

Enzymy

| | | | |
|------------------------------------|---|---------------------|-----------|
| Časová náročnost: | 120 minut (+ 2 h pozorování) | Místo výuky: | laboratoř |
| Zařazení tematického celku: | Biochemie – enzymy; SŠ | | |
| Bezpečnost: | Práce s potravinami – důraz na zákaz konzumace v laboratoři, práce se sklem, zkoumání hmatem – rukavice či důkladné mytí rukou | | |
| Výukové cíle: | Žák ovlivňuje průběh chemických reakcí a z pozorování vyvodí obecné závěry o enzymech. Žák interpretuje výsledky pozorování více smysly. | | |

Pomůcky: kádinky, nůž či struhadlo, plotýnka, zkumavky, stojan na zkumavky, stopky, sklenice, plátno, lžička, mísa či sklenice na vodní lázeň (vhodné je i sítko či třecí miska)

Chemikálie: čerstvé ovoce (ananas, kiwi, zázvor, jablko, citron), želatinoví medvídci, potraviny (paprika, játra, křen, brambory...), mléko, voda

Příprava:

- Příprava potřebných chemikálií a pomůcek, tisk pracovních listů (PL)

Osnova:

| Aktivita (čas) | Popis | Pomůcky | Poznámka |
|--|--|--|---|
| Organizace cvičení (5 min) | Učitel žákům popíše průběh cvičení. | PL pro žáky | Učitel klade důraz na bezpečnost a podrobné zapisování pozorování. |
| SAMOSTATNÁ PRÁCE ŽÁKŮ pořadí pokusů si studenti mohou upravit dle svých preferencí | | | |
| Medvědožravé ovoce (a) (20 min + 2h pozorování) | Želatinový medvídek se rozkládá vlivem proteas | 3–5 druhů čerstvého ovoce (ananas, kiwi, jablko, citron; vhodný je i zázvor), kádinky, nůž či struhadlo, želatinoví medvídci | Proteasy z ovoce Pokus trvá alespoň 4 hodiny (ideální je celodenní pozorování) |

| | | | |
|---|---|--|---|
| Medvědožravé ovoce (b) (30 min + 2h pozorování) | Srovnání kompotované vs. uvařené vs. čerstvé ovoce | Čerstvý ananas, kompotovaný ananas, horká voda, plotýnka, kádinky, nůž či struhadlo, želatinoví medvídci | Proteasy z ovoce – pokračování předchozího Pokus trvá alespoň 4 hodiny (ideální je celodenní pozorování) |
| Katalasy v potravinách (25 min) | Srovnání obsahu katalasy v ovoci a zelenině rozkladem H ₂ O ₂ | 5 druhů potravin (jablko, citron, paprika, brambora, játra, křen, ...), nůž, 5 zkumavek, stojan na zkumavky, 10% roztok H ₂ O ₂ , stopky | Detekce sluchem Nejvíce katalasy je v játrech, bramboře a křenu, nejméně v jablku a citronu |
| Domácí tvaroh s pomocí enzymů (30 min) | Srážení mléka pomocí enzymů z ovoce (z ananasu) | Mléko, čerstvé ovoce s vysokým obsahem proteas (ananas, kiwi), vodní lázeň, sklenice, plátno, lžička | – |
| ÚKLID + SPOLEČNÁ REFLEXE | | | |
| Úklid + reflexe (10 min) | Úklid (při dostatku času společná reflexe a diskuze nad způsoby pozorování) | – | Otázky viz PL pro žáky |

Modifikace a vylepšení:

- Laboratorní cvičení lze zkrátit rozdělením žáků do skupin, kdy každá skupinka bude mít za úkol provést 1 pokus. Následně si skupiny budou prezentovat výsledky jednotlivých pokusů. Potom je vhodné rozdělit pokusy mezi studenty tak, aby každá skupina dělala 1 z pokusů s gumovými medvídky a během čekání na výsledky buď domácí tvaroh nebo katalasy v potravinách.
- Na začátku laboratorního cvičení je potřeba zdůraznit, že žáci v laboratoři nesmějí nic ochutnávat. Pokud cvičení probíhá v obyčejné třídě mimo laboratoř, je vhodné oddělit pokus s katalasami a rozkladem peroxidu vodíku, poté je možné ostatní výsledky experimentů zkoumat i chutí.
- Pokusy s gumovými medvídky trvají dlouhou dobu – ideální je pozorovat je i po skončení praktik např. během přestávky. Pokud počkáme do druhého dne, medvídek ve šťávě z kiwi či ananasu se úplně rozpustí.
- Většinu pokusů je vhodné pozorovat hmatem.

- Gumové medvídky lze alternovat obyčejnou želatinou. Je možné ji buď uvařit a nalít do stejných misek nebo z ní vytvořit stejně velké kostky v silikonové formě na led.

- **K jednotlivým pokusům:**
 - Z čerstvého ovoce je vhodné vždy použít alespoň kiwi nebo ananas, které obsahují vysoké množství proteas. Gumový medvídci se budou rozkládat i působením citronu, protože obsahuje kyselinu citronovou, která způsobí denaturaci želatiny.
 - Z potravin je vhodné využít brambory, papriku či játra, které jsou bohaté na katalasy.
 - Výroba domácího tvarohu se objevuje i v tematickém celku *Vliv podmínek na průběh reakcí*. Pokud učitel s žáky tento pokus již provedl, může pracovat badatelským přístupem: zeptat se žáků, jak by vytvořili domácí tvaroh, pokud mají mléko, ale nemají ocet pro sražení. Zároveň lze propojit téma enzymů s podmínkami reakce.
 - Složení gumových medvídků mohou žáci přečíst přímo z obalu.

Jména:

Třída:

Datum:

| Čas | Výsledky pozorování |
|-----|---------------------|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

1. Z čeho se skládají gumoví medvídci?
2. Co se stane, když medvídci zreagují s proteasami?
3. Ve kterém ovoci je nejvíce proteas?



Experimentuj

*Pokud **ovoce upravíme**, budou proteasy fungovat stejně? Jde se vařit!*

1. Připrav si plotýnku, kádinku (250ml či 500 ml), **čerstvý a kompotovaný ananas**, struhadlo a **gumové medvídky**.
2. Čerstvý ananas nastrouhej a vymačkej z něj co nejvíce **šťávy** (minimálně 50 ml). 2/3 šťávy nalij do větší kádinky, vlož na plotýnku a **přiveď k varu**. Jakmile šťáva začne bublat, sundej ji z plotýnky a nech ji zchladnout na pokojovou teplotu.
3. **Kompotovaný ananas** také nastrouhej a vymačkej z něj co nejvíce šťávy. Tu můžeš doplnit šťávou z kompotu.
4. Do **3 kádinek** (50 ml) vlož gumové medvídky. Prvního zalij neupravenou šťávou z čerstvého ananasu, druhého zalij šťávou, která prošla varem a třetího zalij šťávou z kompotovaného ananasu. Ve všech případech musí být medvídek úplně ponořený.

Jména:

Třída:

Datum:



Zkoumej a propojuj

1. Medvídky pozoruj a každých 30 minut si zaznamenej své pozorování.

| Čas | Výsledky pozorování |
|-----|---------------------|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

2. Co se stalo s proteasami po povaření ananasové šťávy?

3. Co se stalo s proteasami v kompotovaném ananasu?

4. Změnou podmínek můžeme změnit aktivitu enzymů. Uveď 3 podmínky, jejichž změnou ovlivníme funkčnost enzymů.



Experimentuj

Potraviny neobsahují pouze proteasy, ale i **katalasy**. Prozkoumej jejich výskyt.

1. Do stojanu si připrav **5 zkumavek**. Do každé z nich vlož 1 podobně veliký kousek (cca 1 cm³) potravin (jablko, citron, paprika, brambora, játra, křen...).
2. Poté do všech nalij cca **4 ml zředěného H₂O₂** (10%). Pozoruj sluchem, jestli je v některé zkumavce rozkládán peroxid rychleji než v jiné. Své pozorování zapiš do tabulky.



Zkoumej a propojuj

1. Do tabulky zapiš výsledky pozorování:

| Zkumavka | Potravina | Reakce |
|----------|-----------|---------------------------|
| 1 | | žádná / pomalá / bouřlivá |
| 2 | | žádná / pomalá / bouřlivá |
| 3 | | žádná / pomalá / bouřlivá |
| 4 | | žádná / pomalá / bouřlivá |
| 5 | | žádná / pomalá / bouřlivá |

2. Která potravina nebo potraviny obsahují nejvíce katalas a jak jsi to poznal? Která jich obsahují nejméně?



Experimentuj

Enzymy nacházejí velké využití v biotechnologiích. Jednou z nich je **potravinářství**, kterou teď sám prozkoumáš.

1. Uklid' si své pracovní místo. Poté si připrav kovovou mísu nebo hrnec, sklenici, lžiči a čisté plátno.
2. Do sklenice nalij **100 ml čerstvého mléka**.
3. Do mísy či hrnce nalij vroucí vodu a opatrně dovnitř vlož sklenici. Počkej 10 minut.
4. V mezičase si **odšťavni čerstvý ananas** (nejlépe nastroháním na malé kousky a poté vymačkáním šťávy z těchto kousků). Potřebuješ cca 25 ml šťávy.
5. Šťávu z ananasu přilij k mléku a pořádně promíchej. Směs míchej, dokud nevznikne velké množství **sraženiny**.
6. Z mísy vylíj teplou vodu a vlož dovnitř plátno. Mléčnou směs ze sklenice přelij na plátno. Poté ze směsi vymačkej přebytečnou syrovátku. Pokud jsi pokus prováděl mimo laboratoř, můžeš ochutnat domácí tvaroh i okapanou syrovátku.

Jména:

Třída:

Datum:



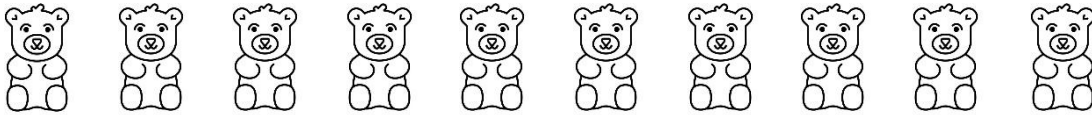
Zkoumej a propojuj

1. Co se stalo s mlékem po přidání ananasové šťávy?
2. Narušili jsme strukturu bílkoviny. Který enzym nacházející se v ananasu se na tomto procesu podílel?



Zamysli se

Kolik gumových medvídků z 10 si zasloužíš za tuto laboratorní práci?



Proč si zvolil právě toto množství?

Co tě dnes během laboratorního cvičení překvapilo?

S čím jsi dnes nebyl spokojený? Jak to můžeš příště zlepšit?

Napiš 10 klíčových slov, které vystihují dnešní laboratorní cvičení:

Na závěr uveď 1 informaci, kterou si odnášíš do běžného života:

ŘEŠENÍ PRACOVNÍHO LISTU PRO ŽÁKY – Enzymy



Zamysli se

Enzymy plní v organismech funkci **biokatalyzátorů**, což znamená, že umožňují některým chemickým reakcím, aby proběhly, nebo **urychlily** jejich průběh. Skládají se z **proteinů**, proto je jejich funkčnost závislá na **pH** a **teplotě**. Plní mnoho funkcí: katalasa urychluje **rozklad** H_2O_2 na vodu a **kyslík**, proteasy rozkládají **proteiny**, amylasy rozkládají **škrob**... Proto mají široké využití v biotechnologiích např. **v pracích prášcích, v potravinářství pro výrobu mléčných výrobků, kysaných výrobků, v lékařství a farmacii.**



Experimentuj

Začneme zkoumáním **proteas**. Najdeme je v ovoci a zelenině, ale mají vždy stejnou koncentraci?

1. Připrav si **gumové medvídky, 3–5 druhů čerstvého ovoce** a stejné množství malých kádinek (50 ml).
2. Do každé kádinky vlož jednoho gumového medvídka. Medvídka **v první kádince** zalij destilovanou **vodou** tak, aby byl celý ponořený.
3. Ovoce **odšťavni**. Můžeš jej např. nastroumat a vymačkat šťávu přes sítko (ideální pro zázvor a ananas), či nakrájet na menší kousky a vymačkat.
4. Do každé kádinky nalij šťávu z jednoho druhu ovoce tak, aby byl celý gumový medvídek ponořený.
5. Pozoruj a každých 30 minut si zaznač do tabulky změny v pozorování



Zkoumej a propojuj

Popiš své pozorování do tabulky níže. Zaměř se na strukturu medvídků, ke zkoumání použij hmat. Nezapomeň si po každém zkoumání umýt ruce, aby sis nekontaminoval jednotlivé roztoky.

| Čas | Výsledky pozorování |
|-----------|---|
| 30 min | Gumoví medvídci ve šťávě ovoce s vysokým obsahem proteas se rozpouštějí a zmenšují (ananas, kiwi, zázvor). Rámcově je jejich rozpuštění výrazné až po 4h, úbytek lze pozorovat i po 2h. |
| 1 h | |
| 1h 30 min | V ostatních kádinkách medvídci nabobtnají a zvětší se (zejm. ve vodě) |
| 2 h | |

Jména:

Třída:

Datum:

1. Z čeho se skládají gumoví medvídci?

Z želatiny – živočišného či rostlinného původu (agarová želatina)

2. Co se stane, když medvídci zreagují s proteasami?

Želatina se začne rozkládat – proteasy štěpí peptidickou vazbu bílkovin, ze kterých se želatina skládá.

3. Ve kterém ovoci je nejvíce proteas? **Ananasu, kiwi, příp. zázvoru**



Experimentuj

Pokud **ovoce upravíme**, budou proteasy fungovat stejně? Jde se vařit!

1. Připrav si plotýnku, kádinku (250ml či 500 ml), **čerstvý a kompotovaný ananas**, struhadlo a **gumové medvídky**.
2. Čerstvý ananas nastrouhej a vymačkej z něj co nejvíce **šťávy** (minimálně 50 ml). 2/3 šťávy nalij do větší kádinky, vlož na plotýnku a **přiveď k varu**. Jakmile šťáva začne bublat, sundej ji z plotýnky a nech ji zchladnout na pokojovou teplotu.
3. **Kompotovaný ananas** také nastrouhej a vymačkej z něj co nejvíce šťávy. Tu můžeš doplnit šťávou z kompotu.
4. Do **3 kádinek** (50 ml) vlož gumové medvídky. Prvního zalij neupravenou šťávou z čerstvého ananasu, druhého zalij šťávou, která prošla varem a třetího zalij šťávou z kompotovaného ananasu. Ve všech případech musí být medvídek úplně ponořený.



Zkoumej a propojuj

1. Medvídky pozoruj a každých 30 minut si zaznamenej své pozorování.

| Čas | Výsledky pozorování |
|-----|--|
| | Kompotovaná šťáva z ananasu ani převařený ananas by neměli rozkládat želatinu, případně ji budou rozkládat výrazně pomaleji. |
| | Medvídky je vhodné pozorovat alespoň 2h, spíše 3–4h. |
| | |
| | |
| | |

2. Co se stalo s proteasami po povaření ananasové šťávy?

Došlo k jejich denaturaci, čímž ztratily svou katalytickou funkci.

Jména:

Třída:

Datum:

3. Co se stalo s proteasami v kompotovaném ananasu?

Ovoce při tvorbě kompotu prochází varem – opět dojde k denaturaci enzymů.

4. Změnou podmínek můžeme změnit aktivitu enzymů. Uveď 3 podmínky, jejichž změnou ovlivníme funkčnost enzymů.

Teplota, pH, přidání inhibitorů...



Experimentuj

Potraviny neobsahují pouze proteasy, ale i **katalasy**. Prozkoumej jejich výskyt.

1. Do stojanu si připrav **5 zkumavek**. Do každé z nich vlož 1 podobně veliký kousek (cca 1 cm³) potraviny (jablko, citron, paprika, brambora, játra, křen...).
2. Poté do všech nalij cca 4 ml zředěného H₂O₂ (10%). Pozoruj sluchem, jestli je v některé zkumavce rozkládán peroxid rychleji než v jiné. Své pozorování zapiš do tabulky.



Zkoumej a propojuj

1. Do tabulky zapiš výsledky pozorování:

| Zkumavka | Potravina | Reakce |
|----------|-----------|---------------------------|
| 1 | jablko | žádná / pomalá / bouřlivá |
| 2 | citron | žádná / pomalá / bouřlivá |
| 3 | brambora | žádná / pomalá / bouřlivá |
| 4 | játra | žádná / pomalá / bouřlivá |
| 5 | paprika | žádná / pomalá / bouřlivá |

2. Která potravina nebo potraviny obsahují nejvíce katalasy a jak jsi to poznal? Která jich obsahují nejméně?

Pokud pozorujeme bouřlivou reakci (tedy unikající bublinky kyslíku vznikající rozkladem H₂O₂), obsahují potraviny vysoké množství katalas např. játra, brambora, křen či paprika. Nejméně jich najdeme v citronu či jablku.



Experimentuj

Enzymy nacházejí velké využití v biotechnologiích. Jednou z nich je **potravinářství**, kterou teď sám prozkoumáš.

Jména:

Třída:

Datum:

1. Uklid' si své pracovní místo. Poté si připrav kovovou mísu nebo hrnec, sklenici, lžíci a čisté plátno.
2. Do sklenice nalij **100 ml čerstvého mléka**.
3. Do mísy či hrnce nalij vroucí vodu a opatrně dovnitř vlož sklenici. Počkej 10 minut.
4. V mezičase si **odšťavni čerstvý ananas** (nejlépe nastrouháním na malé kousky a poté vymačkáním šťávy z těchto kousků). Potřebuješ cca 25 ml šťávy.
5. Šťávu z ananasu přilij k mléku a pořádně promíchej. Směs míchej, dokud nevznikne velké množství **sraženiny**.
6. Z mísy vylij teplou vodu a vlož dovnitř plátno. Mléčnou směs ze sklenice přelij na plátno. Poté ze směsi vymačkej přebytečnou syrovátku. Pokud jsi pokus prováděl mimo laboratoř, můžeš ochutnat domácí tvaroh i okapanou syrovátku.



Zkoumej a propojuj

1. *Co se stalo s mlékem po přidání ananasové šťávy?*
Mléčné bílkoviny se srazily. Došlo k denaturaci, kdy se změnila sekundární, terciární a kvartérní struktura bílkoviny.
2. *Narušili jsme strukturu bílkoviny. Který enzym nacházející se v ananasu se na tomto procesu podílel?* **proteasa**