



Európska únia
Európsky sociálny fond

Moderné vzdelávanie pre vedomostnú spoločnosť / Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ

Eleonóra Gullach

Využitie experimentov a učebných aktivít na podporu aktívneho učenia sa vo vyučovaní biológie

2013

Publikácia bola vydaná a financovaná z prostriedkov ESF
v rámci národného projektu Profesijný a kariérový rast
pedagogických zamestnancov.
ITMS kód projektu 26120130002
ITMS kód projektu 26140230002

**Využitie experimentov a učebných aktivít na
podporu aktívneho učenia sa vo vyučovaní**

biológie

Eleonóra GULLACH

Bratislava 2013

OBSAH

Úvod	5
1/ Aktívne učenie sa žiakov	7
2/ Úvod do vedeckej metódy	10
3/ Úloha experimentu vo vyučovaní biológie	15
3.1 Rozvíjané praktické zručnosti žiakov prostredníctvom experimentov	16
3.2 Požiadavky na laboratórny záznam	17
4/ Ukážky metodicky spracovaných experimentov	19
4.1 Experiment: Respirácia v žijúcich organizmoch	19
4.2 Experiment: Plyn spotrebovaný v respirácii	24
4.3 Experiment: Pásmo rastu a reakcia v kľúčnych korienkoch	27
4.4 Experiment: Vplyv osvetlenia z jednej strany na mladé rastliny žeruchy	31
4.5 Experiment: Využitie zásob látok pri klíčení obilia	36
4.6 Experiment: Úloha kľúčnych lístkov v klíčení	40
4.7 Experiment: Kataláza	46
Záver	49
Zoznam bibliografických odkazov	50
Prílohy	51

Úvod

Cieľom učebného zdroja k akreditovanému programu kontinuálneho vzdelávania *Integrovanie experimentov a hodnotenie procesov aktívneho učenia sa žiakov vo vyučovaní biológie* je prostredníctvom zážitkového učenia sa aktualizovať zručnosť uplatňovania experimentu kombinovaného s ďalšími podpornými aktivitami a technikami na rozvoj personalizácie, socializácie a kognitivizácie žiakov vo vyučovaní biológie.

Biológia, ktorá patrí do skupiny prírodovedných predmetov, poskytuje prostredníctvom biologických experimentov veľký potenciál na formovanie a rozvoj kľúčových kompetencií žiakov. Dôležitú úlohu zohráva učiteľ, ktorý veľkou mierou ovplyvňuje rozvoj kompetencií žiakov realizáciou vyučovacieho procesu. Cesta bádania, navrhovania a realizácie experimentov v aktívnom učení sa žiakov je jednou z najefektívnejších v rámci formovania rôznych schopností, zručností, t. j. kompetencií žiakov. Sú to najmä komunikačné schopnosti a spôsobilosti, personálne a interpersonálne schopnosti, schopnosti tvorivo a kriticky riešiť problémy a pracovať s modernými informačnými technológiami.

Biológia je považovaná za aktívnu, dynamicky sa meniacu vedu, ktorá by spolu s ostatnými prírodovednými predmetmi mala pre žiakov vytvoriť priestor na zvládnutie základov vedeckej metódy.

V súčasnej situácii, po uskutočnení kurikulárnej reformy, mnohí učitelia konštatujú, že zmenou hodinových dotácií sa zúžil časový priestor na uplatňovanie experimentov. Málktorá škola vyčlenila vo svojom školskom vzdelávacom programe vyučovacie hodiny na biologické laboratórne cvičenia.

Aktualizačné vzdelávanie, ku ktorému je učebný zdroj vytvorený, má ambíciu ukázať cestu, ako integrovať experiment do vyučovania biológie, a tak sa stať súčasťou procesu učenia sa žiakov.

V učebnom zdroji opisujeme aktívne učenie sa žiakov, ktoré je prirodzene podporované zážitkovým učením sa prostredníctvom uskutočňovania experimentov žiakmi. Ďalej uvádzame opis jednotlivých krokov vedeckej metódy, ktorých súčasťou je experiment. Žiaci, najmä na gymnáziách, by mali získať základné vedomosti o spôsobe, ako pracujú vedci. Praktické činnosti všestranne rozvíjajú mnohé schopnosti, spôsobilosti a zručnosti žiakov, ktoré uvádzame vo štvrtej kapitole. Osobitný dôraz v tejto kapitole venujeme rozvoju zručnosti vedenia laboratórneho záznamu. V piatej kapitole uvádzame ukážky metodicky spracovaných experimentov, ktoré sú preložené z anglického zdroja. Považujeme ich za veľmi kvalitné, inšpirujúce a priamo využiteľné v našich školách. Sú podrobným návodom, ako vyťažiť z uvedených experimentov čo najviac poznatkov a príkladov aplikácií teoretických vedomostí v daných experimentálnych situáciách.

Inšpirujúce myšlienky získané zo zahraničných zdrojov uvádzame, okrem piatej kapitoly, aj v ďalších kapitolách, najmä tretej a štvrtej.

Ďalšie námety na rôzne biologické experimenty v podmienkach našich škôl uvádzame v prílohe A.

V prílohe B sa nachádza dotazník prieskumu aktívneho učenia sa (dotazník AUS). Návod na jeho vyhodnotenie je opísaný v prílohe C.

1/ *Aktívne učenie sa žiakov*

„Učenie sa riešením problémov a aktívna činnosť žiakov – learning by doing, priamy a bohatý kontakt s realitou a nie jej náhradkou v podobe učebníc, kníh – patria medzi princípy vyučovania podľa J. Deweya. Škola nie je skladom múdrosti a jasne rozdelenými úlohami a autoritou. Je skôr malou demokratickou spoločnosťou, v ktorej sa žiaci nepripravujú na život, ale tento život prežívajú“ (Turek, 2008).

Aktivita je považovaná za prostriedok i cieľ rozvoja osobnosti. Aktivizáciou a motiváciou sa vzbudzuje a usmerňuje aktivita žiakov v procesoch učenia sa (Zelina, 2002).

Aktívne učenie sa žiakov závisí od zabezpečenia určitých podmienok, prijatia určitých pravidiel, ktoré budú uplatňované počas prítomnosti základných procesov na vyučovaní (G. Rötling, 2004).

„Pravidlá vytvárajú podnety na vnútornú motiváciu žiakov k učeniu sa. Sú charakterizované etickými hodnotami, ktoré uznáva učiteľ a uplatňuje ich na vyučovaní. Dobre indikujú pedagogickú koncepciu učiteľa:

- žiaci sa môžu pri učení slobodne rozhodovať, majú možnosť výberu,
- môžu postupovať pri učení podľa vlastného tempa, svojho učebného štýlu,
- môžu byť tvoriví pri učení,
- môžu sa učiť so spolužiakmi,
- môžu sa pýtať, keď niečo nevedia, bez obavy z ohrozenia,
- môžu vyjadrovať nespokojnosť bez obavy z ohrozenia,

- dáva sa im šanca, aby mohli byť úspešní,
- dôveruje sa im, že to dokážu,
- za svoje učenie – prácu sú uznávaní a ocenení.

Podmienky uvedené ďalej vytvárajú podľa Rötlinga možnosti na aktívne učenie sa žiakov na vyučovaní. Dobre indikujú didaktickú koncepciu učiteľa charakterizovanú jeho schopnosťou riadiť procesy učenia sa žiakov:

- žiaci sa môžu učiť aj to, čo ich zaujíma,
- vedia, že to, čo sa učia, má pre nich význam, zmysel,
- učebné požiadavky sú primerané ich schopnostiam,
- vedia vopred, čo sa od nich v učení očakáva,
- úlohy a činnosti na vyučovaní sú zrozumiteľné a zaujímavé,
- spôsob učenia sa na vyučovaní je zaujímavý,
- majú dostatok učebných zdrojov a pomôcok,
- prostredie v triede je estetické, čisté a podnetné,
- na vyučovaní je dobrá sociálna klíma,
- počas učenia dostávajú pozitívnu a konštruktívnu spätnú väzbu,
- počas učenia sa sú hodnotení podľa individuálnej vzťahovej normy,
- chyba počas učenia nie je vina,
- majú skúsenosť, že chybu môžu vždy napraviť a chyba počas učenia sa ne-
fixuje známku,
- majú dostatok času na to, aby sa to naučili,
- dáva sa im priestor na sebahodnotenie, vedia, čo sa naučili,
- vedia, že sa im dáva možnosť, aby sa dobre naučili, a až potom sa bude
skúšať a známkovať,
- vedia, čo, ako a kedy sa bude hodnotiť výsledok učenia,
- vedia, podľa ktorých kritérií môžu byť v hodnotení úspešní.“

ZÁKLADNÉ PROCESY NA VYUČOVANÍ

Proces personalizácie (sebarozvoj žiaka):

- možnosť sebarealizácie žiaka (žiak má možnosť voľby úloh, tempa, postupu, spolužiaka pri učení, miesta),
- možnosť zažiť úspech (žiak je hodnotený v procese svojho učenia podľa jeho individuálnej normy),

- možnosť navrhovať otázky, úlohy, činnosti, ktoré zaujímajú žiakov,
- možnosť vyjadrovať nespokojnosť (žiak má možnosť argumentovať, hodnotiť, konštruktívne kritizovať, vyjadrovať aj negatívne emócie),
- rozvoj metakognície žiaka, t. j. poznávanie vlastného poznávania (Turek, 2008),
- rozvoj sebahodnotenia činnosti žiaka,
- rozvoj osobného záujmu žiaka prostredníctvom učenia sa projektom,
- rozvoj prezentačných schopností žiaka.

Proces socializácie (rozvoj kooperácie a prosociálneho správania žiaka):

- uznanie a ocenenie práce žiaka (žiak dostáva pozitívnu spätnú väzbu),
- možnosť učiť sa vo dvojici alebo v skupine,
- možnosť spolupracovať (žiak má možnosť dávať a získavať pomoc pri učení).

Proces kognitivizácie (rozvoj poznávania žiaka):

- úlohy na rozvoj všetkých poznávacích funkcií (Bloomova taxonómia – úlohy na rozvoj senzorky, senzomotoriky, pamäti, porozumenia, aplikácie, analýzy, hodnotiaceho a tvorivého myslenia),
- úlohy na rozvoj psychomotoriky,
- úlohy na získavanie a spracúvanie informácií s podporou IKT.

Aktívne učenie sa žiakov je podmienené integrálnou prítomnosťou procesov personalizácie, socializácie a kognitivizácie. Procesy motivácie a emocionálizácie sú sprievodnými a implikovanými procesmi. Spomínané procesy je možné prirodzene rozvíjať rôznymi cestami. Jednu z ciest ponúka biológia prostredníctvom zážitkového učenia, ktoré prebieha prirodzene počas realizácie experimentov žiakmi. Žiaci uprednostňujú praktickú činnosť, robia ju s nadšením a toto nadšenie prenášajú do procesu učenia sa. Skúsenosti a rozvíjanie praktických zručností im umožňujú aplikovať svoje vedomosti a porozumenie.

Mieru uplatňovania aktívneho učenia sa žiakov je možné zistiť dotazníkovým prieskumom AUS, ktorého znenie uvádzame v prílohe B a návod na jeho vyhodnotenie v prílohe C.

2 / Úvod do vedeckej metódy

Veda napreduje využívaním experimentálnych metód. Všeobecná metóda, ktorú ďalej prezentujeme, sa používa vo všetkých vedných odboroch.

Na získanie informácie o biologickom svete používame dva mechanizmy: naše zmyslové vnímanie a našu schopnosť uvažovať. Svojím zrakom môžeme identifikovať typy a druhy stromov v lese, svojím sluchom môžeme identifikovať vtáky v korunách stromov, svojím čuchom môžeme identifikovať kvitnúce rastliny. Hmat a chuť nám pomáhajú získavať skúsenosti o biologickom svete rovnakým spôsobom. Spolu s informáciami, ktoré zhromažďujeme našimi zmyslami, môžeme dospieť k hypotézam, záverom za pomoci uvažovania a logiky. Napríklad vieme, že palmy rastú prirodzene v tropickom a subtropickom pásme a môžeme usudzovať, že palmové stromy nemožeme nájsť v strednej Európe kvôli silným mrazom.

Naše dôvody nám umožňujú robiť predpovede o prirodzenom svete. Vedci sa pokúšajú predpovedať a možno usmerňovať deje v budúcnosti na základe vedomostí zo súčasnosti a minulosti. Schopnosť robiť presné predpovede závisí od niekoľkých krokov **vedeckej metódy**. Jednotlivé kroky sú kvôli lepšej ilustrácii a porozumeniu vysvetlené na konkrétnych príkladoch.

1. KROK: Uskutočnenie pozorovania

Pozorovania by mali byť objektívne, nie subjektívne. Inými slovami, pozorovania by mali byť overiteľné inými vedcami. Subjektívne pozorovania, ktoré sú postavené na osobnej mienke a viere, nie sú vedou akceptované. Príklad

objektívneho pozorovania: táto miestnosť má teplotu 17 °C. Príklad subjektívneho pozorovania: táto miestnosť je chladná.

Prvým krokom vo vedeckej metóde je uskutočniť objektívne pozorovania. Tieto pozorovania sú založené na špecifických dejoch, ktoré sa už uskutočnili a môžu byť overené inými ako pravdivé alebo nepravdivé.

2. KROK: Formulácia hypotézy

Naše pozorovania nás informujú o minulosti alebo prítomnosti. Ako vedci chceme byť schopní predpovedať udalosti v budúcnosti, z tohto dôvodu musíme využiť schopnosť zdôvodňovať.

Vedci využívajú svoje vedomosti o minulých dejoch na to, aby využili všeobecný princíp či vysvetlenie na predvídanie budúcich dejov. Tento princíp sa nazýva *hypotéza*.

Uplatnenie uvedeného zdôvodnenia sa nazýva **induktívne zdôvodnenie**, pri ktorom sa zo špecifických detailov vyvodzuje zovšeobecnenie.

Hypotéza by sa mala vyznačovať týmito charakteristikami:

- mala by byť všeobecným princípom, ktorý platí v priestore a čase,
- mala by obsahovať predbežnú myšlienku,
- mala by byť v súlade s dostupnými pozorovaniami,
- mala by byť formulovaná čo najjednoduchšie,
- mala by byť overiteľná a potenciálne spochybniteľná. Inými slovami, mal by existovať spôsob, ktorým by bola vyvrátená a preukázaná jej neplatnosť.

Formulácia hypotézy „... niektoré cicavce majú dve zadné končatiny...“ je nesprávna, pretože neexistujú výsledky žiadneho pozorovania, ktoré by vyhovovalo tejto hypotéze.

Formulácia hypotézy „... všetky cicavce majú dve zadné končatiny...“, je správna. Zamerajme sa na svet cicavcov. Keď narazíme na veľryby, ktoré nemajú žiadne zadné končatiny, zistíme, že to nezodpovedá našej hypotéze, platnosť našej hypotézy je vyvrátená.

Keď hypotéza zahŕňa vzťah príčina – následok a svojou hypotézou chceme poukázať na skutočnosť, že nenastane žiaden efekt, takáto hypotéza, ktorá neuplatňuje žiaden efekt, sa nazýva **nulová hypotéza**. Napríklad: liečivo XY nepomáha zmierňovať reumatickú artritídu.

3. KROK: Vytvorenie predpokladu

V druhom kroku sme vytvorili hypotézu, ktorá je predbežná a môže alebo nemusí byť pravdivá. Ako dokážeme, či je naša hypotéza pravdivá?

Naša hypotéza by mala byť široká; mala by byť využiteľná jednotne v priestore a čase. Vedci obyčajne nemôžu skontrolovať každú možnú situáciu, kde by sa hypotéza mohla aplikovať. Pozrime sa na hypotézu: všetky rastlinné bunky majú jadro. Nemôžeme skontrolovať každú jednu žijúcu rastlinu a každú rastlinu, ktorá existovala, aby sme zistili, či je táto hypotéza pravdivá alebo nie. Namiesto toho vytvoríme **predpoklad** s využitím **deduktívneho zdôvodnenia** (odvodenie špecifického očakávania zo zovšeobecnenia). Z našej hypotézy môžeme vytvoriť nasledujúci predpoklad: Ak preskúmame bunky z čepele listu trávy, každá bunka bude obsahovať jadro.

Teraz sa zamerajme na hypotézu liečiva: liečivo XY nepomôže zmierniť reumatickú artritídu. Aby sme otestovali túto hypotézu, potrebovali by sme zvoliť špecifickú sériu podmienok a potom predpovedať, čo by sa mohlo pri takýchto podmienkach stať, ak by sa hypotéza ukázala pravdivá. Podmienkami, ktoré by ste si želali otestovať, by boli dávky podávaného liečiva, dĺžka podávania liečiva, vek pacientov a počet testovaných pacientov.

Všetky tieto podmienky, ktoré sú meniteľné, sa nazývajú **premenné**. Na zistenie účinku liečiva XY potrebujeme uskutočniť **kontrolovaný (riadený) experiment**. Experimentálna skupina je vystavená pôsobeniu premennej, ktorú chceme testovať, a kontrolná skupina nie je vystavená premennej. V kontrolovanom experimente jedinou premennou, ktorá má byť odlišná, je tá, ktorú chceme testovať.

Pokúsme sa vytvoriť predpoklad založený na účinku liečiva XY v laboratóriu. Predpoklad je: pacienti trpiaci na reumatickú artritídu, ktorí užívajú liečivo XY, a pacienti, ktorí užívajú placebo (škrobová tabletká namiesto liečiva), sa nebudú odlišovať v závažnosti reumatickej artritídy (na pripomenutie: svoj predpoklad sme vyjadrili nulovou hypotézou – žiaden účinok liečiva XY).

4. KROK: Uskutočnenie experimentu

Spoliehame sa na naše zmyslové vnímanie, ktorým získame informácie. Navrhujeme experiment založený na našom predpoklade.

Náš experiment bude vyzeráť nasledovne: 1 000 pacientov vo veku 50 až 70 rokov bude náhodne pridelených jednej z dvoch skupín, pozostávajúcej z 500 pacientov. Pacienti experimentálnej skupiny budú užívať liečivo XY štyrikrát denne a pacienti kontrolnej skupiny placebo štyrikrát denne. Pacienti nebudú vedieť, či užívajú tabletky placebo alebo liečiva XY. Dĺžka užívania v oboch skupinách bude dva mesiace. Po uplynutí dvoch mesiacov budú lekárske testy zamerané na to, aby sa u pacientov zistila zmena ohybnosti ramien a prstov na rukách.

5. KROK: Analýza výsledkov experimentu

V našom experimente sme získali nasledujúce výsledky: 350 z 500 pacientov, ktorí užívali liečivo XY, oznámilo ústup artritídy na konci testovaného obdobia. 65 z 500 pacientov, ktorí užívali placebo, oznámili zlepšenie. Zdá sa, že údaje ukazujú významné zlepšenie pod vplyvom účinku liečiva XY. Potrebujeme urobiť štatistickú analýzu, aby sme demonštrovali vplyv účinku. Takáto analýza odhalí, že existuje štatisticky významný účinok liečiva XY.

6. KROK: Vyvodenie záveru

Z analýzy experimentu vyplývajú dva možné závery: výsledky súhlasia s naším predpokladom alebo nesúhlasia s naším predpokladom. V našom prípade môžeme vylúčiť náš predpoklad žiadneho účinku liečiva XY. Keďže náš predpoklad je nesprávny, musíme takisto vyvrátiť hypotézu, ktorá vychádza z tohto predpokladu.

Našou úlohou je zmeniť hypotézu na takú formu, ktorá je v súlade s dostupnými informáciami. Naša hypotéza by teraz mohla znieť: podávanie liečiva XY znižuje reumatickú artritídu v porovnaní s podávaním placebo.

So súčasnou informáciou prijmem našu hypotézu ako pravdivú. Dokázali sme jej pravdivosť? Určite nie! Existujú ďalšie vysvetlenia, ktoré môžu objasniť výsledky. Je možné, že u väčšiny z 500 pacientov, ktorí užívali liečivo XY, by sa reumatická artritída zlepšila v každom prípade. Je možné, že väčšina pacientov, ktorí užívali liečivo XY, konzumovala každý deň banány, ktoré prispeli k zlepšeniu reumatickej artritídy. Môžete navrhnúť nespočetné množstvo ďalších vysvetlení.

Ako môžeme dokázať, že naša nová hypotéza je pravdivá? To nemôžeme nikdy. **Vedecká metóda neumožňuje, aby bola akákoľvek hypotéza dokázaná.** Hypotézy môžu byť spochybnené, v tom prípade je uvádzaná hypotéza odmietnutá ako nesprávna. Všetko, čo odoláva možnosti spochybnenia hypotézy, môžeme označiť ako zlyhanie jej vyvrátenia. **Existuje obrovská škála rozdielu medzi zlyhaním vyvrátenia hypotézy a jej dokázaním.** Dôležité je pochopiť túto skutočnosť, pretože je to základ vedeckej metódy.

Čo robiť s uvedenou hypotézou? Bežne ju prijmem ako pravdivú. Kvôli dôslednosti je potrebné podrobiť danú hypotézu viacerým testom, ktoré by mohli preukázať jej nesprávnosť. Napríklad môžeme opakovat experiment výmenou experimentálnej a kontrolnej skupiny. Ak hypotéza odolá našim pokusom spochybniť ju, môžeme ju s väčšou istotou prijať ako pravdivú. No na druhej strane si nikdy nebudeme úplne istí, aby sme mohli konštatovať, že hypotéza je pravdivá. Skôr ju akceptujeme ako pravdivú, pretože hypotéza odolala niekoľkým experimentom, aby ju spochybnili.

7. KROK: Prezentácia získaných výsledkov

Vedci publikujú svoje zistenia vo vedeckých časopisoch a knihách, v rozpravách na medzinárodných stretnutiach a seminároch na fakultách a univerzitách. Šírenie výsledkov je podstatnou súčasťou vedeckej metódy. Umožňuje iným vedcom overiť prezentované výsledky, vyvinúť nové testy pre danú hypotézu alebo aplikovať získané vedomosti pri riešení iných problémov.

Zdroj: <<http://web.colby/biology/statistic-and-scientific-writing>>

3/ Úloha experimentu a praktickej činnosti vo vyučovaní biológie

Biológia je praktická veda. Vysokokvalitné, vhodné biologické experimenty a výskumy sú kľúčom k intenzívnemu učeniu sa, vyjasňovaniu a upevneniu teórie. Praktické činnosti nie sú len motivačné a zábavné. Žiakom umožňujú aplikovať a rozšíriť svoje vedomosti a porozumenie biológii v nových objavných situáciách, ktoré môžu stimulovať záujem a pomôcť učeniu sa a zapamätaniu poznatkov. Praktická činnosť určite poskytuje žiakom porozumenie toho, ako vzniká biologický poznatok počas biologického experimentu a pozorovania.

Praktické činnosti sú spojené so štúdiom variability organizmov od najmenších po najväčšie, rôznych úrovní procesov prebiehajúcich od molekulárnej úrovne cez štúdium populácií až po ich interakcie s meniacim sa svetom. Praktické a experimentálne štúdium variability životných procesov a biologických systémov si vyžaduje špecifické vyučovanie zamerané na rozvoj vhodných matematických, štatistických a modelových zručností.

U žiakov je dôležité podporovať a propagovať praktickú činnosť nielen v biológii, ale vo všetkých prírodovedných predmetoch, pretože:

- je obľúbená, žiaci ju vykonávajú s nadšením,
- prináša prepojenie teórie s praxou,
- stimuluje tvorivosť, zvedavosť a kritické myslenie,
- podporuje vnímať krásu a komplexnosť živého sveta,

- posilňuje a ilustruje pojmy, vedomosti a princípy,
- podporuje získanie skúseností a aplikáciu vedomostí počas použitia vedeckej metódy,
- podporuje spoluprácu, ktorá je predpokladom úspešnej práce vedcov,
- podnecuje aktívne učenie sa a metódu riešenia problému,
- ilustruje krásu a komplexnosť živého sveta,
- podporuje porozumenie, ako extrahovať informáciu z komplexných živých systémov,
- poskytuje skúsenosť z analýzy a hodnotenia rôznych údajov a premenných experimentu a vedie k otvorenosti interpretácie zistení,
- zvyrazňuje a podporuje diskusiu o etických otázkach,
- poskytuje žiakom zručnosti prijať globálne výzvy.

Na učiteľa biológie sú kladené požiadavky v súvislosti s jeho kompetenciou a istotou vedieť pozitívne reagovať na nepredvídateľnosť, ku ktorej dochádza pri práci s biologickým materiálom, a využiť príležitosti poskytnuté šírkou biologických vied.

Zdroj: <<http://live.sob.netxtra.net/policy/policy-statements/practical-biology>>

3.1 Rozvíjané praktické zručnosti žiakov prostredníctvom experimentov

Praktické zručnosti je možné rozvíjať len realizáciou praktických experimentov. Tieto zručnosti uľahčujú žiakom pochopenie biológie, stimulujú rozvoj biologického myslenia, predovšetkým však prispievajú k budovaniu jeho dôvery vo vlastné schopnosti.

- 1. Zručnosť napláňovať experiment.** Zahŕňa: a) definovanie problému, b) návrh postupu experimentu, c) predpoklad určitých rizík experimentu, d) opis hlavných krokov pri analýze získaných výsledkov na vyvodenie platných záverov, e) vytvorenie tabuľky výsledkov, f) návrh grafického spracovania na základe analýzy údajov, g) návrh schémy na interpretáciu a posúdenie získaných výsledkov.

2. **Zručnosť zostaviť aparatúru.** Zahŕňa: a) zostavenie aparatúry podľa návodu alebo b) zostavenie aparatúry podľa vlastného návrhu.
3. **Zručnosti merať a pozorovať.** Zahŕňa: a) vykonávanie presných meraní, b) vykonávanie jasných a rozlišovacích pozorovaní, c) rozhodnutie o počte a rozsahu meraní a pozorovaní.
4. **Zručnosti zaznamenávať a prezentovať pozorovania a zistené údaje.** Zahŕňa: a) členenie a obsah tabuľky výsledkov, b) názvy stĺpcov tabuľky, c) úroveň presnosti zaznamenaných údajov, d) znázornenie výpočtov, e) spôsob prezentácie získaných výsledkov (napr. pomocou grafu).
5. **Zručnosti analyzovať údaje a vyvodzovať závery.** Zahŕňa: a) interpretáciu údajov alebo pozorovaní, b) odhalenie a vyjadrenie chýb, c) formuláciu záverov potvrdzujúcich alebo vyvracajúcich hypotézu na základe dôkazov z experimentu, interpretácie pozorovaní, údajov a vypočítaných hodnôt.
6. **Zručnosť vyhodnotiť postup experimentu.** Zahŕňa: a) identifikáciu anomálnych hodnôt, b) vysvetlenie možných príčin týchto anomálií, c) návrh vhodného spôsobu, ako sa im vyhnúť, d) posúdenie adekvátneho rozsahu získaných údajov.
7. **Zručnosť vyhodnotiť závery.** Zahŕňa: a) aplikáciu detailných teoretických vedomostí a porozumenie, b) posúdenie spoľahlivosti výskumu, c) posúdenie platnosti záverov.

3.2 Požiadavky na laboratórny záznam

K praktickým laboratórnym zručnostiam patrí aj zručnosť vyhotoviť laboratórny záznam. Žiaci by ho mali viesť čo najdetailnejšie a najzrozumiteľnejšie, aby ktokoľvek, kto sa zaoberá problematikou danej oblasti, mohol zrekonštruovať uvedený experiment presne.

Zvyčajne nie je možné zaznamenať každý pohyb, úkon, ktorý robíme počas experimentu, ale poznámky by mali byť výstižné a jednoduché na interpretáciu. Záznam by mal obsahovať tieto časti:

1. **Názov a stručný opis cieľov experimentu**, ktorý by nemal presahovať jeden riadok. Táto časť umožní archivovať, usporiadať a porovnať údaje z rôznych experimentov.
2. **Dátum**. Táto časť je podstatná na sledovanie vývoja myšlienky a väčšina experimentátorov to využíva na kódovanie vzoriek a údajov, ktoré môžu byť nazbierané počas niekoľkých dní. Počas experimentu je dôležité zaznamenávať čas a dátum. Môže sa napr. stať, že výsledky sú zmenené v závislosti od času, keď boli získané, čo sa ukáže po skončení experimentov.
3. **Zostavenie experimentu**. Táto časť zahŕňa návrh pomôcok a prístrojov, zdroj biologického materiálu, opis materiálu (množstvo, časť organizmu alebo celý organizmus, životné štádium organizmu, vek a pod.), detaily určujúce spôsob manipulácie s materiálom, podmienky prostredia a pod. Odporúča sa zaznamenávať hlavne zmeny, modifikácie aparatury v porovnaní s bežnou zostavou.
4. **Postup**. Mal by zahŕňať opis kroku za krokom počas vykonávania experimentu. Mal by obsahovať naše výpočty pri príprave roztokov alebo ďalšie detaily o tom, prečo boli zvolené dané podmienky. Je dôležité zaznamenať všetko, čo robíme, aby mohli byť neskôr odhalené prípadné chyby.
5. **Zber údajov**. Zaznamenávajúte všetky vaše pozorovania, všetky veci, ktoré ste si všimli, pretože by mohli byť užitočné pri interpretácii získaných výsledkov. Detailne zaznamenávajúte výsledky vašich meraní, aby ste prezentovali celý postup, ako ste ich získali. Mali by ste byť schopní vrátiť sa k počiatočným údajom a zopakovať rovnakým spôsobom to isté meranie. Odporúča sa zaznamenávať pozorovania v tabuľke, navrhnutej podľa toho, čo budete monitorovať. Je dobré vytvoriť v tabuľke priestor na poznámky alebo zaznamenávanie vecí, ktoré neočakávane nezapadajú do tabuľky.
6. **Záverečný komentár**. Záznam by mal byť úhladný a prehľadný. Základnými kritériami sú čitateľnosť, detailnosť a výstižnosť.

Zdroj: <<http://www.gobooke.net/practical-skills-in-biology>>

4 / *Ukážky metodicky spracovaných experimentov*

Vzhľadom na existujúce rozdiely, ktoré sa týkajú pripravenosti učiteľov zvoliť experiment ako integrálnu súčasť vyučovania, ako aj schopností a skúseností využiť v maximálnej miere experiment na kognitívny rozvoj žiakov, sme sa rozhodli zaradiť do učebného zdroja ukážky niektorých metodicky spracovaných experimentov. Sú prevzaté z britského zdroja.

Veríme, že učitelia ich budú považovať za pomôcku a zároveň inšpiráciu na ďalšie skvalitnenie vyučovania biológie.

4.1 Experiment: Respirácia v žijúcich organizmoch

Prehľad, plán a príprava experimentu

Živý materiál je vložený do skúmavky spolu s nátronovým vápnom a napojený na jednoduchý manometer. Stúpanie hladiny indikuje príjem plynu. Kontrolný experiment, ktorý využíva živý alebo mŕtvy materiál, je súčasťou. Nátronové vápno absorbuje oxid uhličitý. Plyny expandujú alebo zmenšujú svoj objem v závislosti od teploty.

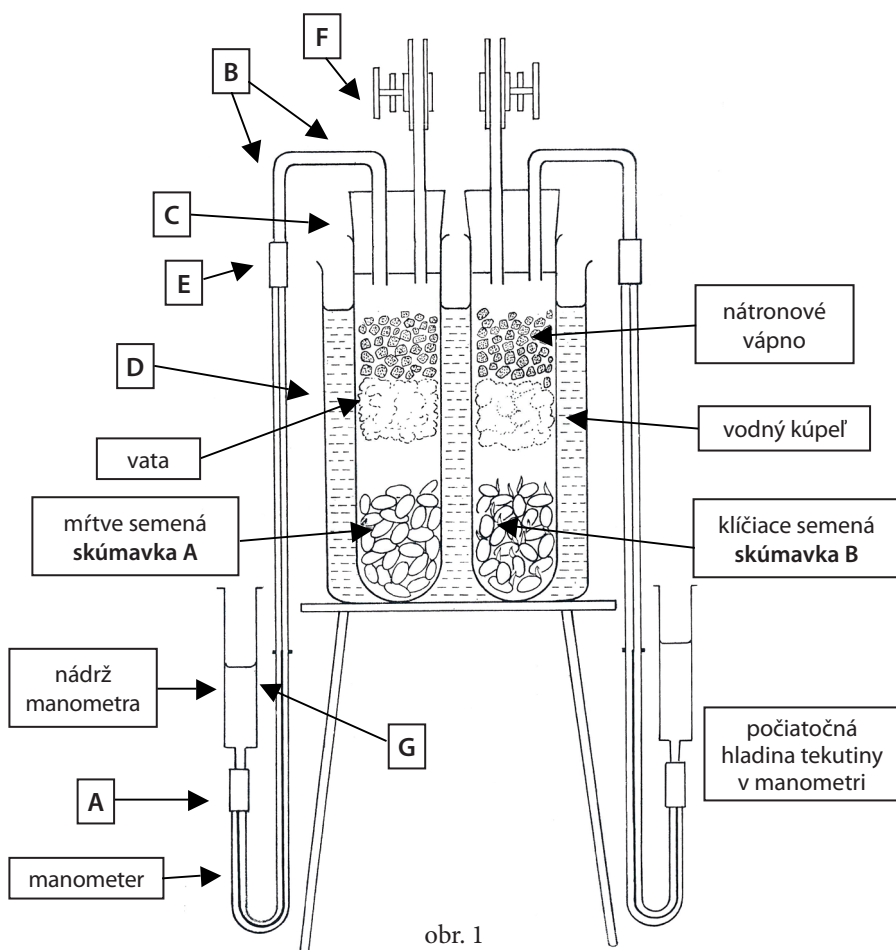
Príprava materiálu

Živý materiál

a) Semená. Namočte semená do vody na 24 hodín tri alebo štyri dni pred experimentom. Nechajte ich klíčiť v uzavretej nádobe. Ak klíčenie prebieha

príliš rýchlo, vložte nádoby so semenami do chladničky, kým ich nebudete potrebovať. 10 g tri dni klíčiach semien pšenice poskytne dobré výsledky počas 10 – 20 min. Každá skupina potrebuje 15 g (suchej hmotnosti) semien pšenice (vrátane kontroly) alebo 10 g (suchej hmotnosti) semien hrachu.

b) Kontrola. Varte semená niekoľko minút a studenou vodou ich ochlaďte. Podľa možnosti ich pripravte v ten istý deň, keď robíte aj experiment, aby ste sa vyhli množeniu mikróbov na povrchu semien.



obr. 1

Zdroj: <<http://www.biology-resources.com/biology-experiments2.html>>

Aparatúra (obr. 1):

Odrežte 40 cm dlhú sklenú kapilárnu rúrku, plameňom vyhladte jej konce a ohnite nad plameňom do tvaru písmena U vo vzdialenosti 6,5 cm od jedného konca. Spojte valec umelohmotnej striekačky s krátkym ramenom pomocou 20 mm dlhej gumenej hadičky (A). Odrežte 170 mm a 100 mm dlhé sklené kapilárne rúrky a plameňom vyhladte ich konce. Na dlhšej z nich nad plameňom vytvarujte dva pravé uhly (B). Tieto dve rúrky vsuňte cez otvory gumenej zátky (C) do skúmavky s rozmerom 25 mm x 150 mm (D). Odrežte 40 mm dlhú gumenú hadičku s vonkajším priemerom 8 mm a nasadte ju na prírodnú ohnutú rúrku (E). Odrežte 15 mm dlhú gumenú hadičku, nasadte ju na rovnú prírodnú trubicu a pridajte skrutkovú svorku (F). Odrežte úzky krúžok gumenej hadičky a navlečte ho na dlhé rameno manometra (G), aby slúžil ako ukazovateľ.

Každá skupina potrebuje dva takéto respirometre.

Tekutina do manometra. Použite vodu sfarbenú vhodným farbivom (odporúča sa potravinárske farbivo, pretože laboratórne farbivo farbí sklo a často sa zráža) s niekoľkými kvapkami detergentu. 10 ml sfarbenej tekutiny stačí na každý pár manometrov.

Nátronové vápno. Odvážte dve dávky po 5 g samoindikačného typu (sfarbený na modro – čerstvý, svetložltý – použitý). Nátronové vápno z kontroly môže byť použité znovu.

Aparatúra pre jednu skupinu:

- 2 respirometre – pripravené podľa uvedeného postupu,
- vysoká kadička alebo pohár zo zaváraniny,
- trojnožka s azbestovou sieťkou,
- vata – dva chumáče na ľahké uzavretie skúmaviek,
- pipeta,
- striekačka s objemom 2 cm³ – na kontrolu tesnosti,
- vodou nezmývateľná fixka.

Postup

1. Naplňte kadičku alebo podobnú nádobu vodou do $\frac{2}{3}$ a položte na trojnožku a azbestovú sieťku.
2. Označte dve skúmavky písmenami A a B.
3. Vložte naklíčené semená so známou hmotnosťou do skúmavky A a vriacou vodou usmrtené semená s rovnakou hmotnosťou semien ako v skúmavke A do skúmavky označenej B. Obe skúmavky uzavrite kúskom vaty.
4. Na vatú v každej skúmavke nasypťte 5 g nátrónového vápna a obe skúmavky vložte do vodného kúpeľa.
5. Ak manometer neobsahuje tekutinu, pomocou pipety naplňte do polovice rezervoár manometra sfarbenou tekutinou. Vzduchové bubliny by mali byť opatrne vytesnené fúkaním a nasatím tekutiny do dlhého ramena manometra.
6. Skontrolujte, aby skrutkové svorky boli otvorené, a nasadte zátky a manometre bezpečne na skúmavky.
7. Posuňte gumový ukazovateľ na manometroch, aby indikovali hladinu tekutiny.
8. Nechajte skúmavky vo vodnom kúpeli niekoľko minút, aby dosiahli teplotu vodného kúpeľa.
9. Uzatvorte skrutkové svorky a zaznamenajte akúkoľvek zmenu hladiny tekutiny v manometri počas 10 – 20 minút.

Otázky na diskusiu

1. Akú zmenu hladiny tekutiny ste pozorovali v oboch rúrkach manometrov?
2. Čo napovedá takáto zmena o objeme vzduchu v každej skúmavke?
3. Ktoré hlavné plyny sú v atmosfére a aké objemové percentá zaberajú?
4. Aká je funkcia nátrónového vápna v tomto experimente? K čomu by mohlo dôjsť, ak by v experimente chýbalo?
5. Vysvetlite, prečo považujete svoje výsledky za zmysluplný dôkaz, že respirácia prebieha v skúmaných organizmoch?
6. Prečo boli dve skúmavky vložené do vodného kúpeľa?
7. Skúmavka B je v experimente kontrolná. Aká je jej úloha?

Odpovede

1. V rúrke napojenej na skúmavku A by mala hladina tekutiny stúpnuť. V rúrke napojenej na skúmavku B by sa počiatočná poloha hladiny tekutiny nemala zmeniť alebo len veľmi nepatrne.
2. Zvýšenie hladiny znamená, že sa zmenšil objem vzduchu v rúrke napojenej na skúmavku A.
3. Vzduch obsahuje približne 21 % kyslíka, 78 % dusíka a 0,04 % oxidu uhličitého.
4. Nátronové vápno absorbuje akýkoľvek oxid uhličitý vytvorený živým organizmom. Ak živý organizmus vyprodukoval rovnaké množstvo oxidu uhličitého ako prijaté množstvo kyslíka, nedôjde k žiadnej zmene v objeme plynov, kým nie je oxid uhličitý absorbovaný.
5. Absorbovanie malého množstva oxidu uhličitého zo vzduchu nebude znamenať žiaden významný rozdiel v manometri. Takýmto spôsobom by mohlo byť zmenšenie objemu spôsobené spotrebovaním kyslíka, dusíka alebo oboch. Pretože dusík sa obvyčajne nezúčastňuje v reakciách živých organizmov, najpravdepodobnejšou príčinou zmenšenia objemu je spotrebovanie kyslíka.
6. Aeróbna respirácia zahŕňa výdaj oxidu uhličitého a príjem kyslíka. Keďže nátronové vápno absorbuje akýkoľvek vyprodukovaný oxid uhličitý, zmenšenie objemu je v súlade s hypotézou, že organizmus prijíma kyslík.
7. Akákoľvek zmena v teplote skúmaviek spôsobí, že vzduch v skúmavkách bude expandovať alebo bude zmenšovať svoj objem, a tým spôsobí výchylku manometra. Voda je menej ovplyvniteľná teplotnými zmenami a bude udržiavať takmer konštantnú teplotu počas experimentu.
8. Kontrolná skúmavka A ukazuje akúkoľvek zmenu objemu spôsobenú teplotnou zmenou, B ukazuje, že odobratie kyslíka vyplýva skôr z procesov živého organizmu, ako by to bolo spôsobené jednoduchou absorpciou kyslíka materiálom.

4.2 Experiment: Plyn spotrebovaný v respirácii

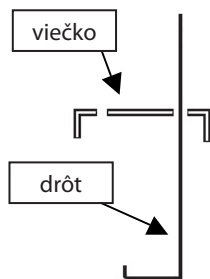
Prehľad, plán a príprava experimentu

Klíčiace semená sú uzavreté v pohári so závitom jeden až sedem dní. Horiaca sviečka zhasne skôr v pohári s klíčiacimi semenami ako v kontrolnom pohári.

Príprava materiálu

Poháre vysoké 120 – 150 mm, najlepšie s kovovými závitovými viečkami. Na dokonalé a vzduchotesné spojenie viečok s pohármi sa odporúča natrieť okraje viečka vazelínou. Poháre nemusia byť tvarovo rovnaké vo všetkých skupinách, ale v skupine sa odporúča mať dvojicu pohárov rovnakých tvarov.

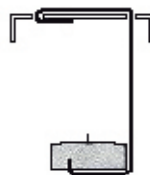
Držiaky sviečok. Do viečka pohára vyvrtajte 2 otvory vzdialené od seba 2 cm. Kus pevného drôtu (dĺžka závisí od veľkosti pohára) ohnite spôsobom znázorneným na obr. 5. Pretiahnite drôt cez viečko, ohnite ho opäť (obr. 2) a nakoniec ho kladivom zahnite k viečku (obr. 3). Spodný koniec drôtu nahrejte a nasadte naň sviečku (obr. 4). Zvoľte také sviečky, ktoré horia rovnomerne a ich vosk sa nerozteká. Pomocou lepiacej pásky zafixujte sviečku k drôtu, ak je to nevyhnutné.



obr. 2



obr. 3



obr. 4

Zdroj: <<http://www.biology-resources.com/biology-experiments2.html>>

Semená. Tri až štyri dni pred experimentom namočte semená do vody na 24 hodín, osušte a nechajte ich klíčiť v uzavretej nádobe. Tesne pred experimentom polovicu z nich uvarte. Ak bude experiment prebiehať dlhšie ako jeden deň, uvarené semená ponorte na 15 minút do slabého chlórového roztoku

(približne 10 kvapiek tekutého prostriedku Savo do 100 ml vody) a potom ich trikrát prepláchnite vodou. Pre jednu skupinu potrebujeme 20 živých a 20 mŕtvych semien (100 suchých semien váži 25 – 30 g).

Vata. Pre jednu skupinu potrebujeme 2 malé štvorce vaty, ktoré vyplnia dno pohárov.

Aparatúra pre jednu skupinu:

- 2 rovnako vysoké poháre so závitovými viečkami,
- 2 držiaky na sviečky,
- stopky,
- vodou nezmývateľná fixka.

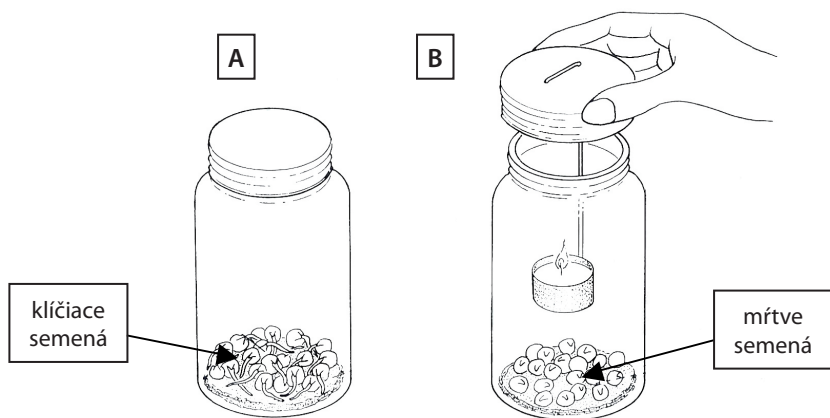
Poznámka:

- a) Experiment poskytne adekvátne výsledky počas jednej hodiny, ak použijeme 50 semien v 500 ml pohári.
- b) Odporúča sa, aby učiteľ skontroloval, či sú všetky viečka na pohároch tesne uzavreté.
- c) Ak experiment prebieha viac ako dva dni, odporúča sa použiť silnejší fungicíd, napr. 2,5 % formalín na kontrolné vzorky.

Postup

K dispozícii máte dva zatváracie poháre (so závitom) a kľúčiacie semená.

1. Označte poháre písmenami A a B, pridajte svoje meno a dátum.
2. Vložte kúsok vaty na dno každého pohára a nalejte trochu vody, aby ste vatu navlhčili.
3. Odrátajte presný počet kľúčiacich semien do pohára A a rovnaký počet mŕtvych semien do pohára B.
4. Uzavrite každý pohár dôkladne zakrútením viečka a nechajte minimálne 24 hodín stáť.
5. Uvoľnite čiastočne viečko na pohári B, ale nezložte ho. Zápalkou alebo špajdlou zapáľte sviečku na špeciálnom držiaku (obr. 5). Odložte viečko z pohára B, vsuňte doň horiacu sviečku a zaznamenajte čas, počas ktorého sviečka horí.
6. Zopakujte rovnaký postup s pohárom A.



obr. 5

Zdroj: <<http://www.biology-resources.com/biology-experiments2.html>>

Otázky na diskusiu

1. Koľko sekúnd horela sviečka v každom pohári?
2. Ktorý plyn v atmosfére je potrebný na horenie?
3. Čo napovedajú výsledky o relatívnych množstvách tohto plynu v pohároch A a B?
4. Aké rozdiely medzi obsahmi pohárov A a B na začiatku experimentu by mohli byť zodpovedné za relatívne množstvá plynu na konci experimentu?
5. Aký efekt mali živé semená na vzduch v pohári?
6. Prečo bolo lepšie mať mŕtve semená v pohári B, ako použiť prázdny pohár?

Odpovede

1. Sviečka by mala horieť aspoň 15 sekúnd v pohári B. Ak horí kratšie, je pravdepodobné, že semená hnijú a mikroorganizmy spotrebovali určité množstvo kyslíka. V pohári A by mala sviečka zhasnúť okamžite, ak experiment prebiehal aspoň 24 hodín. Dlhší čas horenia obvyčajne poukazuje na nedokonalú tesnosť viečka pohára.
2. Kyslík je plyn atmosféry, ktorý podporuje horenie.

3. Výsledky napovedajú, že v pohári A je veľmi málo alebo žiaden kyslík v porovnaní s pohárom B.
4. Jediný rozdiel medzi obsahmi pohárov je, že semená v pohári A boli živé a semená v pohári B mŕtve. Táto skutočnosť poukazuje na fakt, že spotreba kyslíka vyplýva z nejakého procesu živého organizmu, v tomto prípade respirácie.
5. Živé semená zredukovali množstvo prítomného kyslíka.
6. Argumentom môže byť, že živé semená absorbovali kyslík pasívne rovnakým spôsobom, ako nátronové vápno absorbuje oxid uhličitý. Skutočnosť, že mŕtve semená neabsorbovali kyslík, rozhoduje o tejto možnosti.

4.3 Experiment: Pásma rastu a reakcia v kľúčnych korienkoch

Prehľad, plán a príprava experimentu

Kľúčne korienky hrachu sú označené čiarkami rozmiestnenými v rovnakých vzdialenostiach od vrcholu koreňa, počas dvoch dní sú držané vo vertikálnej a horizontálnej polohe so zámerom určiť smer a pásma rastu koreňa.

Príprava materiálu

Rastlinky hrachu. Tri až štyri dni pred začatím experimentu vložíme semienka hrachu na noc do vody, aby nasiakli, a nasledujúci deň ich každý zvlášť zrolujeme do navlhčeného filtračného papiera alebo novín, aby kľúčny koreň rástol vertikálne nadol. Takto pripravené rolky so semenami hrášku položíme buď do plastovej uzatvárateľnej nádoby, alebo do plastového vrecúška, aby sme zabránili vysušeniu papiera. Po dvoch alebo troch dňoch skontrolujeme narastené kľúčne korienky.

Ak kľúčne korienky narástli do dĺžky 20 mm alebo viac, položíme rolky s naklíčenými semenami hrášku do chladničky, kým ich nepoužijeme. Každá skupina žiakov potrebuje štyri rastlinky hrachu, pokiaľ možno s 25 – 30 mm dlhými koreňkami. Odporúča sa dať naklíčiť dvakrát toľko semien, ako potrebujeme, kvôli zlej kľúčivosti, prípadne znehodnoteniu počas manipulácie (100 semien hrachu váži okolo 25 g).

Vata. Každá skupina žiakov potrebuje štyri prúžky vaty s rozmerom približne 20 x 70 mm.

Niťový značkovač. Pre každú skupinu je potrebné vytvoriť z drôtu držiak na niť v tvare písmena U alebo V, ako je to znázornené na obr. 6.

Atrament. Na hodinovom sklíčku pripravte približne 1 – 2 ml čierneho atramentu.

Pomôcky – pre jednu skupinu potrebujeme:

- 2 ks Petriho misky (nemusia byť sklené, stačia umelohmotné),
- niťový značkovač,
- 2 gumičky na fixovanie viečok (častí) Petriho misky,
- hodinové sklíčko s atramentom,
- fixku vodou nezmývateľnú,
- pre celú triedu: podnosy či krabice na uloženie Petriho misiek na hrane.

Poznámka:

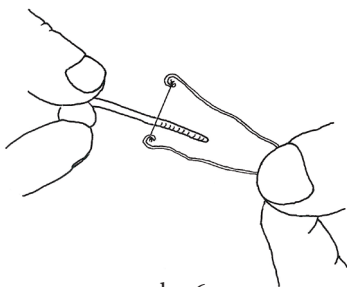
Ak je potrebné čakať viac ako dva dni, aby ste pozorovali výsledky, skontrolujte Petriho misky každý deň a potom ich položte do chladničky predtým, ako kľúčne koreňky dosiahnu stenu Petriho misky.

Postup

K dispozícii sú 4 mladé rastliny hrachu s takmer rovnými kľúčnymi koreňkami a zariadenie vytvorené z drôtu a nite na ich označenie.

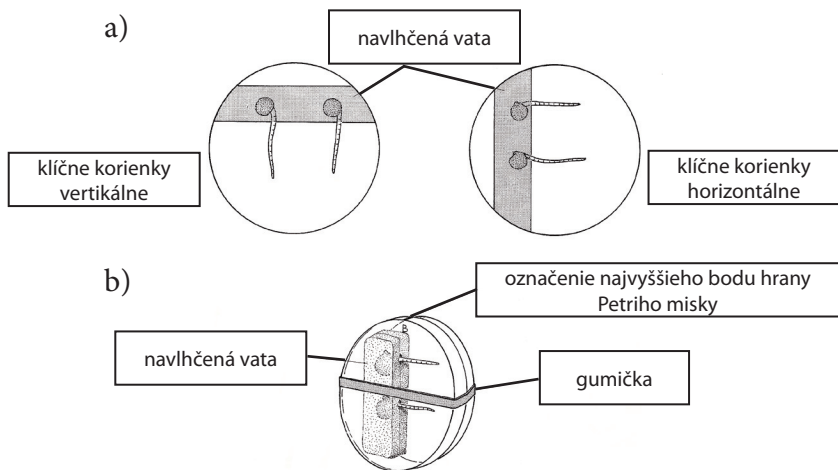
1. Ponorte niť do atramentu, utrite prebytočné kvapky atramentu a pomocou atramentovej nite urobte sériu značiek (čiaročiek) pozdĺž každého kľúčneho koreňka tak, že začnete od vrcholu koreňka. Snažte sa, aby boli vzdialenosti medzi značkami na koreňku rovnaké a čo najkratšie, ale bez splynutia značiek (obr. 6).
2. Umiestnite prúžok vaty na Petriho miskú (obr. 7a) a navlhčite ju trochou vody, ale vatu nestláčajte.
3. Na prúžok navlhčenej vaty položte označené rastlinky hrachu (obr. 7a,b) a prikryte ich druhým prúžkom vaty tak, aby kľúčne koreňky prečnievali.
4. Opatrne navlhčite vodou aj vrchný prúžok vaty tak, aby ste nezmyli atramentové značky na koreňkoch.

5. Petriho miskú prikryte jej druhou časťou, obe časti spojte pevne pomocou gumičky. Presvedčte sa, že vata v miske je pevne zafixovaná, t. j. nepohybujú sa a kľúčne koreňky sa misky nedotýkajú. Rovnaký postup zopakujte s ďalším párom rastliniek hrachu.
6. Petriho misky označte písmenami A a B a označte ich svojimi iniciálami. Postavte Petriho misky tak, aby koreňky v Petriho miske A smerovali vertikálne nadol a v Petriho miske B horizontálne (obr. 7a). Na takto položených Petriho miskách pomocou nezmývateľnej fixky označte ich najvyšší bod (obr. 7b).



obr. 6

Zdroj: <<http://www.biology-resources.com/biology-experiments2.html>>



obr. 7

Zdroj: <<http://www.biology-resources.com/biology-experiments2.html>>

7. Preneste a umiestnite Petriho misky do boxu na 2 dni tak, aby ich značky predstavovali najvyššie body.
8. Po dvoch dňoch, bez otvárania Petriho misiek, pozorujte kľúčne korienky cez sklené viečko, sústreďte sa na rast a zmenu smeru rastu kľúčnych korienkov.
9. Opatrne otvorte Petriho miskú, odstráňte vatu a zakreslite vzhľad každej rastlinky. V nákrese by mal byť rovnaký počet značiek (čiarok) v rovnakých polohách ako na rastlinkách a tiež to, aký priestor v miskách rastlinky zaberajú.

Otázky na diskusiu

1. Boli všetky značky (čiarky) na kľúčnych korienkoch navzájom rovnako vzdialené alebo boli medzi niektorými väčšie medzery?
2. Aký záver o raste určitého pásma kľúčneho korienka vyvodíte, ak:
 - a) čiarky zostali rovnako tesne pri sebe ako na začiatku,
 - b) čiarky boli od seba vzdialené viac ako na začiatku?
3. Z výsledkov s rastlinkami, ktorých kľúčne korienky boli umiestnené vertikálne, môžete určiť, či kľúčny korienok rastie rovnomerne po celej svojej dĺžke, alebo či niektoré časti rastú viac než ostatné. Odpoveď vysvetlite.
4. Z výsledkov s rastlinkami, ktorých kľúčne korienky boli umiestnené horizontálne, môžete určiť, ktorá časť kľúčneho korienka reaguje na podnet jednostrannej gravitácie. Svoju odpoveď vysvetlite.
5. Aký bol dôvod špeciálnej pozície Petriho misiek počas experimentu?

Odpovede

1. Čiarky bližšie ku kľúčnym lístkom budú pravdepodobne ešte vzdialené rovnako. Čiarky bližšie k vrcholu korienka budú od seba vzdialené viac.
2. a) Ak čiarky nie sú od seba vzdialené viac v porovnaní so začiatkom, žiaden rast nenastal. b) Ak sú čiarky sú od seba vzdialené viac v porovnaní so začiatkom, pásmo medzi čiarkami narástlo.
3. Vzdialenosti medzi čiarkami by mali jasne poukázať na to, že kľúčny korienok nerastie rovnomerne po celej svojej dĺžke a pásmo najväčšieho predĺženia sa nachádza blízko vrcholu korienka.

4. Koriienky v Petriho miske B by mali preukázať rastovú krivku smerom nadol s niekoľkými alebo žiadnymi čiarkami na časti korienka rastúcej nadol. Toto napovedá, že odozva na podnet jednostrannej gravitácie prebieha v pásme najrýchlejšieho rastu.
5. Ukázať, že:
 - a) pásmo rastu je na rovnakom mieste bez ohľadu na pozíciu kľúčneho korienka, to znamená, že predĺženie korienka nie je odpoveďou na jednostrannú stimuláciu,
 - b) zakrivenie nie je výsledkom nanosenia atramentu na kľíčny korienok.

4.4 Experiment: Vplyv osvetlenia z jednej strany na mladé rastliny žeruchy

Prehľad, plán a príprava experimentu

Rastlinky žeruchy, z ktorých polovica je zbavená vrcholov stoniek, sú osvetľované zboku. Podobná skupina rastliniek žeruchy – kontrolná – je osvetľovaná zvrchu.

Príprava materiálu

Rastlinky žeruchy. Päť alebo šesť dní pred začiatkom experimentu zasejte semená žeruchy na štvorce navlhčenej vaty. Nerozložte ich husto, cca 30 – 40 semien na každý štvorec a nechajte ich klíčiť v tme vo vhodnej nádobe (napr. v plastovej). Každý deň skontrolujte, či je vata dostatočne navlhčená a odstráňte orosenie zo stien a krytu nádoby. Odložte kryt z nádoby, keď sa kvapky vody začínajú tvoriť na kľíčnych lístkoch. O päť až šesť dní, keď majú kľíčne lístky dĺžku 40 mm, sú vhodné na experiment. Vystavte rastlinky na svetlo dopadajúce zvrchu na 12 – 24 hod., aby kľíčne lístky boli dostatočne zelené.

Vata. Vystrihnite štvorce so stranou 50 mm zo skladanej alebo rolovej vaty s polovičnou hrúbkou. Pre každú skupinu sú potrebné dva štvorce.

Stolné lampy. Jedna lampa stačí na približne šesť Petriho misiiek. Pripevnite lampy na laboratórne stojany tak, aby boli umiestnené nad kontrolnou skupinou rastliniek alebo zboku experimentálnej skupiny rastliniek.

Clona. Použite veľké otvorené škatule. Nie je nevyhnutné úplne vylúčiť iné zdroje svetla.

Pomôcky – pre jednu skupinu potrebujeme:

- 2 Petriho misky (len spodné časti),
- fixku – vodou nezmývateľnú,
- nožnice,
- pinzetu,
- škatuľky alebo iné pomôcky na podloženie Petriho misiek,
- lampu upevnená na stojan (osvetľovanie rastliniek kolmo zvrchu).

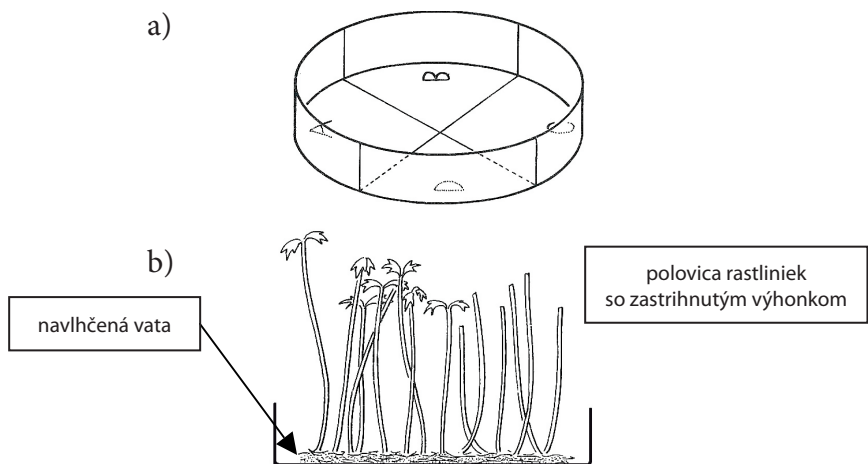
Poznámka:

- a) Výsledky môžeme pozorovať o 70 – 90 minút, ale najlepšie na pozorovanie budú o 1 – 6 dní po začatí experimentu.
- b) Ak má experiment prebiehať niekoľko dní, vata musí byť vlhčená každý deň a lampy kontrolované, aby nedošlo k prerušeniu osvetľovania rastliniek následkom vypálenia žiarovky.

Postup

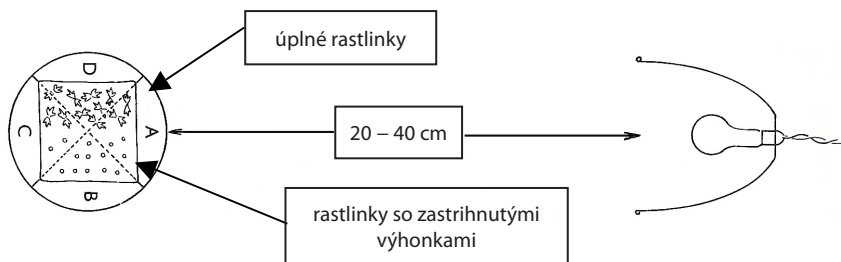
K dispozícii sú dve skupiny rastliniek žeruchy rastúcich na navlhčenej vate.

1. Fixkou, ktorá je vodou nezmývateľná, označte spodné časti Petriho misiek číslami 1 a 2 a pripíšte aj svoje iniciály. Dná Petriho misiek na spodnej strane pomocou fixky rozdeľte na štyri časti a označte písmenami A, B, C a D podľa obr. 8a.
2. Pinzetou odstráňte tie rastlinky žeruchy, ktoré sú vykrivené alebo spadnuté.
3. Nožnicami zostrihnite kľúčne lístky a vrcholy stoniek rastliniek rastúcich na jednej polovici vaty (obr. 8b) v oboch skupinách rastlín.
4. Umiestnite každú skupinu rastliniek do jednej z označených Petriho misiek podľa obr. 8a. Petriho misku s číslom 1 umiestnite pod lampu tak, že svetlo dopadá na rastlinky kolmo zhora vo vzdialenosti 20 – 40 cm. Petriho misku s číslom 2 umiestnite tak, aby svetlo dopadalo na rastlinky z jednej strany a zároveň niekoľko cm pod úroveň Petriho misky (obr. 9 a 10).



obr. 8

Zdroj: <<http://www.biology-resources.com/biology-experiments2.html>>

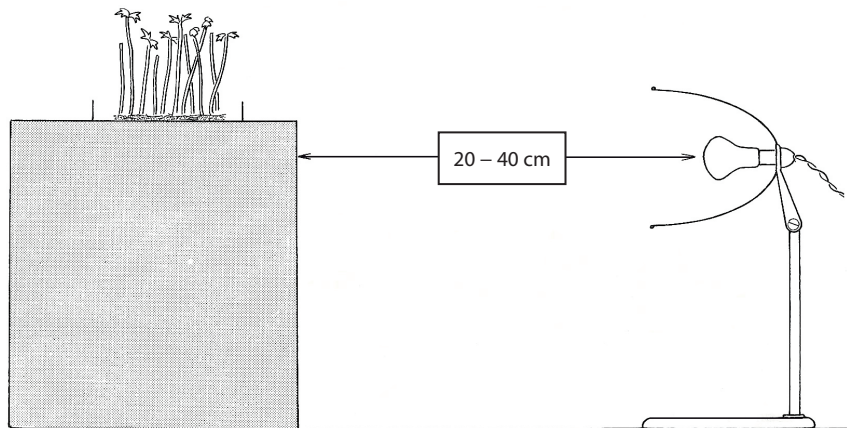


obr. 9

Zdroj: <<http://www.biology-resources.com/biology-experiments2.html>>

5. Otočte Petriho misku č. 2 tak, aby časť A smerovala k svetelnému zdroju a bola od neho vzdialená 20 – 40 cm v prípade, že ide o bežnú stolnú lampu.
6. Dôkladne vlhčite vatu počas experimentu a zamedzte, aby výsledky neboli ovplyvnené denným svetlom. Najjednoduchšie bude, ak budete experiment realizovať v miestnosti, do ktorej zabránite prístupu denného svetla. Ak to nie je možné, vytvorte si z veľkej škafule kryt.

7. Po 5 až 7 dňoch pôsobenia svetla na rastlinky experiment ukončíte a odpovedajte na otázky 1 – 3, kým ešte máte rastlinky k dispozícii.



obr. 10

Zdroj: <<http://www.biology-resources.com/biology-experiments2.html>>

Otázky na diskusiu

1. Pripravte si vo svojich poznámkach tabuľku, ktorá je uvedená nižšie, a kontrolujte obe skupiny rastliniek žeruchy, aby ste zistili, ktorým smerom rastú. Do tabuľky napíšte počet rastliniek, ktorých výhonky rastú nahor, a počet tých, ktoré rastú smerom k časti označenej písmenom A. Podobne spočítajte a zaznačte počet výhonkov rastúcich smerom k časti B, časti C alebo časti D.

rast smerom k	svetlo dopadajúce zo strany A		svetlo dopadajúce zhora	
	úplné výhonky	zostrihnuté výhonky	úplné výhonky	zostrihnuté výhonky
A				
B				
C				
D				
priamo nahor				

2. Narástli zostrihnuté rastlinky v Petriho miske č. 1 rovnako ako s úplnými výhonkami?

3. Posúďte rastlinky s úplnými výhonkami v Petriho miske č. 2, ktoré zmenili smer svojho rastu. Nachádza sa ohnutie rastlinky v oblasti hypokotylu, ktorý je prítomný aj v rastlinkách so zostrihnutými výhonkami?
4. Vychádzajte zo svojich výsledkov a odpovedí a vyjadrite, čo sa stalo s výhonkami žeruchy osvetľovanými z jednej strany. Zmena v ktorej časti rastliniek je spôsobená: a) kľúčnymi lístkami a rastom, b) hypokotylom?

Odpovede

1. Väčšina rastliniek s úplnými výhonkami osvetľovanými z jednej strany by mala mať na svojich hypokotyloch zakrivenie smerom k časti A. Rastlinky s neúplnými výhonkami by mali zostať nezakrivené, hoci v prípade, že časť hypokotylu nebola odstránená, alebo pásmo rastu je zachované, môže sa objaviť mierne zakrivenie smerom k časti A. Hypokotily rastliniek žeruchy osvetlené zvrchu budú väčšinou rásť vertikálne.
2. Ak sú rastlinky hodnotené len po 90 minútach od začatia experimentu, bude ťažké detegovať nejaký rozdiel v dĺžke medzi rastlinkami s neúplnými výhonkami a úplnými výhonkami v oboch Petriho miskách. Po šiestich dňoch budú rastlinky s úplnými výhonkami o 20 mm dlhšie.
3. Ak sú výsledky pozorované v priebehu 1,5 – 24 hodín po začatí experimentu, je zjavné, že zakrivenie sa vytvorí v pásme hypokotylu, ktorý zodpovedá hypokotylu v rastlinkách s neúplnými výhonkami. Na rastlinách s neúplnými výhonkami sa ale nevytvorí žiadne zakrivenie. Po niekoľkých dňoch rastlinky s úplnými výhonkami narastú omnoho viac než rastlinky s neúplnými výhonkami tak, že oblasť zakrivenia už nebude zodpovedať žiadnej oblasti, ktorá zostala na rastlinke s neúplnými výhonkami.
4. Hypokotily žeruchy osvetľované z jednej strany rastú smerom k zdroju osvetlenia. Hypokotyl je oblasť, v ktorej sa vytvára zakrivenie, no nebude reagovať na stimul napriek tomu, že kľúčne lístky a pásmo rastu sú prítomné. Možné príčiny:
 - a) odstránenie rastového vrcholu zabraňuje rastu, ako aj rastovým pohybom alebo
 - b) kľúčne lístky a/alebo rastový vrchol nejakým spôsobom ovplyvňujú rast hypokotylu pod nimi, napríklad auxínmi (presnejšie môžeme tento jav vysvetliť pozorovaním aspoň počas 24 hodín).

4.5 Experiment: Využitie zásob látok pri klíčení obilia

Prehľad, plán a príprava experimentu

Testy na prítomnosť škrobu a redukujúcich cukrov vykonávame na zrnách pšenice a na ich vyklíčených rastlinkách, aby sme zistili zmeny.

Príprava materiálu

Naklíčené rastlinky.

- a) Šesť dní pred začatím experimentu namočte do vody zrná pšenice (alebo ovsu, prípadne raže) na 24 hodín. Zlejte vodu a rozložte zrná na navlhčenú vatú (rozmer 50 x 50 mm) a nechajte klíčiť v tme 5 až 6 dní (ovos môže klíčiť dlhšie). Zasejte 25 – 30 zrn pšenice či jačmeňa alebo 35 až 40 zrn ovsu na každý štvorec vaty a nechajte klíčiť. Každá skupina má k dispozícii jeden súbor zrn (100 g zrn pšenice váži približne 4 g). Denne kontrolujte vlhkosť štvorca vaty.
- b) Deň pred experimentom namočte zrná rovnakého druhu na 24 hodín (20 zrn pre každú skupinu).

Činidlá – pre skupinu.

- 15 ml Benediktovho činidla – príprava:
 - a) **roztok A** – rozpustiť 173 g hydratovaného citrátu sodného spolu s hydratovaným uhličitanom sodným v 800 ml teplej destilovanej vody, prefiltrovať a doplniť destilovanou vodou do 850 ml.
 - b) **roztok B** – rozpustiť 17,3 g hydratovaného síranu mednatého v približne 100 ml studenej destilovanej vody. Nakoniec zmiešať oba roztoky.
- 5 ml jódového činidla – príprava:

rozpustiť 1 g jódových kryštálov a 2 g jodidu draselného v 300 ml destilovanej vody.

Aparatúra a ďalší materiál:

- 250-mililitrová kadička alebo iná nádoba na vodný kúpeľ,
- trojnožka,
- liehový kahan,
- azbestová sieťka,
- stojan so šiestimi skúmavkami,

- vodou nezmývateľná fixka,
- tretia miska s mažiarom,
- 10 g premytého piesku,
- nádoba na piesok,
- pipeta alebo striekačka,
- nožnice.

Poznámka: Experiment trvá asi 1 hodinu.

Postup

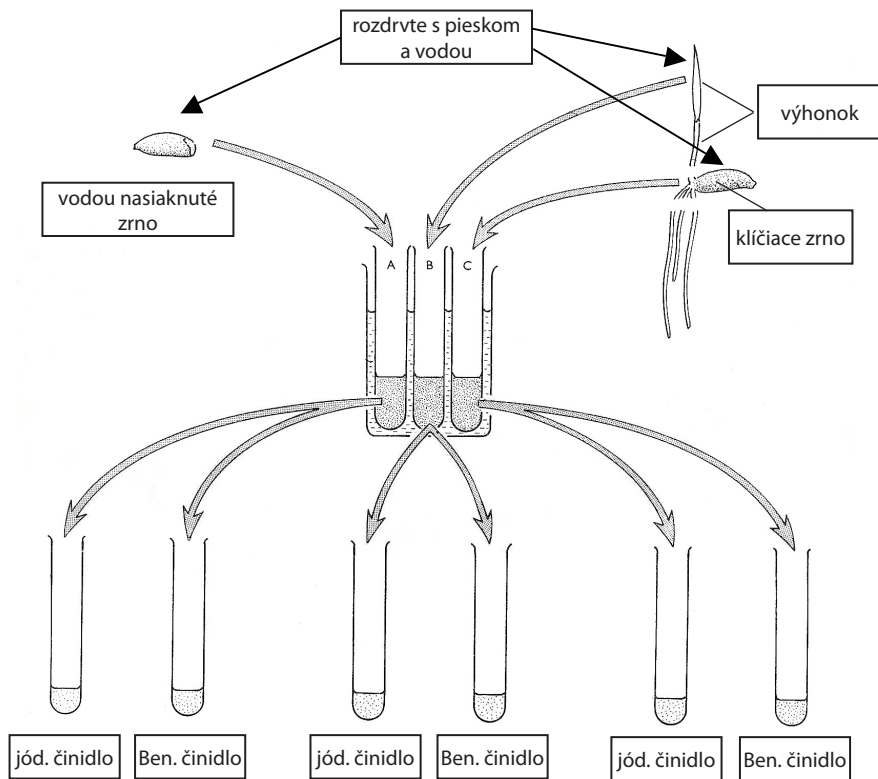
K dispozícii je 20 semien pšenice, ktoré naklíčili počas 12 hodín, a 20 malých rastliniek pšenice, ktoré klíčili počas piatich až siedmich dní.

1. Pripravte vodný kúpeľ tak, že kadičku alebo vhodnú nádobu naplníte do polovice vodou a zahrievate ju na trojnožke a azbestovej sieťke nad liehovým kahanom. Keď voda vrije, stiahnite kahan na minimum. Počas zahrievania vody si vo svojich poznámkach pripravte takúto tabuľku:

	Výsledok skúšky s jódovým čínidlom	Interpretácia výsledku	Výsledok skúšky s Benediktovým čínidlom	Interpretácia výsledku
A nenaklíčené zrná				
B výhonky a koleoptily				
C naklíčené zrná				

2. Označte tri skúmavky písmenami A, B, C.
3. V trecej miske spolu s premytým pieskom dôkladne rozdrvte zrná pšenice.
4. Pipetou pridajte 15 ml vody a pokračujte v drvení asi pol minúty.
5. Takto získaný tekutý materiál vlejte do skúmavky A a vložte ju do vodného kúpeľa.
6. Vyberte dve rastlinky pšenice, z ktorých odstránite koreňky. Oddel'te všetky koleoptily a výhonky do umytej trecej misky.
7. Pridajte 3 g premytého piesku a rozdrvte výhonky na dreň ako v predchádzajúcom prípade, nakoniec prilejte 10 ml vody. Tento tekutý materiál vlejte do skúmavky B a umiestnite ju do vodného kúpeľa.

8. Do umytej tretej misky nasypete zvyšných 20 zŕn, z ktorých boli odstránené koleoptily, a dôkladne ich rozdrvte. Pridajte 10 ml vody. Získaný materiál vlejte do skúmavky C a umiestnite do vodného kúpeľa.
9. Z vodného kúpeľa vyberte skúmavku A, ochladte ju pod tečúcou vodou a nechajte sedimentovať tuhý podiel vzorky. Tekutú časť opatrne prelejte, prípadne prefiltrujte do čistej skúmavky a rozdeľte do dvoch skúmaviek, z ktorých jedna je dôkladne umytá skúmavka A.
10. Do skúmavky A pridajte k tekutej vzorke Benediktovo činidlo (vrstvu 2 cm) a skúmavku dajte opäť do vodného kúpeľa na približne 5 minút. Do ďalšej skúmavky s tekutou vzorkou pridajte 4 – 5 kvapiek jódového činidla. Pozorujte obe skúmavky a farebné zmeny zaznamenajte do tabuľky.



obr. 11

Zdroj: <<http://www.biology-resources.com/biology-experiments2.html>>

11. Vyberte skúmavku B z vodného kúpeľa a ochladte ju. Po sedimentácii oddelte tekutú časť od sedimentu a rozdeľte do dvoch skúmaviek, jedna z nich je dôkladne umytá skúmavka B. V jednej skúmavke urobte test s Benediktovým činidlom a v druhej test s jódovým činidlom.
12. Z vodného kúpeľa vyberte skúmavku C a jej obsah testujte spôsobom uvedeným pri skúmavkách A a B. Farebné zmeny zaznamenajte do tabuľky.

Otázky na diskusiu

1. Ktoré sacharidy boli testami dokázané v nenaklíčených zrnách?
2. Ktoré sacharidy boli dokázané v naklíčených rastlinkách?
3. a) Pomenujte sacharid, ktorý bol dokázaný v naklíčených rastlinkách, ale nebol dokázaný v nenaklíčených zrnách. b) Z ktorého zdroja mohol pochádzať tento sacharid, ak: - rastlinky rástli na svetle,
- rastlinky rástli v tme?
4. V naklíčených rastlinkách opíšte akýkoľvek rozdiel týkajúci sa obsahu sacharidov vo výhonkoch a zrnách.
5. Navrhňte poradie procesov v zrnách jačmeňa, naklíčených v tme, ktoré mohli spôsobiť distribúciu zásobných látok, ktoré ste dokázali.
6. Ak rastlinky naklíčili na svetle, ako môžeme vysvetliť zmenu týkajúcu sa druhu a distribúcie sacharidov?
7. Navrhňte experimenty, ktoré by pomohli rozhodnúť medzi dvomi vysvetleniami.

Odpovede

1. V extrakte zo zŕn obilia jódovým testom pozorujeme modré sfarbenie, čím dokážeme škrob. Benediktovo činidlo sa môže zmeniť na zelenú zrazeninu, no zmena je nepatrná na to, aby sme konštatovali prítomnosť redukujúcich cukrov.
2. Extrakt získaný z kľíciacich zŕn by mal účinkom jódu nadobudnúť modré sfarbenie poukazujúce na prítomnosť škrobu alebo fialové sfarbenie na prítomnosť dextrínu. Po pridaní Benediktovho činidla by mala vzniknúť aj oranžová alebo žltá zrazenina, ktorá poukazuje na prítomnosť redukujúcich sacharidov vo výhonkoch aj v zrnách.

3. a) Redukujúce sacharidy sú prítomné v klíčiach zrnách, ale nie v neklí-
čiacich. b):
 - na svetle môžu sacharidy pochádzať z fotosyntézy, zo zásobných látok
v endosperme alebo z oboch zdrojov,
 - v tme by sacharidy mohli pochádzať zo zásobných látok v endosperme.
4. Koleoptily a klíčne listy by mali okrem malého alebo žiadneho množstva
škrobu obsahovať sacharidy. Zrná by mali obsahovať škrob (alebo dex-
trín) a jednoduché sacharidy.
5. Škrob v endosperme by mal byť hydrolyzovaný na jednoduché sacharidy,
ktoré sú transportované do rastúceho výhonku. Iné zásobné látky v endo-
sperme by mohli byť rozložené na jednoduché sacharidy buď pred, alebo
po premiestnení do výhonku.
6. Keď je prvý list na svetle, môže v ňom prebiehať fotosyntéza, teda syntéza
sacharidov, z ktorých niektoré sú transportované do zrna.
7. Ak výhonky rastliniek rastúcich v tme obsahujú sacharidy, vysvetlenie
v bode 6 nemôže byť správne. Sacharidy prítomné vo výhonkoch nie sú
produktmi fotosyntézy. Ďalší experiment by zahŕňal klíčenie identických
skupín zŕn obilia na svetle alebo v tme a testovanie oboch skupín na prítomnosť
redukujúcich sacharidov.

4.6 Experiment: Úloha klíčnych lístkov v klíčení

Prehľad, plán a príprava experimentu

Nasiaknuté semená fazule sú rozrezané na získanie embryí s rôzne veľkými
časťami pripojených klíčnych lístkov. Takto získaným embryám je umožnený
rast počas týždňa. Ich rast je porovnávaný.

Príprava materiálu

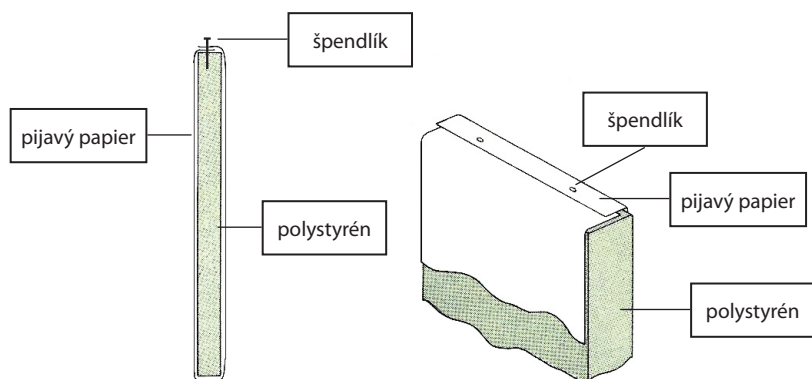
Semená. Vložte semená ovijavého typu fazule na dva dni do vody. Pre skupi-
nu je potrebných šesť semien (60 semien váži asi 55 g).

Poháre. Pripravte 6 zatvárateľných vysokých sklenených pohárov rovnakého
druhu so širokým hrdlom, napríklad z kávy.

Polystyrénové bloky. Z polystyrénu (na tepelnú izoláciu) vyrežte obdĺžniky s rozmerom 130 x 45 mm, ktoré je možné vložiť do pripravených pohárov. Každá skupina potrebuje 1 obdĺžnik.

Pijavý papier alebo servítka. Vystrihnite obdĺžniky s rozmerom 45 x 290 mm a pripevnite ich špendlíkmi na vyrezané polystyrénové obdĺžniky (obr. 12).

Špendlíky. Entomologické alebo iné jemné a nehrdzavejúce špendlíky sú dôležité.



obr. 12

Zdroj: <<http://www.biology-resources.com/biology-experiments2.html>>

Aparatúra – pre 1 skupinu:

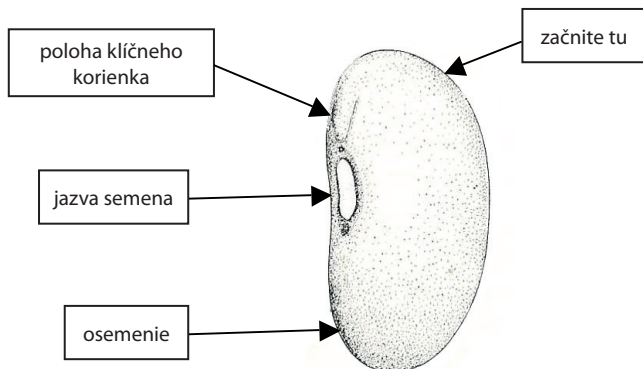
- 1 uzatvárateľný pohár,
- skalpel alebo žiletka,
- 4 entomologické špendlíky,
- 1 polystyrénový blok s pijavým papierom,
- 1 Petriho miska alebo doštička na krájanie.

Poznámka:

V niektorých prípadoch preukáže embryo pripojené k $\frac{1}{4}$ klíčneho lístka extenzívnejší rast ako embryo pripojené na celý klíčny lístok. Podobne fragment lístka prejaví väčší rast než $\frac{1}{4}$ klíčneho lístka. Odporúča sa posúdiť výsledky celej triedy ešte pred zodpovedaním otázok určených na diskusiu.

Postup

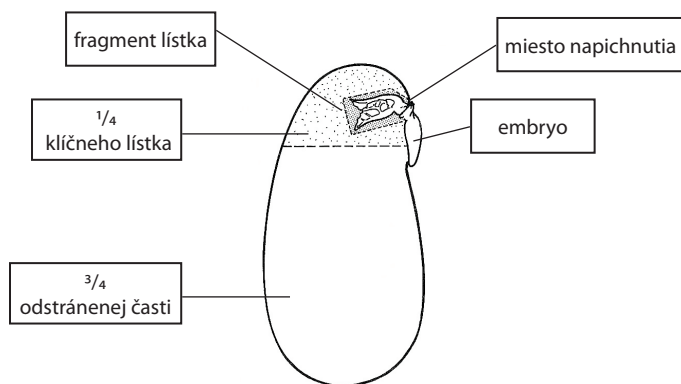
1. Odstráňte osemenie zo semena fazule týmto spôsobom: a) držte semen v ľavej ruke s výrezom vľavo, b) prejdite nechťom palca pravej ruky okrajom semena zvrchu nadol a odstráňte prúžok osemenia (obr. 13), c) zvlčte osemenie smerom doľava tak, že držíte klíčne lístky pevne spolu.



obr. 13

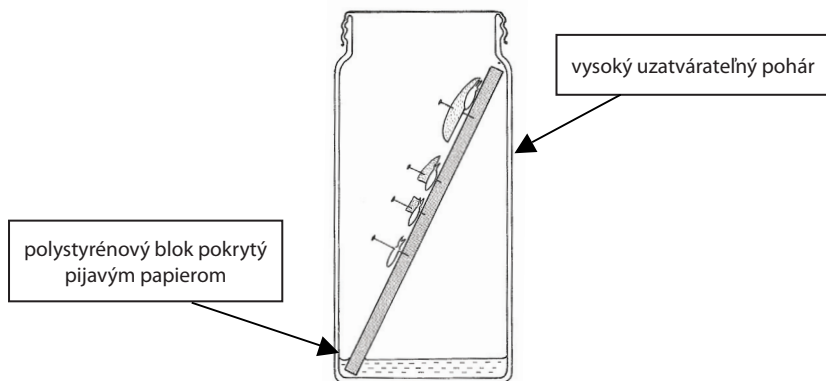
Zdroj: <<http://www.biology-resources.com/biology-experiments2.html>>

2. Opatrne odtláčajte klíčne lístky od seba a oddelte ich úplne od seba tak, že jeden lístok je spojený s embryom. Odhoďte oddelený lístok. Opakujte kroky 1 a 2 s ostatnými semenami fazule, kým nemáte štyri klíčne lístky spojené s embryami.
3. Nechajte jeden z klíčnych lístkov nedotknutý a s ostatnými tromi lístkami urobte nasledovné: a) položte klíčny lístok na Petriho misku a odrežte $\frac{3}{4}$ z klíčneho lístka (obr. 14), b) položte ďalší klíčny lístok na Petriho misku, odrežte celý klíčny lístok okrem malej plôšky pod základom výhonku, čím získate fragment lístka, c) vtlačte špendlík do embrya na treťom klíčnom lístku v mieste, kde bol pripevnený odstránený klíčny lístok; držaním embrya na špendlíku ho odtlačte od klíčneho lístka.
4. Napichnite každú vzorku semena fazule na blok polystyrénu s embryami smerom k pijavému papieru a klíčovými koreňkami smerujúcimi nadol. Špendlík potom vytiahnite asi o 1 mm, aby bolo embryo oddelené od pijavého papiera (obr. 15).



obr. 14

Zdroj: <<http://www.biology-resources.com/biology-experiments2.html>>



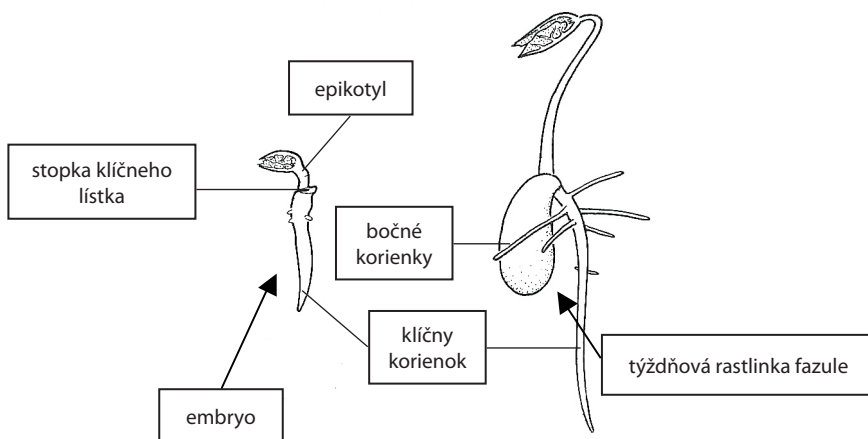
obr. 15

Zdroj: <<http://www.biology-resources.com/biology-experiments2.html>>

5. Navlhčite pijavý papier a položte blok do uzatváracieho pohára, pridajte asi 10 ml vody a pohár uzavrite. Pomocou vodou nezmývateľnej fixky napíšte na pohár svoje meno a dátum. Pohár nechajte týždeň na polosvetlom mieste (nie priame slnko).
6. Pripravte si do svojich poznámok tabuľku podľa bodu 7.
7. Po uplynutí týždňa vyberte blok polystyrénu, oddelte rastlinku (obr. 16) a urobte merania podľa tabuľky.

	celý klíčny lístok	¼ klíčného lístka	fragment klíčného lístka	bez klíčného lístka
Délka klíčného korienka				
Délka epikotylu				
Množstvo bočných korienkov				
Skóre celkového rastu				

Napište výsledky meraní pre každú rastlinku – na získanie skóre pre každý prípad rastu a grafickým spracovaním prezentujte rozdiely.



obr. 16

Zdroj: <<http://www.biology-resources.com/biology-experiments2.html>>

Otázky na diskusiu

1. Ktorá časť klíčnych lístkov hrá podľa vás úlohu v klíčení semena fazule? Odôvodnite svoju odpoveď pomocou výsledkov experimentu.
2. V niektorých prípadoch možno nebude taký výrazný rozdiel medzi výsledkami embryí s celým klíčnym lístkom alebo s ¼ lístka, alebo sa výsledky budú možno zdať „nesprávne“. Ktorý aspekt návrhu experimentu by mohol vysvetliť taký neočakávaný výsledok ako tento?

3. Opíšte ďalšie experimenty, ktoré by mohli byť vykonané (nie bezpodmienečne v školskom laboratóriu) a ktoré by potvrdili vašu odpoveď na otázku č. 1.

Odpovede

Skóre rastu bude obyčajne proporcionálne k veľkosti nechaného klíčneho lístka, pripojeného k embryu, ale pravdepodobne tam budú anomálie, preto bude najlepšie zhromaždiť všetky výsledky experimentov v triede.

1. Klíčne lístky nemajú vplyv na vývin štruktúry embrya rastliny, ale sú podstatné pre ich kontinuálny rast nasledujúci po rudimentárnom štádiu, ako to môžeme vidieť porovnaním jednotýždňového embrya s inými, ktoré majú nejaký klíčny lístok.

Zdá sa preto pravdepodobné, že klíčny lístok zásobuje embryo základnými výživnými látkami alebo rastovými stimulátormi. Keďže klíčne lístky sú objemné a rast rastliny je proporcionálny veľkosti dostupného klíčneho lístka, ich úloha v zásobovaní rastliny rastovými a energetickými látkami je pravdepodobná.

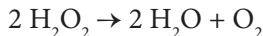
2. Experiment trvá len jeden týždeň. V štvrtine klíčneho lístka by malo byť dostatočné množstvo látok potrebných na normálny rast počas krátkeho obdobia experimentu. Dlhšie obdobie rastu by malo zdôrazniť rozdiely.
3. Nechajte rásť rastlinky v normálnych podmienkach a odtrhnite z nich klíčne lístky, vysušte a odvážte ich v intervaloch. Ak zásobujú embryo potrebnými látkami, ich hmotnosť by mala klesať s rastom rastliniek.

Vykonajte kvalitatívny a kvantitatívny dôkaz na rôzne organické (zásobné) látky v klíčnych lístkoch, aby ste zistili, ktoré chemické látky sú prítomné a v akých množstvách, ktoré sú dôležité na stavbu a rast rastliniek. Proteíny, sacharidy a lipidy by mali byť prítomné v rôznych množstvách v závislosti od druhu rastlín. Množstvá by mali byť dostatočné na zvýšenie hmotnosti rastliniek prinajmenšom v štádiu, keď rastlinka môže fotosyntetizovať.

Ak klíčne lístky nerobia nič iné, len zásobujú embryo potrebnými látkami, potom je možné, že embryo zbavené klíčnych lístkov bude rásť v roztoku, ktorý obsahuje potrebné rastové látky.

4.7 Experiment: Kataláza

Kataláza je enzým, ktorý sa vyskytuje v bunkách mnohých živých organizmov. Určité energiu uvoľňujúce reakcie v bunke vyvoláva peroxid vodíka ako koncový produkt. Tento produkt, ktorý je pre bunku toxický, sa rozkladá na vodu a kyslík činnosťou katalázy:



Nasledujúci experiment je zameraný na zistenie, či rastlinné pletivá a živočíšne tkanivá obsahujú katalázu.

Prehľad, plán a príprava experimentu

Vzorky pečene a kvasníc sú vhodené do peroxidu vodíka a vzápätí uniká kyslík. Študenta požiadame, aby zistil, čím je to spôsobené, resp. či je to spôsobené enzýmom.

Príprava materiálu

- 50 ml 20 % peroxidu vodíka H_2O_2 ,
- drevená trieska,
- asi 1 cm³ pečene (bravčovej),
- 20 ml destilovanej vody,
- 1 g sušených kvasníc,
- 1 g čistého piesku,
- 1 g aktivovaného dreveného uhlia.

Aparatúra pre jednu skupinu:

- stojan na skúmavky so 4 skúmavkami,
- pinzeta alebo špachtľa na posunutie pečene na dno skúmavky,
- vodou nezmývateľná fixka,
- filtračný lievik,
- liehový kahan,
- filtračný papier,
- držiak na skúmavky,
- tretia miska s piestom.

Postup

1. Označte tri skúmavky číslicami 1 – 3.
2. Nalejte do každej skúmavky peroxid vodíka do výšky 20 mm.
3. Pokrájajte pečeň na kúsky.
4. Do skúmavky 1 vložte malý kúsok pečene a do skúmavky 2 $\frac{1}{4}$ lyžičky sušených kvasníc.
5. Do skúmaviek 1 a 2 vsuňte tlejúcu triesku tak, aby bola tesne nad povrchom tekutiny alebo nad povrchom kvasníc.
6. Do skúmavky 3 vložte niekoľko granúl drevného uhlia a pozorujte reakciu.
7. Za predpokladu hypotézy na vyššej úrovni, t. j. že v pečeni a kvasniciach je prítomný enzým, ktorý rozkladá peroxid vodíka na kyslík a vodu, navrhnite a uskutočnite kontrolný experiment na overenie tejto hypotézy.
8. Poumývajte skúmavky. Navrhnite experiment na preukázanie, že spomínaný enzým v rastlinnom a živočíšnom materiáli môže byť extrahovaný a v takej forme má nezmenené vlastnosti. Experiment by mal zahŕňať kontrolu.

Otázky na diskusiu

1. Opíšte reakcie v skúmavkách aj to, aký efekt to bude mať na tlejúcu triesku.
2. Ako budete interpretovať tieto pozorovania?
3. Je z experimentu zrejmé, či uvoľnený plyn pochádza z peroxidu vodíka (tekutiny) alebo z pevného materiálu?
4. Existuje v tomto štádiu experimentu dôkaz, že enzým je zapojený v tejto reakcii do tvorby plynu?
5. Mohlo by byť drevné uhlie enzýmom? Vysvetlite svoju odpoveď.
6. Za predpokladu, že plyn v skúmavke 3 je rovnaký ako predtým a drevné uhlie je takmer čistý uhlík, je možné na základe výsledkov s drevným uhlím rozhodnúť, z akého zdroja pochádza plyn v tomto a predošlom experimente?
7. Zaznamenajte: a) experiment, b) príčiny, ktoré vás viedli k jeho uskutočneniu, c) pozorované výsledky, d) vaše závery.
8. Opíšte stručne váš postup, výsledky a vaše závery.

9. Za predpokladu, že pečeň a kvasnice obsahujú enzým, ktorý rozkladá peroxid vodíka, existuje nejaký dôkaz o tom, že ide o ten istý enzým? Čo by ste mali urobiť, aby ste spoľahlivo zistili túto skutočnosť?

Odpovede

1. Šumenie by malo byť pozorované v každom prípade, ale viac v skúmavke s kvasnicami ako s pečeňou. Tlejúca trieska by sa mala opäť rozhorieť.
2. Bol vytvorený kyslík.
3. Neexistuje žiaden dôkaz o tom, či tekutina alebo pevný materiál uvoľňuje plyn. Ak si žiaci myslia, že je nepravdepodobné, aby pevný materiál uvoľňoval plyn, môžeme im pripomenúť reakciu mramoru s kyselinou chlorovodíkovou, v ktorej pevný materiál uvoľňuje oxid uhličitý. Ale zdá sa menej pravdepodobné, že pečeň a kvasnice budú uvoľňovať kyslík v reakcii s H_2O_2 , v porovnaní s tým, že H_2O_2 by mal uvoľniť kyslík, keď reaguje s rôznymi látkami.
4. V tejto situácii nie je dôkaz o tom, že do reakcie je zapojený enzým.
5. Plyn bude unikať, ale nie tak intenzívne a rýchlo, aby vznietil tlejúcu triesku. Drevné uhlie nemôže byť enzýmom, pretože: a) je to prvok, b) bolo vytvorené pri vysokej teplote, ktorá deštruuje enzýmy.
6. Drevné uhlie je prvok, ktorý nemôže uvoľňovať kyslík. Plyn musí pochádzať z peroxidu vodíka.
7. a) Experiment by mal zahŕňať tepelnú úpravu tkanív, ktoré sú potom vložené do H_2O_2 . b) Ak je zapojený enzým. c) Žiaden plyn nebude vytvorený.
8. Žiak by mal rozomlieť vzorky s malým množstvom piesku a destilovanou vodou, prefiltrovať a na filtráte urobiť skúšku s peroxidom vodíka. Kyslík bude uvoľnený s intenzitou porovnateľnou pri rovnakej reakcii s neupraveným materiálom. Žiak by mal zahriať polovicu každého extraktu a preukázať, že stráca svoju aktivitu.
9. Zdá sa, že neexistuje základná príčina, prečo by kvasnice a pečeň nemali mať rozdielne enzýmy, ktoré katalyzujú rozklad peroxidu vodíka. Pre spoľahlivosť tohto tvrdenia by malo byť známe chemické zloženie extrahovaných enzýmov.

Zdroj: <<http://www.biology-resources.com/biology-experiments2.html>>

Záver

Uvedené metodicky spracované experimenty a námety na experimenty sú súčasťou experimentov, ktoré si pedagógovia môžu vyskúšať počas vzdelávania. Sú pomerne jednoduché a aplikovateľné v našich školách vzhľadom na materiál, pomôcky, chemikálie a laboratórne vybavenie, ktoré si vyžadujú.

Je nevyhnutné si uvedomiť, že okrem uskutočňovania experimentov je rovnako dôležitá diskusia, formulácia otázok a hľadanie odpovedí na tieto otázky. Je to súčasť rozvoja myslenia a hľadania súvislostí, podstatných prvkov kognitivizácie žiakov. Pomocou experimentov sa žiaci učia rozlišovať výsledky na základe subjektívnych pocitov a objektívne overených argumentov.

Realizácia experimentov predstavuje pre žiakov zážitkové a aktívne učenie sa, ktorým si osvojujú spôsob, akým pracujú vedci. Mnohé rozvíjané zručnosti prostredníctvom experimentov predstavujú zručnosti, ktoré sú potrebné pre praktický život.

Tým, že si učitelia môžu uvedené experimenty vopred vyskúšať, lepšie posúdia ich zaradenie a využitie v rámci konkrétnej vyučovacej hodiny, konkrétnej témy, s konkrétnym cieľom zručností a vedomostí a konkrétnej skupiny. Modifikácie pôvodných verzií experimentov vzhľadom na dostupnosť pomôcok a materiálov sú vítané a svedčia o tvorivosti učiteľa.

Zoznam bibliografických odkazov

ERDELSKÝ, K., FRIČ, F. 1979. *Praktikum a analytické metódy vo fyziológii rastlín*. Bratislava : Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 1979.

Experimental work in biology: biology experiments to download [online]. [cit. 2013-01-05]. In MACKEAN, D. G. *Teaching & Learning Resources*.

Dostupné na internete: <<http://www.biology-resources.com/biology-experiments2.html>>.

KÖBÖLOVÁ, E., RÖTLING, G., SIHELSKÝ, B. 2006. *Príručka na uskutočnenie pedagogického prieskumu*. Banská Bystrica : Metodicko-pedagogické centrum, 2006. ISBN 80-8041-490-4.

Introduction to the Scientific Method : Colby College [online]. [cit. 2013-01-12]. Dostupné na internete: <<http://web.colby/biology/statistic-and-scientific-writing>>.

ROBERTS, M. B. V., KING, T. J. 1987. *Biology a functional approach : Student' manual*. Second edition. Walton-on-Thames : Thomas Nelson and Sons, 1987. ISBN 0-17-448035-0.

RÖTLING, G. 2004. *Pedagogické riadenie školy*. Banská Bystrica : Metodicko-pedagogické centrum, 2004. ISBN 80-8041-465-3.

TUREK, I. 2008. *Didaktika*. Bratislava : IURA EDITION, 2008. ISBN 978-80-8078-198-9.

Teaching A level Biology Practical Skills [online]. [cit. 2013-01-05]. Dostupné na internete: <<http://www.gobookee.net/practical-skills-in-biology>>.

The Importance of Practical Biology [online]. [cit. 2013-01-12]. Dostupné na internete: <<http://live.sob.netextra.net/policy/policy-statements/practical-biology>>.

ZELINA, M. 2002. *Aktivizácia a motivácia žiakov na vyučovaní*. Banská Bystrica : Metodické centrum, 2002. ISBN 80-8041-414-9.

Príloha A

Námety na experimenty

1. Štúdium nálevníkov zo senného nálevu

Typ experimentu: kvalitatívne skúmanie

Zámer: Pripraviť médium, ktoré je vhodné na kultiváciu nálevníkov, a študovať u jednobunkových organizmov:

- štruktúru,
- príjem potravy a rovnováhu vody,
- reakcie,
- bunkové delenie a konjugáciu medzi jednobunkovými organizmami.

Materiál a pomôcky: Sklené alebo umelohmotné nádoby asi ½ litra, mikroskop, podložné a krycie sklíčka, pipety.

Postup: Nádobu naplníme do polovice senom, slamou, suchými listami alebo napoly zhnitým kompostom a zalejeme vodou z rybníka alebo inou prírodnou vodou. Týmto spôsobom pripravíme 8 nádob, napríklad 2 so senom, 2 so slamou, 2 so suchým listím a 2 s napoly zhnitým kompostom. Pripravené nádoby prikryjeme a necháme stať aspoň mesiac na tmavom mieste, aby sme znížili vyparovanie vody. Nádoby je potrebné v určitých intervaloch kontrolovať, aby sme sa presvedčili, či budú vytvorené kultúry organizmov vhodné na použitie. Na urýchlenie vytvorenia kultúry organizmov je vhodné pridať do nádob malé množstvo kvasníc.

Tento experiment je potrebné plánovať so žiakmi v dostatočnom predstihu, keďže vývin jednobunkových organizmov trvá cca mesiac. Keď sú kultúry pripravené, pomocou pipety nasajeme vzorku tekutiny najlepšie z hladiny, kde sú sústredené baktérie a plesne. Kvapku kultúry umiestnime na podložné sklíčko, prikryjeme krycím sklíčkom a začneme pozorovať.

Prvé štúdium ja zamerané na vzhľad a štruktúru. Pri pozorovaní robíme náskres toho, čo pozorujeme. Na začiatku to nie je ľahké, pretože organizmy sa pohybujú veľmi rýchlo. Ale po určitom čase, keď sa časť vody medzi sklíčkami začne vyparovať, pohyb organizmov sa spomalí a vtedy je možné študovať pohyb pomocou *riasíniek*.

Môžeme študovať aj špeciálne *pohyby pokusu a omylu*, keď sa riasinkovce snažia preniknúť alebo obísť prekážku, takisto reakcie na určité chemické látky, napr. kyselinu pikrovú (vystreľovanie trichocýst).

Dá sa pozorovať aj to, ako riasinkovce prijímajú potravu, ako vytvárajú potravné vakuoly a ako pracujú pulzujúce vakuoly. Ak sú kultúry dostatočne početné, je určite

možné pozorovať normálnu *reprodukciiu* riasinkovcov *delením bunky* a zriedkavejší spôsob – *konjugáciu*, keď dva jedince ležia tesne pri sebe, aby si vymenili genetický materiál (mikrojadierka).

2. Štúdium riasinkovcov v žalúdku kravy

Typ experimentu: kvalitatívne skúmanie

Zámer: Demonštrovať funkciu symbiôzy medzi kravou a špecifickými riasinkovcami v žalúdku kravy.

Každý vie, že krava konzumuje rastlinný materiál, ale o tom, čo sa v skutočnosti odohráva s týmto materiálom v jej tráviacom systéme, máme často skreslené predstavy.

Materiál a pomôcky: termoska na transport žalúdočného materiálu kravy z bitútku do laboratória v škole, mikroskopy, podložné a krycie sklíčka, pipety.

Postup: Dôvod na používanie termosky spočíva v tom, že materiál nesmie vychladnúť, aby sa zabránilo uhynutiu riasinkovcov. Budte opatrní, aby ste termosku nenaplnili viac než do polovice, aby bol vytvorený dostatočný priestor na plyny produkované mikroorganizmami, najmä baktériami. Zvyšujúci sa tlak môže usmrtiť riasinkovce. V laboratóriu odoberáme z materiálu pipetou vzorky na podložné sklíčka, prikryjeme kryciami sklíčkami a pozorujeme pod mikroskopom. Je dôležité nezabudnúť po každom odobratí vzorky opäť termosku uzavrieť.

Žiaci nakreslia organizmy tak, ako ich vidia pod mikroskopom. Použitím vhodného atlasu sa snažia niektoré z riasinkovcov identifikovať.

3. Štúdium riasinkovcov z biologického filtra čističky

Typ experimentu: kvalitatívne skúmanie

Zámer: Študovať organizmy, ktoré sú schopné odstraňovať organické nečistoty z odpadovej vody. Porovnávať organizmy zo senného nálevu a v žalúdku kravy s organizmami z odpadovej vody (ktorá tečie do čističky) a nájsť rozdielnosti a podobnosti v ich spôsobe života. Na základe takto získaných poznatkov si uvedomiť, že vedomosti o tom, ako mikroorganizmy žijú v prírode, nám môžu pomôcť v riešení problémov každodenného života.

Materiál a pomôcky: Vzorka vody z najbližšej čističky odpadových vôd, termoska na transport materiálu do školy, akvaristické zariadenie na prevzdušňovanie, mikroskopy, podložné a krycie sklíčka, pipety.

Postup: Pipetou preniesieme vzorku odpadovej vody na podložné sklíčko, prikryjeme ju krycím sklíčkom a pozorujeme pod mikroskopom.

Žiaci nakreslia organizmy tak, ako ich vidia pod mikroskopom. Porovnajú ich s organizmami, ktoré objavili v tráviacom systéme kravy.

4. Difúzia a osmóza skúmaná na zemiaku

Typ experimentu: kvalitatívne a kvantitatívne skúmanie

Zámer: Študovať pohyby vody cez bunkovú membránu v živých bunkách.

Materiál a pomôcky: veľké zemiaky, ostrý nôž, pravítko, filtračný papier, 3 kadičky 200 ml, destilovaná voda, obyčajná voda, slaná voda (odporúčaná koncentrácia minimálne 40 g/l), elektronické laboratórne váhy s presnosťou 0,1 gramu.

Postup: Žiaci pracujú v trojčlenných skupinách. Každá skupina vyreže zo zemiaka tri rovnaké a presné hranoly so stranami 1 x 1 x 3 cm. Rovnakú úlohu splnia aj valčeky podobných rozmerov zhotovených pomocou korkovrtov.

Každý hranol sa odváži zvlášť a jeho hmotnosť sa zaznamená. Ďalej pripravíme kadičky s rôznym obsahom – do prvej nalejeme obyčajnú vodu, do ďalšej destilovanú vodu a do tretej slanú vodu. Kadičky označíme čitateľne a viditeľne číslicami 1 až 3. Do každej takto pripravenej kadičky vhodíme v rovnakom čase hranol zo zemiaka. Zaznamenáme čas. Do laboratórnych poznámok si žiaci napíšu tabuľku s údajmi o tom, čo sa nachádza v každej označenej kadičke – obsah, hmotnosť a rozmery hranola, čas začiatku experimentu. Pre lepšiu prehľadnosť sa odporúča celková tabuľka na zapisovanie údajov z meraní a vážení zo všetkých skupín triedy. Nasledujúci deň hranoly postupne vyberáme z kadičiek, osušíme pomocou filtračného papiera, vážime, meriame dĺžku hranola a výsledky zaznamenávame do tabuľky. Údaje zo začiatku experimentu žiaci porovnávajú s výsledkami na konci experimentu, diskutujú a výsledky porovnania spracujú vo forme grafu alebo diagramu.

Alternatívy experimentu: Potrebujeme veľký a zdravý zemiak pravidelného tvaru. Ak robíme experiment v zime alebo na jar, je dôležité, aby nebol vystavený mrazu. Zemiak je prerezaný na 2 polovice. Jedna polovica je olúpaná a v strede je vyrezaný okrúhly otvor do hĺbky 4 cm, ktorý je naplnený silným cukrovým roztokom (odporúčaná koncentrácia minimálne 60 g/l) do výšky 1 cm odvrchu. Takto pripravenú polovicu zemiaka vložíme do kadičky naplnenej destilovanou vodou do výšky asi 1 cm od horného okraja zemiaka videného zvonku. Druhá polovica zemiaka nie je olúpaná, ale pripravená rovnakým spôsobom. Hladina cukrového roztoku vnútri zemiaka má rovnakú výšku ako hladina destilovanej vody v kadičke. Takto pripravené zemiaky budú stáť 1 alebo 2 dni. Po skončení experimentu je potrebné vysvetliť pozorované zmeny v hladinách roztokov.

5. Difúzia a osmóza skúmaná na červenej repe

Typ experimentu: kvalitatívne skúmanie

Zámer: Skúmať, čo sa stane s bunkovou membránou a jej funkciou, keď prechádza zo živého stavu do neživého.

Materiál a pomôcky: červená repa, ostrý nôž, pravítko, filtračný papier, 4 kadičky 200 ml, variaca sa voda, obyčajná voda, slaná voda (odporúčaná koncentrácia minimálne 40 g/l).

Postup: Žiaci pracujú v trojčlenných skupinách. Každá skupina vyrobí 4 hranoly z červenej repy so stranami 1 x 1 x 3 cm. Každý hranol zvlášť odvážime a zapíšeme hmotnosť a presné rozmery do pripravenej tabuľky.

Jeden hranol uvaríme v obyčajnej vode, ďalší hranol v slanej vode, oba varíme 10 minút. Ďalšie dva hranoly vložíme na 10 minút do obyčajnej vody a slanej vody pri izbovej teplote.

Po uplynutí stanoveného času hranoly vyberieme, osušime, opäť odvážime a zistíme veľkosť hranolov. Namerané hodnoty zaznamenáme do tabuľky. O výsledkoch meraní a pozorovaní sa vedie diskusia a vyvodzujú sa závery.

6. Difúzia a hraničná plazmolýza v bunkách *Elodea canadensis*

Typ experimentu: kvalitatívne skúmanie

Zámer: Zistiť osmotický tlak v bunke.

Materiál a pomôcky: vodná rastlina *Elodea canadensis* (vodomor kanadský), podložné a krycie sklíčka, roztoky NaCl rôznej koncentrácie vyhladané v chemických tabuľkách na základe vzťahov medzi koncentraciami NaCl a osmotickým tlakom.

Postup: Žiaci pracujú vo dvojiciach. Najprv pozorujú vzhľad celej rastliny, potom odtrhnú lístok z rastliny, položia ho na podložné sklíčko do kvapky vody, prikryjú krycím sklíčkom a zakreslia to, čo pozorujú pod mikroskopom.

Neskôr si posúvaním preparátu nájdú skupinu buniek, urobia si náčrt buniek a jednej zväčšenej bunky s relevantným opisom bunky. Pipetou prenesú kvapku slaného roztoku k okraju krycieho sklíčka z jednej strany a k okraju z druhej strany priložia kúsok filtračného papiera a neustále pozorujú bunky pod mikroskopom.

V prípade použitia silného roztoku NaCl cytoplazma zaplňa len polovicu bunky. Je potrebné použiť slabší roztok, kým nie je možné pozorovať len mierne oddelenie bunkovej membrány spolu s cytoplazmou od bunkovej steny.

Keď sa tak stane, bola použitá správna koncentrácia roztoku NaCl a podľa koncentrácie je možné v tabuľke vyhladať odpovedajúci osmotický tlak.

7. Štúdium vzťahu difúzie a veľkosti bunky pomocou modelu

Typ experimentu: kvalitatívne a kvantitatívne skúmanie

Zámer: Pozorovať rýchlosť difúzie do agarových kociek rôznej veľkosti a prirovnať ich k situácii, keď kocky predstavujú bunky alebo organizmy rôznych veľkostí.

Materiál a pomôcky: agar, príp. prášková alebo plátková želatína, ostrý nástroj na rezanie, pravítko, roztok fenolftaleínu, roztok NaOH, lyžička, 3 rôzne veľké kadičky na agarové kocky, stopky, varič, nádoba na varenie agaru, drevená doska na krájanie.

Postup: Odporúča sa, aby žiaci pracovali v trojčlenných skupinách. Najprv rozpustia agar v studenej vode v pomere odporúčenom výrobcom na obale. Rozpustený agar za neustáleho miešania krátko zahrievajú v nádobe na variči. Nádobu s agarom zložia z variča v momente, keď začína hustnúť. Do agaru potom pridajú niekoľko kvapiek pripraveného roztoku fenolftaleínu a dôkladne zamiešajú. Hustnuci agar prelejú do kryštalizačných misiek do výšky aspoň 3 cm. Obsah kryštalizačných misiek musí ochladnúť a dobre stuhnúť, najlepšie v chladničke. Po stuhnutí chladný agar opatrne, pokiaľ možno bez porušenia, vyklopíme na drevenú dosku. Z vyklopeného agarového útvaru žiaci nožom zhotovia 3 kocky so stranami 1, 2 a 3 cm.

Do 3 kadičiek nalejú do výšky asi 3 cm pripravený roztok NaOH a opatrne pomocou lyžíc do nich **naraz** vhadia vyrezané kocky agaru. Po 15 minútach sfarbené agarové kocky opatrne lyžicami vyberú na drevenú dosku. Každú kocku prerežú na polovicu. Odmerajú pomocou pravítka hrúbku sfarbenej vrstvy (v mm) a tiež nesfarbenú plochu (v mm²). Ďalej vypočítajú povrch a objem všetkých troch kociek a z nich vypočítajú pomer: povrch/objem každej kocky. Všetky výpočty a zistenia si zaznamenajú do tabuliek a diskutujú o nich v skupinách. Každá skupina napíše svoje výsledky do spoločnej tabuľky na tabuli a všetci ich spoločne prediskutujú.

Na ušetrenie času sa odporúča, aby učiteľ pripravil agarové kocky pred laboratórnym cvičením. Je dôležité aplikovať zistené závery na fyziologické procesy organizmov, predovšetkým u živočíchov, napríklad na proces príjmu potravy, jej spracovania a distribúcie živín, porovnávaním jednobunkových a mnohobunkových živočíchov. Podobne je možné aplikovať tieto závery na proces dýchania.

8. Štúdium kvasenia na základe teplotnej analýzy

Typ experimentu: kvantitatívne skúmanie

Zámer: Navrhnuť a zostaviť experiment na získanie údajov o tom, ako pracujú kvasinky počas kontrolovaných podmienok. Pred jeho začatím sa odporúča diskutovať so žiakmi o tom, ako ho navrhnuť a zostaviť v súlade so stanovenou hypotézou.

Materiál a pomôcky: termosky s objemom 1 liter, gumené (korkové) zátky s 2 otvormi, kadička, roztok s brómtymolovou modrou (BTM), sklené trubice, teplomer, umelohmotné hadičky, jablkový džús.

Postup: Odporúča sa práca žiakov v 4-členných skupinách. Do termosky naplnej asi do polovice jablkovým džúsom pridajú žiaci suspenziu kvasníc, ktorú vopred pripraví v kadičke dôkladným rozmiešaním 2 až 5 g kvasníc v asi 100 ml jablkového džúsu. Skupiny žiakov môžu použiť rôzne množstvá kvasníc kvôli porovnaniu výsledkov. Termosku uzavru, cez otvory v zátke zasunú teplomer a umelohmotnú hadičku tak, aby ich konce neboli ponorené do jablkového džúsu v termoske. Druhý koniec tejto hadičky zavedú do kadičky s roztokom BTM. Termoska s príslušenstvom by mala byť umiestnená na bezpečnom mieste a mimo dopadu slnečného svetla. Teplotu budú zaznamenávať každú hodinu počas celého vyučovacieho dňa a tiež počas nasledujúceho dňa. Spolu s teplotou zaznamenávajú aj všetky viditeľné zmeny. Zozbierané údaje spracujú do grafu alebo diagramu. Zmeny počas priebehu experimentu budú prediskutované v rámci triedy.

Otázky na diskusiu so žiakmi: Prečo sa teplota mení? Prečo sa mení modrá farba roztoku? Aký plyn počas experimentu vzniká? Prečo používame termosku? Prečo je nevyhnutné pozorovať experiment každú hodinu počas dvoch dní?

9. Štúdium kvasenia na základe hmotnostnej analýzy

Typ experimentu: kvantitatívne skúmanie

Zámer: Skúmať, či má teplota nejaký vplyv na fungovanie kvasiniek.

Materiál a pomôcky: 3 Erlenmayerove banky 500 ml, 3 gumené zátky s jedným otvorom, 3 vysušovacie trubice s CaCl_2 , chladnička, termostat alebo iné možnosti, kde môže byť relatívne dobre udržiavaná stála teplota, laboratórne váhy (najlepšie elektronické s presnosťou váženia 0,1 g), vata a CaCl_2 .

Postup: Žiaci pracujú v 4-členných skupinách. V troch Erlenmayerových bankách pripraví suspenziu z 200 ml vody, 10 g glukózy a 5 g kvasníc dôkladným pretrepáním. Na každú Erlenmayerovu banku nasadia zátku so zasunutou vysušovacou trubicou, ktorú pripraví tak, že do umelohmotnej trubice vložia vrstvu vaty, vrstvu CaCl_2 a ďalšiu vrstvu vaty. Takto pripravené banky zvlášť odvážia, hmotnosť každej zaznamenajú a umiestnia na miesta s rôznou teplotou: v chladničke, pri izbovej teplote a v termostate s teplotou 30 °C. Počas nasledujúcich 5 dní každú banku vážia raz denne. Všetky údaje sú zaznamenávané do pripravenej tabuľky, spracované do grafu či diagramu, o ktorom žiaci diskutujú v skupinách a v rámci celej triedy.

10. Experiment na svetle a tme s *Elodea canadensis*

Zámer: kvalitatívne skúmanie

Zámer: Zistiť, či je svetlo pre fotosyntézu rastliny nevyhnutné. Pred začatím experimentu sa odporúča diskutovať so žiakmi o tom, ako navrhnuť a zostaviť experiment v súlade so stanovenou hypotézou a tiež o úlohe indikátora v experimente.

Materiál a pomôcky: 8 skúmaviek, svetlomodré (slabý roztok BTM) a svetložlté (do slabého roztoku BTM je pridané malé množstvo sýtenej minerálky) roztoky brómtymolovej modrej (BTM), 8 gumových zátok, 2 stojany na skúmavky, vodná rastlina *Elodea canadensis* (vodomor kanadský).

Postup: 8 skúmaviek, rozdelených do dvoch skupín, je pripravených nasledovne:

1. skúmavka: vodná rastlina v svetlomodrom roztoku
2. skúmavka: svetlomodrý roztok bez vodnej rastliny
3. skúmavka: vodná rastlina v žltom roztoku
4. skúmavka: žltý roztok bez vodnej rastliny

Takto sú pripravené 2 skupiny skúmaviek v 2 stojanoch po 4 skúmavkách. Jedna skupina je umiestnená na svetle a druhá skupina v tme. V týchto podmienkach je vhodné nechať prebiehať experiment aspoň 2 dni. Pre lepšie viditeľný efekt, hlavne počas slabého slnečného svetla, sa odporúča použiť umelé svetlo, lampu aspoň so 70 W žiarovkou. Odporúča sa znázorniť hypotézu pomocou schémy, ktorá ukazuje začiatok experimentu a situáciu, ktorú očakávame po niekoľkých dňoch, keď experiment ukončíme. Výsledky experimentu žiaci porovnajú s hypotézou a diskutujú o nich.

11. Uvoľňovanie energie pri rozkladných procesoch sprevádzajúcich respiráciu

Typ experimentu: kvalitatívne skúmanie (Erdelský, K., Frič, F., 1979).

Zámer: Skúmať v tepelne izolovanom prostredí uvoľňovanie energie vo forme tepla počas rozkladu zásobných látok sprevádzajúcich respiráciu počas klíčenia semien.

Materiál a pomôcky: klíčiace semená hrachu alebo obilnín, termoska so širokým hrdlom, dva teplomery, korková zátku.

Postup: Žiaci pracujú v ľubovoľných skupinách. Do termosky vložia klíčiace semená. Termosku uzavrujú korkovou zátkou, cez ktorú prechádza teplomer. Vedľa nádoby zavesia ďalší kontrolný teplomer a každých 10 minút odčítavajú teplotu na oboch teplomeroch a hodnoty zapisujú do pripravenej tabuľky. Výsledky spracujú graficky. Rozdiely medzi teplotami sú spôsobené uvoľneným teplom pri respirácii. Výsledky experimentu žiaci porovnajú s hypotézou a diskutujú o tom, či uvoľnenú energiu využívajú rastliny. Ak áno, akým spôsobom a pod.

12. Sledovanie koreňového výtlaku rastlín

Typ experimentu: kvantitatívne skúmanie (Erdelský, K., Frič, F., 1979).

Zámer: Prijem a vedenie vody v rastlinách ovplyvňuje do značnej miery najmä na jar a u mladých rastlín koreňový výtlak. Pletivá koreňa vytlačajú vodu a v nej rozpustené látky do nadzemnej časti. Ak podzemnú časť odrežeme, na reznej ploche pozorujeme vytlačenú kvapalinu. Množstvo i tlak vytlačenej kvapaliny kvantitatívne vyhodnotíme.

Materiál a pomôcky: črepníky s muškátmi alebo s asi 10 cm vysokými rastlinami slnečnice ročnej, polyetylénové hadičky s priemerom 5 až 8 mm, žiletky, mikropipety.

Postup: Črepníky s rastlinami 3 dni pred začatím experimentu dôkladne zalievame a udržiavame v optimálnych podmienkach. Stonky muškátu alebo slnečnice hladko zrežeme žiletkou asi 3 cm nad povrchom pôdy. Polyetylénovú hadičku nahrejeme v teplej vode a jemne zvnútra natrieme vazelínou. Hadičku tesne natiahneme na odrezaný zvyšok rastliny a naplníme vodou, do ktorej vsunieme kalibrovanú mikropipetu. Výšku vodnej hladiny v mikropipete zapíšeme, rastlinu zalejeme teplou vodou a v 30-min. intervaloch zapisujeme výšku vodnej hladiny do tabuľky. Ak zalievame rastliny vodou rozličnej teploty alebo roztokmi rôznej koncentrácie sacharózy, môžeme sledovať vplyv vonkajších podmienok na výšku koreňového výtlaku.

13. Dôkaz amylázy v embryách kukurice

Typ experimentu: kvalitatívne skúmanie (Erdelský, K., Frič, F., 1979).

Zámer: Amyláza z embryí difunduje do agaru a v bezprostrednom okolí hydrolyzuje škrob. Nízko molekulové degradačné produkty škrobu sa Lugolovým roztokom nesfarbia na rozdiel od nehydrolyzovaného škrobu. Negatívnou Lugolovou skúškou dokázať prítomnosť amylázy v okolí embrya.

Materiál a pomôcky: embryá kukurice satej, suspenzia škrobu (2 g škrobu rozmiešame v 30 ml destilovanej vody), agar Lugolov roztok (40 g KI rozpustíme v min. množstve vody a pridáme 20 g pevného jódu, po rozpustení jódu roztok doplníme vodou na 400 ml), Petriho misky, pinzety, vodný kúpeľ, termostat, rozprašovač.

Postup: V 200 ml horúcej vody rozpustíme 1,5 g agaru a prilejeme 30 ml škrobovej suspenzie, dôkladne zamiešame, nalejeme po 20 ml do Petriho misiek a necháme vychladnúť. Na misky položíme embryá kukurice, zakryjeme ich a uložíme do termostatu na 2 dni, v ktorom udržíme teplotu na 25 °C. Po skončení inkubácie embryá odstránime z povrchu agaru, ktorý jemne postriekame alebo polejeme Lugolovým roztokom. Na miestach, kde boli uložené embryá, sa agar nezafarbí.

Otázka na diskusiu: Prečo je amyláza prítomná v embryu?

Príloha B

Dotazník AUIS

Vážení žiaci!

Dovoľujeme si vás požiadať o spoluprácu – vyslovenie názoru formou odpovede na výroky o činnostiach na vyučovaní, ktoré sa môžu vo vašej triede vyskytovať.

Dotazník pozostáva z 24 výrokov – tvrdení. Tvrdenia nepovažujte za otázky – pomenovávajú len možný stav a situácie na vyučovaní. Mieru súhlasu alebo nesúhlasu s tvrdením označte na škále vpísaním krížika do príslušného okienka.

☐ Súhlasím – tvrdenie výstižne vyjadruje stav, situáciu na vyučovaní

☐ Viac súhlasím ako nie

☐ Som nerozhodný(á), neviem sa rozhodnúť – aj áno, aj nie

☐ Viac nesúhlasím ako áno

☐ Nesúhlasím – tvrdenie vôbec nevystihuje stav, situáciu na vyučovaní

Žiadame vás o svedomité a pravdivé vyplnenie dotazníka. Ďakujeme vám za porozumenie a ochotu spolupracovať.

© E. Köbölövá – G. Rötling – B. Sihelsky: MPC Banská Bystrica, 2006

V tomto dotazníku vyjadrite, prosím, iba názory na vyučovanie v jednom predmete,

V

1. Tento učiteľ/-ka sa usiluje poznať nás lepšie ako ostatní učitelia.

☐ Súhlasím

☐ Viac súhlasím ako nie

☐ Som nerozhodný, neviem sa rozhodnúť

☐ Viac nesúhlasím ako áno

☐ Nesúhlasím

2. Málokedy sa rozprávame s učiteľom/-kou o tom, čo máme robiť a ako si máme pomáhať, keď sa nevieme niečo naučiť.

☐ Súhlasím

☐ Viac súhlasím ako nie

☐ Som nerozhodný, neviem sa rozhodnúť

☐ Viac nesúhlasím ako áno

☐ Nesúhlasím

3. Učiteľ/-ka začína vyučovanie napr. zaujímavou otázkou, situáciou zo života a pod. v súvislosti s tým, čo sa ideme učiť.

- ☐ Súhlasím
 - ☐ Viac súhlasím ako nie
 - ☐ Som nerozhodný, neviem sa rozhodnúť
 - ☐ Viac nesúhlasím ako áno
 - ☐ Nesúhlasím
4. Pri učení si môžeme vybrať ľahšie aj ťažšie úlohy.
- ☐ Súhlasím
 - ☐ Viac súhlasím ako nie
 - ☐ Som nerozhodný, neviem sa rozhodnúť
 - ☐ Viac nesúhlasím ako áno
 - ☐ Nesúhlasím
5. Len málokedy sa učíme spoločne – vo dvojiciach (v skupinách).
- ☐ Súhlasím
 - ☐ Viac súhlasím ako nie
 - ☐ Som nerozhodný, neviem sa rozhodnúť
 - ☐ Viac nesúhlasím ako áno
 - ☐ Nesúhlasím
6. Na vyučovaní dávame učiteľovi/-ke otázky o tom, čo sa učíme.
- ☐ Súhlasím
 - ☐ Viac súhlasím ako nie
 - ☐ Som nerozhodný, neviem sa rozhodnúť
 - ☐ Viac nesúhlasím ako áno
 - ☐ Nesúhlasím
7. Učiteľ/-ka dokáže poradiť žiakom, ktorí majú nejaké problémy s učením.
- ☐ Súhlasím
 - ☐ Viac súhlasím ako nie
 - ☐ Som nerozhodný, neviem sa rozhodnúť
 - ☐ Viac nesúhlasím ako áno
 - ☐ Nesúhlasím
8. S učiteľom/-kou sa nerozprávame o tom, ako sa máme učiť a čo máme robiť, aby sme boli v učení dobrí.
- ☐ Súhlasím
 - ☐ Viac súhlasím ako nie
 - ☐ Som nerozhodný, neviem sa rozhodnúť
 - ☐ Viac nesúhlasím ako áno

- ☐ Nesúhlasím
9. Na začiatku vyučovania nám učiteľ/-ka povie, čo sa naučíme, ako sa budeme učiť a kedy a ako sa to bude skúšať.
- ☐ Súhlasím
- ☐ Viac súhlasím ako nie
- ☐ Som nerozhodný, neviem sa rozhodnúť
- ☐ Viac nesúhlasím ako áno
- ☐ Nesúhlasím
10. Na konci vyučovania sa nevyjadrujeme k tomu, ako sme sa cítili, ako sme pracovali a čo sme sa naučili.
- ☐ Súhlasím
- ☐ Viac súhlasím ako nie
- ☐ Som nerozhodný, neviem sa rozhodnúť
- ☐ Viac nesúhlasím ako áno
- ☐ Nesúhlasím
11. Často sa učíme tak, že robíme projekty.
- ☐ Súhlasím
- ☐ Viac súhlasím ako nie
- ☐ Som nerozhodný, neviem sa rozhodnúť
- ☐ Viac nesúhlasím ako áno
- ☐ Nesúhlasím
12. Väčšinou sa učíme to, čo nám nadiktuje, povie učiteľ/-ka – málokedy sa učíme z učebnice, prípadne aj z iných zdrojov (knihy, časopisy, internet a iné)
- ☐ Súhlasím
- ☐ Viac súhlasím ako nie
- ☐ Som nerozhodný, neviem sa rozhodnúť
- ☐ Viac nesúhlasím ako áno
- ☐ Nesúhlasím
13. V našej triede sa zlepšenie v učení nehodnotí – učiteľ/-ka nám často vyčíta chyby.
- ☐ Súhlasím
- ☐ Viac súhlasím ako nie
- ☐ Som nerozhodný, neviem sa rozhodnúť
- ☐ Viac nesúhlasím ako áno
- ☐ Nesúhlasím
14. Žiakom, ktorí majú v škole problémy, sa učiteľ/-ka venuje.

- ☐ Súhlasím
- ☐ Viac súhlasím ako nie
- ☐ Som nerozhodný, neviem sa rozhodnúť
- ☐ Viac nesúhlasím ako áno
- ☐ Nesúhlasím

15. Málokedy sa oceňuje a aj známkuje naša schopnosť využívať nielen to, čo sa naučíme naspamäť, ale aj to, čo logicky a tvorivo urobíme.

- ☐ Súhlasím
- ☐ Viac súhlasím ako nie
- ☐ Som nerozhodný, neviem sa rozhodnúť
- ☐ Viac nesúhlasím ako áno
- ☐ Nesúhlasím

16. To, čo sa nám podarí na hodine urobiť, len málokedy ukazujeme spolužiakom.

- ☐ Súhlasím
- ☐ Viac súhlasím ako nie
- ☐ Som nerozhodný, neviem sa rozhodnúť
- ☐ Viac nesúhlasím ako áno
- ☐ Nesúhlasím

17. V našej triede si pri učení ochotne pomáhame – vieme si navzájom poradiť.

- ☐ Súhlasím
- ☐ Viac súhlasím ako nie
- ☐ Som nerozhodný, neviem sa rozhodnúť
- ☐ Viac nesúhlasím ako áno
- ☐ Nesúhlasím

18. Na vyučovaní máme aj úlohy na porozumenie učiva a jeho využitie.

- ☐ Súhlasím
- ☐ Viac súhlasím ako nie
- ☐ Som nerozhodný, neviem sa rozhodnúť
- ☐ Viac nesúhlasím ako áno
- ☐ Nesúhlasím

19. Učiteľ/-ka neprejavuje záujem o naše názory a potreby.

- ☐ Súhlasím
- ☐ Viac súhlasím ako nie
- ☐ Som nerozhodný, neviem sa rozhodnúť
- ☐ Viac nesúhlasím ako áno

- ☐ Nesúhlasím
20. S učiteľom/-kou sme sa dohodli na jasných pravidlách správania sa na vyučovaní.
- ☐ Súhlasím
- ☐ Viac súhlasím ako nie
- ☐ Som nerozhodný, neviem sa rozhodnúť
- ☐ Viac nesúhlasím ako áno
- ☐ Nesúhlasím
21. Na hodine nie sme povzbudzovaní, aby sme sa pýtali, ak pri učení niečomu nerozumieme.
- ☐ Súhlasím
- ☐ Viac súhlasím ako nie
- ☐ Som nerozhodný, neviem sa rozhodnúť
- ☐ Viac nesúhlasím ako áno
- ☐ Nesúhlasím
22. Keď sa nám na vyučovaní niečo nepáči, diskutujeme o tom – vyjadrujeme aj nespokojnosť a hľadáme riešenie.
- ☐ Súhlasím
- ☐ Viac súhlasím ako nie
- ☐ Som nerozhodný, neviem sa rozhodnúť
- ☐ Viac nesúhlasím ako áno
- ☐ Nesúhlasím
23. Naša trieda je skôr zábavným miestom, kde sa nedodržia dohodnuté pravidlá.
- ☐ Súhlasím
- ☐ Viac súhlasím ako nie
- ☐ Som nerozhodný, neviem sa rozhodnúť
- ☐ Viac nesúhlasím ako áno
- ☐ Nesúhlasím
24. Na vyučovaní sa naučíme menej – viac sa musíme naučiť doma.
- ☐ Súhlasím
- ☐ Viac súhlasím ako nie
- ☐ Som nerozhodný, neviem sa rozhodnúť
- ☐ Viac nesúhlasím ako áno
- ☐ Nesúhlasím

Dotazník vyplnil/-o: chlapec

dievča

Ďakujeme za dôveru a čas, ktorý ste venovali vyplneniu.

Príloha C

Ako vyhodnotiť dotazník aktívneho učenia sa žiakov

Spracovanie dotazníkových položiek spočíva v transformácii odpovedí na body a ich následnom spočítaní. Na vyhodnotenie sa budú používať dve transformácie – pôvodná (P) a reverzná (R). Použiť pôvodnú transformáciu znamená, že súhlasu, ktorý výstižne vyjadruje stav, situáciu na vyučovaní (++), pridelieme 5 bodov a súhlasu (+) 4 body. Nesúhlasu (- -) sa prideli 1 bod a (-) 2 body. Nerozhodným odpovediam (x) pridelieme 3 body. Reverzná transformácia má opačné skórovanie.

Transformáciu odpovedí zo škály súhlasím (++); viac áno ako nie (+); som nerozhodný (x); viac nie ako áno (-); nesúhlasím (- -) na skóre (body), pre jednotlivé položky dotazníka, je potrebné urobiť podľa tejto tabuľky:

Dotazníková položka	(P) – bodovanie						Dotazníková položka	(R) – bodovanie					
	++	+	x	-	--			++	+	x	-	--	
Položka 1 a 7	5	4	3	2	1	P1	Položka 13 a 19	1	2	3	4	5	P1
Položka 4 a 22	5	4	3	2	1	P2	Položka 10 a 16	1	2	3	4	5	P2
Položka 14 a 20	5	4	3	2	1	S1	Položka 2 a 8	1	2	3	4	5	S1
Položka 11 a 17	5	4	3	2	1	S2	Položka 5 a 23	1	2	3	4	5	S2
Položka 3 a 9	5	4	3	2	1	K1	Položka 15 a 21	1	2	3	4	5	K1
Položka 6 a 18	5	4	3	2	1	K2	Položka 12 a 24	1	2	3	4	5	K2

Spracované údaje za triedu je možné vyhodnotiť prostredníctvom aritmetického priemeru pre každú zo šiestich premenných. Aritmetické priemery (a. p.) premenných P1; P2; S1; S2; K1 a K2 poukazujú na mieru aktívneho učenia sa žiakov. Interpretujú sa na škále v rozsahu 4 až 20 bodov. Možné rozdiely premenných ukazujú silnejšie i slabšie miesta v podnetoch učiteľa (P1, S1 a K1) a v procesoch na vyučovaní (P2, S2 a K2).



Ako interpretovať dotazník

Interpretácia P1 – podnety učiteľa

4 – 8 bodov (nepodnetná oblasť):

Indikátory prítomnosti podnetov učiteľa (poznávanie – diagnostika žiakov; hodnotenie žiakov podľa individuálnej vzťahovej normy; poradenstvo žiakom s učením; nedirektívne vedenie triedy) sú v procesoch na vyučovaní neprítomné. Absencia podnetov preto vylučuje cieľný rozvoj personálnych zručností žiakov na vyučovaní.

8,1 – 12 bodov (veľmi slabá oblasť):

Indikátory prítomnosti podnetov na rozvoj personálnych zručností žiakov sú veľmi slabé. Podnety učiteľa preto neumožňujú zámerne rozvíjať personálne zručnosti žiakov. V procesoch na vyučovaní sú len slabo zastúpené.

12,1 – 14 bodov (priemerná oblasť):

Indikátory prítomnosti podnetov na rozvoj personálnych zručností žiakov sú priemerné. Len niektoré podnety učiteľa umožňujú rozvoj personálnych zručností žiakov na vyučovaní. Rozvoj však nie je systematický – cieľný.

14,1 – 16 (podnetná oblasť):

Podnety učiteľa sú vhodné na rozvoj personálnych zručností. Umožňujú ich cieľný rozvoj.

16,1 – 20 bodov (veľmi podnetná oblasť):

Indikátory prítomnosti podnetov učiteľa sú v procesoch na vyučovaní silne zastúpené. Podnety učiteľa významne podporujú rozvoj personálnych zručností žiakov.

Interpretácia P2 – procesy personalizácie na vyučovaní

4 – 8 bodov (nerozvíjajúca oblasť):

Indikátory prítomnosti procesov personalizácie žiakov (voľba úloh, postupu a partnera na učenie; hodnotenie svojej učebnej činnosti; prezentovanie výsledkov učenia sa a vyjadrovanie nespokojnosti) nie sú prítomné na vyučovaní. Absencia procesov vylučuje cieľný, zámerný rozvoj personálnych zručností žiakov na vyučovaní.

8,1 – 12 bodov (veľmi slabá oblasť):

Indikátory prítomnosti procesov rozvoja personálnych zručností žiakov sú veľmi slabé. Na vyučovaní sa zámerne nerozvíjajú personálne zručnosti žiakov.

12,1 – 14 bodov (priemerná oblasť):

Indikátory prítomnosti procesov na rozvoj personálnych zručností žiakov sú priemerné. Len niektoré procesy umožňujú rozvoj týchto zručností žiakov na vyučovaní. Rozvoj však nie je cieľný.

14,1 – 16 (rozvíjajúca oblasť):

Procesy na vyučovaní sú vhodné na rozvoj personálnych zručností. Umožňujú ich cielený rozvoj.

16,1 – 20 bodov (veľmi rozvíjajúca oblasť):

Indikátory prítomnosti procesov na vyučovaní sú silne zastúpené. Procesy významne podporujú rozvoj personálnych zručností žiakov na vyučovaní.

Interpretáciu ostatných premenných je možné urobiť rovnakým spôsobom s použitím týchto indikátorov:

Interpretácia S1 – podnety učiteľa

Prítomnosť činností učiteľa, ktoré podporujú rozvoj sociálnych zručností žiakov, indikuje:

- učiteľova podpora – pomoc v učení sa,
- konštruktívna pomoc žiakom v učení,
- učiteľov záujem – pomoc pri riešení problémov v škole,
- dohoda so žiakmi o pravidlách na vyučovaní.

Interpretácia S2 – procesy socializácie na vyučovaní

Prítomnosť procesov rozvoja sociálnych zručností žiakov indikuje možnosť žiakov:

- spolupracovať počas učenia sa vo dvojiciach (učiť sa v skupinách),
- učiť sa pomocou projektu,
- dávať a získavať pomoc pri učení,
- dodržiavať dohodnuté pravidlá skupinovej práce.

Interpretácia K1 – podnety učiteľa

Prítomnosť činností učiteľa, ktoré podporujú rozvoj poznávacích zručností žiakov, indikuje:

- zaujímavosť učiva (protirečenie, situácia zo života...),
- projektovanie učenia sa žiakov na vyučovaní (scenár),
- hodnotenie vyšších poznávacích funkcií,
- povzbudzovanie žiakov k učeniu (kladenie otázok).

Interpretácia K2 – procesy kognitivizácie na vyučovaní

Prítomnosť procesov rozvoja poznávacích zručností žiakov na vyučovaní indikujú:

- žiacke otázky a úlohy,
- úlohy na získavanie a spracovanie informácií,
- úlohy na rozvoj vyšších poznávacích funkcií,
- dôraz na učenie sa v škole, nie doma.

Z pohľadu výsledkov je:

- hodnotenie žiakov brané do úvahy ako objektívne (priemer a variabilita odpovedí budú túto objektivitu spresňovať),
- hodnotenie učiteľa/-ky brané do úvahy ako subjektívne (hodnotil/-a svoje vyučovanie zo svojho uhla pohľadu).

Názov: **Využitie experimentov a učebných aktivít na podporu aktívneho učenia sa vo vyučovaní biológie**

Autor: RNDr. Eleonóra Gullach

Recenzenti: RNDr. Jaroslava Michalová
RNDr. Erika Fryková

Vydavateľ: Metodicko-pedagogické centrum v Bratislave

Odborná redaktorka: Mgr. Terézia Peciarová

Grafická úprava: Ing. Monika Chovancová

Vydanie: 1.

Rok vydania: 2013

Počet strán: 68

ISBN **978-80-8052-552-1**