

Metodický materiál pre učiteľa

Téma: Dôkaz tráviacich enzýmov

Ročník: 2. ročník SŠ

Časová dotácia: 270 minút (6 vyučovacích hodín)

Projekt: INTERREG – Digitálna banka CZ-SK pokusov

Ciele hodiny

Vedieť: definovať pojem enzým a vysvetliť jeho katalytickú úlohu v tráviacom procese, opísať funkciu tráviacich enzýmov v rôznych častiach tráviacej sústavy.

Rozumieť: princípu enzymatickej katalýzy a vplyvu teploty a pH na činnosť enzýmov, významu tráviacich enzýmov pre správne fungovanie organizmu.

Aplikovať: experimentálne overiť pôsobenie tráviacich enzýmov (amylázy a lipázy), pozorovať farebné zmeny spôsobené enzymatickými reakciami, diskutovať o praktickom význame tráviacich enzýmov v medicíne a výžive.

Pomôcky

interaktívna prezentácia (PPTX)

pracovný list pre žiakov

tableta **Pancreolanu** (zdroj pankreatických enzýmov)

pečivo (zdroj škrobu)

mlieko (zdroj tukov)

sliny (zdroj slinnej amylázy a lipázy)

Lugolov roztok, fenolftaleín, 1 M NaOH

trečia miska, tláčik, pipety, kadičky, skúmavky, sklenená tyčinka, fixka na označenie
vodný kúpeľ (37 °C), ochranné pomôcky

Priebeh hodiny

Úvod

Motivácia / problémová otázka:

„Ako naše telo dokáže premeniť chlieb, maslo a mlieko na živiny, ktoré sa vstrebávajú do krvi?“

Diskusia so žiakmi:

Slovensko – Česko

Aké druhy živín poznáme?

Kde a ako prebieha trávenie?

Čo spôsobuje rozklad potravy?

Prechod na tému:

Žiaci zistia, že enzýmy sú kľúčové biologické katalyzátory a ich činnosť možno overiť aj jednoduchým pokusom.

Výklad

Teoretické vysvetlenie: enzýmy sú bielkoviny, ktoré urýchľujú chemické reakcie, každý enzým je špecifický pre určitý substrát, optimálne podmienky pre činnosť enzýmov sú okolo 37 °C a špecifické pH, pri vysokej teplote dochádza k **denaturácii** enzýmov, čím strácajú funkciu.

Schéma tráviaceho procesu (vysvetliť pomocou prezentácie):

slinná amyláza → rozklad škrobu v ústach,

pepsín → rozklad bielkovín v žalúdku,

pankreatická amyláza a lipáza → rozklad škrobu a tukov v tenkom čreve,

žlč → emulgácia tukov (zvyšuje účinnosť lipázy).

Vysvetliť princíp dôkazových reakcií:

Lugolov roztok – mení farbu v prítomnosti škrobu,

Fenolftaleín – reaguje na zmenu pH (pri rozklade tukov vznikajú kyseliny).

Aktivita 1

Diskusia a teoretická príprava : Žiaci si v skupinách zopakujú názvy a funkcie enzýmov.

Učiteľ doplní vysvetlenie o vplyve teploty, pH a prítomnosti emulgátorov (žlč).

Použiť vizuálne pomôcky – schéma tráviacej sústavy, farebné obrázky enzýmov a substrátov.

Aktivita 2

Experiment (praktické cvičenie)

Overiť pôsobenie pankreatických a slinných enzýmov (amylázy a lipázy).

Žiaci pracujú podľa pracovného postupu (Príloha č.1)

Aktivita 3

Pracovný list: otázky (funkcia enzýmov, význam žlče, vplyv teploty), testové otázky s výberom odpovede, spájanie pojmov, zhrnutie pozorovaní z praktickej časti. (Príloha č. 2)

Slovensko – Česko

Úloha učiteľa:

viest' diskusiu o tom, ktoré enzýmy pôsobili najúčinnnejšie, usmerniť žiakov pri formulácii záverov, zdôrazniť súvislosť medzi biológiou (tráviaca sústava) a chémiou (reakcie).

Záver

Zhrnutie kľúčových poznatkov:

Enzýmy sú biologické katalyzátory, ktoré umožňujú trávenie potravy.

Každý enzým pôsobí len na určitý substrát.

Aktivita enzýmov závisí od teploty a pH.

Dôkaz ich činnosti je možné sledovať pomocou farebných zmien (Lugol, fenolftaleín).

Pancreolan obsahuje pankreatické enzýmy – pomáha pri tráviacich ťažkostiach.

Metodické poznámky

Žiaci môžu pracovať **v dvojiciach alebo malých skupinách (2–3 osoby)**.

Experiment je vhodné realizovať **v laboratórnych podmienkach** alebo ako **demonštračný pokus**.

Ak nie je dostupný Pancreolan, možno použiť aj iné enzýmové tablety (napr. Pangrol).

Učiteľ by mal dopredu pripraviť roztoky (NaOH, Lugol, fenolftaleín) a zorganizovať stanovištia.

Diskusia po pokuse pomáha upevniť pochopenie enzymatického pôsobenia.

Možno využiť **porovnanie rýchlosti reakcií pri rôznych teplotách (ľadová voda, izbová, 37 °C)**.

Diskusné otázky:

1. Prečo sa trávenie sacharidov začína už v ústach?
2. Ako by sa zmenil priebeh trávenia, keby sa enzýmy denaturovali?
3. Aký význam má Pancreolan v liečbe tráviacich porúch?
4. Ako možno experiment rozšíriť o sledovanie vplyvu teploty alebo pH?

Prílohy

Príloha č.1: Pracovný postup

Príloha č.2: Pracovný list pre žiaka

Príloha č.3: Pracovný list – verzia pre učiteľa

Príloha č.1: Pracovný postup

Pracovný postup

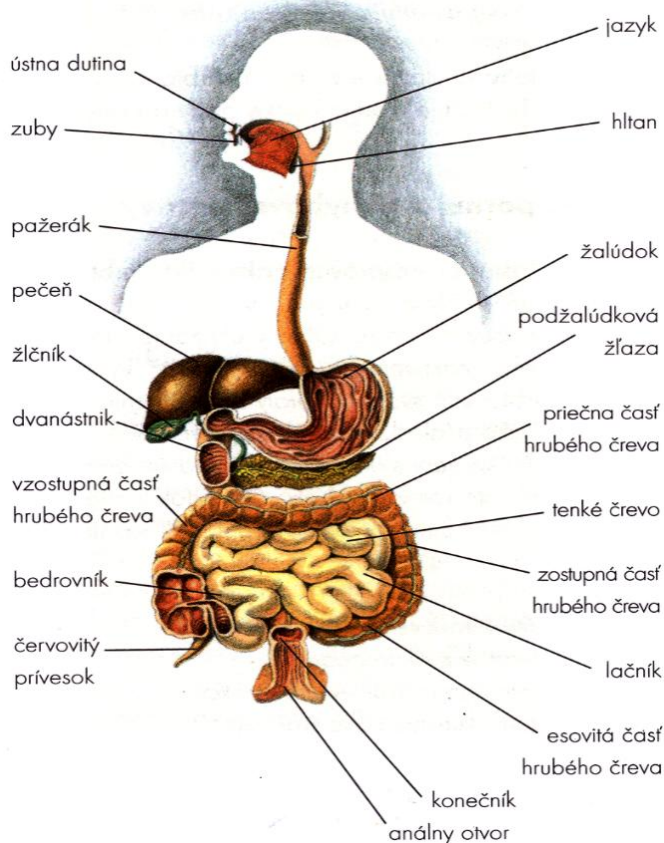
Téma: Dôkaz tráviacich enzýmov

 Teoretický úvod

Enzýmy tráviacej sústavy rozkladajú prijatú potravu na jednoduché látky, ktoré telo dokáže vstrebávať a využiť.

Každá časť tráviacej sústavy má svoje **špecifické enzýmy**, ktoré katalyzujú rozklad určitej zložky potravy.

- **Sacharidy** sa začínajú štiepiť už v ústnej dutine pôsobením enzýmu **slinná amyláza (ptyalín)**, ktorý rozkladá škrob na maltózu. V tenkom čreve pokračuje trávenie pomocou **pankreatickej amylázy** a enzýmov črevnej šťavy, ktoré rozkladajú disacharidy až na **glukózu**.
- **Bielkoviny** sa rozkladajú najprv v žalúdku pomocou **pepsínu**, ktorý rozštiepi bielkoviny na kratšie reťazce – peptidy. V tenkom čreve enzýmy **trypsín a chymotrypsín** (z pankreasu) rozkladajú peptidy až na **aminokyseliny**.
- **Tuky** sa štiepia v tenkom čreve pôsobením **pankreatickej lipázy**. Tá rozkladá tuky na **glycerol a mastné kyseliny**. Pomáha pri tom **žlč**, ktorá tuky emulguje – rozbíja ich na menšie kvapôčky, čím zvyšuje ich povrch a účinnosť lipázy.



Tráviace enzýmy sú nevyhnutné pre **správne trávenie a vstrebávanie živín**.

Bez nich by organizmus nedokázal prijať a využiť základné živiny, čo by viedlo k podvýžive aj pri dostatočnom príjme potravy.

Slovensko – Česko

Prehľad trávenia živín

Zložka potravy	Časť tráviacej sústavy	Tráviace enzýmy	Výsledok štiepenia
Sacharidy	Ústa	Sliny – amyláza	Škrob → maltóza
	Tenké črevo	Pankreatická amyláza	Maltóza → glukóza
Bielkoviny	Žalúdok	Pepsín	Bielkoviny → peptidy
	Tenké črevo	Trypsín, chymotrypsín	Peptidy → aminokyseliny
Tuky	Tenké črevo	Pankreatická lipáza	Tuky → glycerol + mastné kyseliny
	Tenké črevo (emulgácia)	Žlč	Emulgácia tukov

Princíp

Pri tejto praktickej úlohe overíte účinnosť tráviacich enzýmov:

- **pankreatických** (v liečive *Pancreolan*),
- **slinných** (v ľudských slinách).

Na sledovanie rozkladu živín použijete **dve činidlá – Lugolov roztok a fenolftaleín**:

- **Lugolov roztok ($I_2 + KI$)** – reaguje so **škrobom** a vytvára **modrofialové sfarbenie**. Ak enzým (amyláza) škrob rozloží, farba **zmizne alebo zosvetlí**.
- **Fenolftaleín** – je **indikátor pH**, ktorý má **ružovú farbu v zásaditom prostredí**, v kyslom prostredí je **bezfarebný**. Počas rozkladu tukov (pôsobením lipázy) vznikajú **mastné kyseliny**, ktoré znižujú pH → farba sa **stráca**.

Rýchlosť reakcií ovplyvňuje **teplota**. Najrýchlejšie prebiehajú pri teplote **37 °C**, čo zodpovedá telesnej teplote človeka.

Cieľ

Overiť činnosť enzýmov, ktoré rozkladajú **škrob a tuky**, sledovať ich aktivitu pomocou **farebných zmien** a pochopiť význam tráviacich enzýmov v organizme.

Pomôcky

tretia miska a tĺčik
6 skúmaviek, 3 kadičky
skalpel, pipeta, sklenená tyčinka
fixka na označenie skúmaviek

Slovensko – Česko

papierové vreckovky
vodný kúpeľ (voliteľne)

Chemikálie a materiál

tableta **Pancreolanu**
pečivo (zdroj škrobu)
mlieko (zdroj tukov)
sliny (zdroj enzýmov)
Lugolov roztok
fenolftaleín
1 M NaOH
destilovaná voda

Bezpečnostné pokyny

Pracujte v **ochrannom plášti** a používajte **okuliare**.

NaOH je žieravina – chráňte pokožku a oči.

Lugolov roztok môže zafarbiť pokožku alebo odev.

Chemikálie **neochutnávajúte**.

Po práci si **umyte ruky** a **upravte pracovisko**.

Postup

Pokus A – Dôkaz pankreatickej amylázy (rozklad škrobu)

1. Tabletú **Pancreolanu** namočte do vody, odstráňte obal a rozdrvte v trecej miske na jemný prášok.
2. Pridajte asi **5 ml destilovanej vody** a premiešajte – vznikne roztok enzýmov.
3. Kúsok **pečiva** (asi **1 cm³**) rozmiešajte v **10 ml vody**.
4. Rozdeľte do **dvoch skúmaviek** – označte **A (kontrola)** a **B (s Pancreolanom)**.
5. Do oboch skúmaviek pridajte **1 kvapku Lugolovho roztoku** – pozorujte modrofialové sfarbenie.
6. Do skúmavky **B** pridajte **2 ml roztoku Pancreolanu** a premiešajte.
7. Zmes nechajte pôsobiť **15 minút** (v izbovej teplote alebo vo vodnom kúpeli 37 °C).
8. Porovnajte farbu oboch skúmaviek.

Pozorovanie – Pokus A

Skúmavka	Pôsobiaci enzým	Substrát	Indikátor	Farba na začiatku	Farba po reakcii
A					
B					

Slovensko – Česko

? Otázky k pokusu

1. Aké farebné zmeny ste pozorovali po pridaní Pancreolanu?

.....

2. Čo spôsobilo túto zmenu farby?

.....

3. Ktorý enzým katalyzoval reakciu?

.....

♦ Pokus B – Dôkaz pankreatickej lipázy (rozklad tukov)

1. Pripravte dve skúmavky. Do každej pridajte **3 ml mlieka** a **3 ml vody**.
2. Pridajte **3 kvapky NaOH** a **2 kvapky fenolftaleínu** – roztok sa zafarbí **ružovo**.
3. Do jednej skúmavky (**B**) pridajte **2 ml Pancreolanu**.
4. Po **5–10 minútach** pozorujte zmenu farby.

👁️ Pozorovanie – Pokus B

Skúmavka	Pôsobiaci enzým	Substrát	Indikátor	Farba na začiatku	Farba po reakcii
A					
B					

? Otázky k pokusu

1. Aké farebné zmeny ste pozorovali po pridaní Pancreolanu?

.....

2. Prečo sa farba zmenila? Aký produkt vznikol počas reakcie?

.....

3. Ktorý enzým pôsobil v tejto reakcii?

.....

♦ Pokus C – Dôkaz slinnej amylázy (rozklad škrobu v slinách)

1. Kúsok **pečiva (asi 1 cm³)** dôkladne **prežujte 2–3 minúty**, aby sa premiešalo so slinami.
2. Zmes vypl'ujte do kadičky, pridajte **5 ml vody** a premiešajte.
3. Preneste do skúmavky a pridajte **kvapku Lugolovho roztoku**.
4. Počas **20 minút** občas premiešajte a sledujte zmeny farby.
5. Porovnajte s **kontrolnou skúmavkou** pečiva vo vode bez slín.

Slovensko – Česko

Pozorovanie – Pokus C

Skúmavka	Pôsobiaci enzým	Substrát	Indikátor	Farba na začiatku	Farba po reakcii
Sliny					
Kontrola					

Otázky k pokusu

- Aké farebné zmeny ste pozorovali po premiešaní pečiva so slinami?
.....
- Čo spôsobilo túto zmenu farby?
.....
- Ktorý enzým v slinách spôsobil túto reakciu?
.....

Pokus D – Dôkaz slinnej lipázy (rozklad tukov v slinách)

- Naberajte **1 ml mlieka do úst** a premiešajte so slinami asi **2 minúty**.
- Zmes vyplňte do kadičky a pridajte **5 ml vody**.
- Preneste do skúmavky, pridajte **3 kvapky NaOH** a **2 kvapky fenolftaleínu**.
- Porovnajte s **kontrolnou skúmavkou bez slín**.
- Pozorujte zmenu farby.

Pozorovanie – Pokus D

Skúmavka	Pôsobiaci enzým	Substrát	Indikátor	Farba na začiatku	Farba po reakcii
Sliny					
Kontrola					

Otázky k pokusu

- Aké farebné zmeny ste pozorovali po premiešaní mlieka so slinami?
.....
- Čo spôsobilo zmenu farby – ako sa zmenilo pH roztoku?
.....
- Ktorý enzým katalyzoval túto reakciu?
.....

Záver

.....

.....

Poznámka:

Enzymatické reakcie prebiehajú **najlepšie pri 37 °C**. Pri nižšej teplote sú pomalšie, pri vyššej sa enzýmy **denaturujú** a strácajú aktivitu.

Príloha č.2: Pracovný list pre žiaka

Pracovný list pre žiaka
Téma: Dôkaz tráviacich enzýmov

Meno: _____

Dátum: _____

**Teoretické otázky**

1. Čo sú to enzýmy a akú úlohu majú pri trávení potravy?

.....
.....

2. Ktoré enzýmy sa podieľajú na rozklade sacharidov, tukov a bielkovín?

.....
.....
.....

3. Aký význam má žlč pri trávení tukov?

.....
.....

4. Aká je úloha pankreasu a slinných žliaz pri trávení potravy?

.....
.....

**Testové otázky – vyber správnu odpoveď (A, B alebo C)**

1. Ktorý enzým v slinách rozkladá škrob?

A) lipáza B) amyláza C) pepsín

2. Pankreatická lipáza rozkladá:

A) cukry B) bielkoviny C) tuky

3. Ktoré z nasledujúcich činidiel sa používa na dôkaz škrobu?

A) Lugolov roztok B) fenolftaleín C) NaOH

4. Fenolftaleín mení farbu, pretože počas reakcie:

A) vznikajú mastné kyseliny B) vzniká škrob C) zvyšuje sa pH

5. Optimálna teplota pre činnosť tráviacich enzýmov je:

A) 25 °C B) 37 °C C) 60 °C

 Spájanie pojmov – priradiť správne dvojice

Pojem	Význam
1. Amyláza	a) rozklad tukov na glycerol a mastné kyseliny
2. Lipáza	b) rozklad škrobu na jednoduchšie cukry
3. Pepsín	c) rozklad bielkovín na peptidy
4. Pancreolan	d) liek obsahujúci pankreatické enzýmy

 Význam a využitie poznatkov

a) Vysvetli, prečo je dôležité, aby tráviace enzýmy pracovali pri správnej teplote a pH.

.....
.....

b) Prečo je potrebné, aby boli tráviace enzýmy obsiahnuté aj v liekoch ako Pancreolan?

.....
.....

c) Čo by sa stalo, keby organizmus neprodukoval dostatok týchto enzýmov?

.....
.....

 Praktická časť – pozorovanie

Počas laboratórneho cvičenia si sledoval(a) pôsobenie rôznych enzýmov na rozklad škrobu a tukov.

Na základe svojich pozorovaní odpovedz na nasledujúce otázky:

1. Aké farebné zmeny si pozoroval(a) počas pokusov?

.....
.....

2. Ktoré činidlá si použil(a) na dôkaz rozkladu škrobu a tukov?

.....
.....

Slovensko – Česko

3. Čo spôsobilo tieto zmeny farby? (Aký bol princíp reakcie?)

.....
.....

4. Ktoré enzýmy rozkladali škrob a ktoré tuky?

.....
.....

5. Ako ovplyvňuje teplota rýchlosť enzymatických reakcií?

.....
.....

6. V ktorej vzorke (skúmvavke) prebehla reakcia najrýchlejšie? Prečo?

.....
.....

7. Čo by sa stalo, keby enzýmy pôsobili pri teplote vyššej ako 60 °C?

.....
.....

**Záver**

Na základe svojich pozorovaní vysvetli, aký je význam tráviacich enzýmov pre organizmus človeka.....

.....
.....

**Niečo na pobavenie****A) Mini kvíz – rýchlovka**

1. Ktorý enzým štiepi škrob?

A) lipáza B) amyláza C) pepsín

2. Čo vzniká rozkladom tukov?

A) glukóza B) mastné kyseliny C) aminokyseliny

3. Kde sa nachádza slinná amyláza?

A) v pankrease B) v slinách C) v žalúdočnej šťave

B) Humor 🕶️

🧠 „Prečo nemajú biológovia problémy s trávením?“

→ Lebo majú vždy **dost' enzýmov!**

Príloha č.3: Pracovný list pre učiteľa

Pracovný list – verzia pre učiteľa

Téma: Dôkaz tráviacich enzýmov



1. Teoretické otázky – vzorové odpovede

1. Čo sú to enzýmy a akú úlohu majú pri trávení potravy?

Enzýmy sú bielkovinové katalyzátory, ktoré urýchľujú chemické reakcie v organizme. Tráviace enzýmy rozkladajú zložité živiny (škroby, tuky, bielkoviny) na jednoduchšie látky, ktoré môže telo vstrebať.

2. Ktoré enzýmy sa podieľajú na rozklade sacharidov, tukov a bielkovín?

- **Sacharidy:** amylázy (slinná amyláza, pankreatická amyláza)
- **Tuky:** lipázy (pankreatická lipáza, slinná lipáza)
- **Bielkoviny:** pepsín, trypsín, chymotrypsín

3. Aký význam má žľe pri trávení tukov?

Žľe emulguje tuky – rozdeľuje ich na malé kvapôčky, čím zväčšuje ich povrch a zvyšuje účinnosť enzýmu lipázy.

4. Aká je úloha pankreasu a slinných žliaz pri trávení potravy?

- **Pankreas:** produkuje enzýmy (amylázu, lipázu, trypsín) potrebné na rozklad živín v tenkom čreve.
- **Slinné žľazy:** vylučujú sliny obsahujúce amylázu (ptyalín), ktorá začína rozklad škrobu už v ústach.



Testové otázky – správne odpovede

Otázka

Správna odpoveď

1. Ktorý enzým v slinách rozkladá škrob?

B) amyláza

2. Pankreatická lipáza rozkladá:

C) tuky

3. Ktoré z nasledujúcich činidiel sa používa na dôkaz škrobu? A) Lugolov roztok

4. Fenolftaleín mení farbu, pretože počas reakcie:

A) vznikajú mastné kyseliny

5. Optimálna teplota pre činnosť tráviacich enzýmov je:

B) 37 °C



3. Spájanie pojmov – riešenie

Pojem

Správne spojenie

- | | |
|------------|--|
| 1. Amyláza | b) rozklad škrobu na jednoduchšie cukry |
| 2. Lipáza | a) rozklad tukov na glycerol a mastné kyseliny |
| 3. Pepsín | c) rozklad bielkovín na peptidy |

Slovensko – Česko

Pojem Správne spojenie

4. Pancreolan d) liek obsahujúci pankreatické enzýmy

Význam a využitie poznatkov – vzorové odpovede

a) Vysvetli, prečo je dôležité, aby tráviace enzýmy pracovali pri správnej teplote a pH.

Enzýmy sú citlivé na teplotu a pH. Najlepšie pracujú pri teplote okolo 37 °C a neutrálnom až mierne zásaditom pH.

Pri vyššej teplote sa denaturujú (strácajú svoju štruktúru a funkciu).

b) Prečo je potrebné, aby boli tráviace enzýmy obsiahnuté aj v liekoch ako Pancreolan?

Niektorí ľudia majú zníženú produkciu enzýmov v pankrease.

Pancreolan dodáva chýbajúce enzýmy (amylázu, lipázu, proteázy) a uľahčuje trávenie.

c) Čo by sa stalo, keby organizmus neprodukoval dostatok týchto enzýmov?

Potrava by sa nerozkladala úplne, živiny by sa nevstrebávali, dochádzalo by k tráviacim problémom a podvýžive.

Praktická časť – pozorovanie (všeobecné odpovede)

1. Aké farebné zmeny sa pozorovali počas pokusov?

- Po pridaní Lugolovho roztoku do roztoku so škrobom vzniklo modrofialové sfarbenie.
- Po pôsobení enzýmu (amylázy) farba zmizla – dôkaz rozkladu škrobu.
- Pri použití fenolftaleínu sa po pôsobení lipázy ružová farba stratila – dôkaz vzniku mastných kyselín.

2. Ktoré činidlá sa použili na dôkaz rozkladu škrobu a tukov?

- Škrob → Lugolov roztok
- Tuky → Fenolftaleín + NaOH

3. Čo spôsobilo tieto zmeny farby?

- Rozkladom škrobu vznikli produkty, ktoré nereagujú s jódovým roztokom.
- Rozkladom tukov vznikli mastné kyseliny, ktoré zmenili pH roztoku.

4. Ktoré enzýmy rozkladali škrob a ktoré tuky?

- **Škrob:** slinná amyláza, pankreatická amyláza
- **Tuky:** pankreatická lipáza, slinná lipáza

5. Ako ovplyvňuje teplota rýchlosť enzymatických reakcií?

- Pri teplote okolo 37 °C prebiehajú reakcie najrýchlejšie.
- Pri nízkej teplote sa spomaľujú, pri vysokej sa enzýmy denaturujú.

6. V ktorej skúmavke prebehla reakcia najrýchlejšie a prečo?

- V skúmavke s prítomnosťou enzýmu (Pancreolanu alebo slín) a pri optimálnej teplote 37 °C.

7. Čo by sa stalo, keby enzýmy pôsobili pri teplote nad 60 °C?

- Enzýmy by sa denaturovali a prestali by byť aktívne.

Slovensko – Česko

 Záver – vzorové riešenie

Tráviace enzýmy sú nevyhnutné pre rozklad potravy na vstrebateľné živiny.

Amylázy štiepia škroby, lipázy tuky a proteázy bielkoviny.

Ich aktivita závisí od teploty a pH prostredia.

Dôkazom enzymatickej aktivity boli pozorované **farebné zmeny** po použití **Lugolovho roztoku** a **fenolftaleínu**.

 Niečo na pobavenie – riešenia**A) Mini kvíz – správne odpovede**

1. Ktorý enzým štiepi škrob? → **B) amyláza**
2. Čo vzniká rozkladom tukov? → **B) mastné kyseliny**
3. Kde sa nachádza slinná amyláza? → **B) v slinách**