

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 12: Tvorba učebních pomůcek, didaktická technologie

Sbírka atraktivních experimentů z biologie

**Magdalena Ambrozková
Jihomoravský kraj**

Kyjov, 2020

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 12: Tvorba učebních pomůcek, didaktická technologie

Sbírka atraktivních experimentů z biologie

Collection of attractive biology experiments

Autor: Magdalena Ambrozková

Škola: Klvaňovo gymnázium a střední zdravotnická škola
Kyjov, třída Komenského 549/23, 697 01 Kyjov

Kraj: Jihomoravský kraj

Konzultant: Mgr. Stanislav Vosolsobě, Ph.D.

Kyjov 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci SOČ vypracovala samostatně a použila jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

V Kyjově dne 23. 3. 2020

Magdalena Ambrozková

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala svým rodičům, sourozencům a kamarádům za pomoc a podporu, svému konzultantovi Stanislavu Vosolsobě za cenné rady a trpělivé vedení, Aniče Jambrichové za spolupráci a herecké ztvárnění mé testované úlohy. Velké díky patří profesoru J. Hoslerovi, který mi „propůjčil“ svůj komiks a umožnil jeho překlad a testování na školách. Dále děkuji Mgr. Vandě Janštové za pomoc při distribuci mé sbírky mezi učitele.

V neposlední řadě bych chtěla vyjádřit poděkování všem statečným učitelům, kteří mi umožnili experimentálně vyučovat ve svých třídách, a hlavně jejich žákům. Děkuji také všem svým respondentům, kteří trpělivě a opakovaně odpovídali na mé zvědavé otázky.

Anotace

Ve své práci „Sbírka atraktivních experimentů z biologie“ jsem se zabývala zpestřením výuky biologie na středních školách. Hlavním cílem bylo shromáždit a vyzkoušet zajímavé experimentální úlohy, které se běžně ve výuce biologie neprovádějí. Po vlastním testování vybraných úloh jsem vytvořila jejich utříděný soubor. Sbírka obsahuje celkem 15 úloh, které jsou rozděleny do 6 tematických celků. Součástí každé úlohy je metodický pracovní list, včetně vyhotoveného pracovního postupu a fotodokumentace. Praktické provedení dvou úloh z této sbírky bylo testováno na třech vybraných gymnáziích, výzkumného testování se zúčastnilo celkem 192 žáků. Pomocí testových otázek, které studenti vyplňovali před a po realizaci experimentální výuky, a dotazníku, který zjišťoval zpětnou vazbu, jsem zhodnotila efektivitu a přínos testovaných úloh. Potvrdila jsem hypotézu, že učivo prezentované netradiční formou výuky napomůže hlubšímu pochopení a zapamatování probírané látky. Součástí praktické části je také dotazníkové šetření mezi studenty týkající se jejich názorů na současnou úroveň laboratorní a experimentální výuky na středních školách.

Klíčová slova

výuka biologie; experiment; laboratoř; dotazník; netradiční způsoby výuky

Annotation

In my work "Collection of attractive biology experiments" I dealt with variegation of biology teaching at secondary schools. The main goal was to collect and test interesting experimental tasks that are not normally taught in biology. After testing the selected tasks on my own I created their compilation. The collection contains a total of 15 tasks, which are stored in 6 thematic units. Part of each task is methodological worksheet, including adapted workflow and photo documentation. Practical implementation of two tasks from this collection was tested at three selected secondary schools, in total of 192 pupils participated. Via test questions that students filled in before and after the realization of experimental teaching, and a feedback questionnaire I evaluated effectiveness and benefit of tested tasks. I confirmed the hypothesis that the curriculum presented in an alternative form of teaching will help deeper understanding and remember the subject matter. Practical part included a survey among students concerning their opinions on current standard of laboratory and experimental teaching at secondary schools.

Keywords

teaching biology; experiment; laboratory; survey; alternative teaching

OBSAH

1	Úvod.....	7
2	Přírodovědné vzdělávání na středních školách.....	8
2.1	Aktuální stav přírodovědné gramotnosti.....	8
2.2	Podnětné metody ve výuce biologie.....	9
2.2.1	Pokus.....	9
2.2.2	Komiks ve výuce biologie.....	10
2.2.3	Badatelsky orientovaná výuka.....	10
2.3	Možnosti mimoškolního vzdělávání v biologii.....	11
3	Motivace a cíl práce.....	14
4	Metodika.....	15
4.1	Dotazníkové šetření.....	15
4.2	Tvorba sbírky experimentů.....	18
4.3	Distribuce sbírky experimentálních úloh k pilotnímu testování.....	20
4.3.1	Výběr testovaných úloh.....	20
4.3.2	Výběr testovaných škol.....	21
4.4	Průběh testování.....	22
4.4.1	Testování úlohy Fotosyntéza.....	22
4.4.2	Testování úlohy Barcoding.....	25
5	Výsledky.....	28
5.1	Vyhodnocení dotazníkového šetření.....	28
5.2	Úlohy experimentální sbírky.....	31
5.3	Zhodnocení vlivu komiksu na pochopení procesů fotosyntézy.....	33
5.4	Zhodnocení prezentace úlohy Barcoding – čárové kódy života.....	38
5.5	Prezentace úlohy Vliv ethylenu na růst a vývoj rostlin.....	40
5.5.1	Příspěvek na juniorské konferenci 2018.....	40
5.5.2	Publikace protokolů a pracovních listů v časopisu Živa.....	40
6	Diskuze.....	41
7	Závěr.....	45
8	Použitá literatura.....	46
9	Seznam obrázků, grafů a tabulek.....	48

10	Příloha 1: Dopis učitelům	49
11	Příloha 2: Testové otázky fotosyntéza	51
12	Příloha 3: Pracovní list barcoding.....	52
13	Příloha 4: Metodický list Ethylen	54

1 ÚVOD

V rukou držíte práci, kterou jsem vytvářela téměř tři roky. Snaží se ukázat, že biologie je vskutku krásná a inspirativní věda, již potkáváte všude kolem sebe, úplně od malička. Prvouka, přírodověda, přírodopis, biologie..., tyto předměty nás provázejí prakticky po celou dobu vzdělávání a často se prolínají i do jiných vzdělávacích oblastí.

Mí spolužáci se mnou tento názor ale povětšinou nesdílí. Biologie pro ně často představuje jen předmět, ve kterém se musí naučit nazpaměť velký rozsah učiva, a ne vždy mu dobře rozumí. Většina z nich si oddychne, až nám na konci třetího ročníku výuka biologie skončí. Velká skupina budoucích lékařů pak ještě bude muset v hlavě podržet pro ně nezajímavé „kytky a zvířata“ až do přijímacích zkoušek, a pak se s biologií jako takovou nejspíš také rozloučí. A já se ptám, kdy se z těch zvědavých dětí, které chtějí přivonět ke každému květu a pohládit všechna zvířata, stali otrávení studenti?

Přála bych si, aby právě pro tyto studenty hodiny biologie nebyly časem, který musí ve škole přetrpět, ale časem, kdy se mohou dozvědět zajímavé a přínosné informace, pro které naleznou uplatnění i v každodenním životě. I když biologie nebude patřit mezi jejich zájmy a už se s ní v dalším studiu nesetkají, neznamená to, že by si ji nemohli alespoň trochu oblíbit.

Sbírka experimentů – stěžejní výsledek této mé práce – obsahuje 15 pokusů, které mě osobně velmi bavilo vytvářet, testovat a optimalizovat. Přeji si, aby tato sbírka pomohla ukázat krásu biologických disciplín a radost z experimentálního poznávání a objevování i těm, kteří považují biologii za nudný a nezáživný předmět, který je třeba na střední škole „přežít“.

V rámci této své aktivity jsem si také vyzkoušela, jaké to je, být na místě kantorů vyučujících biologii, když jsem některé z těchto úloh sama testovala v hodinách biologie. Velmi mě potěšil upřímný zájem studentů vyzkoušet si něco nového a vstřícné přijetí a podpora učitelů, kteří mi ve svých třídách toto testování umožnili.

Kromě vlastní práce – tedy jakými směry se po celou dobu ubíral můj výzkum na tomto poli, jsou v rámci literárního úvodu shrnuty informace o současném stavu výuky biologie na středních školách, ale také o možnostech a nástrojích, jak tuto výuku zatraktivnit a popularizovat mezi studenty. S využitím vlastních bohatých zkušeností jsem tam zařadila také kapitolu o možnostech, které studenti střední školy mají, pokud je biologie baví a chtějí své znalosti na tomto poli aktivně rozšiřovat i mimo středoškolské učivo.

2 PŘÍRODOVĚDNÉ VZDĚLÁVÁNÍ NA STŘEDNÍCH ŠKOLÁCH

Mnoho žáků a studentů středních škol hodnotí výuku biologie jako pasivní aktivitu, kterou mají spojenou hlavně s výkladem a přednáškou. Přitom experimentální nebo badatelsky orientovaná výuka by výrazně mohla napomoci lepšímu porozumění a zapamatování a v neposledním případě i zatraktivnění probírané látky.

2.1 Aktuální stav přírodovědné gramotnosti

Podle posledních výzkumů byl nejen u nás, ale i ve světě, zaznamenán výrazný pokles zájmu středoškolských studentů o přírodovědné obory.^{[1][2]}

Zatímco na základních školách alespoň část dětí projevuje přirozenou potřebu poznávat a zkoumat, jejich starší spolužáci již tyto vlastnosti vesměs postrádají. Ve vyšších ročnících gymnázia patří přírodovědné předměty jako je chemie, biologie nebo fyzika často k těm nejméně oblíbeným. Důvodem pro tento neutěšený stav by mohl být mimo jiné i způsob, jakým se tyto předměty na středních školách vyučují.^[3] Výuka na velké většině škol probíhá tak, že studentům je sdělováno učivo již v kompletní a finální podobě a studenti sledují powerpointové prezentace, ze kterých si následně dělají poznámky do svých sešitů. Při zkoušení nebo testování se pak snaží látku přesně reprodukovat, a pokud mají sami řešit nebo vysvětlit nějaké otevřené úlohy, často s tím mívají problém. Z hodnocení samotných studentů vyplývá, že probrané učivo je pro ně naddimenzované, bez valného uplatnění v každodenním životě a v praxi.^[4]

Přitom současné vzdělávací metody a formy minimálně částečně nabízejí řešení, jak tento rozpor řešit a vzdělávat studenty i jiným způsobem než jen tradiční frontální výukou, souvislým výkladem nebo prací s textem. Každá škola si na základě rámcových vzdělávacích programů vytváří vlastní školní vzdělávací programy, přičemž disponuje poměrně velkou mírou autonomie, jaká témata a jakým způsobem bude vyučovat.^[4]

Způsob výuky ovšem není jediným ukazatelem, který se na tomto neutěšeném stavu podílí.

Zvláště v případě biologie jsme v současnosti svědky poměrně velkého konfliktu mezi rychle se rozvíjejícími novými biologickými disciplínami na straně jedné a způsobem (ne)předávání těchto nových poznatků do výuky. Autoři vzdělávacích materiálů a učebnic jsou si tohoto konfliktu dobře vědomi a často řeší, které poznatky a v jaké podobě vybrat a jakým způsobem je nejlépe převést je vzdělávacího systému výuky biologie.^[4]

2.2 Podnětné metody ve výuce biologie

Mezi klasické vyučovací metody v biologii patří souvislý výklad, který je využíván nejčastěji, práce s textem, rozhovor, pozorování a pokus. V posledních letech se také do popředí zájmu dostává badatelsky orientovaná výuka nebo zařazení netradičních vzdělávacích prvků jako je například využití komiksového zpracování biologických témat.^[5]

2.2.1 Pokus

Studenti řadí pokus mezi nejméně atraktivní metody vzdělávání. Pokus úzce souvisí s pozorováním a je definován jako pozorování jevů, které byly vytvořeny za umělých podmínek, a při kterých je možné měnit jednotlivé faktory těchto jevů.^[6] Pokus jako vzdělávací metoda je pro studenty velmi přínosný. Během pokusu se studenti učí pracovat s laboratorními pomůckami, biologickým materiálem, což vede k jejich zručnosti a preciznosti.

Pokusy se podle různých kritérií mohou dělit na školní, vědecké, demonstrační nebo frontální.^[7]

Jako **školní pokusy** označujeme aktivity, které jsou jednoznačné, přehledné, jednoduché, názorné a nenáročné na materiál a čas. Při jejich správném provedení očekáváme predikovatelný výsledek, který je možné kdykoli zopakovat.

Jako **vědecké** pak označujeme pokusy, které mají badatelský charakter, jejich výsledek předem neznáme, naopak, pomocí těchto pokusů se snažíme k výsledku dojet.

Demonstrační pokusy provádí pouze učitel – demonstruje studentům ukázkou studovaného jevu. Tento typ pokusu se používá, pokud je demonstrován jev náročný na přípravu, čas nebo materiál, případně je jeho provedení pro studenty nebezpečné.

Jako **frontální** se pak označují pokusy, které provádějí studenti pod vedením učitele, a ten má celkový přehled a kontrolu nade všemi probíhajícími experimenty. Často se jedná o pokusy, které jsou náročnější na organizaci a na přesnost provedení. Tento typ pokusů lze dále rozčlenit na práci **individuální** (každý student pracuje sám) nebo **skupinovou**.^[7]

Jako nejefektivnější z hlediska pochopení probírané látky a jejího zapamatování se jeví takové uspořádání pokusu, kdy studenti mají k dispozici pomůcky a materiál a znají výzkumný cíl, ke kterému je potřeba dojet. Studenti si sami navrhnou postupy a rozvržení experimentu. Nedílnou součástí tohoto typu navrhování a provádění pokusu je diskuse k získaným výsledkům.^[4]

2.2.2 Komiks ve výuce biologie

Využití komiksů jako didaktické metody ve výuce biologie je v zahraničí poměrně běžné^[8], zatímco v naší podmínkách se komiks objevuje ve výuce jen ojediněle.^[9]

Nespornou výhodou komiksu je, že mezi tradičními vzdělávacími postupy většinou studenty zaujme. Jeho další předností je vizualizace probírané látky, vizuální styl výuky bývá hodnocen jako vhodný pro zapamatování si informací.^{[8][10]} Při vytváření výukových komiksů je ovšem potřeba dbát na to, aby odborné sdělení bylo po formální stránce správné, a aby humorné zpracování formou obrázků a textů zcela nepřekrylo význam a objasnění dané problematiky.^[9]

Způsobů, jak pracovat s komiksem je několik. Komiks lze číst společně se studenty během vyučování, nebo si ho studenti mohou samostatně nastudovat a správné pochopení zpracované problematiky se pak prověřuje společnou diskusí nebo vyplněním pracovního listu.

Jako velmi vhodný se komiks jeví zejména u složitějších abstraktních témat poté, co již byly podrobně probrány a komiks pak studentům umožní „vhlédnutí“ do celé problematiky.^[5] Právě tento typ výuky ve své popularizačně naučné praxi s úspěchem už léta využívá americký biolog, popularizátor vědy a ilustrátor Jay Hosler, jehož tvrzení o prospěšnosti komiksu ve výuce jsou podložena několika výzkumy.^[5] Hosler dokonce založil a bezplatně provozuje web, který propaguje využívání celé škály komiksů různých autorů z různých oborů - <http://comicbooksyllabus.com>.

2.2.3 Badatelsky orientovaná výuka

Tento typ výuky se poprvé objevuje koncem minulého století jako reakce na krizi, kterou procházelo přírodovědné vzdělávání.^[4] Příčinou této krize byl zejména prudký rozvoj informačních a komunikačních technologií. Princip badatelsky orientované výuky (dále BOV) spočívá v tom, že... „učitel nepředává učivo výkladem v hotové podobě, ale vytváří znalosti cestou řešení problému a systémem kladení otázek“.^[4] V případě aplikace tohoto přístupu v přírodních vědách učitel „má funkci zasvěceného průvodce při řešení problému a vede přitom žáka postupem obdobným, jako je běžný při reálném výzkumu. Od formulace hypotéz, přes konstrukci metod řešení, získání výsledků zjištěných dohodnutou metodikou a jejich diskusí až k závěrům“.^[4]

BOV je přístup poměrně náročný na čas a přípravu. Je velmi důležité, aby učitel, který tímto vzděláváním provází, měl hluboké znalosti ve svém oboru a zároveň byl dobrým pedagogem, který umí studenty motivovat, provázet je radou, povzbuzením a spolupracovat s nimi.

BOV může být realizována v několika formách:

BOV řízená – učitel zaujímá postavení manažera, který vede studenty k požadovaným cílům a závěrům.

BOV otevřená – učitel udává cestu a směr bádání, ale není managerem, tím je student, který může vybírat i témata výzkumu.^[4]

V současné době je BOV vzdělávacím směrem, o kterém se na pedagogických fakultách hojně diskutuje. Do praxe ale bohužel zatím ve velké míře nepronikl, na rozdíl od zahraničí, kde i přes poměrně vysokou náročnost dochází k jeho začleňování do běžné výuky.^[4]

2.3 Možnosti mimoškolního vzdělávání v biologii

V předchozí kapitole jsem shrnula popsala metody a možnosti učitelů středních škol, kterými mohou zpestřit a zatraktivnit výuku biologie.

Jsou však studenti, kterým běžný výklad v hodinách nestačí, téma by chtěli pochopit do hloubky nebo by se rádi zabývali problematikou, která přesahuje středoškolské osnovy. Ne každý takový student však ví, jaké možnosti se mu v současnosti nabízejí.

Otevřená věda <http://www.otevrenaveda.cz/>

Program otevřená věda vypisuje každý rok stáže na výzkumných vědeckých pracovištích ústavů Akademie věd po celé ČR. Stáže mají nejen biologická zaměření a studenti se v nich podílí na aktuálním výzkumu dané laboratoře, která stáž vypsal a poskytuje studentům edukační a výzkumné zázemí. Tyto odborné stáže jsou vynikající příležitostí, jak dělat vědu už na střední škole a vyzkoušet si práci ve vědeckém týmu.

Projekt Badatel <https://badatel.upol.cz/>

Projekt Badatel probíhá pod záštitou Univerzity Palackého v Olomouci a zaměřuje se především na přírodovědné disciplíny. Jednotlivé univerzitní ústavy nabízí témata ve spolupráci s vědeckým týmem na aktuální problematice.

Korespondenční seminář Biozvěst <http://biozvest.arach.cz/index.html>

Princip korespondenčních seminářů spočívá v internetovém zadání úloh, které po určitou dobu studenti řeší z domova za pomoci literatury i internetových zdrojů. Vypracované úlohy se odevzdávají elektronicky ke kontrole, student poté obdrží vlastní opravenou úlohu, autorské řešení a zpětnou vazbu s komentářem ke své práci. Během školního roku jsou vydány čtyři série zahrnující 5 úloh s různou tematikou; každá sada obsahuje vždy jeden experimentální úkol a celý ročník provází tematicky zaměřený seriál. Výhodou korespondenčních seminářů je, že se můžete zapojit prakticky kdykoliv a odevzdat libovolný rozsah vyřešených úloh. Úspěšní řešitelé mají možnost jet společně s autory a garanty úloh Biozvěstu na terénní expedici.

Interaktivní biologický seminář IBIS <http://ibis.sci.muni.cz/>

Další korespondenční seminář s biologickým zaměřením funguje na velmi podobném principu. Kromě jednotlivých sérií obsahujících vesměs teoretické úlohy, IBIS vydává také tematické (experimentální) bonusy. Každá sada vždy obsahuje jednu úlohu označenou jako English bonus, kdy je zadání i řešení úlohy v anglickém jazyce. Autoři do semináře zařazují také expertní úlohy od akademických pracovníků. Řešitelé IBISu mají možnost zúčastnit se víkendové akce v prostředí laboratoří na Masarykově univerzitě a týdenního terénního soustředění, spolu s řešiteli korespondenčního semináře z informatiky, zvaného K-SCUK.

Selected topics in evolutionary biology STEB <https://sites.google.com/view/steb/sk>

Tento korespondenční seminář je zaměřený na evoluční biologii. Zadání je dostupné ve slovenském i anglickém jazyce, soutěžit lze ve dvou kategoriích a každá sada je vždy zaměřená na jedno téma z evoluční biologie. Sada obsahuje článek podrobně uvádějící do dané problematiky, následují testové otázky a zadání samostatné projektové úlohy na dané téma.

Fluorescenční noc <http://fluorescencninoc.arach.cz/>

Fluorescenční noc je víkendové soustředění, konané několikrát ročně na půdě Přírodovědecké fakulty UK v Praze. Náplní jsou biologické přednášky, terénní exkurze a možnost práce s fluorescenčním mikroskopem. V neposlední řadě jde také o vzájemné setkávání mladých lidí, které spojuje právě nadstandardní zájem o biologické disciplíny.

Přírodovědci <https://www.prirodovedci.cz/>

Portál přírodovědci (PR aktivita PřF UK) stojí za vydáváním stejnojmenného časopisu, informuje o aktuálním dění na poli přírodních věd, umožňuje pokládat dotazy (některé jsou uveřejněny na webu), organizuje exkurze, přednášky, konference (mezi nimi i Juniorskou vědeckou konferenci) a účastní se veletrhů a festivalů.

Pokroky v biologii

<https://www.natur.cuni.cz/biologie/ucitelstvi/nabidka/DVPP/pokroky>

Pokroky v biologii jsou přednáškový cyklus určený pro studenty, pedagogy i veřejnost. Organizuje ho PřF UK a každý rok mají přednášky jednotící téma (většinou shodné s tématem biologické olympiády).

Bioskop <https://bioskop.muni.cz/>

Bioskop je vědecké výukové centrum pod MU Brno, které organizuje vzdělávací kurzy pro skupiny i celé třídy studentů. Také nabízí možnost práce na vědeckých projektech ve výzkumných týmech formou témat vypsaných pro SOČ. Bioskop provozuje také letní vzdělávací školy.

Molekulární biologie v Budějovicích MOLBIB

<https://www.prf.jcu.cz/akce-pro-verejnost-a-czv/molbib.html>

Tato akce konaná na půdě Jihočeské univerzity umožňuje seznámení s molekulárně-biologickými laboratorními technikami (PCR, elektroforéza, FISH atd.). Kapacita studentů je omezená právě z důvodu, aby si tyto metody každý účastník mohl opravdu sám vyzkoušet. Týdenní kurz je doplněn biologickými přednáškami a volnočasovými aktivitami.

Týden se současnou biologií

<https://www.prf.jcu.cz/akce-pro-verejnost-a-czv/tyden-se-soucasnou-biologii.html>

Na týdenním kurzu si studenti mohou vyzkoušet práci v terénu, laboratoři nebo na počítači. Témata jsou zaměřena na aktuální dění vědě, součástí jsou exkurze, přednášky a volnočasové aktivity.

Noc vědců <https://nocvedcu.cz/>

Noc vědců je popularizační akce, do které se zapojují univerzity a ústavy po celé ČR. Lidé stráví večer zapojeni do prostředí vědy různými zábavnými a interaktivními způsoby. Program každé univerzity se liší, ale jsou zde aktivity pro nejmenší i pro dospělé.

Veletrh vědy <http://www.veletrhvedy.cz/cz/>

Veletrh vědy je popularizační akce pro širokou veřejnost každoročně konaná v Praze. Jednotlivé firmy, univerzity a vzdělávací instituce tu mají své stánky, kde seznamují návštěvníky se svou prací, umožňují vyzkoušet si spoustu věcí nebo ukazují experimenty.

3 MOTIVACE A CÍL PRÁCE

V současné době studuji ve třetím ročníku na gymnáziu, takže mé hodnocení experimentální výuky na středních školách je poměrně subjektivní. Mě přírodní vědy, zejména biologie a chemie, velmi baví, takže když jsem nastupovala na střední školu, těšila jsem se, že budu své znalosti rozvíjet a naučím se využívat je v praxi. Ke svému překvapení (a zklamání) jsem se setkala pouze s frontální výukou a opisováním zápisků z prezentace. Ve druhém ročníku, kdy vznikla i má sbírka experimentů, jsem ještě neměla možnost vyzkoušet si ve škole žádnou vlastní laboratorní práci.

Nyní – ve třetím ročníku – mám za sebou tři laboratorní práce z fyziky, dvě z biologie, dvě z chemie, a naše experimentální školní výuka tímto skončila, protože na další hodiny praktik už není v rozvrhu časová dotace.

Protože jsem chtěla vědět, jaký mají na tuto situaci názor moji spolužáci, a jak pobíhá praktická výuka biologie na jiných gymnáziích, vytvořila jsem v rámci své práce do hodin společenských věd dotazník, který se zabýval experimentální výukou v předmětu biologie. Odpovědi nejen mých spolužáků, ale i ostatních vrstevníků z různých škol mě přesvědčily, že rozhodně nejsem sama, kdo by chtěl více pracovat s mikroskopem nebo častěji oblékat laboratorní plášť.

Ve své práci jsem si vytyčila následující cíle:

1. Sestavit sbírku atraktivních experimentů z biologie, které by bylo možné využívat v rámci výuky.
2. Otestovat úlohy z této sbírky v reálné školní výuce

4 METODIKA

Během své práce na experimentálních úlohách, které jsem průběžně testovala a optimalizovala pro zařazení do sbírky, jsem provedla dotazníkové šetření. Předmětem tohoto výzkumu bylo zjistit postoj a názory studentů k výuce biologie na středních školách.

4.1 Dotazníkové šetření

Celý výzkum je přiložen k práci jako příloha II, kde jej prezentuji včetně tabulek a grafů s jednotlivými počty respondentů. V této kapitole pouze představím pracovní hypotézu a krátce shrnu důležité informace.

Začátek mého sociologického výzkumu je datován rokem zpátky, kdy jsme ve druhém ročníku v rámci hodin společenských věd vypracovávali vlastní dotazníkové šetření. Jako téma jsem si zvolila právě výzkum v oblasti experimentální výuky na střední škole, protože mě zajímalo, jaká je situace ohledně experimentální výuky na jiných školách, a také jsem chtěla znát názory na experimentování v biologii nejen mých spolužáků, ale také studentů jiných škol.

Své respondenty mohu rozdělit do čtyř skupin – Klvaňovo gymnázium Kyjov, Stojanovo gymnázium Velehrad, Bilingválne gymnázium Milana Hodžu Sučany a skupina středoškolských studentů různého věku a z různých koutů ČR se, kterým je společný zvýšený zájem o biologii. Na všech výše uvedených gymnáziích jsem také posléze prováděla testování vybraných úloh ze své sbírky (viz. kap. 4.4).

Sestavila jsem krátký dotazník, s jehož pomocí jsem chtěla zjistit postoj studentů k danému tématu. Vybrala jsem si věkovou skupinu 16-17 let – druhý ročník na čtyřletém gymnázium, což je ročník, ve kterém podle ŠVP našeho gymnázia mají probíhat praktická cvičení z biologie. Dotazník byl distribuován skrze sociální síť.

Vyhodnocení jsem provedla prostřednictvím tabulek, grafů a slovního komentáře. Vybrané otázky byly zhodnoceny také statisticky pomocí chí kvadrátu.

Dotazník obsahoval set devíti otázek (z toho dvě identifikační), které měly za úkol zjistit názory a preference studenta zejména v oblasti pokusů a praktických cvičení.

Pracovní hypotéza

Dělali jste experimenty (v biologii, chemii, fyzice) na základní škole?

- a) Ano, sami jsme je prováděli.
- b) Ukazoval nám je vyučující.
- c) Nedělali jsme nic.

Zde předpokládám, že většina respondentů zvolí možnost c), protože na většině základních škol není takové laboratorní a materiální vybavení, které by umožňovalo pokusy provádět. Studenti na nižším stupni gymnázia jsou v tomto směru značně zvýhodněni. Další často volená možnost by mohla být možnost b), protože některé z demonstračních pokusů učitelé provádějí.

Jsi spokojen/a s nynější experimentální výukou na škole?

- a) Ano
- b) Mohlo by to být i lepší
- c) Ne

Otázka ukáže pohled studentů na úroveň experimentální výuky. Myslím, že školy se budou lišit a rozdíly budou i v rámci školy (dle názoru každého žáka). Domnívám se, že často volená bude možnost b), protože je nejvíce neutrální. Velmi mě zajímají odpovědi od skupiny „nadšenců biologie“, zde může být korelace mezi jejich zájmem a volbou školy, která má dobře vybavenou a používanou laboratoř, stejně tak škola, která provádí kvalitní experimentální výuku, bude zřejmě podněcovat zájem o dané předměty.

Co říkáš na experimenty v biologii?

- a) Jsem spokojen/a
- b) Ujde to
- c) Nic jsme nedělali

Tato otázka bude také velmi individuální na různých gymnáziích. Např. na KGK jsme dosud neměli s žádnými praktiky zkušenost (dotazník byl podáván v pololetí 2. ročníku). Jako studentka gymnázia v Kyjově bych tedy volila možnost c). Některým studentů to ovšem může takto vyhovovat.

Přijde k vám do hodiny suplující učitel, zeptá se vás, co jste naposledy dělali, a nabízí vám možnosti strávení hodiny. Navrhuje, že můžete dělat laboratorní práce (nebo nějaké experimenty) na dané téma anebo se budete dívat na film s danou tematikou. Jak se rozhodneš?

- a) Máme supl, nechce se mi nic dělat, radši budu spát u filmu.
- b) Bojím se, že bych něco pokazil/a, radši se budu dívat na film.
- c) Rozhodně chci dělat něco v laboratoři, pokusy mě baví!
- d) Je mi to jedno, přijde mi zajímavý i film i laboratorní práce.

Předpokládám, že preferovaná bude varianta a). Když studenti dostanou nabídku nic nedělat – pouze sledovat film, většina si zvolí právě tuto možnost. Pokud u této otázky odhalím nějaké nadšené vědce, budu jenom ráda.

Upřednostňuješ praxi, nebo teorii?

- a) Praxe
- b) Teorie

U této otázky nedokážu vůbec odhadnout, jak budou respondenti odpovídat. Ale přece jenom by mohlo být více odpovědí u možnosti a), protože praxe skýtá určitý badatelský potenciál a objevovat nové věci, nebo ověřovat teorii je zajímavé.

Baví tě v hodinách psát nebo dělat laboratorní práce?

- a) Psát si zápis
- b) Dělat laboratorní práce
- c) Žádné práce jsme nedělali, tak nevím

Zde očekávám, že studenti budou nejvíce volit možnost b), z důvodů zmíněných výše. Druhá nejčastější odpověď by mohla být možnost c), protože někteří studenti (z mého okolí) ještě opravdu neměli žádnou možnost něco si vyzkoušet. Nejméně volenou odpovědí nejspíš bude možnost a), ač zápis je ve výuce důležitý.

Máš laboratorní praktika, přijde profesor a řekne, že se máte rozdělit do dvou skupin. Jedna skupina dostane podrobný návod, co mají dělat. A druhá skupina dostane nějaké počáteční zadání, kde je napsáno, že mají libovolnými metodami něco vyzkoumat. Do jaké skupiny by ses zařadil/a ty?

- a) Do 1. skupiny, která má podrobný návod, jinak bych ještě něco vyhodil/a do povětří.
- b) Do 2. skupiny, chci si něco vyzkoušet sám/sama.

Zde očekávám, že většina respondentů si zvolí možnost a) právě z důvodů chybějících praktických zkušeností. I ti, kteří už pracovali v laboratoři, se mohou cítit jistěji, když mají přesný postup, kterého se mohou držet. Někteří studenti naopak ocení možnost samostatně si uspořádat pokus, a tito budou pravděpodobně volit možnost b).

Zásadní pro mé další směřování byly odpovědi na otázku *Jsi spokojen/a s nynější experimentální výukou na škole?* A volba fiktivní situace v poslední otázce.

Rozbor odpovědí na tyto otázky je uveden v kapitole 5.1.

4.2 Tvorba sbírky experimentů

K vytvoření sbírky mě inspirovaly experimentální úlohy v korespondenčním semináři Biozvěst (viz. kap. 2.3). Při jejich vypracování se ukázalo, že mohu dělat i velmi zajímavé a zdánlivě náročné experimenty, aniž bych byla vázána na laboratoř a laboratorní vybavení.

Proto jsem oslovila „duchovního otce Biozvěstu“ – Dr. Stanislava Vosol sobě s dotazem, zda by bylo vhodné zpracovat tyto praktické úlohy z minulých ročníků Biozvěstu a další tematicky podobné nebo atraktivní návody na experimenty do sbírky, která by byla k dispozici jako doplněk k praktické výuce biologie na středních školách.

Inspiraci ke zde prezentovaným experimentům jsem hledala nejen v Biozvěstu, ale v celé řadě učebnic, zejména starších, v návodech k laboratorním cvičením, v popularizačních článcích a videích, hlavně zahraničních, které se věnují popularizaci biologie a chemie. Všechny vytipované úlohy jsem předem vyzkoušela, optimalizovala a opatřila poznámkami o jejich realizaci, dostupnosti materiálů, surovin a chemikálií.

Sbírka je rozdělena do 6 kapitol, každou kapitolu jsem tematicky pojmenovala jako „Laboratoř“ proto, že podobné experimenty se většinou realizují v laboratořích s příslušným vybavením. Já jsem ale chtěla ukázat, že řadu pokusů lze provádět i v „jednoduchých“ podmínkách např. školní laboratoře nebo i v domácím prostředí.

Každá kapitola „Laboratoř“ obsahuje čtyři podkapitoly:

- 1) teoretický úvod do problému, popis experimentu včetně hlubšího vniku do problematiky, rozbor možných úskalí nebo variací pokusu.
- 2) stručný návod k experimentu (časová dotace, pomůcky a materiál, postup práce, výsledky a závěr)
- 3) rozšířenou diskusi k experimentu, popis optimalizace pokusu, dostupnost materiálu, varianty v rozvržení a plánování experimentu apod.
- 4) vzorový protokol/protokoly v rámečku, tak jak jsem experiment prováděla já, který by měl sloužit jako vzor a předjímat očekávané výsledky experimentu

Mikrobiologická laboratoř si klade za cíl v konkrétních pokusech zviditelnit mikroorganismy nacházející se v našem okolí. V úvodu kapitoly jsou definovány pojmy a termíny, které v této „laboratoři“ dále aktivně používám: živná média, agar, Petriho misky (plotny), aseptická práce a kultivace mikroorganismů. Jsou zde zmíněny i zásady bezpečnosti práce a způsob likvidace organického materiálu na konci experimentů.

V **Enzymologické laboratoři** dochází k prolínání učiva chemie a biologie. V úvodu kapitoly je definována enzymová katalýza jako katalytický děj probíhající v organismech. Jsou vysvětleny pojmy substrát, produkt, katalyzátor, enzym, apoenzym, holoenzym, kofaktor, koenzym, aktivní centrum enzymu, princip zámku a klíče. Jako experimentální model je prezentován enzym kataláza.

Fytohormonální laboratoř uvádí do problematiky rostlinných hormonů. V úvodu je stručně popsáno působení fytohormonů na růst a vývoj rostlin. Experimentálním modelem této kapitoly je pak fytohormon ethylen. Při plánování svých experimentů jsem vycházela z faktu, že ethylen se uvolňuje ze zrajícího ovoce a jako plyn může ovlivňovat i rostliny ve svém bezprostředním okolí. Vyrobita jsem jednoduchou „ethylenovou komoru“ – uzavíratelnou skleněnou nádobu, kterou je možné použít k úspěšnému prokazování vlivu ethylenu na klíčení rostlin, dozrávání ovoce nebo opadávání listů.

Fotosyntetická laboratoř má snahu zatraktivnit teoreticky probírané učivo o fotosyntéze a buněčném dýchání. Z vlastní zkušenosti vím, že toto téma, k jehož pochopení je potřeba mít alespoň základní fyzikální, chemické i biologické znalosti, není u mých spolužáků příliš oblíbené. S potěšením jsem zjistila, že i ve světě řada pedagogů řeší, jak tuto problematiku zatraktivnit a přiblížit studentům. Objevila jsem biochemické komiksy Dr. Hoslera z Juniata College v Pensylvánii^[5], s jehož svolením jsem dva komiksy, o fotosyntéze a o dýchání, přeložila do češtiny. Tyto komiksy se nabízejí jako vynikající doplněk k praktickým úlohám z fotosyntézy. Praktické úlohy v této „laboratoři“ ověřují vliv různých parametrů na průběh fotosyntézy.

Molekulárně biologická laboratoř se v mém podání snaží prakticky přiblížit tento obor, který je na středních školách vyučován z větší části jen abstraktně. Přitom jde o disciplínu, která v posledních letech prodělává téměř raketový rozvoj a její metody jsou běžně využívány v téměř každém biologickém a medicínském odvětví. I při tvorbě této „laboratoře“ jsem se nechala inspirovat zahraničními edukativními portály a nabízím možnost, jak alespoň trochu prakticky přiblížit manipulace a experimenty, které jsou jinak striktně vázány na nejmodernější výzkumná pracoviště a laboratoře se sofistikovaným vybavením. Teoretický úvod shrnuje základní znalosti o primární a sekundární struktuře DNA, objasňuje pojmy genetická informace, gen, transkripce a translace.

Bioinformační laboratoř v sobě zahrnuje témata, která se na středních školách zatím vyučují jen okrajově nebo vůbec. Přitom bioinformatika zpracovává poznatky z genetiky a molekulární biologie, jedněch z nejrychleji se rozvíjejících přírodních věd, jak jsem již psala dříve, nepostradatelných pro většinu biologických disciplín. S tímto tématem jsem se setkala jednak při řešení úloh z Biozvěstu, a také na týdenním workshopu MOLBIB na JU v Českých Budějovicích (viz. kap. 2.3), kde jsme izolovali vlastní DNA, pomocí PCR jsme si připravili mtDNA, a tu jsme nechali sekvenovat. Pak jsme společně prováděli genetickou analýzu konzervovaných oblastí a pomocí práce s databázemi jsme mohli odhalit původ naší vlastní mateřské linie (tzv. mitochondriální Evu). Tato práce pro mě byla obrovsky zajímavá a moc mě to bavilo. V této kapitole prezentuji návod, jak se jednoduše orientovat v dostupných molekulárně-biologických databázích, jak si vyhledávat sekvence, porovnávat se mezi sebou a zjišťovat tak např. míru příbuznosti nebo konstruovat fylogenetické stromy.

Celá sbírka (včetně protokolů a praktických doporučení) je součástí přílohy I.

4.3 Distribuce sbírky experimentálních úloh k pilotnímu testování

Po dokončení sbírky bylo nutné úlohy distribuovat mezi učitele biologie s prosbou o pilotní testování úloh. Má původní představa byla, že se mi podaří oslovit dostatečný počet učitelů biologie ochotných otestovat úlohy tak, aby testování pokrylo všechny experimenty z mé sbírky (každý učitel by si podle svých preferencí vybral jednu až tři úlohy a ty by během své výuky otestoval). Obrátila jsem se proto na svého konzultanta Stanislava Vosolsobě, který mi pomohl pomocí kontaktů na Pedagogické fakultě UK rozšířit sbírku mezi více než třicet učitelů po celé ČR a také mezi praktikující studenty pedagogických fakult.

Další cestou, jak zajistit publicitu sbírky, bylo otištění „Dopisu pro učitele“ (dopis stručně popisoval mou prosbu o spolupráci a obsah sbírky), do odborného časopisu pro učitele a didaktiky přírodních věd Biologie-Chemie-Zeměpis. Dopis vyšel v čísle 1/2019.^[11] (viz příloha 1)

Sbírku s prosbou o spolupráci jsem aktivně šířila také mezi učiteli mých přátel. Kamarádům jsem vysvětlila, čím se zabývám ve své SOČ, a požádala jsem je, zda by se nemohli zeptat také svých kantorů a zapojit je do testování úloh.

Odezva na sbírku byla minimální. Zareagovalo pouze několik vyučujících, kteří mi napsali, že ve svých praxích používají zavedené školní protokoly a zařadit nové úlohy mimo probíraná vyučující schémata je poměrně obtížné. Všichni však projevíli zájem o teoretické úlohy z „Fotosyntetické laboratoře“ - tedy komiksy, které se dají ve výuce použít, aniž by bylo nutné zavádět nový typ laboratorních prací.

4.3.1 Výběr testovaných úloh

Vzhledem k nízkému ohlasu na mou prosbu o spolupráci při testování úloh jsem byla nucena přehodnotit původně zamýšlenou strategii testování všech úloh ve sbírce. Ze sbírky jsem vybrala pouze dvě konkrétní úlohy, které jsem zpracovala do tematické vyučovací hodiny a osobně otestovala na vybraných středních školách.

První úlohou byl komiks o fotosyntéze. Toto téma jsem vybrala, protože fotosyntéza patří mezi učivo probírané na střední škole hned ve dvou ročnících – v prvním ročníku v rámci fyziologie rostlin a podrobněji ve třetím ročníku v biologickém semináři. V obou případech se fotosyntéza probírá na konci prvního pololetí. U této úlohy tedy bylo možné efektivně testovat znalosti problematiky před prezentací komiksu o fotosyntéze a s určitou časovou prodlevou poté.

Druhou úlohu jsem zvolila z „Bioinformační laboratoře“ – jde o Barcoding – čárové kódy života. Tato problematika obvykle nemá místo ve školních vzdělávacích programech a osnovách, takže jsem předpokládala, že studenti se s takovými tématy ještě nesetkali, nicméně práce s genomovými databázemi by pro ně mohla být atraktivní a zajímavá. V této úloze jsem netestovala znalosti studentů, zajímal mě jejich názor na atraktivitu témat, která nejsou ve školních osnovách.

4.3.2 Výběr testovaných škol

Klvaňovo gymnázium je škola, kterou navštěvuji, mohu tedy posoudit míru experimentální výuky z vlastní zkušenosti. Při testování na naší škole jsem mohla často komunikovat s vyučujícími a nemusela jsem se nikam dopravovat. Zнала jsem technické podmínky tříd a studenty, před kterými jsem prezentovala.

Jako další školu jsem zvolila Stojanovo gymnázium Velehrad, které navštěvuje má sestra. Z této školy pochází skupina respondentů mého dotazníkového šetření, na jehož základě jsem měla určité povědomí o tom, jakým způsobem probíhá experimentální výuka na tomto gymnáziu. Po osobní konzultaci s vyučujícími biologie SGV jsem si dohodla konkrétní termíny testování a obě úlohy jsem na této škole realizovala.

Třetí testovanou školou bylo Bilingválně gymnázium Milana Hodžu v Sučanech, kde studuje má kamarádka Anna Jamrichová, se kterou jsem se seznámila na akcích pořádaných korespondenčními semináři Biozvěst a IBIS. Z jejich referencí jsem věděla, že jde o gymnázium, kde se všechny předměty vyučují v anglickém jazyce a od třetího ročníku se žáci vzdělávají nikoli v klasických třídách, ale ve skupinách podle svého individuálního zaměření. Já jsem si domluvila testování svých úloh ve skupině studentů zaměřených přírodní vědy. Prezentace a testování komiksu fotosyntézy na této škole probíhalo v anglickém jazyce. Úlohu o barcodingu jsem prezentovala v češtině.

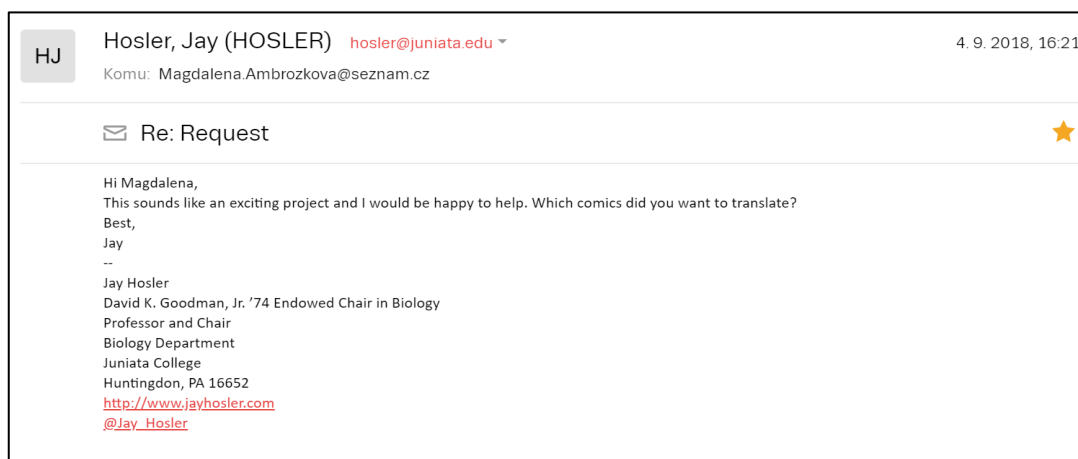
4.4 Průběh testování

4.4.1 Testování úlohy Fotosyntéza

Fotosyntézu v komiksovém zpracování jsem se rozhodla přednášet ve třetích ročnících v rámci biologického semináře. Moje pracovní hypotéza byla, že komiks pomůže studentům lépe pochopit probíranou látku (tedy fotosyntézu) a vizuální forma prezentace napomůže k lepšímu zapamatování. Abych tuto hypotézu mohla ověřit, vybrala jsem dvě skupiny studentů třetího ročníku, v obou případech šlo o studenty biologických seminářů. Poté co bylo téma fotosyntézy řádně probráno v hodinách biologického semináře, obě skupiny studentů anonymně vyplnily test s možnou jednou volbou správné odpovědi (viz příloha 2). Jeden biologický seminář absolvoval výukovou prezentaci s komiksem, zatímco druhý byl kontrolní a komiks zde prezentován nebyl. Po uplynutí časového intervalu (tři týdny) obě skupiny studentů znovu vyplnily stejný set 11 otázek (pouze v jiném pořadí). Porovnáním výsledků testů mezi kontrolní skupinou a studenty, kteří zhlédli komiks o fotosyntéze, jsem ověřovala platnost své hypotézy.

U tohoto tématu dlouho nebylo jasné, jakou formou by mělo být prezentováno. Původní komiks s názvem *Photosynthesis or gimmie some sugar* je volně k dispozici na webových stránkách autora Dr. Jay Hoslera, profesora z Juniata College v Pensylvánii. Hrdinové tohoto komiksu jsou mravenec a moucha. Mravenec je zde učitel a moucha touží získat cukr. Mravenec jí tedy vysvětluje, jakým způsobem během fotosyntézy cukr vzniká. Přitom mouše vše názorně ukazuje, a aby to moucha lépe pochopila, oba se vydají do nitra chloroplastu, aby zažili fotosyntézu na vlastní kůži. Pointa spočívá v tom, že primárním produktem Calvinova cyklu není cukr jako takový – tedy glukóza, ale glycerinaldehyd-3-fosfát, který však nemá sladkou chuť. Celý komiks má dvacet stran velikosti A4.

Oslovila jsem doktora Hoslera s prosbou a dotazem zda, mohu jeho komiks přeložit do českého jazyka a nabídnout k testování studentům jako úlohu s netradiční formou výuky. Doktor Hosler mi odpověděl téměř obratem a svolil k překladu komiksu i testování na školách.



Obrázek 1 Komunikace s Dr. Hoslerem

Nejjednodušší se jevílo nechat studentům komiks jako samostudium, ovšem ze své zkušenosti vím, že „dobrovolně“ by si jej prostudovalo jen minimum studentů.

Nakonec jsem se rozhodla, že nejvhodnější postup bude prezentování komiksu formou powerpointové prezentace, kde mluvený projev bude rozdělen na dvě role, stejně jako tomu je v komiksu. Jednu komiksovou roli jsem nastudovala já a o druhou jsem požádala Annu Jambrichovou, ze slovenského gymnázia Milana Hodžu v Sučanech (jedna z mých testovaných škol). Komiks jsem upravila do 50 obrazů, tak aby zůstalo zachováno kontinuum děje, obrázky jsem převedla do powerpointové prezentace a s Aničkou jsme secvičily repliky. Prezentace komiksu formou mluveného dialogu doprovázeného obrazem trvala přibližně 40 minut. Na našem gymnáziu jsem do hlavních rolí obsadila sebe (mravenec – odborník na fotosyntézu) a našeho učitele biologie (moucha – touží po sladkostech, a proto se musí naučit fotosyntézu).

Protože komiks je velmi podrobný a nabitý spoustou informací, jako nejvhodnější se nabízelo prezentovat jej studentům, kteří již mají látku o fotosyntéze probranou. Na začátku hodiny byli žáci seznámeni s faktem, že se účastní testování zajímavých úloh z biologie v rámci mé středoškolské odborné práce v oboru didaktiky. Poté vyplnili 11 testových otázek a 2 bonusové otázky, které měly za úkol zmapovat jejich dosavadní znalosti fotosyntézy. Pak následovala vlastní prezentace komiksu, formou dialogu dvou komiksových postav, které si navzájem vysvětlují mechanismus fotosyntézy. Po skončení prezentace jsem studenty poprosila o poskytnutí zpětné vazby zodpovězením šesti jednoduchých otázek. O zpětnou vazbu jsem také poprosila také učitele, kteří se zúčastnili mnou prezentovaných hodin. (viz obrázek 2 a 3)

Jedna z otázek zpětné vazby zjišťovala zájem studentů o elektronickou verzi komiksu pro případné přečtení a prostudování doma, které by jistě velmi napomohlo plnému pochopení problematiky. Do testovacího setu jsem vybrala 11 uzavřených otázek volbou jedné správné odpovědi ze čtyř možností. Některé otázky byly velmi jednoduché (úroveň znalostí 2.stupně ZŠ), některé byly naopak obtížné – jejich zodpovězení předpokládalo znalost a pochopení jednotlivých fází fotosyntézy. Poslední dvě otázky byly otevřené a zkoumaly ochotu studentů přemýšlet o řešení nastíněné situace.

Při hodnocení testu jsem nejprve spočítala procento správných odpovědí a podrobněji jsem se zaměřila na odpovědi u těchto otázek:

Které tvrzení o fotosyntéze je pravdivé

- a) při fotosyntéze vzniká CO₂
- b) fotosyntéza probíhá v mitochondriích
- c) rostliny provozují pouze fotosyntézu, živočichové pouze dýchání
- d) žádné tvrzení není pravdivé

Jaká látka je primárním produktem Calvinova cyklu?

- a) glukóza
- b) G3P – glycerinaldehyd-3-fosfát
- c) škrob
- d) kyslík

Co je to RUBISCO

- a) protein
- b) polysacharid
- c) lipid
- d) organela, ve které probíhá Calvinův cyklus

U otevřených otázek jsem nezkoumala správnost odpovědí, zajímalo mě pouze, zda jsou studenti schopni nebo ochotni o daném tématu přemýšlet v souvislostech.

<ol style="list-style-type: none">1. Bylo téma zajímavě zpracované? ANO/NE2. Chtěl/a bys mít tento komiks k dispozici (k učení, nahlížení)? ANO/NE3. Byla prezentace srozumitelná (pochopitelná)? ANO/NE4. Ocenil/a bys komiksové zpracování i u jiných témat? ANO/NE5. Přivítal/a bys občasné zpestření výuky jiným způsobem než klasickým přednesem? ANO/NE6. Jsou nějaká biologická témata, která bys uvítal/a prezentovaná jinou formou než přednáškou? Jaká? _____
--

Obrázek 2 Fotosyntéza – zpětná vazba pro studenty

<p>Fotosyntéza je fascinující kaskáda procesů, ale jako učivo nebývá pro svou náročnost a komplexitu u studentů příliš oblíbená. Pokusila jsem se nabídnout trochu jiný způsob teoretické výuky, a sice zábavné vyučování formou komiksu. Autorem tohoto velmi zdařilého dílka je prof. Jay Hosler (https://en.wikipedia.org/wiki/Jay_Hosler), s jehož svolením jsem komiks přeložila do češtiny a převedla do presentačního formátu.</p> <p>Vážení učitelé, myslíte si, že by bylo vhodné občas zařadit podobný typ výuky (komiks, scénky přehrávané studenty...) do běžných osnov? Měli byste zájem ještě o další témata zpracovaná formou komiksu?</p> <p>Prosím o zhodnocení této mé aktivity v několika větách.</p>

Obrázek 3 Fotosyntéza – zpětná vazba pro učitele



Obrázek 4 Prezentování komiksu o fotosyntéze na Bilingválném gymnáziu v Sučanech

4.4.2 Testování úlohy Barcoding

Úloha o Barcodingu a práci s bioinformačními databázemi byla testována na všech školách ve čtvrtých ročnících v biologických a chemických seminářích, protože bylo nutné, aby studenti znali strukturu DNA a chápali procesy transkripce a translace. Tuto úlohu jsem převzala a modifikovala z biologického korespondenčního semináře Biozvěst (ročník 4, série 3, autorkou úlohy je Mgr. Magdalena Gajdošová).

Jelikož toto téma – a bioinformatika obecně – není předmětem středoškolských osnov, bylo vhodné nejprve seznámit studenty s danou problematikou. Testování úlohy se uskutečnilo v počítačové učebně, protože součástí testování byla i práce s internetovými zdroji a bioinformačními databázemi. Můj výstup se skládal z teoretického úvodu, práce s databází, powerpointové prezentace a poté samostatné práce studentů.

Před samotným prezentováním jsem se domluvila s vyučujícími o nasdílení wordového dokumentu, který jsem potřebovala k vysvětlení a zorientování v databázi GenBank a jeho prostřednictvím jsem studenty učila s databází pracovat.

Stejně jako při testování fotosyntézy, jsem studenty informovala o své didaktické práci a o tom, že jsou součástí pilotního testování. Poté jsem je rozhovorem a kladením otázek uvedla do problematiky a pomocí fiktivního experimentu je učila pracovat s databází GenBank.

V powerpointové prezentaci jsem se seznámila s metodou Barcoding a jejím využitím v praxi. V poslední části hodiny jsem studentům rozdala pracovní listy (viz příloha 3) a požádala je o samostatné vypracování úlohy, která vyžadovala zvládnutí práce s databází GenBank. V závěru hodiny jsme pracovní listy společně vyhodnotili. Formou diskuze studenti zodpovídali otevřenou otázku a poté jsem je požádala o hodnocení výuky pomocí dotazníku zpětné vazby (opět i přítomné učitele).

<p>1. Bylo téma zajímavé? ANO/NE</p> <p>2. Myslíš, že tyto informace můžeš někdy v budoucnu využít? ANO/NE</p> <p>3. Byla prezentace srozumitelná (pochopitelná)? ANO/NE</p> <p>4. Přivítal/a bys občasně zpestření výuky tématem, které je mimo školní osnovy? ANO/NE</p> <p>5. Jsou nějaká biologická témata, která se neučí, ale tebe by přesto zajímala? Jaká? _____</p>
--

Obrázek 5 Barcoding – zpětná vazba pro studenty

<p>Bioinformatika zpracovává poznatky z genetiky a molekulární biologie, jedněch z nejrychleji se rozvíjejících přírodních věd. Témata, která by se detailněji zabývala bioinformatikou, však ve středoškolských osnovách biologie nejsou, nebo jen velmi okrajově. Přesto jsou žáci s těmito tématy konfrontováni a často se po nich vyžaduje názor nebo stanovisko (např. narození geneticky modifikovaných dětí).</p> <p>Bioinformatika přitom staví na moderních přístupech, které naše „digitální generace“ dobře a snadno přijme, pokud jí to bude vhodným způsobem vysvětleno a zprostředkováno.</p> <p>Myslíte si, že by bylo vhodné občas zařadit podobný typ seminářů (seznámení s moderními technologiemi, práce s databázemi, atd.) do běžné výuky?</p> <p>Poprosím o zhodnocení této mé aktivity v několika větách.</p>
--

Obrázek 6 Barcoding – zpětná vazba pro učitele



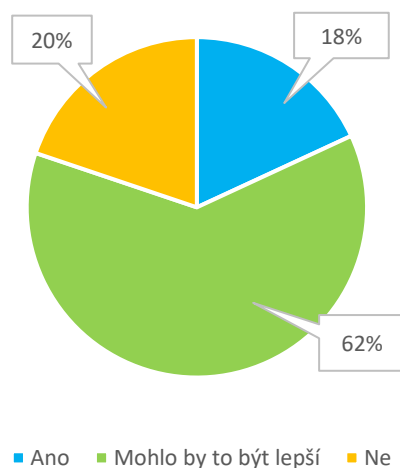
Obrázek 7 Prezentování úlohy o Barcodingu na Klvaňově gymnáziu v Kyjově

5 VÝSLEDKY

5.1 Vyhodnocení dotazníkového šetření

Většina studentů není spokojena s experimentální výukou na škole

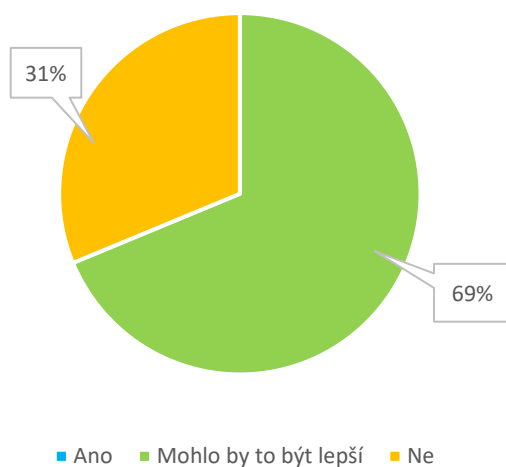
Jsi spokojen/a s nynější experimentální výukou na škole?



Graf 1 Experimentální výuka ot. 4, hodnoceny všechny skupiny, četnosti jednotlivých odpovědí respondentů se liší od náhodného rozložení (testováno χ^2 , $p < 0.0001$, $df = 2$, $n = 116$)

Z celkového hodnocení všech respondentů (116) vyplývá, že více než polovina dotazovaných si myslí, že experimentální výuka by mohla být zajímavější, případně ve větším rozsahu.

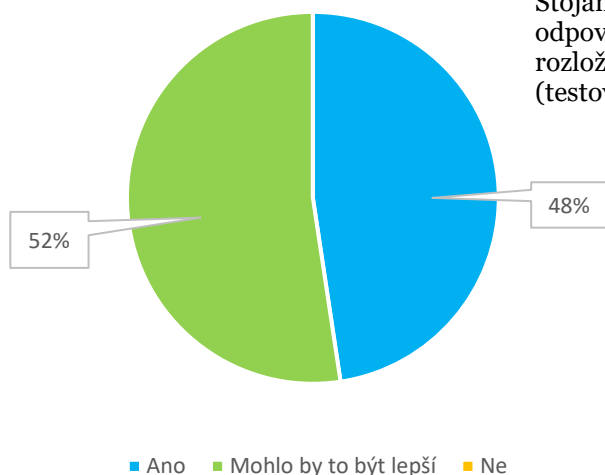
Jsi spokojen/a s nynější experimentální výukou na škole?



Graf 2 Experimentální výuka ot. 4, hodnoceno Klvaňovo gymnázium, četnosti jednotlivých odpovědí respondentů se liší od náhodného rozložení (testováno χ^2 , $p < 0.0001$, $df = 2$, $n = 32$)

V hodnocení studentů Klvaňova gymnázia se odráží fakt, ve druhém ročníku ještě neabsolvovali žádnou experimentální výuku, tudíž nemají žádnou osobní zkušenost.

Jsi spokojen/a s nynější experimentální výukou na škole?

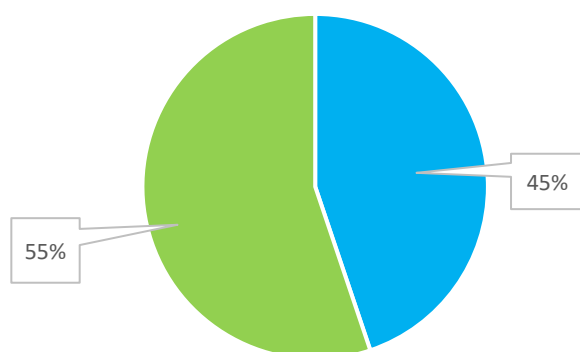


Graf 3 Experimentální výuka ot. 4, hodnoceno Stojanovo gymnázium, četnosti jednotlivých odpovědí respondentů se liší od náhodného rozložení (testováno χ^2 , $p < 0.0001$, $df = 2$, $n = 21$)

Naopak nikdo ze studentů Stojanova gymnázia nevyjádřil nespokojenost s úrovní experimentální výuky na této škole.

Studenti a badatelský potenciál

Jedna skupina dostane podrobný laboratorní protokol, druhá skupina dostane jen zadání, že mají libovolnými metodami dojít ke konkrétnímu cíli. Do jaké skupiny by ses zařadil/a ty?

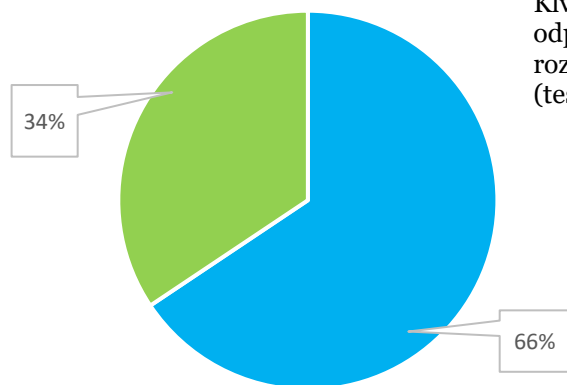


Graf 4 Experimentální výuka ot. 9, hodnoceny všechny skupiny, četnosti jednotlivých odpovědí respondentů se neliší od náhodného rozložení (testováno χ^2 , $p = 0.2652$, $df = 1$, $n = 116$)

- Do 1. skupiny, která má podrobný návod, jinak bych ještě něco vyhodil/a do povětří.
- Do 2. skupiny, chci si něco vyzkoušet sám/sama.

V hodnocení všech respondentů převažuje možnost samostatné práce, mezi jednotlivými školami jsou však velké rozdíly.

Jedna skupina dostane podrobný laboratorní protokol, druhá skupina dostane jen zadání, že mají libovolnými metodami dojít ke konkrétnímu cíli. Do jaké skupiny by ses zařadil/a ty?

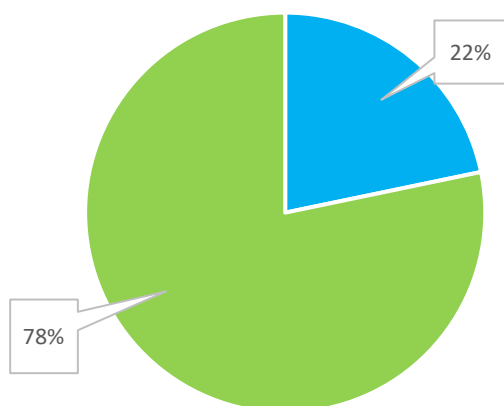


Graf 5 Experimentální výuka ot. 9, hodnoceno Klvaňovo gymnázium, četnosti jednotlivých odpovědí respondentů se liší od náhodného rozložení (testováno χ^2 , $p < 0.0001$, $df = 1$, $n = 32$)

- Do 1. skupiny, která má podrobný návod, jinak bych ještě něco vyhodil/a do povětří.
- Do 2. skupiny, chci si něco vyzkoušet sám/sama.

Studenti Klvaňova gymnázia by se cítili jistěji, kdyby mohli postupovat podle podrobného návodu. Úplně opačně vidí situaci skupina studentů se zvýšeným zájmem o biologii.

Jedna skupina dostane podrobný laboratorní protokol, druhá skupina dostane jen zadání, že mají libovolnými metodami dojít ke konkrétnímu cíli. Do jaké skupiny by ses zařadil/a ty?



Graf 6 Experimentální výuka ot. 9, hodnoceny Ostatní školy, četnosti jednotlivých odpovědí respondentů se liší od náhodného rozložení (testováno χ^2 , $p < 0.0001$, $df = 1$, $n = 23$)

- Do 1. skupiny, která má podrobný návod, jinak bych ještě něco vyhodil/a do povětří.
- Do 2. skupiny, chci si něco vyzkoušet sám/sama.

5.2 Úlohy experimentální sbírky

Mikrobiologická laboratoř obsahuje dva experimenty:

- 1) Sukcese mikroorganismů na plotně s bujónovým agarem (ve sbírce kap. 1.2.1)
- 2) Testování účinnosti čistících a dezinfekčních prostředků na růst mikroorganismů (kap. 1.2.2)

Oba experimenty mohou být provedeny podle poskytnutého pracovního protokolu, takže studenti (nebo skupiny) postupují samostatně dle návodu. Experimenty je možné provádět i „badatelským“ způsobem – studenti při testování různých typů látek zkoumají, které z nich mají antimikrobiální účinky čili zjišťují nové skutečnosti, případně si ověřují své předpoklady.

Enzymologická laboratoř obsahuje čtyři experimenty:

- 1) Testování různých druhů potravin na přítomnost a aktivitu katalázy (kap. 2.2.1)
- 2) Mechanismus účinku katalázy (kap. 2.2.2)
- 3) Závislost aktivity katalázy na pH (kap.2.2.3)
- 4) Závislost aktivity katalázy bramboru na teplotě (kap. 2.2.4)

Pokusy s katalázou didakticky charakterizují tento enzym a jeho závislost na reakčních podmínkách. Experimenty lze pojmout i badatelsky, např. zjišťováním míry aktivity katalázy v různých biologických materiálech (které studenti chtějí otestovat, nebo které si sami přinesou) a jejich vzájemné srovnávání.

Fytohormonální laboratoř obsahuje dva experimenty:

- 1) Testování vlivu ethylenu na klíčení semen řeřichy a dozrávání plodů rajčat (3.2.1)
- 2) Testování vlivu ethylenu na opad listů (kap. 3.2.2)

Rovněž tyto experimenty lze pojmout „badatelským“ způsobem a libovolně obměňovat vstupní podmínky. Experiment 1 lze rozdělit do dvou pokusů – samostatné testování inhibice klíčení a urychlování dozrávání. Pokus s inhibicí klíčení vyvolanou ethylenem lze provádět prakticky kdykoli během školního roku (pokud se použije jako zdroj ethylenu zralé jablko). K urychlení dozrávání plodů je pak vhodné použít nedozrálé plody rajčat, které bývají k dispozici v létě a na podzim. Také úlohu testující opad listů se jeví jako nejvhodnější provádět začátkem podzimu, ale experimentálně jsem ověřila, že ethylen vyvolává opad listů i u neopadavých dřevin a keřů, jako je např. břechťan nebo ostružiník, které jsou k dispozici celoročně.

Fotosyntetická laboratoř obsahuje dva experimenty:

- 1) Fotosyntéza, kyslík a oxid uhličitý – důkaz vzniku O₂ a spotřeby CO₂ (kap. 4.2.1)
- 2) Fotosyntéza a dýchání – srovnání obou dějů (kap. 4.2.2)

Obě tyto úlohy lze provádět i bez přístrojového vybavení, které by umožnilo stanovit koncentrace obou sledovaných plynů. K experimentu jsou použity vodní rostliny a pokusy probíhají ve vodním prostředí. Pokusy se dají provádět s většinou vodních rostlin, jakou nejjednodušší varianta se nabízí použít vodní mor kanadský (*Elodea*), který je běžně dostupný v akvaristických potřebách.

Molekulárně biologická laboratoř obsahuje tři úlohy:

- 1) DNA origami – vytvoření prostorové skládanky (3D modelu) DNA (kap. 5.2.1)
- 2) Šifra v DNA – vylučování hádanky pomocí genetického kódu (kap.5.2.2)
- 3) Izolace DNA z různých biologických materiálů (kap.5.2.3)

První dvě úlohy jsou teoretické. V první úloze si žáci mohou sestavit vlastní 3D model DNA – ORIGAMI DNA^[12], návod na vytvoření modelu jsem přeložila do českého jazyka. Úloha napomáhá k pochopení primární a sekundární struktury DNA. Druhá úloha, Šifra v DNA, pomáhá pochopit princip genetického kódu, osvojit si překlad z nukleotidové sekvence do proteinu. Součástí je definování základních pojmů a křížovka. Třetí úloha je praktická, obsahuje obecný návod k izolaci DNA, který lze aplikovat na různý biologický materiál. Tento návod se dále modifikuje podle toho, zda se jedná o materiál rostlinného nebo živočišného původu. Vzorové protokoly dokumentují izolaci DNA z lidské buňkové sliznice, banánu, meruněk a kuřecích jater.

Bioinformační laboratoř obsahuje dvě úlohy:

- 1) Barcoding – čárové kódy života (kap. 6.2.1)
- 2) Vytvoření fylogenetického stromu (kap. 6.2.2)

Oběma úlohám předchází teoretický úvod. K úloze 1 se vztahuje objasnění podstaty molekulární metody DNA barcoding, která slouží k identifikaci druhů. Tato metoda je založená na krátkých úsecích sekvence DNA, které jsou podobné u jedinců stejného druhu, a naopak mezidruhově se liší. Tyto DNA barcodes se pak mohou porovnávat se sekvencemi známých druhů v dostupných databázích. V úloze 1 si studenti samostatně vyzkouší práce s těmito databázemi a identifikaci neznámé DNA. Úloha 2 je úvodem do molekulární fylogenetiky. Jsou zde definovány pojmy fylogenetický strom, klad, kladogram. Studenti si vyzkouší práci s bioinformačními databázemi a srovnávání sekvencí v programu T-Coffee. Na základě získaných dovedností budou studenti schopni ze zadané skupiny organismů sestavit fylogenetický strom.

Ke každé „laboratoři“ náleží rozšířená diskuse k experimentům, optimalizace úloh, dostupnost a variabilita materiálu a vzorově vypracovaný protokol včetně fotodokumentace. Kompletní sbírka je součástí přílohy I.

5.3 Zhodnocení vlivu komiksu na pochopení procesů fotosyntézy

Pracovní hypotéza byla, že prezentace komiksu pomůže lepšímu zapamatování probírané látky.

Z důvodů zachování anonymity školy v tomto zhodnocení označuji jako A, B a C. Výstupem z testování u každé školy byly dva testy v rámci obou skupin (testované a kontrolní). První test proběhl po výkladu fotosyntézy vyučujícím (tedy ještě před mou prezentací komiksu). Druhý test (tytéž otázky ale v jiném pořadí – bez otevřených úvahových dotazů) studenti vyplňovali tři týdny po mé prezentaci komiksu.

Hodnotila jsem tyto parametry:

- % úspěšnost testu 1 před komiksem (testovaná a kontrolní skupina)
- % úspěšnost testu 2 po 3 týdnech (testovaná a kontrolní skupina)
- % vyhodnocení odpovědí na tři vybrané otázky
- ochotu odpovídat na otevřené otázky
- zpětnou vazbu

		Test 1	Test 2
škola A	Testovaná skupina	37,8 %	55,5 %
	Kontrolní skupina	50,7 %	43 %
škola B	Testovaná skupina	30,6 %	35 %
	Kontrolní skupina	38,2 %	30,8 %
škola C	Testovaná skupina	53,95 %	63,47 %
	Kontrolní skupina	58 %	45,75 %

Tabulka 1 Procentuální úspěšnost testu 1 a 2

Škola A – testovaná skupina se zlepšila o **17 %**

kontrolní skupina se zhoršila o **7 %**

Otevřené otázky zodpovědělo celkem **100 %** respondentů (hodnoceny obě skupiny)

Škola B – testovaná skupina se zlepšila o **4,4 %**

kontrolní skupina se zhoršila o **7,4 %**

Otevřené otázky zodpovědělo celkem **66,6 %** respondentů (hodnoceny obě skupiny)

Škola C – testovaná skupina se zlepšila o **9,52 %**

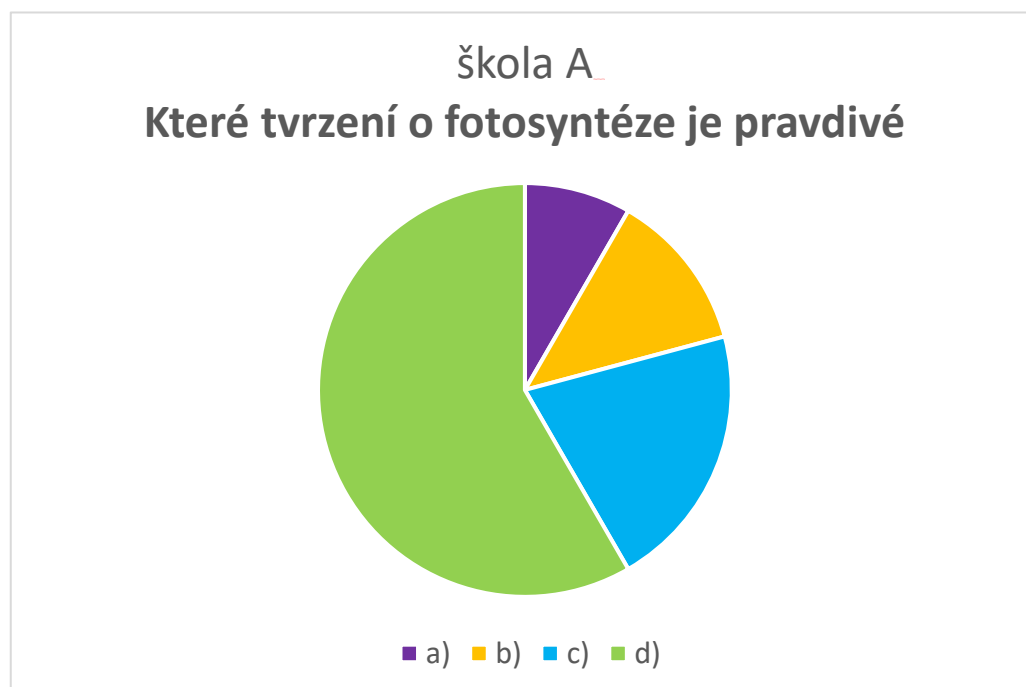
kontrolní skupina se zhoršila o **12,25 %**

Otevřené otázky zodpovědělo celkem **51,2 %** respondentů (hodnoceny obě skupiny)

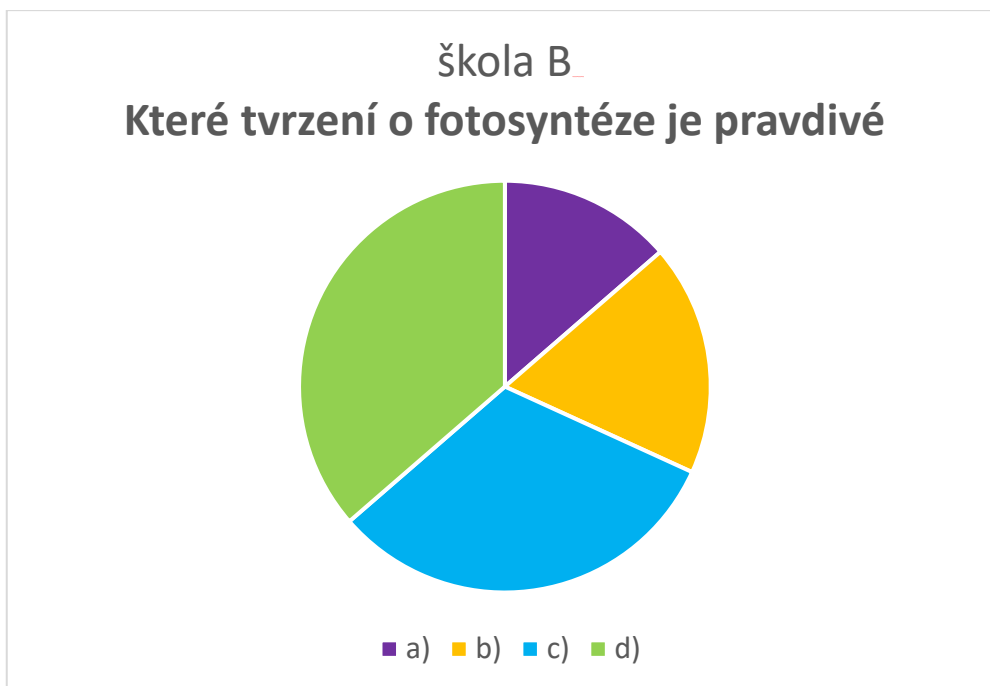
Otázka: Které tvrzení o fotosyntéze je pravdivé

Tato otázka zkoumá základní znalosti o fotosyntéze, správnou odpověď by se měl dozvědět žák již na základní škole. Tuto otázku jsem hodnotila u obou skupin a pouze u testu 1.

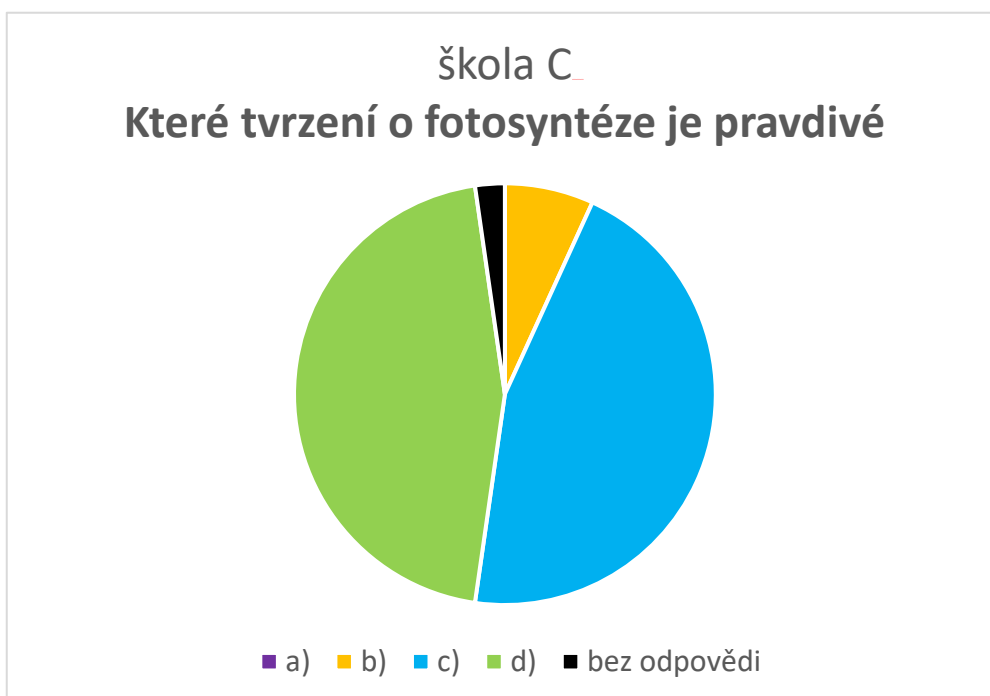
- a) při fotosyntéze vzniká CO₂
- b) fotosyntéza probíhá v mitochondriích
- c) rostliny provozují pouze fotosyntézu, živočichové pouze dýchání
- d) žádné tvrzení není pravdivé



Graf 7 Hodnocení otázky „Které tvrzení je pravdivé“ – škola A



Graf 8 Hodnocení otázky „Které tvrzení je pravdivé“ – škola B



Graf 9 Hodnocení otázky „Které tvrzení je pravdivé“ – škola C

Otázka: Jaká látka je primárním produktem Calvinova cyklu?

Tato otázka byla vybrána záměrně, testuje pochopení komiksu (viz kapitola 4.4.1). Moje hypotéza byla, že správnou odpověď zvolí hlavně studenti, kteří zhlédli komiks. V této otázce jsem hodnotila rozdíl mezi testem 1 a 2 pouze u skupin, které absolvovaly prezentaci komiksu.

- a) glukóza
- b) G3P – glycerinaldehyd-3-fosfát
- c) škrob
- d) kyslík

škola A	
Jaká látka je primárním produktem Calvinova cyklu?	
Test 1	10 %
Test 2	33 %

Tabulka 2 Procentuální úspěšnost testované otázky u školy A

škola B	
Jaká látka je primárním produktem Calvinova cyklu?	
Test 1	40 %
Test 2	50 %

Tabulka 3 Procentuální úspěšnost testované otázky u školy B

škola C	
Jaká látka je primárním produktem Calvinova cyklu?	
Test 1	55 %
Test 2	75 %

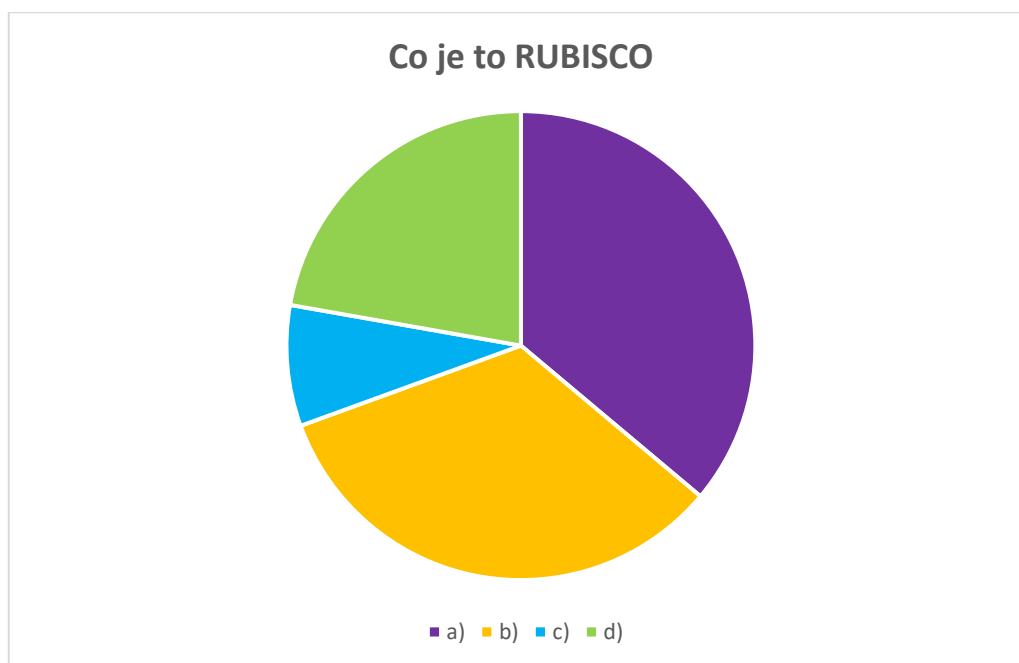
Tabulka 4 Procentuální úspěšnost testované otázky u školy C

Další testovanou položkou byla tato otázka.

Otázka: Co je to RUBISCO

- a) protein
- b) polysacharid
- c) lipid
- d) organela, ve které probíhá Calvinův cyklus

Tato otázka patřila spíše mezi obtížnější a odpovědi na ni se velmi lišily, bylo složité vysledovat nějakou korelaci mezi školami i mezi testovanými a kontrolními skupinami. Hodnocen byl výsledek pouze u testu 2 obou skupin.



Graf 10 Hodnocení otázky „Co je RUBISCO“ – všechny testované školy

Z výsledku dotazníku zpětné vazby (viz obrázek 2) vyplynulo, že:

- 85 % studentů všech tří škol považovalo téma za srozumitelné
- 97 % studentů by přivítalo témata prezentována netradiční formou – jako občasné zpestření výuky

5.4 Zhodnocení prezentace úlohy Barcoding – čárové kódy života

Tato úloha byla prezentovaná ve třech třídách v biologickém semináři čtvrtých ročníků. Na Klvaňově gymnáziu absolvovalo tuto přednášku 10 studentů, na Stojanově gymnáziu 20 studentů a na Gymnáziu Milana Hodžu 17 studentů. Všichni respondenti samostatně vyplnili správně pracovní list, z toho vyplývá, že byli schopni zorientovat se v databázi GenBank, vybrat nukleotidovou sekvenci DNA zaslat ji k porovnání do databáze a samostatně interpretovat výsledek.

Z výsledku dotazníku zpětné vazby (viz obrázek 5) vyplynulo, že:

- 100 % studentů všech tří škol považovalo téma za zajímavé a srozumitelné
- 100 % studentů by přivítalo podobně zpracovaná i jiná témata
- 80 % studentů uvedlo, že by získané informace mohli v budoucnu využít

V otázce č. 5 dotazníku zpětné vazby studenti uvedli celou řadu dalších témat, která by je zajímala. Tyto jejich náměty budou podrobněji rozebrány v diskuzi.

Myslíte si, že by bylo vhodné občas zařadit podobný typ seminářů (seznámení s moderními technologiemi, práce s databázemi, atd.) do běžné výuky?

Ano, souhlasím se zařazením podobných témat do výuky v biologických seminářích.

Poprosím o zhodnocení této mé aktivity v několika větech.

Studentka díky prezentaci výstižným a srozumitelným způsobem přiblížila ostatním studentům téma z bioinformatiky – sekvenování.

Průběh hodiny:

1. úvod – vysvětlení pojmu „bioinformatika“ a následně sdělení cíle hodiny

2. hlavní část – metodou rozhovoru a přednášky bylo vysvětleno, jak hodnotit sekvence

- formou samostatné práce studentů na počítačích bylo ověřeno pochopení sdělených informací

3. závěr - hodnocení výsledků, feedback studentů

Hodinu hodnotím velmi pozitivně.

Vystupování studentky bylo na vysoké úrovni, což svědčí o tom, že dané problematice perfektně rozumí.

Děkujeme moc, těším se na další spolupráci !

M.H. – učitelka biologie, Stojanovo gymnázium Velehrad

Obrázek 8 Barcoding – zpětná vazba vyučujících

Myslíte si, že by bylo vhodné občas zařadit podobný typ seminářů (seznámení s moderními technologiemi, práce s databázemi, atd.) do běžné výuky?

Určitě ano.

Poprosím o zhodnocení této mé aktivity v několika větách.

Aktivita byla názorně představena a vysvětlena. Bylo použito jasný jazyk a příklady. Celkově hodnotím tento vstup do výuky velmi pozitivně.

O.H. učitel biologie Stojanovo gymnázium Velehrad

Obrázek 9 Barcoding – zpětná vazba vyučujících

Myslíte si, že by bylo vhodné občas zařadit podobný typ seminářů (seznámení s moderními technologiemi, práce s databázemi, atd.) do běžné výuky?

Zcela jistě, aby studenti viděli možnost využití teoretických znalostí v praxi.

Poprosím o zhodnocení této mé aktivity v několika větách.

Velmi přínosné! Myslím, že studenti neměli tušení, že podobná databáze existuje. Měli možnost vyzkoušet si její fungování.

Z.S. učitelka biologie Klvaňovo gymnázium a střední zdravotnická škola Kyjov

Obrázek 10 Barcoding – zpětná vazba vyučujících

Myslíte si, že by bylo vhodné občas zařadit podobný typ seminářů (seznámení s moderními technologiemi, práce s databázemi, atd.) do běžné výuky?

Poprosím o zhodnocení této mé aktivity v několika větách.

Určite pozitívne hodnotím prepojenie teoretických poznatkov s praxou.

Zariadenie takýchto seminárov by bolo vhodné do výučby.

L.K. učitelka biologie Bilingválne gymnázium Milana Hodžu Sučany, SR

Obrázek 11 Barcoding – zpětná vazba vyučujících

5.5 Prezentace úlohy Vliv ethylenu na růst a vývoj rostlin

5.5.1 Příspěvek na juniorské konferenci 2018

Během vytváření sbírky experimentů jsem jednotlivé úlohy testovala a optimalizovala a experimenty z oddílu „Fytohormonální laboratoř“ se jeví natolik zajímavé a originální, že jsem se rozhodla je prezentovat na 8. juniorské vědecké konferenci pořádané 23. 11. – 24. 11. 2018 PŘF UK. Prezentovala jsem své výsledky z testování vlivu ethylenu na klíčení semen, dozrávání plodů a opad listů (v sbírce jde o protokoly z kapitoly 3.4). Tato prezentace byla úspěšná a odborná porota ji ohodnotila hlavní cenou.



Obrázek 12 Příspěvek na juniorské vědecké konferenci

5.5.2 Publikace protokolů a pracovních listů v časopisu Živa

Tyto experimenty budou ve formě pracovních – metodických listů zveřejněny na webových stránkách časopisu Živa v sekci K výuce, která slouží učitelům a žákům/studentům středních škol jako doprovodný materiál k tematickému číslu Živy věnovanému rostlinné fyziologii.

Za tímto účelem jsem vyrobila metodický list, který je teoretickým podkladem k experimentům s rostlinným hormonem ethylenem (viz příloha 4).

6 DISKUZE

Dotazníkové šetření

Dotazník byl sestaven a testován v rámci hodin společenských věd a primárně byl cílen na mé spolužáky a studenty v mém věku, proto jsou otázky pokládány běžným, hovorovým jazykem.

Moje hypotézy byly potvrzeny přibližně u poloviny otázek; u některých otázek to bylo pochopitelné, jiné odpovědi mě příjemně překvapily.

Z mé studie jednoznačně vyplývá, že studenti mají zájem o experimentální výuku! Spokojenost, preference a zkušenosti se u jednotlivých škol liší.

Můj dotazník také obsahoval dvě fiktivní situace. S první situací (film x laboratoř) se mohou studenti setkat poměrně často (alespoň podle mého názoru) a byla jsem překvapená, že největší počet studentů hlasoval pro laboratorní práci.

Další fiktivní situace (výběr vlastního postupu) už nejspíš není tak častá, prozatím jsem se ve svém okolí s tímto přístupem nesešla. Myslím, že by bylo v laboratorních praktikách velmi přínosné, kdyby studenti alespoň v některých případech mohli pracovat tímto způsobem a na konci práce své výsledky v rámci třídy zhodnotili s vyučujícím.

Ve svém sociologickém výzkumu bych nerada zpochybňovala frontální výuku, prezentace a psaní zápisů – právě naopak. V hodinách to má své opodstatnění, žáci by měli mít poznámky a měli by znát rozsah požadovaného učiva. Ale myslím si, že neméně důležité je umět teoretické poznatky využít i v praxi.

Rovněž své závěry nechci zobecňovat, protože za rok může situace na jednotlivých školách vypadat úplně jinak. Úroveň experimentální výuky koreluje s technickým vybavením laboratoří nebo časovou dotací hodin. Ale především závisí na ochotě učitelů a samozřejmě nadšení samotných studentů.

Tvorba sbírky

Tato část mé práce patřila k nejzajímavějším a také mě nejvíce bavila. S překvapením jsem zjistila, že i poměrně staré učebnice (z 50.- 70. let minulého století, viz použitá literatura ve Sbírce experimentů) obsahují velmi inspirativní a didakticky zdařilé úlohy s minimálními nároky na materiál a vybavení. Už naši prarodiče mohli na gymnáziích provádět opravdu zajímavé experimenty.

Velmi mě bavilo tyto úlohy zkoušet, modifikovat a optimalizovat. Děkuji svému školiteli, který mi v tomto směru nekladl žádná omezení, naopak mé aktivity podporoval.

Distribuce sbírky

Tato část mé práce naopak patřila k nejvíce deprimujícím. Již kompletní sbírku jsem skoro rok nabízela učitelům k testování, odezva však nebyla podle mých představ. S některými učiteli jsem si dopisovala a z mailové korespondence mimo jiné vyplynulo, že osnovy výuky biologie jsou naddimenzovány, na laboratorní práce zbývá minimum času, často se v hodinách pro praktika dobírá chybějící teoretické učivo a zařadit nějaké experimenty navíc mimo osnovy je velmi časově náročné.

Jistým příslibem do budoucna je vzdělávací koncepce pro Českou republiku na příštích deset let, kdy snad dojde k uvolnění obsahu v osnovách a bude více prostoru pro procvičování praktických dovedností. [43]

Učitelé v mailové komunikaci projevovali největší zájem o teoretické úlohy, tedy o komiksy fotosyntézu a dýchání. O praktické – tedy laboratorní úlohy, zájem bohužel nebyl.

Vzhledem k nízkému počtu učitelů, kteří byli ochotni testovat úlohy ve svých třídách, jsem nakonec sama vybrala dvě testované úlohy (komiks – fotosyntézu a bioinformatiku – Barcoding), oslovila jsem osobně učitele biologie ze tří gymnázií a na těchto školách jsem pak samostatně (resp. ve spolupráci s Annou Jambrichovou) realizovala pilotní testování úloh.

Úloha fotosyntéza

Tuto úlohu jsem prezentovala formou hraného dialogu doprovázeného powerpointovou prezentací komiksu. Způsob prezentace se, myslím, velmi vydařil. Zajistila jsem si tak, že komiks zhlédli všichni testovaní žáci. Pokud bych komiks rozdala testované skupině domů k samostudiu, neměla bych jistotu, že si jej studenti skutečně prostudují.

Zpracování komiksu v prezentaci a formou dialogu se nabízí jako ideální řešení. V optimálním případě by fotosyntéza měla být probrána v hodině klasickým způsobem, poté lze studentům nabídnout komiks k domácímu prostudování. Dva dobrovolníci z řad studentů (nebo učitel a student), si připraví repliky a komiks v následující hodině přehrají. Zvláště dialog učitele a studenta bývá pro ostatní žáky atraktivní (jak jsme si sami vyzkoušeli na našem gymnáziu). V ideálním případě, pokud si studenti doma prostudují komiks a ve škole jej zhlédnou v prezentaci, dojde k propojení teoretických poznatků a vizuálních podnětů a tím i k celkovému „vhledu“ do jinak poměrně složité problematiky fotosyntézy, což se podařilo prokázat i mě.

Jak je uvedeno v kapitole 5.3, pochopení komiksu a porozumění fotosyntéze jsem zjišťovala porovnáváním výsledků z testu 1 a testu 2.

Výsledky testování se na jednotlivých školách poměrně hodně liší, což je zřejmě dáno rozdílnými způsoby a různou hloubkou výkladu tohoto učiva na testovaných školách.

Jako nejvíc zajímavé se ukázaly být odpovědi na celkem triviální otázku: **Které tvrzení o fotosyntéze je pravdivé.**

Napříč všemi školami docela vysoké procento studentů (ve 3. ročníku – biologický seminář) uvedlo, **že rostliny provozují pouze fotosyntézu, živočichové pouze dýchání** (v testu možnost c)). Osobně si myslím, že tato chybná představa vzniká na ZŠ, když učitelé říkají, že fotosyntéza je opačný pochod k dýchání. Žáci si pak zafixují, že rostliny fotosyntetizují a živočichové dýchají. Tento jev lze z pedagogického hlediska popsat jako miskoncepci^[14] – kdy ani na střední škole bohužel nedošlo k opravení chybné představy žáků. Zajímavé je, že tyto chybné představy mají studenti na všech mnou testovaných středních školách. Nicméně úlohou gymnázia by přece jen mělo být tyto miskoncepce opravit, což se podle výsledků prezentovaných v této práci příliš neděje. Mohu zde ale navrhnout řešení – v mé Sbírce experimentů je praktická úloha z „fotosyntetické laboratoře“, která demonstruje právě i to, že rostliny dýchají (viz Sbírka kapitola 4.2.2).

Otázka, **Jaká látka je primárním produktem Calvinova cyklu?** cílila vyložení na pochopení komiksu. V tomto případě se potvrdila moje hypotéza, že studenti, kteří zhlédli (a pochopili) komiks, volili správnou odpověď v testu 2 na tuto otázku častěji.

Otázka, **Co je to RUBISCO** patřila mezi ty obtížnější. Při jejím vyhodnocování vyšlo najevo, že na některých školách se RUBISCO jako enzym, který inkorporuje CO₂ do organické hmoty, neprobírá. Prošla jsem některé běžně používané učebnice^{[15][16]}, tam samozřejmě RUBISCO zmíněno je, ale někteří studenti tento termín opravdu slyšeli poprvé. Na druhou stranu se ukázalo, že i ti studenti kteří RUBISCO ve škole probírali a tedy vědí, že se jedná o enzym, v testované otázce ne vždy dokáží ztotožnit enzym s proteinem. Studenti si neuvědomují, že téměř všechny enzymy jsou bílkovinné povahy. V komiksu RUBISCO zmíněno je – je tam představen jako „nejhojnější“ enzym na Zeměkouli – není tam však striktně uvedeno, že se jedná o protein.

Testování ukázalo, že skupiny, které zhlédly komiksovou prezentaci a komiks měly poté k dispozici, dokázaly tři týdny po prezentaci vyplnit test 2 lépe než kontrolní skupiny, které neviděly prezentaci ani neměly komiks k nahlédnutí. Výsledky testování mohly být ovlivněny několika dalšími faktory, jak je fakt, že testování probíhalo anonymně, studenti neměli žádnou zvláštní motivaci jej vyplnit co nejlépe (nebylo to hodnoceno známkou), nebo že studenti dopředu nevěděli, že budou po třech týdnech testování znovu, takže se na test nemohli cíleně předem připravit.

Z testování vyplynulo, že mezi školami jsou poměrně velké rozdíly, které se ovšem dají nahlížet z více úhlů pohledů. Například škola C vykazovala v testu nejlepší výsledky, studenti byli schopni správně zodpovědět i poměrně těžké otázky, ale jen polovina respondentů z této školy se rozhodla odpovídat na otevřené otázky a prezentovat nějaké vlastní myšlenky a úvahy. Z toho se mohu domnívat, že na této škole probíhá výuka opravdu poctivě a kvalitně, ale žáci už nedostávají tolik prostoru, aby mohli vyjadřovat a diskutovat své vlastní představy o problematice.

Úloha Barcoding

Prezentaci této úlohy považuji za jednu z nejvíce vydařených. Studenty tato úloha velmi bavila, což se odrazilo v pozitivních hodnoceních zpětné vazby. To může být dáno i tím, že v rámci této úlohy neprobíhalo žádné testování studentů (nepsal se test). Znalosti, které studenti potřebovali k řešení této úlohy, byly probrány v rámci předchozí výuky a já jsem je během své vyučovací hodiny seznámila s metodou Barcoding a se základní orientací v genomové databázi GenBank. Po tomto úvodním vstupu již studenti byli schopni pracovat samostatně a zadaný úkol všichni úspěšně vyřešili, včetně otevřené otázky na konci pracovního listu.

Úloha Barcoding měla velký úspěch i u učitelů, kteří v rámci zpětné vazby souhlasili, že by bylo velmi vhodné podobnými workshopy zpestřit výuku v biologickém semináři. Tato prezentace nejvíce bavila i mě, ačkoli jsem přednášela většinově starším studentům, než jsem sama (4. ročník), cítila jsem jejich zájem a respekt.

Zpětné vazby

U všech testovaných úloh jsem pomocí dotazníků získala zpětné vazby, jak studentů, tak učitelů. Reflexe na mé aktivity byly veskrze pozitivní. V těchto dotaznících jsem zjišťovala také to, o jaká témata v biologii by studenti měli zájem, co by se v biologických seminářích rádi dozvěděli mimo osnovy. Odpovědi mě velmi překvapily, vyplynula z nich celá řada inspirativních námětů. Studenty například velmi zajímá problematika biologické psychologie, nové metody v genetice (klonování), toxikologie a problematika drog, přivítali by více ekologických témat a další. Tyto zajímavé zpětné vazby plánuji utřídit a poskytnout zpět učitelům, jako inspirační náměty pro práci se třídou. Řada těchto témat se totiž dá pojednat i formou referátů, které by mohli připravit i sami žáci, zajímající se o tuto problematiku.

Plány do budoucna

V budoucnu bych se ráda dohodla na spolupráci se studenty katedry pedagogiky na PŘF UK ohledně pilotního testování dalších úloh z mé sbírky. Na první testování v jarním semestru čekají úlohy z „fytohormonální laboratoře“ (přislíbeno docentem Janem Voťproukem z PŘF UK). Po otestování úloh mi bylo nabídnuto Mgr. Vandou Janštovou publikování některých protokolů v časopise Biologie-Chemie-Zeměpis. Dále bych ráda pokračovala ve zpracovávání témat, o které byl největší zájem, tj. mikrobiom jako teoretický úvod k mikrobiologické laboratoři nebo rozpracování dalších komiksů J. Hoslera.

Asi největší satisfakcí by pro mě bylo, pokud by moje sbírka úloh našla uplatnění během experimentální výuky na školách, a tím bych mohla vylepšit reputaci biologie mezi svými vrstevníky!

7 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo zatraktivnit experimentální výuku na středních školách.

- provedla jsem sociologický výzkum, který zhodnotil postoj studentů k experimentální výuce na středních školách
- sestavila jsem sbírku atraktivních experimentů z biologie, která obsahuje 15 úloh, všechny úlohy jsem osobně otestovala, každá úloha obsahuje metodický návod a vzorově vypracovaný protokol včetně fotodokumentace
- přeložila jsem komiks J. Hoslera o fotosyntéze a převedla jsem ho do prezentovatelné formy, kterou jsem testovala jako inovativní přístup ve výuce
- pomocí vyhodnocení testových otázek se mi podařilo potvrdit hypotézu, že prezentace komiksu napomůže k lepšímu porozumění a zapamatování probírané látky
- pomocí úlohy Barcoding jsem seznámila studenty s novými metodami a přístupy v biologii
- obě úlohy byly prostřednictvím dotazníků zpětné vazby hodnoceny vysoce úspěšně, jak ze strany studentů, tak ze strany vyučujících

8 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Důvody nezájmu žáků o přírodovědné a technické obory: Individuální projekt národní Podpora technických a přírodovědných oborů. Generace Y [online]. 2010 [cit. 2020-02-02]. Dostupné z: https://www.generacey.cz/uploads/akce_a_aktuality/pardubicky_kraj/Duvody_nezajmu_zaku.pdf
- [2] NASR, Ahmad R. Attitude towards Biology and Its Effects on Student's Achievement. *International Journal of Biology* [online]. 2011 [cit. 2020-02-08]. ISSN 1916-9671. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/266870153_Attitude_towards_Biology_and_Its_Effects_on_Student's_Achievement
- [3] HRUBÁ, Jana. Jak je to s nezájmem žáků o technické a přírodovědné obory? Učitel'ské listy [online]. 2010 [cit. 2020-02-02]. Dostupné z: <http://www.ucitelske-listy.cz/2009/12/jana-hruba-jak-je-to-s-nezajmem-zaku-o.html>
- [4] PAPÁČEK, Miroslav. Badatelsky orientované přírodovědné vyučování: Cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in educatione* [online]. 2010, 1(1), 33-49 [cit. 2020-02-02]. ISSN 1804-7106. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/d58c/fce7c9aa5b789d01ae4523ebdac248a2566e.pdf>
- [5] HOSLER, Jay a K. B. BOOMER. Are Comic Books an Effective Way to Engage Nonmajors in Learning and Appreciating Science? *CBE Life Science Education* [online]. 2011, 10(3), 309-317 [cit. 2020-02-02]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3164570/>
- [6] MASLOWSKI, Oton. Didaktika biologie: určeno pro posluchače přírodovědecké fakulty a pedagogické fakulty Univerzity Palackého. Olomouc, 1990.
- [7] PODROUŽEK, Ladislav. Přírodovědná pozorování a pokusy [online]. 2007 [cit. 2020-02-02]. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/s/Z/1101/PRIRODOVEDNA-POZOROVANI-A-POKUSY.html/>
- [8] CARNEY, Russell N. a Joel R. LEVIN. Pictorial Illustrations Still Improve Students' Learning from Text. *Educational Psychology Review* [online]. 2002, 14, 5-26 [cit. 2020-02-08]. ISSN 1573-336X. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1013176309260>

- [9] SRBOVÁ, Kateřina. Komiksy ve výuce přírodopisu [online]. Praha, 2017 [cit. 2020-02-02]. Dostupné z: https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/90911/DPTX_2016_1_11410_o_486754_o_184514.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [10] Učební styly. Studentům pedagogiky [online]. [cit. 2020-02-08]. Dostupné z: <https://pedagogika.skolni.eu/pedagogika/ucebni-styly/>
- [11] AMBROZKOVÁ, Magdalena. Dopis učitelům. Biologie-Chemie-Zeměpis [online]. 2019, 28(1), 58-59 [cit. 2020-02-08]. Dostupné z: <http://bichez.pdf.cuni.cz/>
- [12] Origami DNA. Your genome [online]. 2016 [cit. 2020-02-08]. Dostupné z: <https://www.yourgenome.org/activities/origami-dna>
- [13] Strategie vzdělávací politiky ČR do roku 2030+ [online]. [cit. 2020-02-08]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/strategie-2030>
- [14] MAREŠ, Jiří. Pedagogická psychologie. Praha: Portál, 2013. ISBN 978-80-262-0174-8.
- [15] JELÍNEK, Jan a Vladimír ZICHÁČEK. Biologie pro gymnázia: (teoretická a praktická část). 6. rozš. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2003. ISBN 80-7182-159-4.
- [16] KINCL, Lubomír, Miloslav KINCL a Jana JAKRLOVÁ. Biologie rostlin: pro 1. ročník gymnázií. 4., přeprac. vyd. Praha: Fortuna, 2006. ISBN 80-7168-947-5.

9 SEZNAM OBRÁZKŮ, GRAFŮ A TABULEK

Obrázek 1: Komunikace s Dr. Hoslerem	22
Obrázek 2: Fotosyntéza – zpětná vazba pro studenty	24
Obrázek 3: Fotosyntéza – zpětná vazba pro učitele	24
Obrázek 4: Prezentování komiksu o fotosyntéze na Bilingválním gymnáziu v Sučanech	25
Obrázek 5: Barcoding – zpětná vazba pro studenty	26
Obrázek 6: Barcoding – zpětná vazba pro učitele	26
Obrázek 7: Prezentování úlohy o Barcodingu na Klvaňově gymnáziu v Kyjově	27
Obrázek 8: Barcoding – zpětná vazba vyučujících	38
Obrázek 9: Barcoding – zpětná vazba vyučujících	39
Obrázek 10: Barcoding – zpětná vazba vyučujících	39
Obrázek 11: Barcoding – zpětná vazba vyučujících	39
Obrázek 12: Příspěvek na juniorské vědecké konferenci	40
Graf 1: Experimentální výuka ot. 4, hodnoceny všechny skupiny	28
Graf 2: Experimentální výuka ot. 4, hodnoceno Klvaňovo gymnázium	28
Graf 3: Experimentální výuka ot. 4, hodnoceno Stojanovo gymnázium	29
Graf 4: Experimentální výuka ot. 9, hodnoceny všechny skupiny	29
Graf 5: Experimentální výuka ot. 9, hodnoceno Klvaňovo gymnázium	30
Graf 6: Experimentální výuka ot. 9, hodnoceny Ostatní školy	30
Graf 7: Hodnocení otázky „Které tvrzení je pravdivé“ – škola A	35
Graf 8: Hodnocení otázky „Které tvrzení je pravdivé“ – škola B	35
Graf 9: Hodnocení otázky „Které tvrzení je pravdivé“ – škola C	35
Graf 10: Hodnocení otázky „Co je RUBISCO“ – všechny testované školy	37
Tabulka 1: Procentuální úspěšnost testu 1 a 2	33
Tabulka 2: Procentuální úspěšnost testované otázky u školy A	36
Tabulka 3: Procentuální úspěšnost testované otázky u školy B	36
Tabulka 4: Procentuální úspěšnost testované otázky u školy C	36

10 PŘÍLOHA 1: DOPIS UČITELŮM

ROZMANITOSTI

NABÍDKA NÁVODŮ NA PRAKTICKÉ ÚLOHY Z BIOLOGIE

Vážení učitelé, obracím se na Vás s prosbou o spolupráci. Jmenuji se Magdalena Ambrozková, studuji ve druhém ročníku na gymnáziu a v rámci své středoškolské odborné činnosti jsem sestavila, vypracovala a vyzkoušela návody na atraktivní experimenty z biologie pro střední školy.

Návody, které jsem vytvořila, obsahují i témata zpracovávající látku, která se na střední škole učí jen teoreticky, a praktické pokusy se v rámci středoškolského vyučování běžně nedělají.

Chtěla bych Vás požádat, zdali byste nebyli ochotni se zapojit do pedagogického výzkumu a některé z těchto experimentů otestovat během praktické výuky biologie.

Práce je rozdělena do 6 kapitol, každou kapitolu jsem tematicky pojmenovala jako „Laboratoř“.

Každá kapitola obsahuje čtyři podkapitoly:

1. teoretický úvod do problému, popis experimentu včetně hlubšího vniku do problematiky, rozbor možných úskalí nebo variací pokusu.
2. stručný návod k experimentu
3. rozšířenou diskusi k experimentu, popis optimalizace pokusu, dostupnost materiálu apod.
4. vzorový protokol/protokoly, tak jak jsem experiment prováděla já, který by měl sloužit jako vzor a předjímat očekávané výsledky experimentu

Zaměřila jsem se na tato témata:

Mikrobiologická laboratoř

si klade za cíl v konkrétních pokusech zviditelnit mikroorganismy nacházející se v našem okolí.

Enzymologická laboratoř

představuje enzym katalázu, jako experimentální model, na kterém lze didakticky charakterizovat enzym a jeho závislost na reakčních podmínkách.

Fytohormonální laboratoř

zkoumá vliv fytohormonů na růst a vývoj rostlin. Jako experimentální model jsem zvolila fytohormon ethylen.

Fotosyntetická laboratoř

má snahu zatraktivnit teoreticky probírané učivo o fotosyntéze a buněčném dýchání. Součástí návodů jsou velmi zdařilé biochemické komiksy, které jsem se svolením autora přeložila do češtiny.

Molekulárně biologická laboratoř

se v mém podání snaží prakticky přiblížit tento obor, který je na středních školách vyučován z větší části jen abstraktně.

Bioinformační laboratoř

zde nabízím návod, jak se jednoduše zorientovat v dostupných molekulárně-biologických databázích, jak si vyhledat data, která mě zajímají, jak je možné jednotlivá data mezi sebou porovnávat.

58

B I O L O G I E C H E M I E Z E M Ě P I S

Dopis učitelům zveřejněný v časopise Biologie-Chemie-Zeměpis

Vážení učitelé, budu moc ráda, pokud se rozhodnete se mnou spolupracovat a otestovat mnou sestavené návody ve svých hodinách biologie. V případě zájmu mě prosím kontaktuje, obratem Vám zašlu kompletní brožurku se všemi úlohami, včetně vzorově zpracovaných protokolů a příloh. Popíšu Vám, jak bych si konkrétně představovala testování mnou navržených úloh. Budete si moci vybrat, které z těchto úloh chcete se studenty vyzkoušet. K vybraným úlohám Vám obratem poskytnu krátkou prezentaci v PPT a krátký test, který ověří, jak byla předkládaná látka studenty pochopena.

Předem moc děkuji za vstřícnost a těším se na spolupráci s Vámi,

Magdalena Ambrozková
Klvaňovo gymnázium a střední zdravotnická škola, Kyjov
Mail: Magdalena.Ambrozkova@seznam.cz

11 PŘÍLOHA 2: TESTOVÉ OTÁZKY FOTOSYNTÉZA

Které tvrzení o fotosyntéze je pravdivé

- a) při fotosyntéze vzniká CO_2
- b) fotosyntéza probíhá v mitochondriích
- c) rostliny provozují pouze fotosyntézu, živočichové pouze dýchání
- d) žádné tvrzení není pravdivé

Chlorofyl

- a) se nachází v membráně thylakoidů v chloroplastech
- b) se nachází volně v cytoplasmě rostlinných buněk
- c) jako rostlinné barvivo je skladován ve vakuolách
- d) žádná z výše uvedených odpovědí není správná

Chlorofyl

- a) je organela, která zajišťuje syntézu cukrů
- b) je molekula, jejíž struktura umožňuje zachytit světelné záření
- c) obsahuje porfyrinový kruh a iont železa
- d) je přítomen jen v listech rostlin

Kde probíhá Calvinův cyklus?

- a) v tylakoidní membráně
- b) ve stromatu
- c) v mitochondrii
- d) v cytoplasmě

Vyber správné tvrzení

- a) grana se označují na sebe navrstvené chloroplasty
- b) prostor uvnitř thylakoidů se označuje lumen
- c) uvnitř chloroplastů se nachází matrix
- d) mitochondrie obsahují grana thylakoidů

Odkud pochází molekula kyslíku O_2 uvolňovaná při fotosyntéze?

- a) z H_2O
- b) z dýchacího řetězce
- c) z CO_2
- d) vznikne spojením dvou kyslíkových radikálů

Co je to RUBISCO

- a) protein
- b) polysacharid
- c) lipid
- d) organela, ve které probíhá Calvinův cyklus

Kde probíhají reakce závislé na světle?

- a) v tylakoidní membráně
- b) ve stromatu
- c) v mitochondrii
- d) v cytoplasmě

Výsledkem primární (světelné) fáze fotosyntézy je

- a) H_2O , O_2 a CO_2
- b) ATP, NADPH a CO_2
- c) O_2 , ATP a NADPH
- d) ATP, H_2O a glukóza

Jaká látka je primárním produktem Calvinova cyklu?

- a) glukóza
- b) G3P – glycerinaldehyd-3-fosfát
- c) škrob
- d) kyslík

Zakroužkuj pravdivé tvrzení týkající se fotosyntézy a dýchání rostlin

- a) Fotosyntéza probíhá ve dne a dýchání ve dne i v noci
- b) Fotosyntéza probíhá ve dne i v noci a dýchání jen v noci
- c) Fotosyntéza probíhá v dopoledních hodinách a dýchání od rána do západu Slunce
- d) Fotosyntéza probíhá ve dne a dýchání v noci

Bonus

Za jakých podmínek by mohla probíhat fotosyntéza u živočichů?

Zkus zapřemýšlet, jestli by se rostlina mohla „udusit“? V jakém prostředí by se musela nacházet?

Testové otázky na téma fotosyntéza

12 PŘÍLOHA 3: PRACOVNÍ LIST BARCODING

Pracovní list – Čárové kódy života

Legenda:

Byli jste na cestách po jihovýchodní Asii. Na tržnici Vám zachutnaly některé pokrmy, ale kvůli jazykové bariéře jste celou dobu netušili, z čeho jsou vlastně vyrobené. Proto jste si odebrali ze všech pokrmů malé vzorky masa a po návratu domů jste v laboratoři všechny vzorky osekvenovali na přítomnost genu COXI. Získali jste následující tři sekvence.

>První_sekvence

```
TAGGACAGCCCGGAACCTCTTAGGAGACGATCAAATTTACAATGTAATCGT CACAGCCCATGCTTTCGT CATA
ATCTTCTTTATAGTTATACCCATCATGATCGGTGGCTTCGGAACTGACTAGTCCCCTTATAATCGGTGCCCCA
GACATAGCATTCCCCGCATAAATAACATAAGCTTCTGACTCCTCCCTCCCTCCTTCTCTACTAGCCTCAT
CTACCGTAGAAGCTGGGGCCGGCACAGGATGGACAGTTTACCCCTTTAGCCGGCAACCTAGCCCACGCTGG
CGCATCAGTAGACCTAGCCATCTTTTATTACACTTAGCAGGTGTTTCTCCATTCTAGGAGCCATCAACTTTAT
CACTACCATCATCAACATAAAACCCCGCACTGTACAATAACAAACACCCCTATTGATGATCCCCCTCAT
TACTGCCATCCTACTCTCTCCTTACCCGTCTCACAGCTGGGATTACCATACTACTTACCGACCGCAACCTT
AAA
```

>Druhá_sekvence

```
TCACAAGGATATCGGAACTTTGACTTTTTATTTCGGAATCTGGTCCGGGAATAGTTGTACAGCTCTAAGATGAT
TAATCCGAATTGAACTGGGCCAACAGGATCTTTATTGGAGATGATCAAATTTATAACGTAATTGTAACAGCA
CATGCATTATTATAATTTCTTATAGTAATACCTATTATAATTGGGGGATTCCGAACTGACTTCTACCCTAA
TAATTGGAGCACCAGATATGGCATTCCACGAATAAATAATAAGATTCTGATTGTTACCTCCATCACTAACAC
TTCTTCTATCAAGAAGAAATTGTTGAAAAAGGAGCAGGTACTGGTTGAACAGTGATCCCACTATCAACTAAT
ATCTCACACAGAGGAGCATCAGTAGATCTTCAATCTTCTCATTACATTTAGCAGGAGTGCATCAATTCTAGG
AGCAGTAACTTCATCTCTACAGTAATTAACATACGTAACCTACCAGGAAATGACACCTGATCGAATACCACTATTGCT
ATGATCGGTATCAATTACAGCTTTACTACTACTATCATTACCAGTATTAGCAGGAGCAATCACCATACTATT
AACAGACCGAAATTTCAATACATCATTCTTCGATCCTGCAGGAGGAGGTGACCAATTCTATACCAA
```

>Třetí_sekvence

```
TTCATAAACCGTTGACTCTTTCAACTAACCAAAAGATATCGGAACCCTCTACCTATTATTTGGGGCCTGAGCA
GGAATAGTAGGGACAGCTTTAAGTATTCTAATTCGAGCTGAACTAGGGCAGCCAGGTGCACTCCTAGGAGAT
GACCAAATCTATAATGTCATCGTCACAGCCCATGCATTTCGTAATAATTTCTTTATAGTAATACCTATAATAATT
GGAGGCTTCGAAACTGACTTGTCCCACTAATAATTGAGCCCCTGATATAGCATTCCCACGAATAAATAACAT
AAGCTTTGACTGCTTCTCCATCGTTTCTACTCCTTTAGCATCCTCCATAGTAGAAGCTGGAGCTGGAACAGG
ATGAACAGTATATCCCCCTTAGCCGGAAACCTAGCCCATGCTGGAGCATCCGTAGATTTAACTATTTTTCCCT
CCACCTAGCCGGGGTGTCTTCTATCTTAGGAGCTATCACTTTATCACCCTATCATTAAATATAAAACCCCTGC
TATAACCAATATCAACACCTCTCTTGTATGATCCGTAATAATACAGCCGTCCTACTACTCTCTCACTGCCA
GTATTAGCAGCAGGTATCACTATACTCCTTACAGACCGAAATCTAAATACTACTTTCTTCGACCCCGCTGGAGG
TGAGACCCAATTCTTTATCAACACCTATTC
```

Z čeho byly pokrmy připraveny?

Postup práce:

- Otevřeme databázi GenBank
- Vybereme algoritmus BLAST
- Zvolíme BLAST pro porovnávání nukleotidových sekvencí
- Do okna vlevo nahoře vložíme neznáme sekvence
- Tlačítkem BLAST vlevo dole odešleme do databáze k porovnávání
- Zpracujeme získané výsledky

Výsledky:

První vzorek pocházel z:

Druhý vzorek pocházel z:

Třetí vzorek pocházel z:

Otázka k přemýšlení:

Představ si, že jsi osekvenoval vzorek své vlastní tkáně (např. kapku krve) na přítomnost COXI. Poté jsi vložil tuto sekvenci v GenBanku do BLASTu. Jako první výsledek ti vyšel *Homo sapiens sapiens*, takže jsi zřejmě pracoval správně. Ovšem hned jako druhý výsledek s téměř 99% shodou se objevil *Culex pipiens*. Čím to může být? Jsi tedy člověk nebo jsi snad *Culex pipiens*? Kdo je *Culex pipiens*?

13 PŘÍLOHA 4: METODICKÝ LIST ETHYLEN

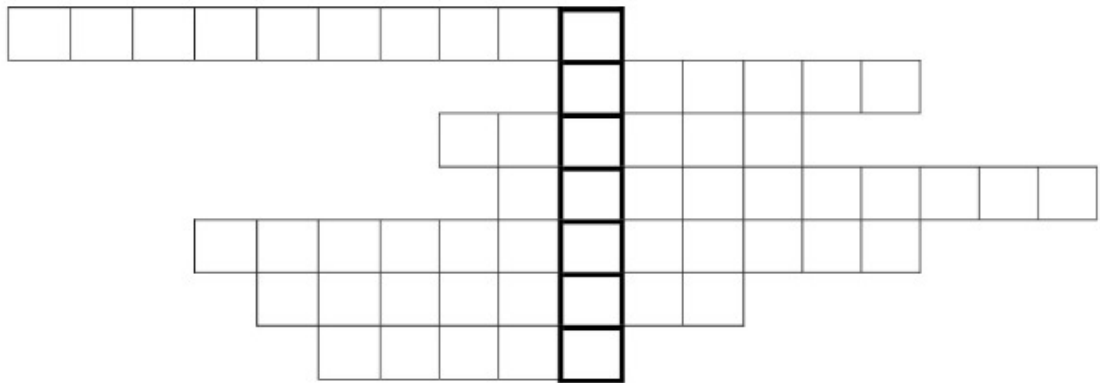
Pracovní list – Fytohormony (zadání pro studenty)

Autorka: Magdalena Ambrozková

ÚLOHA 1

Do tajenky doplňte pojmy z rostlinné fyziologie:

1. způsob výživy primárních producentů
2. vnitřní tlak v buňce
3. soudržnost molekul vody umožňující transpiraci
4. obecné označení pro rostlinný hormon
5. rozkladný proces, např. buněčné dýchání
6. červená rostlinná barviva lipofilní povahy
7. rostlinný hormon podporující růst



Tajenka: _____

ÚLOHA 2

Nyní se s látkou X, která je řešením tajenky, podrobněji seznámíme.

a1) Látku X systematicky pojmenujte

a2) Nakreslete její strukturu

a3) V jakém skupenství se látka X běžně nachází?

Látka X je spojovaná se jménem ruského fyziologa Dimitrye Nejlubova

b1) Jaký učinil objev?

b2) Přiřadte k této události datum

c) Využití látky X v chemickém průmyslu bychom asi předpokládali, ale pro někoho může být překvapivý fakt, že tuto látku běžně vyrábějí i rostliny. U rostlin tato látka může ovlivňovat např.: (napiš alespoň tři možnosti)

d) Můžeme tyto poznatky nějak prakticky využít např. v zemědělství nebo v potravinářství?

ÚLOHA 3

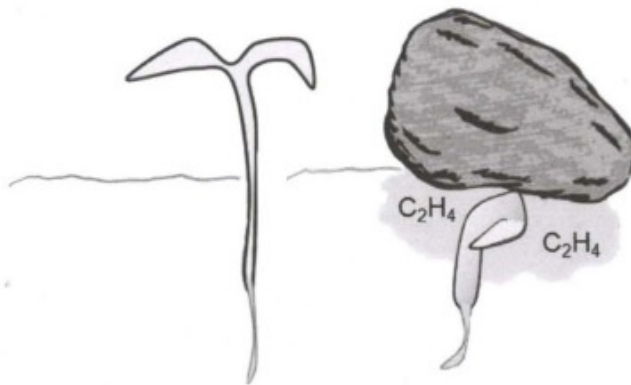
Jedním z efektů, který látka X vyvolává u etiolizovaných rostlin, je inhibice růstu a tzv. trojná odpověď (triple response). Tento děj nyní společně prozkoumáme detailněji.

Trojná odpověď spočívá ve zkrácení klíčku (1), jeho tloušťnutí (2) a zkroucení vrcholové části s děložními lístky (3) tak, aby byl chráněn vrcholový meristém. V přírodě se tak děje, když rostlina klíčí pod zemí a musí prorůst na povrch a často se setká s nějakou mechanickou překážkou, kterou je potřeba překonat, aniž by při tom došlo k poškození vrcholového meristému.

Představte si následující situaci:

Máme dvě klíčící rostlinky. Rostlina vlevo normálně vyklíčí, ale rostlinka vpravo ještě pod zemí narazí na překážku, která ji znemožňuje přímý růst směrem vzhůru. Tento mechanický stres v rostlině vyvolá produkci nám teď již dobře známého fytohormonu, který způsobí, že:

- 1) dojde ke zpomalení růstu stonku
- 2) ztloušťnutí stonku (hypokotylu)
- 3) zkroucení špičky (apexu), tak aby meristém byl chráněný
- 4)... doplňte, jak se bude situace vyvíjet dále a svůj předpoklad dokreslete do obrázku



ÚLOHA 4

Do textu doplňte pojmy uvedené v závorce. Nemusíte je použít všechny, některé můžete i vícekrát.

(změknutí/ethylen/kvašení/sládnutí/nezralé/kyslík/zrání/dýchání/změna zbarvení/banán/jablko/rajče/citron/meruňka/hrozny/ananas/jahody/dozrát/fotosyntéza/auxin/zelené/zčervenání)

Naše tajemná látka také urychluje zrání plodů. Takovým plodům říkáme klimakterické a vyznačují se tím, že se v nich před dozráním prudce zvýší tvorba X a zároveň se zintenzivňuje jeden katabolický děj¹

Vznikající fytohormon X stimuluje různé pochody, které jsou spojeny s dozráváním. Rozvolnění buněčných stěn plodu (pomocí enzymů pektináz a galaktouronidáz) způsobí² Zvýšení obsahu rozpustných pektinů, hydrolýza škrobu a akumulace jednoduchých cukrů způsobí³ Degradace chlorofylu, přeměna chloroplastů na chromoplasty, tvorba antokyanů a karotenoidů se projeví jako⁴

Produkce fytohormonu X navíc podporuje svou vlastní produkci, takže buňky vyrábějí čím dál víc⁵ Nakonec se však tvorba fytohormonu zpomalí a plod uzraje.

V úvodu bylo zmíněno, že takto funguje dozrávání u tzv. klimakterických plodů. Vyhledej, které plody řadíme mezi klimakterické:⁶

Jiné plody – tzv. neklimakterické – např.⁷ – ovšem náš fytohormon X k dozrávání nepotřebují.

Když dáte klimakterické ovoce do zavařovací sklenice, kterou neprodyšně uzavřete, nemůže vznikající X unikat do vzduchu. Hromadí se tedy v plodu a jeho okolí, a tím urychluje jeho⁸

Tohoto efektu se využívá zejména pro dozrávání banánů. Banány se sklízí a přepravují ještě⁹, aby se nezkazily během často dlouhého a dalekého transportu. Teprve krátce před prodejem se nechávají¹⁰ ve speciálních skladech, kde se do vzduchu přidává¹¹