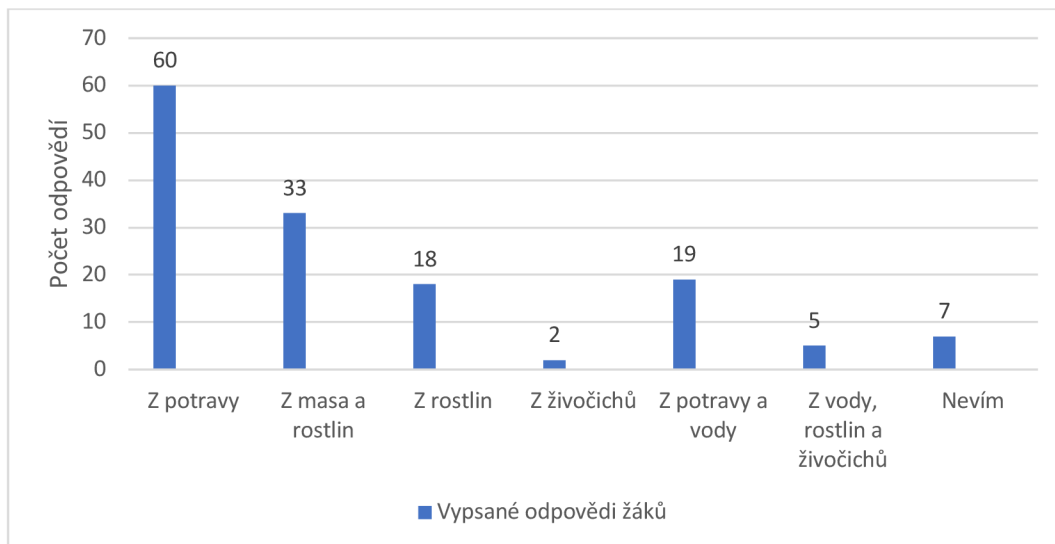
Na tuto otevřenou otázku odpovědělo osmdesát pět žáků slovem fotosyntéza nebo růst, což lze považovat za správnou odpověď. Sedm studentů je názoru, že nejdůležitější proces v rostlinném těle pro tvorbu biomasy je trávení a dva žáci za tento proces označují dýchání. Třicet sedm studentů na tuto otázku buď neodpověděli nebo do dotazníků napsali „nevím“. K dalším mylně zmiňovaným odpovědím, které se v dotaznících vyskytovaly, patří například odpověď kořeny společně se stonkem a listem, rozkladné procesy, proces kvašení, příjem vody, příjem živin, živiny s teplem, světlem a kyslíkem, také jeden student uvedl jako nejdůležitější proces sluneční záření.

Otázka číslo pět

Srovnej výživu rostlin a výživu živočichů – doplň následující věty

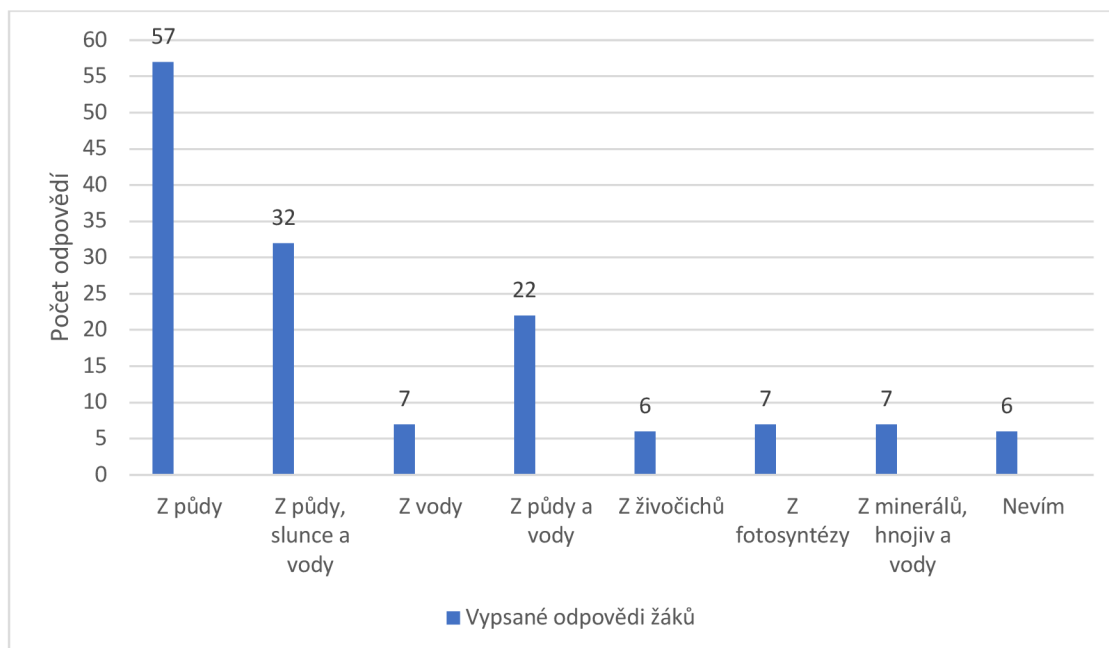
- a) **živočichové získávají živiny z**
- b) **rostliny získávají živiny z**

Odpovědi na otázku odkud živočichové získávají živiny se poněkud lišily. Šedesát studentů se shodlo na odpovědi, že živiny získávají živočichové z potravy. Ostatní studenti své odpovědi již více konkretizovali. Třicet tři žáků uvádělo rostlinnou i živočišnou stravu, tedy maso a rostliny, osmnáct studentů se domnívá, že pouze z rostlin a dva studenti zase pouze z jiných živočichů. Devatenáct studentů ve svých odpovědích napsalo, že živočichové získávají živiny z potravy a vody a pět žáků se domnívá, že je to z vody, rostlin a živočichů. U této odpovědi se v sedmi případech nevyskytla žádná odpověď nebo ji formulovali odpovědí „nevím“. Přehled odpovědí a jejich četnost zobrazuje graf na obrázku číslo 10.



Obr. č. 10: Sloupcový graf vyjadřuje varianty a početní zastoupení odpovědí na první část otázky: Živočichové získávají živiny z.

Odpovědi na otázku odkud rostliny získávají živiny se poněkud lišily. Podle odpovědí dotazovaných studentů byly rozděleny do sedmi kategorií. Nejčastěji si studenti základních škol mysleli, že rostliny přijímá živiny z půdy. Tuto odpověď napsalo padesát sedm dotazovaných studentů. Jak je patrné z grafu viz obrázek číslo 11, třicet dva studentů volilo odpovědi z půdy, slunce a vody nebo pouze sedm žáků z vody a dvacet dva respondentů napsalo půdu a vodu. Pouze malý počet žáků, šest, se domnívá, že rostliny přijímají živiny ze živočichů nebo sedm respondentů se domnívá, že z fotosyntézy a stejný počet studentů uvedlo z minerálů, hnojiv a vody. Šest studentů vrátilo dotazníky s prázdnou odpovědí nebo odpověděli slovem „nevím“. Přehledný graf se všemi vypsány odpověďmi žáků je zobrazený v grafu na obrázku číslo 11.



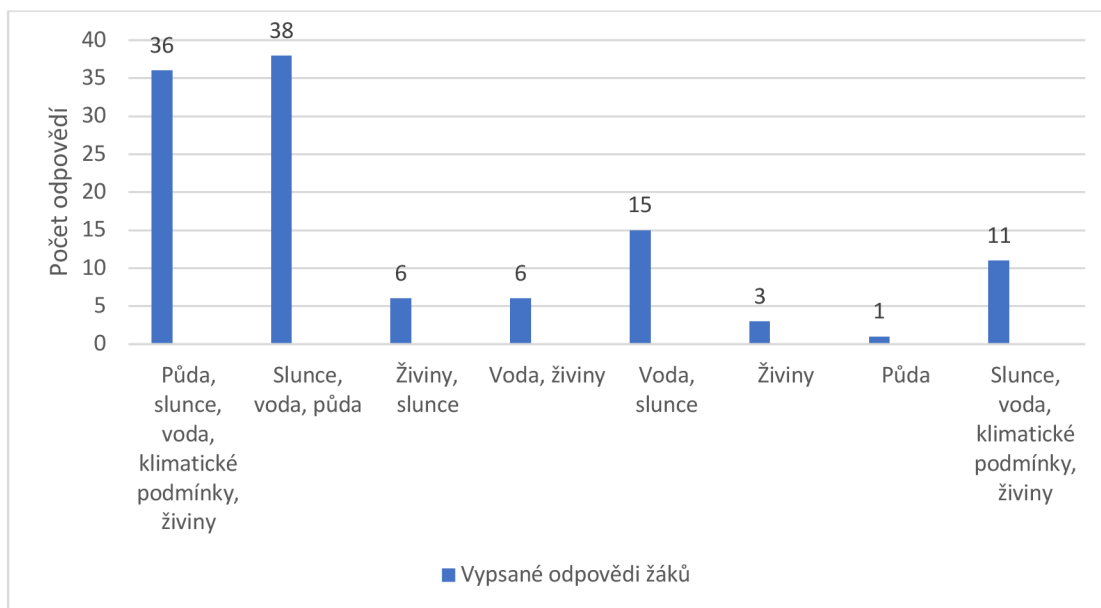
Obr. č. 11: Sloupcový graf znázorňující varianty a počty zastoupení odpovědí na druhou část otázky: Rostliny získávají živiny z.

Otázka číslo šest

Co rostlina k růstu potřebuje?

Odkud to získává suchozemská rostlina?

Toto byla otevřená otázka s volnou možností odpovědí. Odpovědi žáků se dali kategorizovat do osmi skupin. Nejpočetnější skupina, jenž čítala třicet osm odpovědí žáků, uvedla slunce, voda a půda. Jako další druhově nejpočetnější skupinu uvedlo třicet šest žáků, že rostlina potřebuje k růstu půdu, slunce, vodu, živiny a klimatické podmínky. Patnáct studentů si myslí, že rostlina ke svému růstu vyžaduje pouze vodu a slunce. Jedenáct žáků uvedlo, že rostlina potřebuje slunce, vodu, živiny a klimatické podmínky. Šest respondentů napsalo odpověď živiny a slunce, stejný počet studentů napsalo vodu a živiny nebo tři žáci odpověděli pouze samotné živiny. Jeden jediný respondent považoval půdu za potřebnou pro růst rostliny. Přehled odpovědí a jejich četnost zobrazuje graf na obrázku číslo 12.



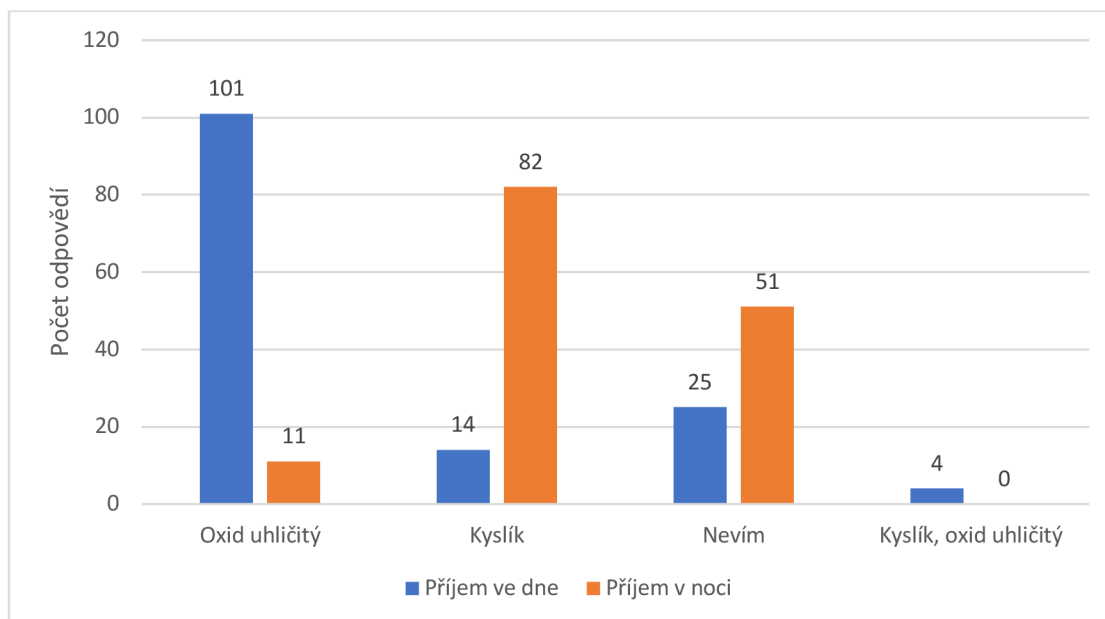
Obr. č. 12: Sloupcový graf znázorňující zastoupení jednotlivých kategorií odpovědí a jejich početní zastoupení na otázku: Co rostlina k růstu potřebuje.

Otázka číslo sedm

Jaké plynné látky přijímají rostliny z atmosféry ve dne?

Jaké plynné látky přijímají rostliny z atmosféry v noci?

Správná odpověď k této části otevřených otázek se považuje příjem kyslíku a oxidu uhličitého ve dne a v noci rostlina přijímá pouze kyslík. Jak je vidět z grafu na obrázku číslo 13, pouze čtyři studenti odpověděli správně na tuto část, tedy jaké látky rostlina přímá ve dne. Dalších sto jedna žáků si myslelo, že rostlina přijímá pouze oxid uhličitý a čtrnáct respondentů uvedlo příjem kyslíku. Zbývajících dvacet pět studentů nevedlo žádnou odpověď. Kyslík, který rostlina přijímá v noci, považovalo za správné osmdesát dva dotazovaných žáků. Padesát jedna respondentů neznalo odpověď na tuto otázku a pouhých jedenáct žáků si myslelo, že rostlina v noci přijímá oxid uhličitý. Přehled odpovědí a jejich četnost zobrazuje graf na obrázku číslo 13.

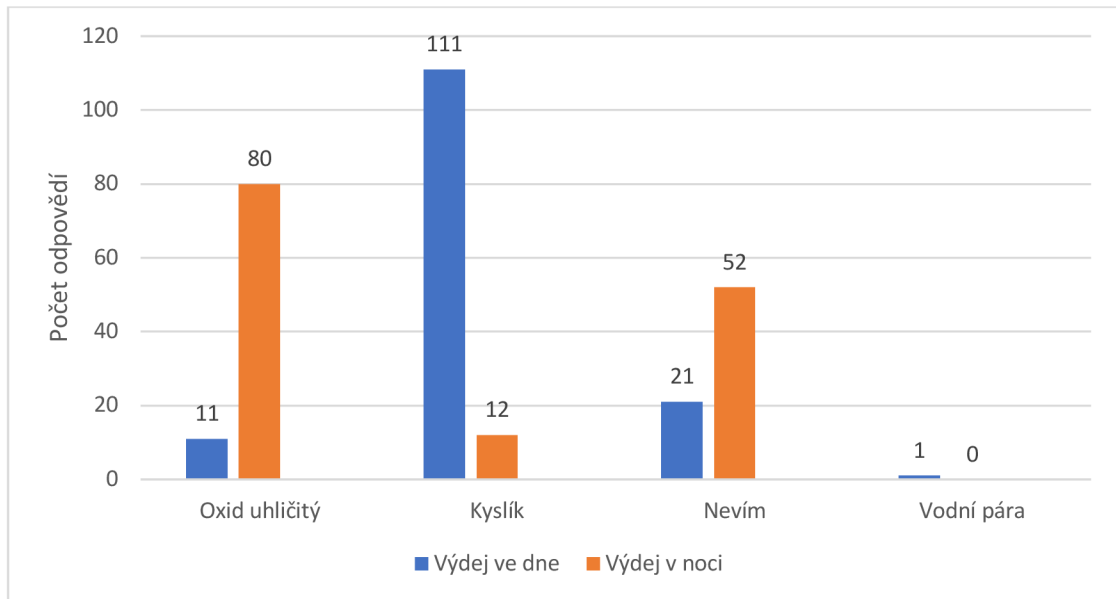


Obr. č. 13: Sloupcový graf vyznačující početní zastoupení látek uvedených v odpovědích žáků na otázku: *Jaké plynné látky přijímají rostliny z atmosféry ve dne a jaké plynné látky přijímají rostliny z atmosféry v noci.*

Jaké plynné látky rostliny vydávají do atmosféry ve dne?

Jaké plynné látky rostliny vydávají do atmosféry v noci?

Správnou odpověď na druhou část otázky týkající se látek, které rostlina během dne vydává do okolí je oxid uhličitý společně s vodní párou a v noci vydává oxid uhličitý. Naprostá většina (sto jedenáct žáků) si myslelo, že rostlina během dne do vzduchu vydává kyslík. Dvacet jedna studentů neznalo a nevedlo žádnou odpověď k této otázce. Jedenáct studentů bylo přesvědčených, že rostliny vydávají ve dne oxid uhličitý a jeden žák odpověděl vodní párou. Na otázku zaměřenou na výdej rostlin během noci správně odpovědělo osmdesát studentů. Dvanáct studentů považovalo kyslík za látku, kterou rostliny vydává do okolního prostředí během noci a zbývajících padesát dva respondentů na tuto otázku neodpovědělo žádnou odpověď. Přehled odpovědí a jejich četnost zobrazuje graf na obrázku číslo 14.



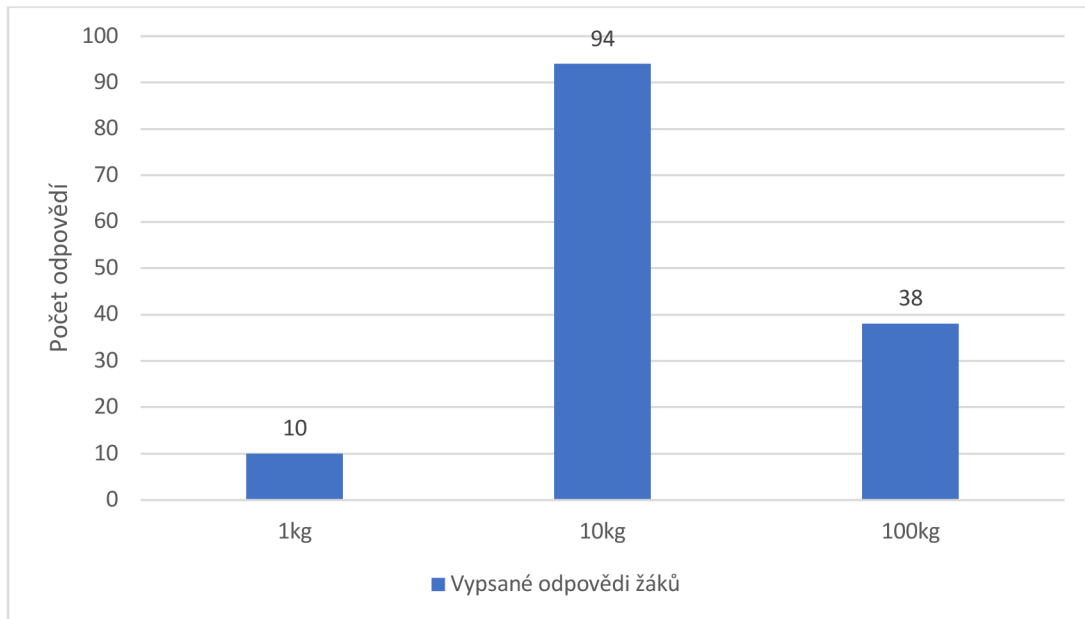
Obr. č. 14: Sloupcový graf znázorňující početní zastoupení látek, jež žáci zodpověděli na otázku: Jaké plynné látky rostliny vydávají do atmosféry ve dne a jaké plynné látky rostliny vydávají do atmosféry v noci?

Otázka číslo osm

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?

- Přibližně 1 kg dřeva
- Přibližně 10 kg dřeva
- Přibližně 100 kg dřeva

Tato otázka byla uzavřená a žáci základních škol a nižšího víceletého gymnázia tak měli možnost výběru ze tří možností zmíněných výše. Správná odpověď na otázku, kolik se spotřebuje množství dřeva při hodnotě 40kWh, je přibližně 10 kg dřeva. Většina dotazovaných odpověděla správně. Deset studentů si myslelo, že na hodnotu 40kWh je potřeba přibližně 1 kg dřeva. Přibližně 100 kg dřeva uvedlo třicet osm studentů. Poslední dva žáci neuvodli žádnou odpověď. Celkový přehled odpovědí je v grafu na obrázku číslo 15.



Obr. č. 15: Sloupcový graf vyjadřující tři varianty odpovědi a jejich početní zastoupení na otázku: Dokážete si představit, jaké množství dřeva na to přibližně spotřebujeme.

Otázka číslo devět

Vyberte z následujících tvrzení jedno pravdivé a následně vyberte jeden z důvodů, proč jste toto tvrzení vybrali:

- 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

Toto tvrzení považují za pravdivé, protože:

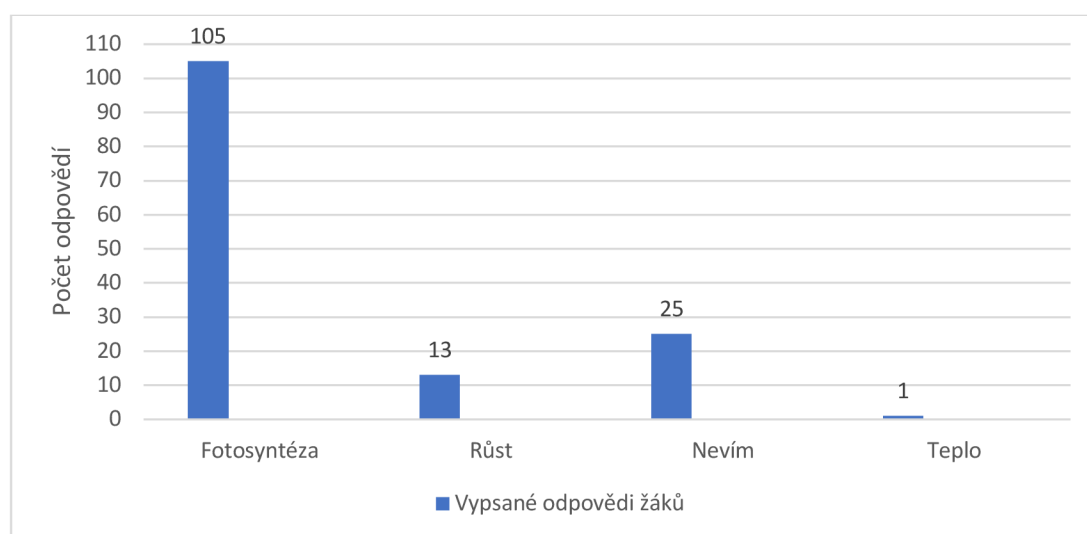
- i) rostliny, hlavně lesy, vypařují mnoho vody a způsobují tak sucho
- ii) se sníží se množství oxidu uhličitého v atmosféře a sníží se globální oteplování
- iii) se oteplí okolní vzduch, v krajině ubude voda a způsobí to erozi půdy

Tato otázka je uzavřená a odpověď se vybírala ze tří možností, jež jsou zmíněny výše. Součástí této otázky je také druhá otázka, která má potvrdit správné tvrzení, které studenti zvolili v první část otázky. Správná odpověď k této otázce je: pokud odstraníme živou biomasu (např. les) z velké plochy, má to příznivý vliv na naše životní prostředí nebo pokud odstraníme živou biomasu (např. les) z velké plochy, nemá to žádný vliv na naše životní prostředí, protože pak se sníží množství oxidu uhličitého v atmosféře a sníží se globální oteplování (tedy správná odpověď je a) ii) nebo b) ii)). Pouze dvacet tři studentů z dotazovaných sto čtyřiceti čtyř odpovědělo správně. Ostatních sto dvacet jedna studentů zvolilo jiné kombinace nebo neodpovědělo na tuto otázku vůbec.

Otázka číslo deset

Pro jaký proces rostlina spotřebovává největší část sluneční energie, která na ni dopadá?

Správná odpověď na tuto otevřenou otázku je výpar vody z listů neboli transpirace. Žádný ze sto čtyřiceti čtyř dotazovaných studentů neodpověděl správně. Sto pět studentů si myslelo, že největší část energie ze slunce rostlina využívá k procesu fotosyntézy. Třináct respondentů napsalo růst a pouze jeden student se domníval, že energie je potřebná pro teplo. Dvacet pět studentů neodpovědělo vůbec nebo napsali odpověď „nevím“. Přehled odpovědí a jejich četnost zobrazuje graf na obrázku číslo 16.



Obr. č. 16: Sloupcový graf znázorňující odpovědi žáků a jejich četnost na otázku: Pro jaký proces rostlina spotřebovává největší část sluneční energie, která na ni dopadá.

Otázka číslo jedenáct

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)

- a) Klasická výuka s výkladem učitele ve škole**
- 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**

Odpovědi na tyto otázky byly uzavřené a respondenti měli vybírat na stupnici čísel jedna až pět. Klasická výuka s výkladem učitele byla považována za oblíbenou v průměru $2,449 \pm 1,061$. Výuka pomocí interaktivních výukových aplikací v mobilu nebo tabletu byla z pohledu žáků základních škola a nižšího gymnázia považována za oblíbenou v průměru uvedených hodnot $2,468 \pm 1,259$. Výuka o rostlinách s využitím interaktivních výukových aplikací v počítači by žáky bavila v průměru $2,555 \pm 1,232$. Dotazníkové šetření ukázalo, že studenti považují terénní úkoly s využitím chytrých přístrojů za oblíbené s průměrnými hodnotami $2,252 \pm 1,262$. Laboratorní úlohy s možností měření různými chytrými přístroji, byl pro žáky tento způsob výuky oblíbený v průměrné hodnotě kolem $2,066 \pm 1,128$. Vyučování, kde by byly zakomponované výuková videa, by žáky bavilo v průměru $2,419 \pm 1,196$. Při využití kvízů na počítači, tabletu nebo mobilu by studenti těchto dotazovaných škol považovali za oblíbený způsob tohoto stylu výuky v průměru $2,467 \pm 1,323$. Výuka, při které by bylo možné vidět reálné příklady z krajiny, žáci ohodnotili v průměrných hodnotách $1,882 \pm 1,199$.

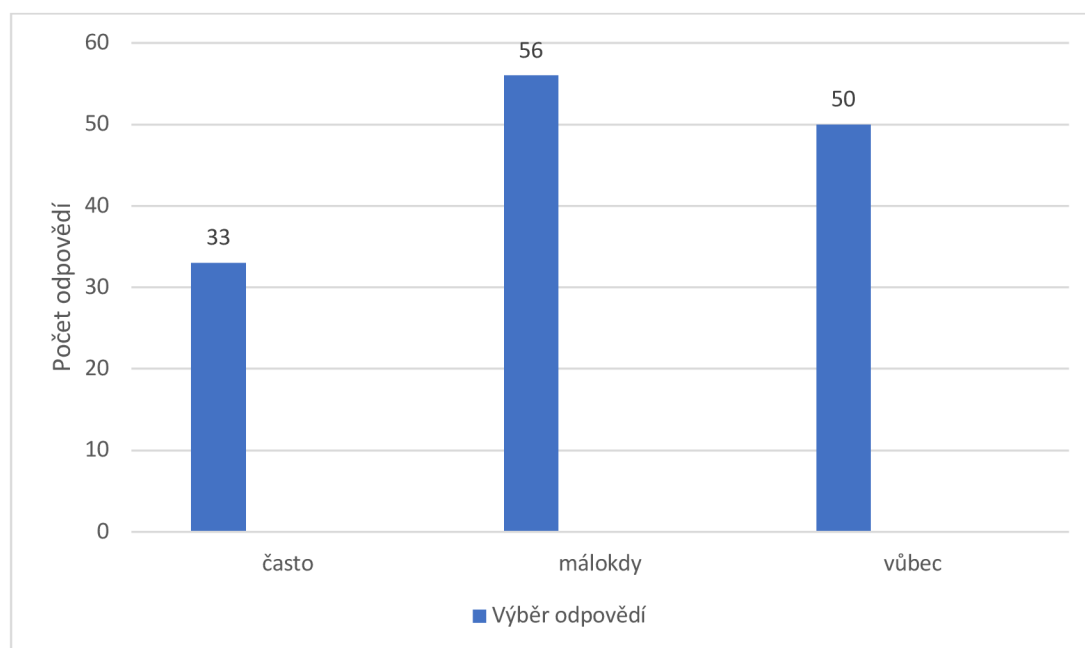
Otázka číslo dvanáct

Ve škole se v hodinách přírodopisu učíme s pomocí počítače

Tato otázka byla zaměřena na to, jak často se žáci setkávali s výukou přírodopisu s využitím počítače. Odpověď na tuto otázku byla uzavřená a žáci si tak mohli vybrat odpověď pouze ze tří možností.

- často
- málokdy
- vůbec

Ze všech dotazovaných studentů osmých a devátých tříd základních škol a nižšího víceletého gymnázia uvedlo padesát žáků, že při výuce přírodopisu nevyužívají k učení počítače. Padesát šest studentů využívá počítač jen málokdy při učení přírodopisu a třicet tři studentů používá počítače často. Zbylých pět studentů na tuto otázku neodpovědělo vůbec. Pro větší přehlednost je přiložen graf na obrázku číslo 17.

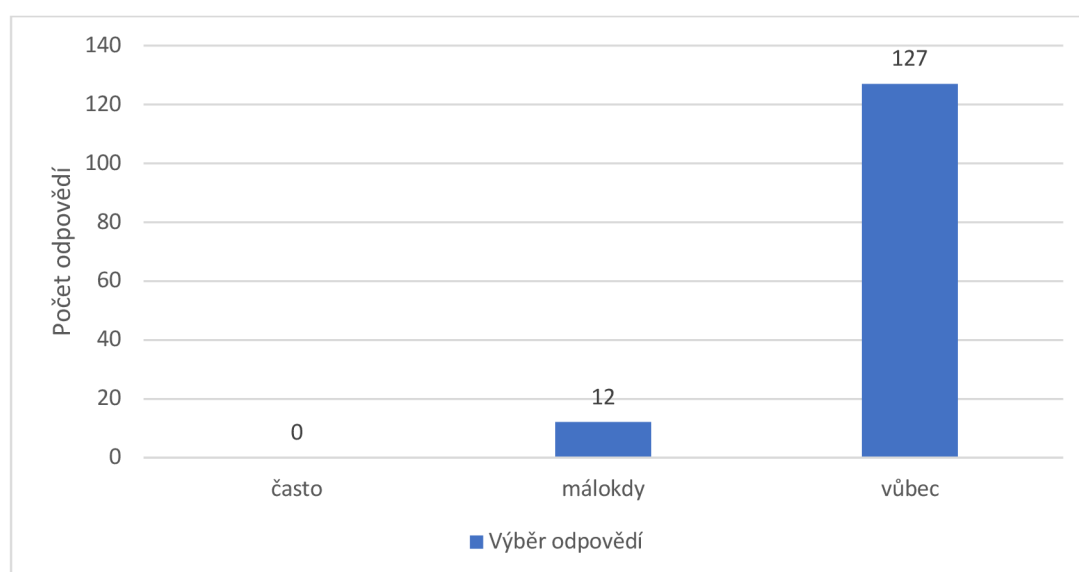


Obr. č. 17: Sloupcový graf vyjadřující četnost zastoupení tří variant na otázku: Ve škole se v hodinách přírodopisu učíme s pomocí počítače.

Otázka číslo třináct

Ve škole se v hodinách přírodopisu učíme s pomocí tabletů

U této otázky, která byla opět uzavřená a odpověď se vybírala ze stejných možností jako u otázky číslo dvanáct, naprostá většina (sto dvacet sedm studentů) nepoužívá při výuce přírodopisu tablet. Pouze dvanáct studentů uvedlo, že občas využívá tablet při výuce tohoto předmětu. Žádný z respondentů neuvedl možnost „často“ a zbývajících pět studentů opět nevybralo žádnou z možných variant. Přehled odpovědí a jejich četnost zobrazuje graf na obrázku číslo 18.



Obr. č. 18: Sloupcový graf vyjadřující četnost odpovědí ze tří variant na otázku: Ve škole se v hodinách přírodopisu učíme s pomocí tabletů.

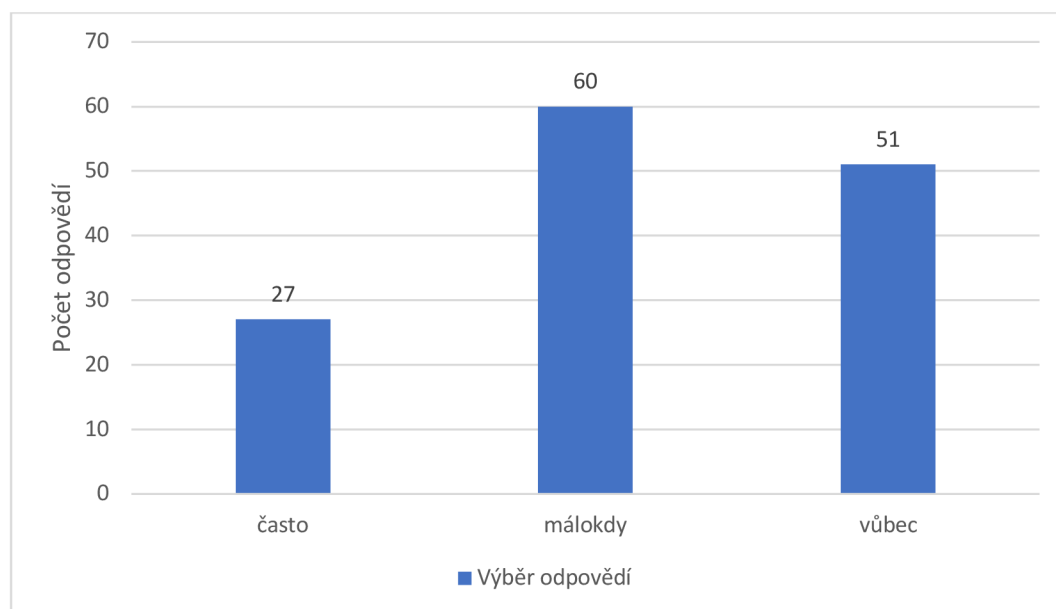
Otázka číslo čtrnáct

Když se doma učím na přírodopis, používám k tomu počítač

- často
- málokdy
- vůbec

Studenti si při doplňování věty opět mohli vybrat ze tří totožných možností jako u předchozích dvou otázek. Ze sto čtyřiceti čtyř respondentů padesát jedna studentů doma

vůbec nevyužívá počítač při učení na předmět přírodopisu. O devět studentů více, tedy šedesát dotazovaných žáků, občas využívá doma počítač při přípravě na výuku přírodopisu. Dvacet sedm žáků ho často využívá při přípravě na vyučování. Zbylých šest dotazovaných studentů ne zvolilo žádnou z variant. Přehled odpovědí a jejich četnost zobrazuje graf na obrázku číslo 19.

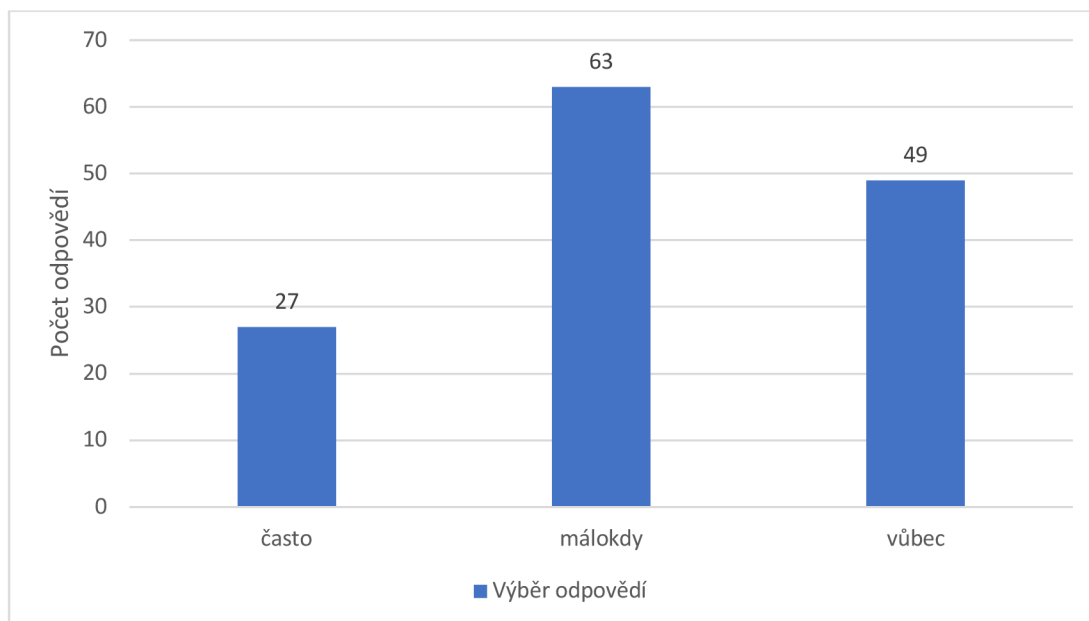


Obr. č. 19: Sloupcový graf vyjadřující četnost odpovědí vybraných ze tří variant na otázku: Když se doma učím na přírodopis, používám k tomu počítač.

Otázka číslo patnáct

Když se doma učím na přírodopis, používám k tomu mobil nebo tablet

Poslední otázka je opět uzavřená a odpověď se vybírala znovu ze tří totožných možností: „často“, „málokdy“ a „vůbec“. Čtyřicet devět dotazovaných žáků nikdy nepoužilo při domácí přípravě na hodinu přírodopisu tablet. Občas ho využívá šedesát tři studentů ze všech dotazovaných při učení a dvacet sedm respondentů velice často vyhledává pomocné výukové materiály na tabletu při učení přírodopisu. Zbývajících pět nevedlo žádnou variantu. Přehled odpovědí a jejich četnost zobrazuje graf na obrázku číslo 20.



Obr. č. 20: Sloupcový vyjadřující početní zastoupení odpovědí ze tří uvedených možností na otázku: Když se doma učím na přírodopis, používám k tomu mobil nebo tablet.

5 Diskuse

Z nasbíraných dat lze usoudit, že studenti osmých a devátých tříd základních škol a nižšího víceletého gymnázia nemají přesné představy o tématu biomasa a její fotosyntetické produkce. Mají sice povědomí o rostlinné biomase, ale nejsou schopni vysvětlit vztah fotosyntézy a rostlinné biomasy.

Většina z dotazovaných žáků nemá ucelenou představu o tom, co je rostlinná biomasa. Vyskytovaly se odpovědi, že biomasa jsou veškeré rostliny na Zemi nebo obnovitelný zdroj energie, další varianta byla nevím, dále veškerá organická hmota a poslední skupina, kterou uváděli žáci je palivo a topný materiál. Žádný z žáků neuvedl přesnou definici pojmu biomasa, ale ve své podstatě všechny varianty, mimo odpověď nevím, měli částečně pravdu. Biomasa je považována za obnovitelný zdroj energie, zároveň se řadí mezi biomasu veškeré rostliny na planetě Zemi, což je považováno i za organickou hmotu. Biomasa se skutečně využívá jako palivo nebo topný materiál a využívají tak energii uloženou v jejím těle, ale není to přesná odpověď na otázku, co je to rostlinná biomasa.

Energie, která je v biomase skrytá pochází ze slunečního záření. Pouze 18,75 % studentů odpovědělo správně a myslí si tedy, že energie pochází ze slunce. Mnoho studentů má však o této energii mylné představy. 20,14 % žáků odpovědělo, že energie pochází z těla rostlin. 11,8 % odpovědělo z půdy a vzduchu. Odpověď z živočichů a z fotosyntézy napsalo vždy po jednom studentovi. 47,92 % žáků odpovědělo slovem nevím. Pouze malá část studentů tak dokáže propojit pojem biomasu a fotosyntetickou produkci. Většina studentů si neuvědomuje, že rostlinná biomasa přibývá kvůli rostlinám, které dokáží přeměňovat sluneční energii na energii zabudovanou v organických sloučeninách, a ta následně přispívá k růstu rostlin.

Za nejdůležitější proces pro tvorbu biomasy je považován proces fotosyntézy neboli růstu. Tuto odpověď napsalo 59,03 % dotazovaných studentů. Zbývajících 40,97 % studentů uvedlo různé druhy nesprávných odpovědí. Mnoho studentů ví, že rostlinná biomasa jsou zelené rostliny, ve kterých probíhá fotosyntéza. Kvůli probíhající fotosyntéze dochází k tomu, že rostlina roste. Toto je důvod, proč většina žáků volilo správnou odpověď fotosyntéza.

V dotazníkovém šetření žáci nejčastěji předpokládali, že rostlina přijímá živiny z půdy. Další část si myslela, že živiny pocházejí ze slunce, vody a půdy. Někteří studenti jsou toho

názoru že rostlina přijímá živiny z vody nebo vody a půdy dokonce i z hnojiv, minerálů a vody. Šest žáků uvedlo, že rostlina přijímá živiny z živočichů, které žádný autor ve své studii neuvádí. Podobně je tomu i s fotosyntézou, kterou žáci považují za živiny. Žádný z respondentů nevedl ani kyslík nebo oxid uhličitý, na rozdíl od Čípkové, která toto ve své studii uvádí. Keles et al (2010) ve své studii píše, že někteří studenti základních škol jsou názoru, že rostlina přijímá živiny pouze ze slunečního záření. Čípková et al (2017) a Skribe-Dimec et al (2017) ve svých studiích zjistili, že mnoho žáků považuje za živiny rostlin vodu a minerální látky, jenž čerpají pomocí kořenů z půdy.

Názory studentů ukazují, že rostlina ke svému růstu potřebuje především slunce, vodu, klimatické podmínky, půdu a živiny. Toto je dle mého názoru vše, co rostlina potřebuje. U dalších názorů, které se ve výsledcích dotazníkového šetření vyskytovaly, chybí některé uvedené pojmy. U zmíněné odpovědi „slunce, vodu a půdu“ chyběly ještě pojmy živiny a vhodné klimatické podmínky. Odpověď „živiny se sluncem“ postrádala pojmy půdu, živiny a příslušné klimatické podmínky. „Voda a živiny“ jsou pojmy, které rostlina potřebuje, ale vyžaduje také půdu, slunce i vhodné klimatické podmínky. Odpovědi „slunce, voda, klimatické podmínky a živiny“ chybí půda, která je velice potřebná pro udržení rostliny v zemi a zároveň pro příjem živin a vody kořenovým systémem. Studenti zmínili i odpověď vyjadřující pouze samotné „živiny“ a samostatně uvedli i „půdu“.

V dotazníkovém šetření 70,2 % studentů uvádí, že rostlina během dne přijímá oxid uhličitý. Pouze 2,8 % žáků uvedlo správnou odpověď, rostlina ve dne přijímá jak oxid uhličitý, tak současně i kyslík. Jen malá část studentů (9,7 %) uvedla kyslík jako plynou látku, kterou rostlina přijímá ve dne. Zbývajících 17,3 % žáků nevedlo odpověď. Více než polovina studentů (56,9 %) se domnívá, že rostlina během noci přijímá kyslík. Toto tvrzení je pravdivé a není považováno za miskoncepci. 7,6 % studentů se domnívá, že rostlina v noci přijímá oxid uhličitý. Zbývajících 35,5 % nevedlo žádnou odpověď. Čípková et al (2017) uvádí, že mnoho žáků na základních školách si myslí, že produkuje rostlina kyslík neustále v každé části dne i noci. Žáci si také myslí, že rostlina přijímá v noci kyslík na výrobu oxidu uhličitého. Toto tvrzení z dotazníkového šetření žádný z respondentů neodpověděl.

Na otázku, co rostlina vydává ve dne do atmosféry odpovědělo 77,1 % respondentů slovem kyslík. Pouhých 7,6 % respondentů zmínilo oxid uhličitý. 14,6 % respondentů neznalo odpověď na tuto problematiku a 0,7 % žáků napsalo vodní pára jako plyn, který rostliny vydávají do atmosféry. V noci rostlina vydává do okolí oxid uhličitý. Tuto správnou

odpověď zaznamenalo 55,6 % dotazovaných respondentů. 8,3 % odpovědělo kyslík jako plyn vydávající do okolí a 36,1 % respondentů neznalo odpověď na tuto otázku.

Respondenti v dotazníkovém šetření měli také odpovědět na jaký proces rostlina spotřebovává největší část sluneční energie, která na ni dopadá. Správná odpověď na tuto otázku je výpar z listů. Tuto variantu neuvedl žádný z dotazovaných respondentů i přesto, že podle Rámcově vzdělávacího programu by měli žáci znát funkci jednotlivých orgánů rostliny. Nejpočetnější odpovědi (72,92 %), která se v dotazníkovém šetření objevila, byla fotosyntéza. Pouhých 9,03 % odpovědí obsahovalo pojem růst a v jednom případě byl zmíněn termín teplo. Zbývajících 17,36 % studentů odpovědělo slovem neví.

V dotazníkovém šetření se ukázalo, že žáci by ve své výuce přírodopisu nejvíce ocelili zapojení reálných příkladů z krajiny. Velkému zastoupení žáků by se také líbala výuka, ve které by byla možnost účastnit se laboratorních úloh, či by mohli měřit za pomoci chytrých přístrojů, jenž by měli k dispozici. Podobně by žáci základních škol uvítali častější zapojení terénních úloh do výuky, kde by mohli studenti měřit chytrými přístroji. Klasická výuka s výkladem učitele na školách by pro žáky byla také zajímavá, ale nepatřila k atraktivním. Výuka pomocí interaktivní výukové aplikace v mobilu nebo tabletu, využití výukových videí během výuky fotosyntézy nebo možnosti kvízů na počítačích, tabletech nebo chytrých mobilních telefonech hodnotili respondenti za poměrně oblíbené a žákům by se v celku líbila. Žáci téměř vůbec neprojeví zájem o rostlinách s využitím interaktivních výukových aplikací v počítači. Pravděpodobně kvůli složitosti a přístupu k počítači.

60 % dotazovaných učitelů uvedlo, že ve své výuce využívají digitální výukové zdroje. Především používají vlastní prezentace, různé internetové stránky nebo i videa na YouTube. Bylo zjištěno, že fotosyntéza je velice problematické téma se spoustou abstraktních pojmů. Využitím moderních technologií pomocí počítačů nebo tabletů (případně i pomocí chytrých mobilních telefonů) by bylo možné výuku fotosyntézy vyučujícím usnadnit a v mnohých případech i odstranit mylné představy a navést žáky k vědecky přijatelným konceptům, jak ve své studii uvádí Güne et al. (2011).

Vztah vyučujících k tématu fotosyntézy není ani kladný, ale ani vyloženě záporný, jejich postoj je k tomuto tématu spíše neutrální vztah, jak zmínilo 60 % dotazovaných respondentů z řad učitelů. Zbývajících 40 % respondentů má kladný vztah. To, jaký mají vztah k tomuto tématu, by možná mohlo korelovat i s jejich délkou pedagogické praxe. Čtyři vyučující vykonávají tuto práci 5-10 let, z toho dva uvedli, že je téma fotosyntézy

jejich oblíbené. Zbylí dva vyučují toto téma považovalo za neutrální. Tři vyučující pracují jako učitelé přírodopisu 10-20 let a jejich vztah k tématu fotosyntéza byl ze dvou třetin pozitivní a poslední vyjádřil neutrální vztah. Tři vyučující pracovali 20 a více let v tomto oboru a všichni uvedli neutrální vztah k tématu fotosyntéza. Takto lze předpokládat, že při nižší zkušenosti v praxi vyučujícího je téma fotosyntéza více oblíbené a s přibývajícím roky praxe postupuje spíše k neutrálnímu vztahu.

V dotazníkovém šetření měli vyučující vybraných škol napsat, co považují za nejvíce problematické při výuce fotosyntézy. 10 % respondentů z řad učitelů uvedlo, že nejvíce problematická je znalost chemie. S tímto názorem se shoduje i Skribe- Dimec et al. (2017), který ve své studii tvrdí, že studenti dokáží napsat chemickou rovnici fotosyntézy, ale pak ji nedokáží vysvětlit. Dalších 20 % vyučujících považuje za problémové abstraktnost tohoto tématu a s tím i těžkou představivost, s čímž se shoduje i Susanti (2018) a Güne, et al. (2011). Ostatní vyučující volili odpověď všeobecná obtížnost tohoto tématu a jiné.

6 Závěr

Téma rostlinné biomasy a její fotosyntetické produkce je pro mnohé žáky velice abstraktní pojem a může tak vznikat mnoho miskoncepcí neboli mylných představ. Za pomoci dotazníkového šetření se ukázalo, že mnoho studentů základních škol a nižšího víceletého gymnázia opravdu nemá dostatečnou úroveň vědomostí o tématu biomasy a její fotosyntetické produkce. Někteří studenti nemají ucelené představy o energii, která je v biomase skrytá a odkud pochází, jiní žáci zase nerozumí získávání živin u rostlin a jejich růstu. Mylné představy vznikají i v oblasti plyných látek, které rostlina přijímá nebo vydává do atmosféry v průběhu dne a noci. Vyučující přírodopisu mají většinou k výuce tohoto tématu neutrální vztah, ale i tak se domnívají, že pro jejich žáky je středně obtížné.

Seznam literatury

1. Anderson, C. W., Sheldon, T. H. & Dubay, J. (1990). The effects of instruction on college non-majors' conceptions of respiration and photosynthesis. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(8), 761–776.
2. Bahar, M. (2003). Misconceptions in biology education and conceptual change strategies. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 3(1), 55-64.
3. 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.
4. Budiš, M. (2011). *ENERGETICKÉ VYUŽITÍ BIOMASY* [Bakalářská práce, Vysoké učení technické v Brně].
https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=40314
5. Chlubný, J., Lednický, J., Sedlačík, R., & Slezáčková, L. (2021). *Obnovitelné zdroje energie*. Retrieved March 1, 2022, from
https://biom.cz/upload/6e01d6d4c4835ec93cda508772f3bf6e/obnovitelne_zdroje_energie_energeticka_agentura_zlinskeho_kraje.pdf
6. Cokadar, H. (2012). Photosynthesis and Respiration Processes: Prospective Teachers' Conception Levels. *Education & Science/Egitim ve Bilim*, 37(164).
7. Čipková, E., Karolčík, Š., & Vörösová, N. (2017). Korekcia miskoncepcií žiakov o fotosyntéze a dýchání rastlín prostredníctvom bádateľsky orientovaného vyučovania. *Biologie. Chemie. Zeměpis*, 26(3), 24-34.
<https://doi.org/10.14712/25337556.2017.3.4>
8. Dančák, M., Mikulenková, H., & Ševčík, D. (2015). *Přírodopis 6*. Prodos.
9. Driver, R. (1992). Nutrition. Leeds national curriculum science support project.
10. 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.
11. Fatmawati, B., & Rustaman, N. Y. (2020). The study of inquiry ability in the photosynthesis concept. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia (JPPII)*.
12. Field, C. B., Campbell, J. E., & Lobell, D. B. (2008). Biomass energy: the scale of the potential resource. *Trends in ecology & evolution*, 23(2), 65-72.

13. Gibson, H. L., & Chase, C. (2002). Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes toward science. *Science education*, 86(5), 693-705.
14. Goldberg, R. F., & Thompson-Schill, S. L. (2009). Developmental “roots” in mature biological knowledge. *Psychological Science*, 20(4), 480-487.
15. Gunes, T., Dilek, N. S., Hoplan, M., & Gunes, O. (2012). İlkogretim 8. Sinif ogrencilerinde fotosentez ve solunum konusunda olusan kavram yanilgilari [Misconceptions of the primary 8th grade students about photosynthesis and respiration]. *Journal of Educational and Instructional Studies in the World*, 2 (1), 42-47.
16. Güne, M. H., Güne, O., & Hoplan, M. (2011). The using of computer for elimination of misconceptions about photosynthesis. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 1130-1134.
17. Hayes, M. T. (2002). Elementary preservice teachers' struggles to define inquiry-based science teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 13(2), 147-165.
18. Jeřábek, J., & Tupý, J. (2021). Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. <http://www.nuv.cz/file/4982/>
19. Kabapinar, F. (2005). Effectiveness of Teaching via Concept Cartoons from the Point of View of Constructivist Approach. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 5(1).
20. Keleş, E., & Kefeli, P. (2010). Determination of student misconceptions in “photosynthesis and respiration” unit and correcting them with the help of cai material. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 3111-3118. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.474>
21. Kincl, M., & Krpeš, V. (2006). *Základy fyziologie rostlin* (3., dopl. vyd). Václav Krpeš.
22. Larcher, W. (1988). *Fyziologická ekologie rostlin*. Academia.
23. Macalalag, A., & Duncan, R. G. (2010). Changes in teachers' ability to design inquiry-based lessons during a two-year preparation program.
24. 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.

25. Mustafa, U. R. E. Y. (2018). Defining the relationship between the perceptions and the misconceptions about photosynthesis topic of the preservice science teachers. *European Journal of Educational Research*, 7(4), 813-826.
26. Nurbaety, D., Rustaman, N. Y., & Sanjaya, Y. (2016, February). The use of drawing method for diagnosing students' misconception about plant structure in relation to photosynthesis. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1708, No. 1, p. 080006). AIP Publishing LLC.
27. Opltová, M. (2021, April 17). *Obnovitelné zdroje energie*. Retrieved March 15, 2022, from <https://storymaps.arcgis.com/stories/7526d4d554044ba0b1b9bff9fca81ea8>
28. Prokop, P., Prokop, M., & Tunnicliffe, S. D. (2007). Is biology boring? Student attitudes toward biology. *Journal of biological education*, 42(1), 36-39.
29. Ryplová, R. (2014). *Fyziologie rostlin*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
30. Sasmaz Oren, F., Karatekin, P., Erdem, S., & Ormanci, U. (2012). Determining of teacher candidates' level of knowledge on the issue of plantrespiration-photosynthesis through concept cartoons and its analysis depending on different variables. *Journal of Kirsehir Educational Faculty*, 13(3), 155-174.
31. Sodervik, I., Virtanen, V., & Mikkilä-Erdmann, M. (2015). Challenges under standing photosynthesis in a university introductory biosciences class. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13, 733-750.
32. Simsek, P., & Kabapinar, F. (2010). The effects of inquiry-based learning on elementary students' conceptual understanding of matter, scientific process skills and science attitudes.
33. Skribe Dimec, Darja; Strgar, Jelka: Scientific conceptions of photosynthesis among primary school pupils and student teachers of biology - In: *CEPS Journal* 7 (2017) 1, S. 49-68 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-129587 - DOI: 10.25656/01:12958
34. Södervik, I., Mikkilä-Erdmann, M., & Vilppu, H. (2014). Promoting the understanding of photosynthesis among elementary school student teachers through text design. *Journal of Science Teacher Education*, 25(5), 581-600.
35. Stephenson, P., & Warwick, P. (2002). Using concept cartoons to support progression in students' understanding of light. *Physics education*, 37(2), 135.

36. Susanti, R. (2018). Misconception of biology education student of teacher training and education of Sriwijaya University to the concept of photosynthesis and respiration. *Journal of Physics: Conference Series*, 1022.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1022/1/012056>
37. Svandova, K. (2014). Secondary school students' misconceptions about photosynthesis and plant respiration: Preliminary results. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(1), 59-67
38. Špaček, Z. (2012). *Energetické využití zemědělské biomasy* [Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích].
https://theses.cz/id/jdmxqp/BP_PAEK_Energetick_vyuit_zemdlsk_biomasy.pdf
39. Tekkaya, C., & Balci, S (2003). Determination of students' misconceptions concerning photosynthesis and respiration in plants. *Hacettepe University Journal of Education*, 24, 101-107.
40. Urey, M. (2018) *Defining the Relationship between the Perceptions and the Misconceptions about Photosynthesis Topic of the Preservice Science Teachers*. (2018) (Vol. 7). <http://www.eu-jer.com/>
41. Urey, M., Sahin, N. F., Kilinc, A., & Dogan, M. (2016). Fen bilgisi ogretmen adaylarinin fotosentez konusuna yonelik kavram yanilgilarinin belirlenmesi [Determining of preservice science teachers' misconceptions a out photosynthesis], VI. International Congress on Research in Education, p. 109, 13-15 October, Rize-Turkey.
42. Yenilmez, A., & Tekkaya, C (2006). Enhancing student's understanding of photosynthesis and respiration in plant through conceptual change approach. *Journal of Science Education and Technology*, 15(1), 81-87.
43. Yip, D. Y. (1998). Identification of misconceptions in novice biology teachers and remedial strategies for improving biology learning. *International Journal of Science Education*, 20(4), 461-477.
44. Wynn, A. N., Pan, I. L., Rueschhoff, E. E., Herman, M. A., & Archer, E. K. (2017). Student misconceptions about plants—a first step in building a teaching resource. *Journal of microbiology & biology education*, 18(1), 18-1.
45. Závodská, R. (2006). *Biologie buněk: základy cytologie, bakteriologie, virologie*. Scientia.