

## Biokatalyzátory

Enzym – je jednoduchá či složená bílkovina s katalytickou aktivitou. Enzymy určují povahu i rychlost chemických reakcí a řídí většinu biochemických procesů v těle všech živých organismů včetně člověka. Základní složkou enzymů jsou proteiny, na něž se velmi často vážou další přídatné molekuly známé jako kofaktory nebo prostetické skupiny, které se podílí na katalýze. Samotná enzymatická reakce probíhá obvykle v tzv. aktivním místě enzymu. Aktivita enzymů je závislá na koncentraci substrátu, teplotě, pH, přítomnosti aktivátorů a inhibitorů (Šulcová a Böhmová, 2007).

## Štěpení škrobu slinnou amylasou

**Pomůcky:** sada zkumavek ve stojanu, Petriho misky, kádinka, kahan, trojnožka, síťka, zápalky, třecí miska s tloučkem, rychlovarná konvice, velká kádinka.

**Chemikálie:** Lugolův roztok (tj. 1 g KI a 0,35 g jodu rozpustíte asi v 30 cm<sup>3</sup> vody a doplňte roztok na 100 cm<sup>3</sup>), vzorek slin z vypláchnutí úst.

**Materiál:** lžíce rýže

### Postup:

1. Krátce povaříme lžící rýže ve vodě, suspenzi škrobu necháme vychladnout, poté rozdělíme po 5 cm<sup>3</sup> do tří zkumavek.
2. Do první zkumavky se suspenzí rýžového škrobu přidáme 2 cm<sup>3</sup> původního roztoku slin, do druhé přidáme 2 cm<sup>3</sup> povařeného roztoku slin, třetí zkumavku necháme jako srovnávací.
3. Do kádinky natočíme příjemně teplou vodu z kohoutku a do této lázně vložíme všechny tři zkumavky.
4. Po 15 minutách uděláme ve všech zkumavkách zkoušku roztokem jodu na přítomnost škrobu.

**Závěr:**

Ve slinách je obsažen enzym ....., který štěpí ..... na menší jednotky ....., nakonec až na disacharid ....., který se již projevuje sladkou chutí. Kratší úseky ..... poskytují s jodem ..... zbarvení, zatímco ..... poskytuje ..... zbarvení. Bílkovinná složka enzymu ..... působením vysoké teploty ....., takže enzym ztrácí svou funkci a nezpůsobuje již štěpení škrobu.

**Štěpení škrobu rostlinnými amylasami**

**Pomůcky:** sada zkumavek ve stojanu, Petriho misky, kádinka, kahan, trojnožka, síťka, zápalky, třecí miska s tloučkem, rychlovarná konvice, velká kádinka.

**Chemikálie:** Lugolův roztok (tj. 1 g KI a 0,35 g jodu rozpustíte asi v 30 cm<sup>3</sup> vody a doplňte roztok na 100 cm<sup>3</sup>), vzorek slin z vypláchnutí úst.

**Materiál:** suchý hrách či fazole, naklíčený hrách či fazole, lžíce rýže.

**Postup:**

1. Krátce povaříme lžící rýže ve vodě, suspenzi škrobu necháme vychladnout, poté rozdělíme po 5 cm<sup>3</sup> do tří zkumavek.
2. Do první zkumavky se suspenzí rýžového škrobu přidáme pokrájená naklíčená zrnka a rozmícháme, do druhé přidáme roztlučená suchá zrnka a rozmícháme, třetí zkumavku necháme jako srovnávací.
3. Do kádinky natočíme příjemně teplou vodu z kohoutku a do této lázně vložíme všechny tři zkumavky.
4. Po 15 minutách uděláme ve všech zkumavkách zkoušku roztokem jodu na přítomnost škrobu.

**Závěr:**

Důkaz škrobu je pozitivní ve zkumavce se ..... zrnky. Klíčící zrnko využívá ..... k štěpení zásobního škrobu na ..... jednotky. Při bobtnání zrna se začínají uvolňovat ....., které intenzivně pracují po celou dobu klíčení, až do vyčerpání .....

## Štěpení sacharosy kyselou hydrolýzou

**Pomůcky:** sada zkumavek ve stojanu, skleněná tyčinka, kádinka, kahan, trojnožka, síťka, zápalky, třecí miska s tloučkem, rychlovarná konvice, velká kádinka.

**Chemikálie:** 5% roztok pentahydrátu síranu měďnatého, 10% roztok uhličitanu sodného, kyselina citronová, sacharosa.

### Postup:

1. V 100 cm<sup>3</sup> vody rozpustíme 1 lžičku sacharosy, 10 cm<sup>3</sup> roztoku odlijeme stranou a do zbytku přidáme 3 krystalky kyseliny citronové a směs přivedeme k varu.
2. Do první zkumavky vlijeme 7 cm<sup>3</sup> původního roztoku sacharosy, do druhé 7 cm<sup>3</sup> roztoku povařeného s kyselinou.
3. K oběma vzorkům přidáme 2 cm<sup>3</sup> 10% roztoku hydroxidu sodného a zamícháme.
4. Do kádinky s teplou vodou vložíme zkumavky, do nichž přidáme 1 cm<sup>3</sup> 5% roztoku síranu měďnatého a zamícháme (vzniká modrá sraženina).
5. Po 5–10 minutách v horké lázni pozorujeme barevné změny.

### Závěr:

Sacharosa je ..... disacharid tvořený spojením molekul ..... a ....., které mají ..... vlastnosti a dávají ..... Fehlingovu zkoušku. Glykosidická vazba mezi oběma ..... podléhá .....

## Enzymatické štěpení sacharosy

**Pomůcky:** sada zkumavek ve stojanu, skleněná tyčinka, kádinka, kahan, trojnožka, síťka, zápalky, třecí miska s tloučkem, rychlovarná konvice, velká kádinka.

**Chemikálie:** 5% roztok pentahydrátu síranu měďnatého, 10% roztok uhličitanu sodného, sacharosa.

**Materiál:** sušené droždí

### Postup:

1. V 100 cm<sup>3</sup> vody rozpustíme 1 lžičku sacharosy.
2. Do 4 zkumavek nalijeme vždy 5 cm<sup>3</sup> roztoku sacharosy, do všech přisypeme na špičku nože sušeného droždí a zamícháme.
3. Do první zkumavky přilijte 5–10 cm<sup>3</sup> roztoku síranu měďnatého. Druhou zkumavku dáme do vroucí vodní lázně a necháme vařit 2–3 minuty. Třetí zkumavku umístíme do mrazničky. Čtvrtou zkumavku umístíme do kádinky naplněné teplou vodou z vodovodu. Do páté – kontrolní – zkumavky nalijeme pouze 5 cm<sup>3</sup> roztoku sacharosy.

Do šesté – kontrolní zkumavky nalijeme pouze 5 cm<sup>3</sup> vody a rozmícháme v ní na špičku nože sušeného droždí.

4. Všechny zkumavky ponecháme nejméně 30 minut stát. Poté provedeme ve všech důkaz na přítomnost redukujících sacharidů (ke všem vzorkům přidáme 2 cm<sup>3</sup> 10% roztoku hydroxidu sodného a zamícháme, přidáme 1 cm<sup>3</sup> 5% roztoku síranu měďnatého a zamícháme).
5. Po 5– 10 minutách v horké lázni pozorujeme barevné změny.

### **Závěr:**

Kvasinky z droždí (*Saccharomyces*) metabolizují zkvasitelné ..... na oxid uhličitý, což způsobuje ..... těsta. Sacharosa není ..... cukr, štěpí ji kvasinky pomocí enzymu invertasy na ..... a ....., které jsou kvasinkami ..... Účinnost enzymu ..... je ovlivňována ..... prostředí. V přítomnosti měďnatých iontů dochází k ..... bílkovin. K redukci došlo ve zkumavkách s .....

### **Katalasa v potravinách**

**Pomůcky:** sada zkumavek ve stojanu, zápalky, nůž, prkénko, špejle.

**Chemikálie:** 10% roztok sacharosy, 10% roztok peroxidu vodíku.

**Materiál:** kiwi, citron, mrkev, celer, brambora, jablko, paprika, cibule, sušené nebo čerstvé droždí.

### **Postup:**

1. V menší kádince připravíme 20 cm<sup>3</sup> 10% vlažného roztoku sacharosy a vsypeme do něj čtvrt lžičky droždí a necháme 10 minut vzejít.
2. Do zkumavek (podle počtu použitých potravin) nalijeme vždy 5 cm<sup>3</sup> 10% roztoku peroxidu vodíku.
3. Do zkumavek s peroxidem umístíme stejně velký kousek ovoce a zeleniny, do poslední zkumavky nalijeme asi 2 cm<sup>3</sup> suspenze droždí.
4. Po 2–5 minutách porovnáme a zapíšeme intenzitu reakcí v jednotlivých zkumavkách.
5. Do zkumavky s nejintenzivnější reakcí vsuneme doutnající špejli a poznamenejme její chování, zapíšeme rovnici reakce.

### **Rovnice:**

**Závěr:**

Enzym ..... katalyzuje rozklad peroxidu vodíku. Vznikající .....  
 identifikujeme ..... Při dostatečné koncentraci kyslíku nad hladinou  
 zkumavky špejle ..... Nejintenzivnější reakce byla ve zkumavce .....  
 Katalasa se vyskytuje v .....

**Účinnost enzymu katalasy v závislosti na pH**

**Pomůcky:** sada zkumavek ve stojanu, zápalky, nůž, indikátorové papírky.

**Chemikálie:** 10% roztok peroxidu vodíku, ocet, 5% roztok prací sody.

**Materiál:** brambora

**Postup:**

1. Připravíme si pět zkumavek s roztoky – viz tabulka.
2. Všechny zkumavky doplníme vodou do 5 cm<sup>3</sup>, zamícháme, změříme pH pomocí univerzálních papírků a zapíšeme do tabulky.
3. Do každé zkumavky přidáme 3 cm<sup>3</sup> peroxidu vodíku.
4. Nakrájíme z omyté a oloupané brambory plátek silný 0,5 cm a vhodíme do zkumavek.
5. Po 2–4 minutách porovnáme a zapíšeme intenzitu reakcí v jednotlivých zkumavkách.

**Tabulka:**

Zkumavka	Roztoky	pH		Intenzita reakcí
1.	5 cm <sup>3</sup> octa			
2.	0,5 cm <sup>3</sup> octa			
3.	nic			
4.	0,5 cm <sup>3</sup> prací sody			
5.	5 cm <sup>3</sup> prací sody			

**Závěr:**

Optimální pH katalasy je .....

**Rostlinné proteasy**

**Pomůcky:** Petriho miska, nůž, kádinka, kahan, trojnožka, síťka, zápalky, tyčinka, tři krystalizační misky, párátko.

**Chemikálie:** želatina

**Materiál:** šunkový salám nebo Vysočina, jablko, citron, čerstvé kiwi nebo čerstvý ananas.

**Postup:**

1. Kolečko salámu položíme na Petriho misku a na něj dále od sebe rozložíme část plátku citronu, jablka a kiwi.
2. Necháme jeden den a poté pozorujeme strukturu salámu pod jednotlivými druhy ovoce.
3. Podle návodu připravíme asi 150 cm<sup>3</sup> želatiny, nalijeme do tří nádobek a necháme přes noc ztuhnout. Na každou z misek položíme plátek ovoce a necháme půl dne působit. Pozorujeme strukturu želatiny pod jednotlivými druhy ovoce.

**Závěr:**

Enzymy ..... štěpí bílkoviny přítomné v ..... a ..... na ..... řetězce. Po působení enzymu salám ....., želatina .....

**Denaturace enzymů**

**Pomůcky:** sada zkumavek, nůž, kádinka, kahan, zápalky, držák na zkumavku

**Chemikálie:** 10% roztok peroxidu vodíku, ocet, 5% roztok síranu měďnatého

**Materiál:** čerstvá neloupaná brambora

**Postup:**

1. Do 4 zkumavek nalijeme vždy 3 cm<sup>3</sup> peroxidu vodíku, do první zkumavky přidáme 5 cm<sup>3</sup> octu, do druhé zkumavky 5 cm<sup>3</sup> 5% roztoku síranu měďnatého, do třetí a čtvrté zkumavky 5 cm<sup>3</sup> vody.
2. Bramboru oloupáme, nakrájíme na malé kousky a vylouhujeme 5 minut ve 100 cm<sup>3</sup> studené vody. Polovinu výluhu zahřejeme nad kahanem k varu.
3. Do první, druhé a třetí zkumavky nalijeme vždy 3 cm<sup>3</sup> výluhu ze syrové brambory, do čtvrté zkumavky místo toho přidáme 3 cm<sup>3</sup> povařeného výluhu z brambory
4. Pozorujeme intenzitu reakce v jednotlivých zkumavkách.

**Závěr:**

Působením vysoké ....., přítomnosti ..... a extrémních hodnot pH dochází k .....bílkovinné části enzymu. Pozorujeme ..... intenzity nebo ..... zastavení probíhající reakce.

**Pojídač vajec**

**Pomůcky:** malý hrnec, 2 skleněné džbány, polévková lžice, nůž, lepicí značkovače, fix

**Chemikálie:** voda

**Materiál:** vajíčko, bio prášek, obyčejný prášek na praní

**Postup:**

1. Vajíčko vaříme natvrdo 5-8 minut. Po uvaření jej ihned vložíme do studené vody a oloupeme.
2. Do jednoho skleněného džbánu dáme plnou polévkovou lžící obyčejného pracího prášku a do druhé džbánu dáme velkou lžící biologického pracího prášku. Oba džbány si označíme.
3. Do obou džbánů přidáme devět velkých lžic teplé vody a důkladně mícháme, dokud prací prášek úplně nezmizí.
4. Vajíčko opatrně rozřízneme na dvě stejné poloviny a každý kus vaječného bílku vložíme do různých džbánů. Džbány dáme na dva dny na teplé místo. (Nejlépe je zabalíme do hadru a dáme k teplému topení).
5. Po dvou dnech vyndáme kusy vaječných bílků ze džbánů a pozorujeme.

**Princip pokusu:**

V jednom džbánu pozorujeme větší kus vaječného bílku, který se nerozpustil ve vodě s obyčejným pracím práškem, a v druhém džbánu pozorujeme pouze malý kus vaječného bílku, který zůstal ve vodě s bio pracím práškem. Enzymy, které jsou přítomny v bio prášku, totiž štěpí molekuly vaječného bílku (především bílkoviny) na menší molekuly, které se rozpouštějí do vody. Bio prášek tedy obsahuje enzymy, které lépe odbourávají látky (biologické nečistoty).

**Sladký chléb**

**Materiál:** sliny ústní dutiny, bílý chléb či jiné potraviny (brambory, rýže, bábovka apod.)

**Postup:**

1. Do úst si vložíme kousek bílého chleba, který důkladně požvýkáme, ale nepolykáme.
2. Pozorujeme, jak se po nějaké době změní chuť chleba, a chuť si zapamatujeme.

**Princip pokusu:**

Po určité době žvýkání chleba si můžeme všimnout, že je chléb sladší než na samotném počátku. Potraviny jako chléb, brambory či rýže jsou totiž velmi bohaté na škrob, což je zásobní polysacharid rostlin skládající se z mnoha glukosových jednotek. Tzv.  $\alpha$ -amylasa nazývající se ptyalin, která je v ústní dutině produkována slinnými žlázami, hydrolyticky rozkládá tento škrob na jednodušší cukry (přes dextriny na maltosu, glukosu atd.). Škrob sladce nechutná, ale maltosa a glukosa ano, takže po určité době cítíme sladší chuť.