**Didaktické poznámky k výuce – Lenka Lidová**

**Téma:** Metabolismus bílkovin

**Typ školy:** SŠ

**Časová dotace:** 2 hodiny

Téma je z velké části založeno na předchozích znalostech z chemie i biologie. Proto je zde zařazeno hodně otázek, aby si žáci látku připomněli. Jejich znalosti jsou doplňovány (rozšiřovány) výkladem učitele. Hodiny jsou zpracovány možná trochu netradičně. Je to proto, aby si žáci uvědomili propojení všech dějů (i propojení předmětů). Uvědomí si, co se postupně děje s bílkovinami a jak mohou být zpětně tvořeny. Téma je doplněno pokusy.

1. **vyuč. hodina**

**Cíle hodiny:**

Žák popíše proces trávení bílkovin.

Žák vysvětlí pojem dusíková bilance.

Žák vyvodí závěry pokusu (spolupůsobení pepsinu a HCl při trávení).

Žák vysvětlí, v čem spočívá specifita enzymů.

|  |  |
| --- | --- |
| 6 min | Žáci vypracovávají pracovní list(mezitím zápis do třídní knihy)– vyhodnocení v průběhu prezentace |
| 9 min | Založení pokusu |
| 4 min | Snímek 2 – denaturace  |
| 9 min | Snímek 3– 7 |
| 9 min | Snímek 8-11 |
| 3 min | Vyhodnocení pokusu |

**Pokus: Zjistit působení pepsinu a kyseliny chlorovodíkové při trávení**

**Postup:** Tři zkumavky označte čísly 1, 2 a 3. Do každé z nich dejte stejně velký kousek rybího masa. Do zkumavky 1 nalijte 1 ml roztoku pepsinu a 10 ml vody. Do zkumavky 2 nalijte 10 ml 0,2% kyseliny chlorovodíkové. Do zkumavky 3 dejte 10 ml 0,2% kys. chlorovodíkové a 1 ml roztoku pepsinu. Všechny zkumavky postavte do vodní lázně o teplotě asi 37°C. Na konci hodiny pokus zhodnoťte a vyvoďte závěry.

Zjištění a závěry: Ve zkumavce 1 se maso nemění, ve zkumavce 2 bobtná a ve zkumavce 3 se pozvolna zmenšuje a nakonec zmizí. Pepsin vylučovaný ze sliznice žaludku je ve vodném roztoku sám o sobě neúčinný. V kyselině chlorovodíkové bílkoviny jen bobtnají. Trávení se děje společným působením pepsinu a kys. chlorovodíkové.

(Pepsin můžeme získat ze sliznice zvířecího žaludku. Rozkrájíme ji na drobounké kousky. Dáme je do kádinky se 100 ml glycerolu a po 3 hodinách přefiltrujeme)

BAER, Heinz-Werner. Biologické pokusy ve škole. Vydání 2. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1968. 244 s.

**Prezentace:**

**Snímek 2**

Připomenout pojem denaturace.

*Co se při denaturaci s proteiny děje?* Dochází k rozvinutí prostorové struktury (porušení terciární případně i sekundární struktury), aniž by byly přerušeny kovalentní vazby v molekule. Současně dochází ke ztrátě biologické aktivity.

*Čím může být denaturace vyvolána?* Vysoká teplota, velká změna pH, detergenty, vysoká koncentrace solí…

*Proč je tepelně upravené maso stravitelnější?* Denaturované bílkoviny se štěpí snadněji než nativní.

**Snímky 3 – 7**

Pepsin se vylučuje ve formě zymogenu pepsinogenu, z něhož se část odštěpí a uvolní se tak účinná část enzymu, jež byla dříve maskována. Vzniklý pepsin pak katalyzuje další uvolňování sama sebe z pepsinogenu (autokatalýza). Pracuje specificky – působí pouze na vazby mezi určitými aminokyselinami. (Štěpí vazbu mezi tyrosinem či fenylalaninem a aspartátem či glutamátem)

*Žáci se podívají do tabulky aminokyselin a řeknou, čím se podobá Tyr s Phe a Asp s Glu.*

Tyr, Phe – aromatické; Asp, Glu – v peptidu volná COOH skup.

Trypsin je vylučován buňkami pankreatu v neaktivní formě trypsinogenu. Ten je veden do dvanáctníku, kde je štěpen enteropeptidasou na aktivní trypsin. Trypsin štěpí peptidovou vazbu specificky za zásaditými aminokyselinami (AMK) – mají volnou NH2 skup. – lysin a arginin.

*Žáci opět sami najdou podobnost Lys a Arg.*

V další části tenkého střeva je produkován erepsin (dipeptidasa) – štěpí dipeptidy na jednotlivé aminokyseliny.

(Žáci nemusí umět místa štěpení enzymů. Chci jen, aby si uvědomili, že enzymy štěpí specificky určité vazby, a v čem spočívá tato specifita)

*Do jakého orgánu jsou vedeny AMK z trávicí soustavy?* do jater

**(Pozor:** Na snímku 6 jsou na naskenovaném obrázku nesprávné tvary enzymů. Opravila jsem endopeptidasy a exopeptidasy, zbytek opraven není, protože by muselo být písmo moc malé, aby se mi do řádky vešlo textové pole. Je potřeba na to studenty upozornit. Enzymy štěpící další látky jsou uvedeny jen pro ilustraci, proto jsem nepovažovala za nutné upravovat tvary enzymů i zde. Nevztahují se k bílkovinám, ale je potřeba, aby si studenti uvědomili, že exo- a endopeptidasy nejsou jediné enzymy vylučované slinivkou břišní.)

**Snímek 8, 9:**

*Jaké látky mohou být z AMK syntetizovány?*

*Vyjmenujte produkty katabolismu AMK.*

*Kde v buňce dochází k odbourávání AMK?*

(odpovědi jsou v prezentaci)

*Aminokyseliny dělíme na esenciální a neesenciální (to by měli už všichni vědět). Které z nich se budou přeměňovat na sacharidy a které na ketolátky?* Krok přeměny na ketolátky je nevratný, esenciální AMK si tělo vyrobit neumí; kdežto krok přeměny na sacharidy je vratný, neesenciální AMK tedy mohou být znovu tvořeny.

**Snímek 10:**

Dusíková bilance odráží rozdíl mezi celkovým příjmem dusíku a celkovou ztrátou dusíku stolicí, močí a potem. U pozitivní dusíkové bilance převažuje příjem dusíku nad jeho exkrecí. Je charakteristická pro rostoucí organismus dětí a těhotné ženy. Zdraví dospělí jedinci mají obvykle vyváženou dusíkovou bilanci, tj. příjem dusíku se rovná jeho odpadu. U negativní dusíkové bilance výdej dusíku převyšuje jeho příjem a můžeme se s ní setkat po operacích, u pokročilých nádorových onemocnění a jako následek poruch v příjmu bílkovin.

**Snímek 11:**

*Jak se dusíku zbavují jednotlivé organismy na obrázku?*

Konečnými produkty, kterými živočichové vylučují dusík z aminokyselin a jiných zdrojů, mohou být amoniak, kyselina močová nebo močovina. Z dostupnosti vody v životním prostředí, které jednotlivé živočichy obklopuje, můžeme určit převládající koncový produkt. Ryby vylučují dusík jako amoniak. (Jejich vodné životní prostředí, které je nutí kontinuálně vylučovat vodu, usnadňuje exkreci vysoce toxického amoniaku.) Suchozemští živočichové přeměňují dusík buď na kyselinu močovou (ptáci) nebo na močovinu (většina suchozemských živočichů, včetně člověka). Močovina není toxická.

1. **vyuč. hodina**

**Cíle hodiny:**

Žák popíše a vysvětlí schéma močovinového (ornithinového) cyklu.

Žák shrne koloběh dusíku.

Žák objasní průběh proteosyntézy.

Žák na pokusu ukáže, co se dále děje s močovinou v přírodě.

|  |  |
| --- | --- |
| 3 min | Snímek 12 – samostatná práce (mezitím zápis do třídnice) |
| 5 min | Snímek 13,14 – Metabolismus aminokyselin |
| 10 min | Snímek 15 – Ornithinový cyklus |
| 15 min | Snímek 16 – Rozklad močoviny + pokus |
| 6 min | Snímek 17,18 |
| 6 min | Snímek 19 – syntéza bílkovin |

**Snímek 13,14:**

*žáci napíší produkty reakcí*

**Snímek 15:**

Amoniak vzniká především při deaminaci aminokyselin. Jen nepatrné procento amoniaku likvidovaného ornithinovým cyklem pochází z jiných zdrojů, např. z tlustého střeva. Tlusté střevo je zdrojem značného množství amoniaku, což je výsledkem působení bakterií na dusíkaté substráty. Amoniak se částečně resorbuje do portální cirkulace, za normálních podmínek je však rychle odstraňován z krve játry.

Močovinový (ornithinový) cyklus probíhá částečně v mitochondriích a částečně v cytosolu, přičemž ornithin a citrullin jsou přenášeny přes mitochondriální membránu specifickými transportními systémy.

Ornithinový cyklus je endergonický proces, proto mu musí být dodávána energie ve formě ATP. Nejprve jsou sloučeny molekuly NH3 a CO2 za přispění 2ATP na karbamoylfosfát. Tato reakce je katalyzovány jaterní karbamoylfosfátsyntetasou. Karbamoylová skupina je pak přenesena na δ-aminoskupinu ornithinu. Tím se vytvoří citrullin. Ten se působením další syntetasy a energie z ATP sloučí s aspartátem na argininosukcinát. Z argininosukcinátu se pak lyasou odštěpí fumarát a vznikne tak arginin. Arginin je dále štěpen arginasou na ornithin a močovinu, která je vyloučena do moči.

(Není potřeba, aby uměli celý ornithinový cyklus nazpaměť, ale měli by ho umět podle daného schématu popsat, vědět, že na zabudování NH3 do karbamoylfosfátu je třeba ATP, že karbamoylfosfát reaguje s ornithinem a měli by být schopni napsat vzorec močoviny.)

**Snímek 16:**

Působením [bakterií](http://cs.wikipedia.org/wiki/Bakterie) (respektive jejich enzymu [ureasy](http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Ure%C3%A1za&action=edit&redlink=1)), dochází k rozkladu močoviny na amoniak a oxid uhličitý. Uvolněný amoniak pak způsobuje charakteristický dráždivý zápach odstáté [moči](http://cs.wikipedia.org/wiki/Mo%C4%8D). Amoniak může být použit rostlinami i bakteriemi na výstavbu aminokyselin, nebo je oxidován bakteriemi na molekulární dusík - N2 (popř. dusičnany).

**Pokus: Rozklad močoviny**

**Postup:** Do dvou zkumavek nalijeme asi 2-3 ml 4% roztoku močoviny. Po částech a za stálého míchání přidáme do každé zkumavky lžičku sójové moučky. Do první zkumavky přidáme několik kapek fenolftaleinu, zamícháme a necháme stát ve vodní lázni. Ke druhé přiložíme navlhčený pH papírek. Pozorujeme.

Sójová moučka obsahuje enzym ureasu, který katalyzuje rozklad močoviny na amoniak a oxid uhličitý. Pomocí indikátoru dokážeme uvolněný amoniak, protože je zásaditý.

<http://chemiegjo.webzdarma.cz/SVP/enzymy.htm>

**Snímek 17,18:**

*Jakou reakcí mohou být syntetizovány aminokyseliny?* Transaminací

*Které organismy jsou schopné vázat vzdušný dusík?* Některé bakterie a sinice

**Snímek 19:**

Jak jsou syntetizovány bílkoviny z aminokyselin? (Měli by znát z genetiky, případně se probírá v rámci nukleových kyselin)

2 minuty mají na to, aby napsali odpověď na tuto otázku, pak to jen rychle zkontrolujeme.

V případě, že by zbyl čas, žáci odpoví na otázky, jinak je můžeme použít pro opakování na začátku další hodiny.

1. *Kde se v těle štěpí bílkoviny a na co?* V žaludku na oligopeptidy, v duodenu na dipeptidy, v jejunu a ileu na AMK
2. *Proč jsou enzymy vylučovány ve formě zymogenů (proenzymů)? Uveďte příklad zymogenu.* Aby nebyly aktivní, pokud to není potřeba, ochrana před samonatrávením; pepsinogen,…
3. *V čem spočívá specifita enzymů?* Závisí na jejich struktuře (na jakou část proteinu mohou nasednout); zámek-klíč; štěpí vždy za AMK, které jsou si něčím podobné
4. *Kde probíhá tvorba močoviny?* V cytosolu a v mitochondriích jaterních buněk
5. *Co je dusíková bilance?* Podíl mezi dusíkem přijatým v potravě a dusíkem vyloučeným (potem, močí, stolicí)
6. *Které organismy si umí vytvořit všechny aminokyseliny?* Mikroorganismy a rostliny
7. *Jaké dusíkaté látky organismy vylučují?* Čpavek – např. ryby; kyselinu močovou – např. ptáci, močovinu – např. savci

**Literatura:**

BAER, Heinz-Werner. Biologické pokusy ve škole. Vydání 2. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1968. 244 s.

TROJAN, Stanislav, et al. Lékařská fyziologie. 3. dopl. vyd. Praha : Grada publishing, 1999. 616 s.

MCMURRY, John. Organická chemie. 1. Brno : VUTIUM, 2007. 424-451 s. ISBN 978-80-214-3291-8.

KOLÁŘ, Karel; KODÍČEK, Milan; POSPÍŠIL, Jiří. Chemie II : (Organická a biochemie) pro gymnázia. 1. vyd. Praha : SPN - pedagogické nakladatelství, 1997. 128 s. ISBN 80-85937-49-2.

KOŠTÍŘ, Josef. Biochemi známá i neznámá. Vydání 1. Praha : Avicenum, 1980. 384 s.

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Mo%C4%8Dovinov%C3%BD_cyklus>

<http://chemiegjo.webzdarma.cz/SVP/enzymy.htm>

<http://www.teplamilada.wz.cz/materialy.html#NA>