

ŽIVÉ BYTOSTI DÝCHAJÍ

Jelka STRGAR

Abstrakt: *V našem výzkumu jsme chtěli zjistit, jakou kvalitu znalostí o procesu dýchání a jeho významu mají slovinští žáci ve 14 letech, kdy ukončí povinnou školní docházku. Ve výzkumu jsme použili test znalostí s 5 otevřenými otázkami. Do výzkumu jsme zahrnuli žáky dvou stupňů vzdělání – v jednom byli žáci, kteří se ještě neučili o dýchání a buněčném dýchání (13letí), ve druhé pak žáci, kteří se ve výuce již seznámili s oběma procesy (15letí). Praxe ukazuje, že žáci často nerozlišují mezi oběma procesy, anebo znají dýchání jenom jako výměnu plynů. Výsledky nám ukázaly, že žáci obou skupin chápou dýchání především jako výměnu plynů a že vědí, že je dýchání důležité, protože nám umožňuje přežít. Pouze 5,3 % žáků uvedlo, že při dýchání vzniká energie. Ukázalo se také, že měli 13letí žáci poněkud jednodušší představy o některých hlediscích dýchání než 15letí. Nejdůležitějším zjištěním bylo, že jsme nezjistili ve znalostech 15letých, viditelný vliv výuky, respektive pokrok v porozumění významu dýchání pro organismy v porovnání s 13letými. Domníváme se, že získané nepřiliš uspokojujivé poznatky jsou výsledkem nevhodných vyučovacích metod.*

Klíčová slova: *dýchání, buněčné dýchání, výuka*

Úvod

Životní procesy jsou předmětem studia biologie, a jak víme z vlastní zkušenosti, mohou pro studenty znamenat problémy. Učitelé čelí problému, jak seznámit studenty s jejím obsahem tou nejsrozumitelnější cestou a zároveň jim poskytnout dostatečné informace ve vyučovací hodině. Studenti tyto znalosti potřebují, aby byli schopni starat se o své zdraví v přítomnosti i budoucnosti a také aby nabyli vědomostní základ pro další vzdělávání. Porozumění základům životních procesů je považováno za součást vědecké gramotnosti v moderním světě.

Pojem dýchání znamená ventilaci plic, proces, který efektivně proměňuje plyn (přijímá kyslík do těla a vypouští oxid uhličitý z těla do prostředí). Roztahování a stahování lidského hrudníku je viditelným projevem procesu výměny plynu. Lidský organismus potřebuje kyslík, aby proběhlo buněčné dýchání. Toto dýchání je chemickou reakcí probíhající ve všech buňkách těla a vytváří energii (Milican a Baker, 1997). V zahraniční vědecké literatuře se objevuje termín „buněčné dýchání“ (Mader, 2009). Ve Slovinsku se používá pojem „dýchání“ nebo „plicní dýchání“ pro procesy výměny plynu mezi organismem a okolím a „buněčné dýchání“ pro proces v buňkách, kde vzniká energie.

V praxi často hovoříme pouze o dýchání i když hovoříme o buněčném dýchání. Tento fakt činí celou záležitost trochu komplikovanější. Uvedli jsme jednotlivé semantické rozdíly mezi slovinskou a anglickou terminologií a rozhodli jsme se používat oba termíny dýchání v tomto příspěvku.

V naší studii jsme se chtěli zjistit, jakou kvalitu znalostí o dýchání mají 14letí studenti, když končí povinnou docházku. Na základě informací z předešlého výzkumu jsme očekávali, že studenti budou přesně vědět, co je kyslík a že organismus dýchá. Očekávali jsme střední znalost v otázce, co je dýchání, a nejslabší znalost o důležitosti kyslíku v přírodě a o důležitosti dýchání v přírodě.

Materiály a metody

Do výzkumu byli zahrnuti studenti dvojí úrovně vzdělání; v jedné skupině se ještě ve škole neučili o dýchání a buněčném dýchání (58 studentů, 13letých), a druhou skupinu tvořili studenti, kteří se již o obou procesech učili (56 studentů; 15letých). Studenti v rámci normální výuky vyplnili test obsahující 5 otevřených otázek:

1. Co je kyslík?
2. Proč je důležitý kyslík v přírodě?
3. Který organismus dýchá?
4. Co je dýchání?
5. Proč je dýchání v přírodě důležité?

Všechny odpovědi studentů na každou otázku byly vyhodnoceny a kategorizovány. Některé odpovědi, které nekorespondovaly s žádnou kategorií, nebyly použity v pozdější detailní analýze a nejsou začleněny do procent vypovídajících o odpovědích jednotlivců. Věříme, že věrohodnost tohoto výzkumu nebyla vážně ovlivněna, neboť naším cílem bylo zjistit obecné postřehy studentů, v čemž byla naše metoda úspěšná.

Studenti nejčastěji odpovídali v celých větách, takže jejich odpovědi se často daly zařadit do více než jedné kategorie. Na příklad na druhou otázku (Proč je důležitý kyslík v přírodě?) jeden student odpověděl „lidé a zvířata potřebují kyslík pro přežití.“ Tato odpověď byla zařazena do dvou kategorií: (1) proč potřebujeme kyslíka a (2) kdo potřebuje kyslík. Vypočítaná procenta z odpovědí jsou znázorněna v tabulce, a proto neodpovídají 100 procentům, ale mohou přesáhnout 100 %. Údaje byly analyzovány pomocí SPSS 17.0 statistického programu. Statistický význam rozdílů v odpovědích studentů z dvou různých skupin byl vyhodnocen pomocí Mann – Whitney U testem.

Výsledky a diskuze

Dohromady se výzkumu zúčastnilo 114 studentů, ačkoli ne všichni odpověděli na každou z pěti otázek (Tabulka 1). Domnívali jsme se, že studenti, kteří neodpověděli na otázku, učinili tak proto, že neznali dostatečně danou problematiku, že odpovědět ani nezkusili. Nízké procento u odpovědi znamená, že studenti tuto problematiku neznali. První čtyři otázky (Co je kyslík?, Proč je důležitý kyslík v přírodě?, Který organismus dýchá?, Co je dýchání?) byly zodpovězeny většinou studentů (72.8-91.2 %), z čehož usuzujeme, že studenti tuto problematiku znali a měli odvahu odpovědět (což ale neznamená, že jejich odpovědi byly správné). Naopak poslední otázka byla zodpovězena jen 50 % studentů,

z čehož usuzujeme, že nerozuměli důležitosti dýchání v přírodě. Tento údaj je alarmující, neboť dýchání je důležitý pojem, který by měli studenti znát na konci povinné školní docházky. Mnozí z nich už nebudou mít možnost získat tuto informaci v dalším vzdělání.

Tabulka 1: frekvenci odpovědí studentů na pět otázek (N=14)

Otázky	Odpovědi studentů	
	Četnost	%
Co je kyslík?	104	91,2
Proč je důležitý kyslík v přírodě?	94	82,5
Který organismus dýchá?	97	85,1
Co je dýchání?	83	72,8
Proč je dýchání v přírodě důležité?	57	50,0

Procenta u odpovědí k jednotlivým otázkám představují jen obecný obrázek o znalostech studentů; skutečné znalosti byly zjištěny podrobnou obsahovou analýzou, která ověřovala přesnost odpovědí.

1. CO JE TO KYSLÍK?

Studenti uvedli celou řadu různých odpovědí na tuto otázku (Tabulka 2).

Většina studentů z obou věkových skupin (89.4 %) napsala jednu nebo více chemických definic nebo vlastností kyslíku, jako například:

„Kyslík je plyn.“

„Kyslík je částí vzduchu.“

„Kyslík je bez zápachu a chutě.“

Kromě toho uváděli studenti další biologické výklady, ale tyto byly méně častější než chemické definice (1.0-42.3 %). Biologické definice byly hodnoceny do tří kategorií, jmenovitě: proč potřebujeme kyslík; který organismus potřebuje kyslík; a produkce kyslíku. Biologické definice prokázaly statisticky značné rozdíly mezi mladšími a staršími studenty (Mann-Whitney U test, $p < 0.05$). Typickou biologickou odpovědí v mladší skupině bylo, že kyslík je potřebný pro dýchání, zatímco charakteristickou odpovědí ve skupině starších studentů bylo, že kyslík je nezbytný pro přežití. Je zjevné, že většina mladších studentů přemýšlí o procesu dýchání jako o roztahování a ztahování hrudníku. Znalost starších studentů byla na trochu vyšší úrovni, protože jsou si více vědomi důležitosti kyslíku.

Když studenti odpovídali na otázku, kdo potřebuje kyslík, obě skupiny nejčastěji zmiňovaly lidi (42.3 %). Nicméně tato odpověď je statisticky častější ve skupině mladších studentů (Mann-Whitney U test, $p < 0.05$) Věříme, že je tomu tak díky faktu, že v myšlení 13letých je člověk stále ve středu všeho živého. Na druhou stranu 15letí jsou si stále více vědomi, že člověk je pouze jednou z živých bytostí, a tudíž statisticky vychází, že častěji odpovídali, že kyslík je potřebný pro organismus. (Mann-Whitney U test, $p < 0.05$.)

Někteří studenti odpovídali, že zvířata a rostliny potřebují kyslík (4.8 %, 1.0 %). Ve svých odpovědích na otázku, co je kyslík, někteří studenti (5.8 %), většinou starší (Mann-Whitney U test, $p < 0.05$) považovali za důležité uvést, že kyslík je produkován rostlinami v rámci fotosyntézy.

Tabulka 2: Procenta odpovědí a statisticky důležité rozdíly mezi odpověďmi 13letých a 15letých studentů na otázku „Co je kyslík?“

Kategorie	Procenta odpovědí (%)	Statisticky významné rozdíly	Častěji odpovězeny kým
1 Chemická definice	89,4	---	---
2 Proč potřebujeme kyslík			
Dýchání	39,4	0,000	13 let
Přežití	25,0	0,002	15 let
3 Kdo potřebuje kyslík			
Lidé	42,3	0,011	13 let
Organismy	10,6	0,005	15 let
Zvířata	4,8	---	---
Rostliny	1,0	---	---
4 Výroba kyslíku	5,8	0,001	15 let

2. PROČ JE DŮLEŽITÝ KYSLÍK V PŘÍRODĚ?

Je zajímavé, že odpovědi na tuto otázku (Tabulka 3) byly podobné jako u odpovědi na první otázku, kde byli studenti dotazováni, co je kyslík. Většina studentů (85.5 %) uvedla, že kyslík je potřebný k dýchání, zatímco mnohem méně častěji se objevovala odpověď, že je nezbytný k přežití (30.9 %). Někteří studenti také uvedli, kdo potřebuje kyslík (11.7-20.2 %) a kde vzniká (11.7 %). Mezi mladší a starší skupinou respondentů se neobjevily žádné rozdíly (Mann-Whitney U test, $p < 0.05$). Zde vidíme, že studenti ví, že k životu je potřeba kyslík, avšak jejich znalosti nedosáhly úrovně, aby hlouběji porozuměli důvodu nutnosti kyslíku.

Tabulka 3: Procenta odpovědí a statisticky důležité rozdíly mezi odpověďmi 13letých a 15letých studentů na otázku „Proč je důležitý kyslík v přírodě?“

Kategorie	Procenta odpovědí (%)	Statisticky významné rozdíly
5 Proč potřebujeme kyslík		
Dýchání	85,5	---
Přežití	30,9	---
6 Kdo potřebuje kyslík		
Lidé	20,2	---
Zvířata	16,0	---
Organismy	16,0	---
Rostliny	11,7	---
7 Výroba kyslíku	11,7	---

3. KTERÝ ORGANISMUS DÝCHÁ?

Na otázku „Který organismus dýchá?“ jsme očekávali, že studenti napíší seznam jednotlivých skupin organismů, ale většinou odpovídali obecně „lidské bytosti organismy“ – dýchají (75.3 %, Tabulka 4) Odpovědi zmiňující skupiny organismů zvířat a lidí byly stejně časté (22.7 %) zatímco rostliny byly uváděny méně častěji (17.5 %). Jen několik studentů uvedlo, že bakterie a houby dýchají (3.1 %). Neobjevily se žádné rozdíly v odpovědích mezi mladší a starší skupinou respondentů. (Mann-Whitney U test, $p < 0.05$).

Tabulka 4: Procenta odpovědí a statisticky důležité rozdíly mezi odpovědmi 13letých a 15letých studentů na otázku „Který organismus dýchá?“

Kategorie	Procenta odpovědí (%)	Statisticky významné rozdíly
1 Živé bytosti	75,3	---
2 Zvířata	22,7	---
3 Lidé	22,7	---
4 Rostliny	17,5	---
5 Bakterie	3,1	---
6 Houby	3,1	---

4. CO JE DÝCHÁNÍ?

Na tuto otázku odpovědělo 72.8 % studentů, což je mnohem méně než na předchozí tři otázky s 82.5-91.2 % (Tabulka 1). Z toho usuzujeme, že někteří studenti neměli jasnou představu toho, co je dýchání. Většina studentů napsala, že dýchání znamená vdechování vzduchu do těla nebo plic a vydechování vzduchu z těla nebo plic (36.1 %; Tabulka 5). Mladší studenti uváděli statisticky tuto odpověď častěji než starší (Mann-Whitney U test, $p < 0.05$). Podobně častá byla odpověď, že dýchání je výměna plynu mezi tělem a okolím (33.7 %); tato odpověď byla statisticky častější u starší skupiny (Mann-Whitney U test, $p < 0.05$). Z toho vyvozujeme, že skupina mladších studentů si zjednodušeně představuje dýchání, včetně procesu dýchání, jmenovitě roztahování a stahování hrudníku. Takové chápání se objevilo u některých 15letých, ale většina z nich trochu hlouběji chápala proces výměny plynu při dýchání. Proces dýchání je buněčným procesem, při kterém vzniká energie za použití kyslíku (buněčné dýchání), byl jasný jen velmi malé části respondentů (13.2 %), a to ve stejné míře v obou věkových skupinách.

Tabulka 5: Procenta odpovědí a statisticky důležité rozdíly mezi odpovědmi 13letých a 15letých studentů na otázku „Co je dýchání?“

Kategorie	Procenta odpovědí (%)	Statisticky významné rozdíly	Častěji odpovězeným
1 Nádech a výdech	36,1	0,001-0,02	13 let
2 Výměna plynů	33,7	0,038	15 let
3 Buněčný proces	13,2	---	---

5. PROČ JE DÝCHÁNÍ DŮLEŽITÉ V PŘÍRODĚ?

Na tuto otázku odpovědělo 50 % studentů, což je rozhodně méně než u prvních čtyř otázek s 72.5-91.2 % odpovědí (Tabulka 1). Proto si myslíme, že velká část studentů nerozuměla pojetí otázky. Čtvrtina studentů uvedla (24.6 %), že dýchání je důležité, ale nevedla pro to žádný důvod. Nejčastější odpověď (65.0 %), ve které se zároveň zmiňoval důvod, že dýchání je podmínkou k životu („Bez dýchání není život.“ Tabulka 6). Všechny tyto odpovědi, podobně jako odpovědi na otázku: „Co je dýchání?“ (Otázka 4) ukazují nedostatečné porozumění pojmu dýchání, protože studenti dosáhli nízké úrovně ve svých výkladech. Správnou odpověď – že je to proces, který zásobuje buňky energií, uvedlo pouze 5.3 % ze studentů.

Je překvapivé, že odpovědi 15letých nebyly častěji správnější nebo úplnější než v případě 13letých (Mann-Whitney U test, $p < 0.05$). Tento údaj poukazuje k předsudku ze stran studentů o buněčném dýchání, který může pokračovat do pozdějších let a studenti si jej neopraví, a tak si neprohloubí znalosti. Snad tito studenti prokážou znalosti o buněčném dýchání v hodinách biologie, což jim přinese lepší známky, ale jak ukazují výsledky, tato znalost zůstane izolována, nevčlení se do konceptuálního systému a nebude pochopena.

Tabulka 6: Procenta odpovědí a statisticky důležité rozdíly mezi odpovědmi 13letých a 15letých studentů na otázku „Proč je dýchání v přírodě důležité?“

Kategorie	Procenta odpovědí (%)	Statisticky významné rozdíly
1 Umožňuje přežití	65,0	---
2 Dýchání je důležité	24,6	---
3 Produkuje energii	5,3	---

Naše studie ukazuje nedostatek znalostí studentů o procesu dýchání, což není překvapivé, když uvážíme, že toto téma je také obtížné pro budoucí učitele, jak se ukázalo v nedávném výzkumu (Bajd, Praprotník, Matyášek, 2010). Do tohoto výzkumu byly zařazeni studenti prvních ročníků pedagogických fakult v České republice a ve Slovinsku, kteří budou pravděpodobně učit všechny předměty na prvním stupni, a tudíž nebudou specializováni v biologii. Tito učitelé si mají osvojit základní biologické pojmy. Setkají se s naivními představami a předpředstavami nebo chybnými představami u mladších studentů a budou je opravovat. Víme, že takové představy jsou hluboce zakořeněny a je obtížné je vyvrátit, i když člověk čelí přesvědčivým důkazům, že jejich uvažování je chybné (Elrod, 2007). Chybné představy jsou největší bariérou v učení, proto je důležité je rozpoznat, pokud jako učitelé chceme dosahovat výsledků ve výuce. Opravdu chybné představy jsou méně obvyklejší než naivní představy. Odpovědi jako dýchání je důležité k přežití nejsou fakticky chybné jen velmi zjednodušené. Student, který odpovídá takovým způsobem, má jistou míru znalostí o dýchání, ale tyto znalosti nejsou dostatečně rozvinuty k více komplexnějším odpovědím. Na druhou stranu u studenta, který odpoví, že dýchání je důležité, protože zásobuje buňky energií, je zjevná vyšší úroveň znalostí.

Zkoušky na státní úrovni prokázaly, že slovinští studenti jsou méně obeznámeni se životními procesy, jako je buněčné dýchání (Jagodnik et al., 2009). Výsledky mezinárodní PISA studie naznačily, že slovinské školy zdůrazňují rozvoj znalostí s biologickým obsahem, avšak nedostatek dalších znalostí, jako je schopnost vědecky vysvětlit nějaký úkaz a schopnost používat data (Strgar, 2008, Štraus, Repež a Štigl, 2007). Dokonce i mezinárodní TIMSS studie zjistila, že znalosti slovinských studentů jsou příliš založené na faktech a že dosahují vyšších úrovní znalostí než jejich vrstevníci ve srovnatelných zemích na světě (Japejl Pavešic et al., 2005).

Vědomosti o dýchání nejsou proto komplexní. Lepší znalost by mohla být dosažena propojením obsahů učiva v rámci biologie, což by znamenalo, že se student musí naučit zobecňovat a integrovat za účelem rozvinout z reprodukční úrovně na úroveň porozumění a integrace (Skribe-Dimec, 2000. Šorgo a Hajdinjak, 2006). Učitelé mohou pomáhat studentům propojovat znalosti s již nabytými. Učitelé musí akceptovat fakt předexistujících představ a pokusit se je používat správným způsobem a rozvíjet prioritní znalost studentů jako základ, který je potřeba objasnit, vysvětlit. Učitel by se měl stát organizátorem a vůdcem, a nepředstavovat pouze tok znalostí, a měl by věnovat více času ve výuce metodám jako upevňování, výzkum a diskuze (Jedličková a Tymráková, Šorgo, 2008). Musí být připraveny materiály, které by přiměly studenty k aktivní práci (Tomažič, 2008).

Závěr

1. Co je kyslík?

Zjistili jsme, že slovinští studenti znali správnou definici kyslíku (89.4 % správná odpověď), například že kyslík je plyn bez zápachu a bez chuti.

2. Proč je důležitý kyslík v přírodě?

Zjistili jsme, že většina studentů si myslí, že kyslík je důležitý k dýchání (85.5 % z odpovědí). 30.9 % studentů si myslelo, že kyslík je důležitý, protože ho potřebujeme k žití. Žádná z těchto odpovědí není chybná, ale obě jsou až zjednodušené.

3. Který organismus dýchá?

Zjistili jsme, že většina studentů (75.3 %) věděla, že živé bytosti nebo živé organismy dýchají. Bohužel jen malá skupina studentů také uvedla zvláštní skupinu organismů, což byla ta informace, kterou jsme chtěli znát. Běžnou chybnou představou je, že zvířata dýchají, a u rostlin místo toho probíhá fotosyntéza. Tato otázka by měla být proto přeformulována a studentům položena znovu.

4. Co je dýchání?

Zjistili jsme, že většina studentů (69.8 %) si myslí, že dýchání je vdechování a vydechování vzduchu nebo výměna plynu. Žádná z těchto odpovědí není špatná, ale obě jsou velmi zjednodušené. Pouze 13.2 % odpovědělo, že dýchání je buněčný proces.

5. Proč je dýchání v přírodě důležité?

Zjistili jsme, že většina studentů (65.0 %) odpověděla, že dýchání je důležité,

protože umožňuje přežítí. Odpověď není chybná, ale je zjednodušená. Komplexnější odpověď – že dýcháním vzniká energie – uvedlo jen 5.3 % studentů.

Projevilo se také, že mladší studentimají značně jednodušší představy o některých pojmech dýchání než 15letí studenti. Nejdůležitějším zjištěním bylo, že u studentů nebyl zjevný žádný efekt na učení na porozumění hlubšího významu dýchání u živých bytostí. To jsme odvodili z faktu, že odpovědi od starších studentů o již zmiňovaném buněčném dýchání v hodinách byly nekompletní podobně jako odpovědi studentů, kteří byli o dva roky mladší a ještě se o daném problému neučili. Jestliže chceme od budoucí generace, aby více rozuměla otázce dýchání, učitelé by měli nejenom poskytovat znalosti studentům, ale měli by pomoci studentům zobecňovat tyto znalosti a začlenit je do systému již nabytých znalostí.

Literatura

- BAJD, B.; PRAPROTNÍK, L.; MATYÁŠEK, J. (2010) Students' Ideas about Respiration: A Comparison of Slovene and Czech Students. In: Řehulka E. (ed.). *School and Health 21. Health Education: Contexts and Inspiration*. Brno, Masaryk University, 245-251. ISBN 978-80-210-5259-8.
- ELROD, S. (2007) *Genetics Concepts Inventory*. <http://bioliteracy.colorado.edu/Readings/papersSubmittedPDF/Elrod.pdf> (15. 9. 2010).
- JAGODNIK, A.; SOPČIČ, B.; STRGAR, J.; VOLČINI, D.; ZUPAN, A. (2009) In: Rigler Šilc K. et al. (eds.). *Nacionalno preverjanje znanja. Letno poročilo o izvedbi nacionalnega preverjanja znanja v šolskem letu 2008/2009*. Ljubljana: Državni izpitni center, 179-191.
- JAPELJ PAVEŠIČ, B. et al. (2005) Slovenija v raziskavi TIMSS 2003. Ljubljana, Pedagoški inštitut.
- JEDLIČKOVÁ, H.; TYMRAKOVÁ, I. (2010) Learning from Experience and Knowledge Base of Teaching. In: Řehulka E. (ed.). *School and Health 21. Health Education: Contexts and Inspiration*. Brno, Masaryk University, 39-55. ISBN 978-80-210-5259-8.
- MADER, S. S. *Concepts of Biology*. New York: McGraw-Hill (2009). ISBN 978-0-07-128315-1.
- MILLICAN, C.; BARKER, M. *GCSE Biology*. Harlow: Addison Wesley Longman Limited (1997). ISBN 0582-30481-4.
- SKRIBE-DIMEC, D. (2000) *Primerjava uspešnosti pouka biologije v osnovnih šolah v Sloveniji in v svetu (1991-1999)* (Doktorska disertacija). Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo.
- STRGAR, J. (2008, May) *Analiza znanja slovenskih učencev na vsebinskem področju Živi sistemi v raziskavi PISA 2006*. Prispevek, predstavljen na posvetu PISA 2006: Kako so slovenski učenci pripravljene na izzive prihodnosti?, Ljubljana: Pedagoški inštitut.
- ŠORGO, A. (ed.) (2008) *Analiza stanja naravoslovne pismenosti po šolski vertikali – biologija*. Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko.

- ŠORGO, A; HAJDINJAK, Z. (2006) Specialna anatomija gimnazijca ali kaj je v meni. *Vzgoja in izobraževanje*, 37(5), 43-51.
- M. ŠTRAUS; M. REPEŽ; S. ŠTIGL. (2007) *Nacionalno poročilo PISA 2006: naravoslovni, bralni in matematični dosežki slovenskih učencev*. Ljubljana: Pedagoški inštitut. http://www.pei.si/UserFilesUpload/file/raziskovalna_dejavnost/PISA/PISA2009/PISA2006NacionalnoPorocilo.pdf (15. 9. 2010).
- TOMAŽIČ, I. (2008) The influence of direct experience on students' attitudes to, and knowledge about amphibians. *Acta Biologica Slovenica*, 51(1), 39-49. [COBISS.SI-ID 25443545].

LIVING CREATURES BREATHE AND RESPIRE

Abstract: The goal of our research is to establish the quality of knowledge of Slovenian students at 14 years of age when they leave school, regarding the process of breathing/respiration and its significance for living beings. The survey utilized a test with five open-ended questions. We included students of two levels of education; one where they had not yet learned about breathing/respiration and cellular respiration in school (13 years old), and the other where they have already discussed both processes (15 years old). Experience shows that students often fail to distinguish between these two processes, or only know about breathing/respiration in the sense of exchange of gases. The results showed that both groups of students considered breathing/respiration primarily as an exchange of gases, and that breathing/respiration is important because it enables survival. Only 5.3 % of the students wrote that breathing/respiration produces energy. It was also shown that the 13 year olds have slightly simpler concepts of certain aspects of breathing/respiration than the 15 year olds. The most important discovery was that, compared with the 13 year olds, the knowledge of the 15 year olds didn't show any visible effect of teaching or progress in understanding of the importance of breathing/respiration for living beings. We assume that these results are a reflection of inadequate methods of work in the classroom.

Key words: breathing, respiration, cellular respiration, primary school