

Název: Projevy živé hmoty

Téma: Obecné vlastnosti živé hmoty

Úroveň: střední škola

Tematický celek: Obecné zákonitosti přírodovědných disciplín a principy poznání ve vědě

Předmět (obor): biologie

Doporučený věk žáků: 1.–4. ročník SŠ (tj. 15–18 let)

Doba trvání: 1–2 vyučovací hodiny (laboratorní práce)

Specifický cíl: naučit žáky naplánovat a provést badatelskou činnost (vyhledat relevantní informace, formulovat a ověřit hypotézu) a správně ji vyhodnotit (formulovat závěry)

Seznam potřebného materiálu:

Úloha 1 „Stanovení základních faktorů podmiňujících metabolickou aktivitu a rozmnožování kvasinek *Saccharomyces cerevisiae*“

pro každou skupinu: 3× láhev (plastová či skleněná, o objemu max. 500 ml), 3× nafukovací balónek, pekařské kvasnice (1 kostka), lžička, nálevka, fix, tyčinka, cukr, voda, příp. potřeby k mikroskopování (mikroskop, podložní a krycí sklíčka, voda, kapátko, tyčinka)

Úloha 2 „Důkaz plynu vznikajícího při kvašení“ – nepovinné rozšíření

Erlenmayerova baňka, teplá voda, cukr, droždí, tyčinka, lžička, špejle, sirky, vata, zátka s trubičkou, promývačka nebo kádinka, vápenná voda, teplá vodní lázeň

Seznam praktických (badatelských) aktivit:

Zkoumání faktorů ovlivňujících metabolismus a rozmnožování kvasinek *Saccharomyces cerevisiae* (vyhledání informací, důkaz oxidu uhličitého, pozorování pučících buněk, prezentace výsledků)

Anotace:

Tato aktivita se blíže zaměřuje na metabolismus a schopnost samostatného rozmnožování kvasinek *Saccharomyces cerevisiae*, tj. na dvě vlastnosti, které odlišují živou hmotu od neživé. Pro její realizaci je vhodná individuální domácí příprava (žáci vyhledají informace o kvašení a rozmnožování kvasinek). V průběhu jednohodinového laboratorního cvičení žáci navrhnou experiment, pomocí kterého zjistí, jaké faktory ovlivňují metabolismus a rozmnožování kvasinek. Úlohu 1 je možné doplnit o pozorování pučících buněk (časová dotace 20 minut).

Dále lze aktivitu rozšířit o úlohu 2 – badatelské zjišťování (důkaz) plynu, který se uvolňuje při kvašení. Pro toto nepovinné rozšíření je vhodná skupinová práce žáků v rozsahu jedné vyučovací hodiny. Variantou je, že důkaz předvede učitel demonstračně (pak časová dotace 15 minut).

Obě úlohy jsou určeny pro žáky SŠ, nejlépe se hodí v obecné biologii (obecné vlastnosti živé hmoty) nebo pro žáky v přírodovědném semináři. Rozšíření týkající se důkazu plynu spadá spíše do výuky chemie.

Harmonogram výuky:

	náplň práce	čas	potřebné vybavení a pomůcky	činnost učitele	činnosti žáků
Úvod do tématu – motivace	Domácí příprava	20 minut	Pracovní listy, literatura, internet	Kontrola domácích úkolů, rozdělení žáků do skupin. Příprava pomůcek a materiálu pro praktickou činnost (mikroskopování, důkaz CO ₂ apod.)	Vyhledávání relevantních informací a vyplňování příslušných míst v pracovním listu. Formulace hypotézy, příprava některých pomůcek a materiálu pro praktickou činnost
Předlaboratorní příprava					
Praktická (badatelská) činnost	Praktické řešení úlohy 1, příp. rozšíření o úlohu 2	45–90 min	Viz výše seznam potřebného materiálu + pracovní listy	Kontrola správnosti postupu, příp. doporučení vhodnější varianty. Učitel může demonstračně provést důkaz plynu, který se uvolňuje při kvašení	Práce ve skupinách, ověření hypotézy, konzultace postupu práce, mikroskopování, vedení záznamů
Prezentace výsledků		10 minut	Pracovní listy	Moderování a usměrňování prezentace žáků	Formulace a prezentace výsledků bádání
Vyhodnocení výsledků					

Domácí úkol pro žáky:

Žáci předem vyhledávají informace o kvašení a rozmnožování kvasinek *Saccharomyces cerevisiae*.

Přípravy pro učitele

Plán aktivit:

Úloha 1 „Stanovení základních faktorů podmiňujících metabolickou aktivitu a rozmnožování kvasinek *Saccharomyces cerevisiae*“

Za domácí úkol individuální teoretická příprava (žáci si předem vyhledají informace o kvašení a rozmnožování kvasinek) a stanovení hypotézy, tj. učitel žákům předem rozdává první stranu pracovního listu.

Ve škole následně učitel rozdělí žáky do skupin (po 3–5 žácích) a během jedné vyučovací hodiny laboratorní práce žáci ověřují hypotézu, na které se v rámci skupiny dohodnou.

Úlohu 1 je možno doplnit o mikroskopování (pozorování pučících buněk, cca 20 minut).

Úloha 2 „Důkaz plynu vznikajícího při kvašení“

Dále je možné realizovat nepovinné rozšíření týkající se důkazu plynu, který vzniká při kvašení, a to buď formou žákovské skupinové práce (1 vyučovací hodina laboratorní práce) nebo v demonstrační formě (důkaz plynu provede učitel – pak cca 15 minut).

Tisková verze úloh pro žáky: soubor Projevy zive hmoty I – tisk pro zaky.pdf

Níže následují konkrétní přípravy pro učitele, a poté učební materiály pro žáky (tj. pracovní listy). V přípravách pro učitele jsou **červeně** napsány poznámky pro učitele (jedná se o doporučení, návodné otázky pro žáky, metodické pokyny, návrhy experimentů, přepokládané výsledky atd.).

Úloha 1: Stanovení základních faktorů podmiňujících metabolickou aktivitu a rozmnožování kvasinek *Saccharomyces cerevisiae*

Mezi obecné vlastnosti, které odlišují živou hmotu od neživé, patří mj. přeměna látek a energie (tj. metabolismus) a schopnost samostatného rozmnožování.

Úkol: Zjistěte, které faktory a jakým způsobem ovlivňují metabolismus a rozmnožování kvasinek *Saccharomyces cerevisiae*.

Problém: Zjistit, které faktory a jakým způsobem ovlivňují metabolismus a rozmnožování kvasinek *Saccharomyces cerevisiae*.

Brainstorming. Na tabuli zapsat otázky, které žáky napadnou k tomu, jak problém řešit.

Otázky např.: Co je nezbytné pro to, aby kvasinka začala metabolizovat a množit se? Za jakých podmínek metabolizují a rozmnožují se kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* nejrychleji? Jaké jsou optimální podmínky pro jejich metabolickou aktivitu? Kdy je jejich aktivita utlumena? Za jakých podmínek nemetabolizují vůbec? Jak prokážeme, že se buňky dělí? Jak zjistíme, zda je buňka živá nebo mrtvá?

Individuální domácí teoretická příprava („co už je známo“) předem + na základě toho doma žáci stanoví hypotézu a podle toho si každý donese doplňkový materiál, o němž si myslí, že ho bude potřebovat (většinou donesou pouze cukr, což stačí). Ve škole pak vytvoření skupin (po 3–5 žácích, ve skupině se žáci dohodnou na společné hypotéze), ověření hypotézy – provedení experimentu a porovnání výsledků u jednotlivých skupin.

Otázka: Co je nezbytné pro to, aby se kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* začaly množit a metabolizovat?

Brainstorming: nějaká živina, voda, správná teplota, ...

Co je už známo? Aneb na začátku si zjistěte relevantní dostupné informace o kvašení a množení kvasinek:

Již od dob antiky se kvasinky *S. cerevisiae* používají v kvasných procesech v pekařství a v pivovarnictví. Kvašení (fermentace) je proces, při kterém je cukr (nejběžněji glukóza) přeměněn sérií reakcí, při nichž obvykle není vyžadován kyslík. Hlavními konečnými produkty při kvašení u kvasinek jsou ethanol a oxid uhličitý. Energetický zisk pro buňku je však podstatně menší než při dýchání (respiraci), kdy je cukr oxidován za účasti kyslíku a vzniká oxid uhličitý a vodní pára. Jak kvašení, tak dýchání vyžadují přítomnost specifických enzymů – katalyzátorů bílkovinné povahy. Kvasinky jsou schopny organické zdroje uhlíku zkvasit či oxidovat za účasti kyslíku podle podmínek, v nichž se nacházejí. Kvasinky *S. cerevisiae* preferují alkoholové kvašení i v prostředí s přítomností kyslíku.



Kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* se rozmnožují zpravidla nepohlavně, speciálním typem dělení typickým pro kvasinky, tzv. pučením. Pučení je děj, při němž se na buňce objevuje nejdříve malý hrbolek – pupen, který postupně dorůstá až do přibližně stejné velikosti, jakou má mateřská buňka, a posléze se odděluje jako buňka dceřiná.

Hypotéza: Kvasinky se budou množit a metabolizovat, pokud budou mít k dispozici (doplňte větu): organickou živinu (cukr) a vodu (asi tělesné teploty).

Jak poznáte, že kvasinky metabolizují a že se množí? Doplňte věty.

1. Kvasinky, které metabolizují,

kvasí, tzn. produkují plyn (CO_2). Budu proto pozorovat uvolňování bublinek plynu. Uvolněný CO_2 lze jímát a provést důkazovou zkoušku (viz rozšíření – úloha 2 „Důkaz plynu vznikajícího při kvašení“).

2. Když se kvasinky množí,

nabývá jejich hmota, protože vznikají nové buňky. Pokud budu kvasinky mikroskopovat, měly by být pozorovatelné pučící buňky.

Experiment k ověření hypotézy:

K dispozici máte níže uvedené pomůcky a materiál. Jaký navrhnete experiment pro ověření hypotézy? Jaký doplníte materiál, který je nutný k provedení experimentu? (Viz hypotézu!)

Pomůcky a materiál: 3× (suchá) láhev (plastová či skleněná – o objemu max. 500 ml), 3× nafukovací balónek (který lze nasadit na ústí láhve), pekařské kvasnice (1 kostka), lžička, nálevka, fix, příp. tyčinka

Další materiál (doplň): cukr, teplá voda (asi tělesné teploty)

Návrh experimentu a postup jeho provedení (event. s nákresem).

Do láhve dám kvasinky a „další materiál“ (tj. cukr a teplou vodu) a na láhev nasadím balónek. Kvasinky se budou množit a metabolizovat a vznikající CO_2 nafoukne balónek. Pokud bude „další materiál“ obsahovat nevhodné živiny (např. NaCl) nebo budou zvoleny nevhodné podmínky (např. nepřítomnost vody nebo horká voda), kvasinky nebudou metabolizovat, tudíž se nebude produkovat CO_2 a balónek zůstane nenafouknutý.



Postup provedení experimentu:

Láhve označíme čísly 1, 2, 3.

Do první láhve dáme pouze 2 lžičky cukru.

Do druhé láhve dáme pouze teplou vodu (z kohoutku, asi tělesné teploty) 20 až 200 ml (dle velikosti láhve).

Do třetí láhve dáme 2 lžičky cukru a stejné množství teplé vody jako ve druhém případě.

Poté do každé láhve rozdrobíme jednu třetinu kostky kvasnic (stačí i méně).

Obsah lahví lehce zamícháme.

Na ústí každé láhve nasadíme nafukovací balónek a pozorujeme (alespoň 20 minut).

Poznámky:

Doporučuji použít plastové láhve od nápoje Kubík (objem cca 330 ml; hrdlo dostatečně široké, aby se dobře vkládal materiál a zároveň dodatečně úzké pro pohodlné nasazení balónku).

Pro rychlejší průběh je možné láhve s balónky umístit na teplý radiátor, do teplé vodní lázně nebo do trouby (pozor – do trouby nedávat plastové láhve a zahřívat max. na 50 °C).

Podle toho, jaký žáci navrhnu další materiál, je možné pokus rozšířit, např. o uspořádání s kuchyňskou solí (NaCl) – kvasinky ji však nejsou schopny metabolizovat, protože to není organický zdroj uhlíku (balónek se tudíž nenafoúkne).

Pokud se nepoužije teplá voda, ale studená, bude trvat delší dobu, než se kvasinky „zahřejí“ a začnou metabolizovat – balónek se tudíž nafaúkne, ale až po delší době. Pokud se použije horká voda, kvasinky zahynou, a balónek se proto vůbec nenafoúkne.

Výsledky:

Co jste pozorovali? Popište slovně svá pozorování, doplňte nákres výsledku experimentu či fotografii.



Nafouknul se balónek nasazený na láhvi 3. Balónek v prvním a ve druhém případě zůstal nenafoúknutý. V první láhvi došlo pouze k „roztečení“ kvasnic a jejich smísení s cukrem. Uvolňování bublinek plynu jsme nepozorovali. Směs ve druhé láhvi se od zahájení experimentu do jeho konce nezměnila. Ve třetí láhvi jsme pozorovali uvolňování bublinek plynu (který nafaúknu balónek) a nabývala hmota kvasnic („na hladině“) – kvasnice metabolizovaly a množily se.

DOPLNĚNÍ k ověření hypotézy:

Výše jste odpovídali na otázku, jak byste poznali, že se buňky množí. Nyní si to experimentálně ověřte! (Jak? Co k tomu použijete?)

Důležité poznámky:

Pučící buňky jsou lépe pozorovatelné ve starší suspenzi (připravené alespoň několik desítek minut předem).

Doporučuji použít co možná největší zvětšení – minimálně 400×, lépe ještě větší (optimálně 1000×). Při zvětšení alespoň 600× lze u kvasinek pozorovat jádro a vakuolu, lépe jsou též pozorovatelné pučící buňky.

Pokud žáci pozorovali pučící buňky už při řešení úlohy „Poplach v laboratoři“, lze toto doplnění vynechat.

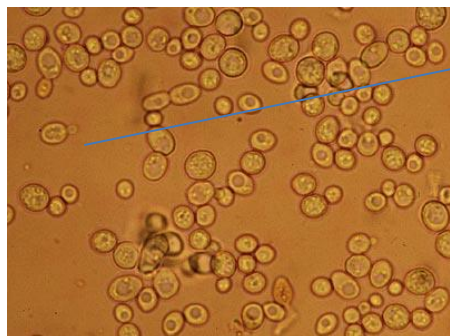
Pomůcky a materiál: suspenze vzorků 2 a 3, potřeby k mikroskopování (mikroskop, podložní a krycí sklíčka, voda, kapátko, tyčinka)

Postup práce:

V obou případech vždy přeneseme kapku suspenze na podložní sklo, překryjeme krycím sklíčkem a daný preparát pozorujeme pod mikroskopem.

Pozorování (slovní popis a nákres):

Mikroskopovali jsme suspenze vzorků 2 a 3. Ve druhém případě jsme pozorovali pouze kolonie kulovitých buněk kvasinek, zatímco ve třetím případě jsme viděli i množící se – pučící buňky.



pučící buňka

<http://yeast-lab.wikispaces.com/>

Závěr:

Kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* se množí a metabolizují, pokud mají k dispozici cukr a (teplou) vodu. Při kvašení se uvolňuje plyn. Kvasinky se množí převážně pučením, které lze pozorovat mikroskopem (s dostatečným zvětšením).

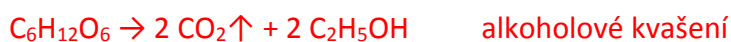
ROZŠÍŘENÍ:

Úloha 2: Důkaz plynu vznikajícího při kvašení

Otázka: Jak dokážete, který plyn se uvolňuje při kvašení?

Co víte o kvašení (fermentaci) a plynu, který se při něm uvolňuje?

Kvašení (fermentace) je proces, při kterém je cukr (nejběžněji glukóza) přeměněn sérií reakcí, při nichž není vyžadován kyslík. Hlavními konečnými produkty při kvašení u kvasinek jsou ethanol a oxid uhličitý.



Plynem, který se uvolňuje při kvašení, je (doplň): oxid uhličitý (CO_2)

Co víte o možnostech, jakými lze dokázat přítomnost tohoto plynu?

Oxid uhličitý je bezbarvý plyn bez zápachu, který nepodporuje hoření. Jeho reakcí s vápennou vodou (tj. $\text{Ca}(\text{OH})_2$) vzniká bílá sraženina uhličitanu vápenatého.



Hypotéza:

Pokud při kvašení vzniká... oxid uhličitý

- Jedná se o plyn, který nepodporuje hoření, proto hořící špejle v přítomnosti oxidu uhličitého zhasne. Pokud však oxid uhličitý nebude přítomen, ale bude přítomen kyslík, špejle bude hořet dál.
- Reakcí tohoto plynu s vápennou vodou vznikne sraženina bílého uhličitanu vápenatého. Pokud vzniká jiný plyn, bude pouze probublávat vápennou vodou a sraženina nevznikne.

Experimenty k ověření hypotézy:

Navrhněte alespoň jeden pokus, kterým dokážete, jaký plyn se uvolňuje při kvašení kvasinek *S. cerevisiae*. Uveďte, jaké budete potřebovat pomůcky a materiál a jak pokus provedete.

Poznámky: Experiment/y může provádět buď pouze učitel demonstračně, nebo je mohou provádět sami žáci ve skupinách v laboratoři (záleží na času, který chce učitel tomuto experimentu věnovat a na množství dostupného laboratorního vybavení).

1. Provedení s hořící špejlí:

Pomůcky a materiál:

Erlenmayerova baňka, teplá voda, cukr, droždí, tyčinka, lžička, špejle, sirky, vata

Postup provedení:

Do Erlenmayerovy baňky připravíme směs teplé vody, jedné lžičky cukru, asi jedné čtvrtiny droždí a zamícháme.

Baňku se směsí uzavřeme vatovou zátkou a postavíme na teplé místo, kde ji necháme stát alespoň 15 minut.

Potom vsuneme do nádoby hořící třísku.

Necháme žáky uvažovat a vysvětlit pozorované jevy.

Důležité poznámky:

Pokus lze provést i se vzorkem 3A (po sundání balónku vložit do láhve hořící špejli).

Pozorování:

Hořící tříška po vsunutí do baňky zhasla.

Závěr:

Kvasinky *S. cerevisiae* zkvašují cukr, přičemž vzniká oxid uhličitý – plyn, který nepodporuje hoření. Hořící tříška proto v baňce zhasne.

2. Provedení s vápennou vodou:

Pomůcky a materiál: Erlenmayerova baňka, zátká s trubičkou, promývačka nebo kádinka, cukr, droždí, vápenná voda, teplá vodní lázeň

Příprava vápenné vody $Ca(OH)_2$: Do vody v kádince sypejte a rozmíchejte CaO . Vzniklou suspenzi nechte několik hodin stát a nakonec zfiltrujte. Roztok musí být čirý.

Postup provedení:

V Erlenmayerově baňce přidáme do 100 ml vody jednu lžičku cukru a čtvrt kostky kvasnic.

Baňku uzavřeme zátkou s ohnutou trubičkou, kterou vedeme do promývačky (nebo kádinky) s 50 ml vápenné vody.

Baňku vložíme do teplé vodní lázně a pozorujeme.

Pozorování:

Ze směsi kvasnic s cukrem a vodou unikaly bublinky bezbarvého plynu, který v promývačce probublával vápennou vodu, a ta se začala mléčně kalit.

Závěr:

Kvasinky zkvašují cukr, přičemž se tvoří ethanol a uvolňují se bublinky CO_2 . Plynný oxid uhličitý uniká do promývačky, kde se jeho reakcí s vápennou vodou tvoří bílá sraženina $CaCO_3$.



Společný závěr pro úlohy „Stanovení základních faktorů podmiňujících metabolickou aktivitu a rozmnožování kvasinek *Saccharomyces cerevisiae*“ a „Důkaz plynu vznikajícího při kvašení“:

Projevem metabolismu kvasinek *Saccharomyces cerevisiae* je produkce plynu – při kvašení se uvolňuje oxid uhličitý, který lze prokázat hořící špejlí (zhasne) nebo reakcí s vápennou vodou (vzniká bílý zákal). Pro růst kvasinek, jejich dělení a metabolickou aktivitu spojenou s tvorbou CO₂ je nezbytná přítomnost zdroje živin (cukr) a (teplé) vody (asi tělesné teploty).

Zdroje:

Ouřadová, V. a Zikánová, B. Jak funguje droždí? Laboratorní cvičení.

Biologie, chemie, zeměpis, 2011, roč. 20, č. 1, s. 17–21.

Rosypal, S. Nový přehled biologie. Praha: Scientia, 2003, ISBN 80-86960-23-4.

<http://yeast-lab.wikispaces.com/>

<http://www.math.unl.edu/~jump/Center1/Labs/What%20Affects%20Yeast%20Growth.pdf>

Závěrečné poznámky

Jiné varianty a další možné úpravy či doporučení:

Úlohy jsou určeny pro žáky SŠ, kteří by měli mít znalosti o obecných vlastnostech živé hmoty – zejména metabolismu a rozmnožování kvasinek (obecná biologie, houby), příp. také o důkazových reakcích (chemie).

Reflexe po hodině:

Co se povedlo a co ne?

Je třeba něco zkusit znovu či jinak?

Byl výsledek v něčem překvapující?

Navazující a rozšiřující aktivity:

Doplnění: mikroskopování – pozorování pučících buněk. Pokud žáci pozorovali pučící buňky už při řešení úlohy „Poplach v laboratoři“, lze toto doplnění vynechat.

Rozšíření: V závislosti na časových možnostech je možné úlohu 2 „Důkaz plynu vznikajícího při kvašení“ řešit badatelsky v žákovských skupinách, příp. může důkaz předvést demonstračně učitel či lze úlohu úplně vynechat.

Na úlohy v tomto celku „Projevy živé hmoty“ lze plynule navázat úlohami z celku „Projevy živé hmoty – rychlost metabolismu“.