

Studijní opora

# CHEMIE

Prof. RNDr. Eva Samcová, CSc., Mgr. Martin Jaček

**Rozsah:** 10 výukových hodin, 15 hodin konzultací



## Úvod

Tento předmět se věnuje základním stavebním kamenům tvořícím náš svět. A to od prvků přes anorganické sloučeniny až po biomolekuly, které jsou základními stavebními kameny všech živých organismů. Dále jsou zde zmíněny typy chemických vazeb ve sloučeninách, některé základní chemické reakce a jednotky pro vyjadřování zastoupení těchto složek. Je zde také poskytnut přehled moderních analytických metod sloužících ke stanovení atomů a molekul v našem prostředí společně se základním principem těchto technik.

Nejvyšší důraz je pak věnován výkladu struktury, vlastností a výskytu látek ze skupiny sacharidů, lipidů, bílkovin a nukleových kyselin.



## Cíle studia předmětu

Cílem předmětu je osvojení chemického minima nutného pro návaznost dalších předmětů jako je Biochemie a metabolismus, Biologie, Genetika, Buněčná a molekulární biologie, Mikrobiologie, Hygiena výživy aj.

## Obsah

1. Atom, periodická tabulka a chemické vazby
2. Teorie kyselin a zásad, pH stupnice a pufry
3. Základy anorganické chemie
4. Principy instrumentálních analytických technik
5. Základy organické chemie
6. Struktura, biologické a chemické vlastnosti sacharidů
7. Základy toxikologie
8. Struktura, biologické a chemické vlastnosti lipidů
9. Struktura, biologické a chemické vlastnosti bílkovin

## 1. Atom, periodická tabulka a chemické vazby

### Časový rozsah: 2 hodiny

- téma k samostudiu

### Cíle

Pochopit z jakých částic se skládá atom, která jeho část se účastní chemických reakcí.  
Porozumět organizaci prvků v periodické tabulce, tvorbě a typům chemické vazby.

### Klíčová slova

atom, kvantová čísla, valenční elektrony, periodická tabulka, iontová vazba, kovalentní vazba

### Definice

radioaktivita (přírozená) – schopnost jader nestabilních izotopů rozpadat se na jádra jiná za uvolnění radioaktivního záření.

orbital – prostor v okolí jádra atomu s minimálně 95 % pravděpodobností výskytu elektronu.

prvek – pro chemii základní stavební blok hmoty, nerozštěpitelný chemickou přeměnou. Jde o atomy se shodným počtem protonů v jádře.

izotop – atom prvku který má stejné protonové číslo ale různý počet neutronů a tím i rozdílnou hmotnost.

periodický zákon – vlastnosti prvků jsou periodickou funkcí jejich protonového čísla.

### Anotace a základní pojmy

Atom je základní stavební jednotkou hmoty z pohledu chemie. Jeho původní nedělitelnost byla již koncem 19. století vyvrácena. Skládá se z velmi malého a velmi hmotného jádra, v němž jsou obsaženy protony a neutrony. V obalu atomu jsou elektrony. Kladný náboj protonů v jádře je vyrovnáván záporným nábojem elektronů v obalu. V elektroneutralním atomu je tedy stejný počet elektronů jako protonů. Atomy jednotlivých prvků se od sebe liší počtem protonů. Atomy prvku s různým počtem neutronů a stejným počtem protonů se nazývají izotopy. Existuje několik modelů atomu popisujících chování a pohyb částic. Nejjednodušším je planetární model atomu. Komplikovanějším, ale přesnějším, je model kvantově-mechanický. z něhož vychází kvantová čísla, která popisují stav elektronů v obalu.

Řazení prvků dle zvyšujícího se protonového čísla a periodicky opakujících se vlastností prvků vedlo k vytvoření periodické tabulky prvků. Periodicky střídajícími se vlastnostmi jsou oxidační čísla, atomový poloměr, ionizační energie, elektronová afinita, elektronegativita, polarizovatelnost, kovové a nekovové vlastnosti. Dále platí, že prvky stejné hlavní skupiny mají stejný počet valenčních elektronů vyjádřený číslem skupiny. Číslo periody, ze které prvek je, nám říká, v jaké vrstvě od jádra má své valenční elektrony.

Prvky se slučují do molekul pomocí chemických vazeb. Zařazení chemických vazeb do

stupnice, na jejímž jednom konci je vazba kovalentní (rovnoměrné sdílení elektronového páru, obvykle stejného prvku např.  $H_2$ ) a na konci druhém vazba čistě iontová (jako extrémní příklad polární kovalentní vazby). Typ vazby je posuzován z hodnoty rozdílu elektronegativit obou vázaných prvků. Elektronegativita je míra schopnosti atomu přitahovat elektrony sdílené s jiným atomem. Rozdíl elektronegativit atomů v molekule je pro iontovou vazbu nad hodnotou 1,7. Pro polárně kovalentní vazbu mezi 0,4 - 1,7 a pro vazbu převážně nebo čistě kovalentní 0,4 a menší hodnoty.

Iontová vazba vzniká odtržením elektronu od méně elektronegativního atomu, z něhož vznikne kation, a přijetím elektronu elektronegativnějším atomem, z něhož přijmutím elektronu vzniká anion. Typickou vlastností látek s tímto typem vazby je tvorba krystalické mřížky, vysoká teplota tání, rozpustnost v polárních rozpouštědlech.

Polárně kovalentní vazba vzniká mezi dvěma atomy s rozdílnou elektronegativitou. Sdílené elektrony nejsou k oběma atomům přitahovány stejnou silou (rozdíl elektronegativit mezi 0,4-1,7). V takovéto molekule převládá u atomu s vyšší elektronegativitou záporný náboj, u druhého atomu kladný náboj. Vytváří se tzv. dipól.

Kovalentní vazba vzniká mezi prvky s nižším rozdílem elektronegativit než 0,4. Tato vazba je typická pro organické sloučeniny, které mají relativně nízké teploty tání a jsou rozpustné v nepolárních rozpouštědlech. Existují další typy chemických vazeb jako je vazba kovová, slabé mezimolekulární interakce (van der Waalsovy síly) a vazba vodíková, která je svou energií někde uprostřed mezi chemickými vazbami a van der Waalsovými silami.



### Kontrolní otázky

Kolik protonů neutronů a elektronů má tato částice:  ${}_{35}^{71}Br^{-}$  ?

Proč se prvky 8.A skupiny periodické tabulky vyznačují velmi nízkou reaktivitou?



### Literatura

Jaček M.: P1 Struktura hmoty – pdf prezentace – [www.lf3.cuni.cz](http://www.lf3.cuni.cz)

Vacík J. a kolektiv: Přehled středoškolské chemie, SPN 1999, ISBN 80-7235-108-7

## 2. Teorie kyselin a zásad, pH stupnice a pufrů



Časový rozsah: 2 hodiny

- přednáška



Cíle

Porozumět, která částice je kyselinou a která zásadou z pohledu různých teorií kyselina zásad. Pochopit rozdíl disociace silné a slabé kyseliny (zásady) a posouzení jejich síly dle disociační konstanty. Porozumět důvodu vzniku pH stupnice a výpočtu pH silné kyseliny (zásady) společně s principem funkce pufru.



Klíčová slova

disociace, solvatace, kyselina, zásada, pH, pufr

## ! Definice

kyselina – je dle Brønstedovi teorie částice schopná odštěpovat ve vodném roztoku  $H^+$  ion (proton).

zásada – je dle Brønstedovi teorie schopna  $H^+$  ion (proton) přijmout nebo dle Arrheniovi teorie odštěpit  $OH^-$  ion.

disociace – rozpad na ionty vlivem prostředí

solvatace – interakce částic s molekulami rozpouštědla

## 🔍 Anotace a základní pojmy

Molekuly s iontovou vazbou disociují. Pokud při disociaci vznikají  $H^+$  nebo  $OH^-$  ionty dochází ke změně kyselosti či zásaditosti roztoku. Koncentrace obou těchto iontů je v čisté vodě v poměru 1:1 a je rovna  $10^{-7}$  mol/L. Součin koncentrací obou iontů je konstantou –  $K_v$  (iontový součin vody =  $10^{-14}$  mol<sup>2</sup>/L<sup>2</sup>). Jelikož koncentrace těchto iontů nabývá hodnot ve velkém rozsahu vyjádřeném často číslem se záporným exponentem, byla zvolena logaritmická stupnice k vyjádření kyselosti nebo zásaditosti roztoku,  $pH = -\log c_{H^+}$ . Jelikož silná kyselina je v roztoku zcela disociována na svůj anion a  $H^+$  ( $H_3O^+$ ) iont, lze v případě jednosytné kyseliny považovat její koncentraci za ekvivalentní koncentraci  $H^+$  ( $H_3O^+$ ) iontů v roztoku a z výše uvedeného vzorce vypočítat pH. Stejně tak v případě silné zásady bude její koncentrace rovna koncentraci  $OH^-$  iontů, pokud bude jednosytná. Pak lze analogicky spočítat tzv.  $pOH = -\log[OH^-]$ . Vztah mezi pH a pOH můžeme vyjádřit takto:  $pH = 14 - pOH$ .

V případě slabé kyseliny a zásady je nutné do výpočtu pH zahrnout konstantu, která vypovídá o míře disociace kyseliny. Dle této disociační konstanty ( $K_D$ ) lze posoudit, zda jde o silnou či slabou kyselinu. Pokud je  $K_D > 10^{-2}$  jde o silnou kyselinu či zásadu,  $K_D < 10^{-4}$  patří slabé kyselině či zásadě.

Smísením slabé kyseliny a roztoku její soli se silnou zásadou nebo slabé zásady s roztokem její soli se silnou kyselinou vzniká tzv. pufr. Tlumivý roztok schopný udržet při přidání  $H^+$  nebo  $OH^-$  iontů do roztoku stálé pH. Lze jej připravit též smísením silné kyseliny s přebytkem slabé zásady či smísením silné zásady s přebytkem slabé kyseliny. Tyto tzv. pufrací systémy existují i v lidském těle, kde je jejich hlavním úkolem udržovat relativně stálé pH při vzniku velkého množství metabolitů kyselé povahy. Nejvýznamnější z nich je bikarbonátový pufrací systém krve ( $HCO_3^- + H^+ \leftrightarrow H_2CO_3 \leftrightarrow CO_2 + H_2O$ ) disponující kapacitou 53%. Dalšími jsou hemoglobin (35%), plazmatické proteiny (7%), fosfáty a sulfáty (5%).

## ? Kontrolní otázky

Vysvětlete rozdíl mezi disociací silné a slabé kyseliny?

Jaké bude pH 1mM roztoku NaOH?

Zapište chemickou reakci k čemu v těle dochází při respirační acidóze.

## Literatura

Matějčková J.: VZ-S3-Chemicke\_vypoctyII – pdf prezentace – [www.lf3.cuni.cz](http://www.lf3.cuni.cz)

Vacík J a kolektiv: Přehled středoškolské chemie, SPN 1999, ISBN 80-7235-108-7

### 3. Základy anorganické chemie

#### Časový rozsah: 2 hodiny

- téma k samostudiu

#### Cíle

Seznámení s vlastnostmi biologicky významných prvků a jejich důležitých sloučenin ve spojení s metabolismem nebo naším prostředím. Porozumění a procvičení základů anorganického názvosloví.

#### Klíčová slova

makroelementy, ionty, stopové prvky

#### Definice

alotropická modifikace – jedna z více krystalických forem s odlišnými fyzikálními a chemickými vlastnostmi.

biogenní prvek – prvek nezbytný pro život organismu, nezastupitelný v metabolismu.

#### Anotace a základní pojmy

Přehled majoritních prvků obsažených v našem okolí či v živých organismech, společně s přehledem jejich důležitých sloučenin a jejich vlastností. Vysvětlení principu oxidačního čísla a názvosloví látek ze skupiny oxidů, kyselin, hydroxidů a solí.

#### Kontrolní otázky

Co je to O<sub>3</sub>, jaký má účinek na živé organismy?

Seřad'te prvky dle klesajícího zastoupení ve sloučeninách lidského těla: Ca, O, Si, C ?

Co jsou to reaktivní formy kyslíku?

## Literatura

Jaček M.: P2 – Anorganická chemie – pdf prezentace – [www.lf3.cuni.cz](http://www.lf3.cuni.cz)

Vacík J a kolektiv: Přehled středoškolské chemie, SPN 1999, ISBN 80-7235-108-7

## 4. Principy instrumentálních analytických technik



Časový rozsah: 2 hodiny



### Cíle

Podat studentům přehled analytických metod používaných v současných laboratořích pro kvalitativní i kvantitativní stanovení látek. Vysvětlit základní principy těchto metod.



### Klíčová slova

AAS, AES, UV-VIS spektrometrie, NMR, hmotnostní spektrometrie, chromatografie, elektroforéza



### Definice

vzorek – část analyzovaného materiálu, reprezentující svým složením určitý celek

analyt – látka, kterou ve vzorku sledujeme a stanovujeme

matrice – směs všech látek obsažených ve vzorku společně se sledovaným analytem

kvalitativní analýza – určení látek přítomných ve vzorku

kvantitativní analýza – stanovení množství (koncentrace) jednotlivých složek vzorku

Lambert-Beerův zákon – absorbance ( $A$ ) je přímo úměrná molární koncentraci ( $c$ , [mol/L]) absorbující látky a tloušťce její vrstvy ( $l$ , [cm]). Vyjádřeno vzorcem:  $A = \epsilon \cdot c \cdot l$ ,  
 $\epsilon$  - molární extinkční koeficient [ $\text{dm}^3 \text{mol}^{-1} \text{cm}^{-1}$ ]



### Anotace a základní pojmy

Instrumentální metody analytické chemie jsou charakteristické svou vysokou citlivostí, rychlostí stanovení a vysokou selektivitou. Často jsou nedestruktivní a dokáží pracovat s velmi malým množstvím vzorku. Díky těmto výhodám nahradily původní chemické metody jako je odměrné či vážkové stanovení.

Velké množství těchto analytických technik je založeno na interakci elektromagnetického záření se vzorkem či na vyzařování elektromagnetického záření excitovanými komponentami vzorku. Patří sem techniky jako atomová absorpční spektrometrie (AAS) a atomová emisní spektrometrie (AES), které umožňují určit prvkové složení analyzovaného materiálu. Sledováním absorpce zředěných roztoků molekul v ultrafialové a viditelné části spektra se zabývá UV-VIS spektrometrie. Množství absorbovaného záření vzorkem lze vyjádřit pomocí transmittance, což je poměr mezi intenzitou prošlého paprsku a intenzitou vstupujícího paprsku. Mezi transmittancí a koncentrací platí nepřímá úměra. Matematickou úpravou získáme tzv. absorbanci kdy,  $A = -\log T$ . Závislost absorbance na koncentraci pak popisuje Lambert-Beerův zákon. Množství látek stanovitelných touto technikou je navíc rozšířeno díky specifickým spektrometrickým kitům, které pomocí enzymů převádějí málo absorbující molekuly, například na peroxid vodíku, který dále mění 4-aminoantipyridin na růžový chinonimin. Intenzita zabarvení chinoniminu je tedy přímo úměrná koncentraci původního

analytu.

Absorpce v infračervené části spektra je spojená s přítomností různých funkčních skupin molekuly. Tato informace společně s oblastí tzv. otisku prstu pomáhá odhalit, o jakou organickou molekulu jde.

Jednou z nejmodernějších technik umožňující odhalit strukturu látky je nukleární magnetická rezonance. Zde jsou molekuly podrobeny silnému magnetickému poli, které sjednotí orientaci magnetických polí atomových jader. Následně je sledována absorpce radiofrekvenčního záření při přechodu jader do energeticky vyšší hladiny. Na základě získaného spektra lze určit strukturu látky. V medicíně je modifikace této techniky používána k zobrazování měkkých tkání těla.

Další analytickou technikou je hmotnostní spektrometrie. Tato technika převádí látky na ionty v plynné fázi, které pak dále dělí v elektromagnetickém poli dle poměru hmotnost/náboj ( $m/z$ ). První informací, kterou tak získáme o analytu, je jeho molekulová hmotnost. Fragments vzniklé při vytváření molekulového iontu vytváří další signály v hmotnostním spektru a ze získaného spektra tak lze určit strukturu molekuly.

Poslední kapitolou jsou separační metody. Ty umožňují dělení složitých směsí látek s jejich následnou detekcí založenou často na předchozích technikách. Do této skupiny se řadí všechny typy chromatografie a taktéž elektroforéza ve svých různých uspořádáních.



### Kontrolní otázky

Nakreslete blokové schéma kapalinového chromatografu a vysvětlete princip této techniky.

Jaká bude koncentrace látky, jestliže přístroj naměřil absorbanci 0,79 ( $\epsilon = 23500 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ,  $l = 0,5 \text{ cm}$ )?



### Literatura

Jaček M.: P4 – Instrumentální metody – pdf prezentace – [www.lf3.cuni.cz](http://www.lf3.cuni.cz)

Klouda P.: Moderní analytické metody, Pavel Klouda 2003, ISBN 80-86369-07-2

Opekar F., Jelínek I., Rychlovský P., Plzák Z.: Základní analytická chemie, Karolinum 2005, ISBN 80-246-0553-8

## 5. Základy organické chemie



### Časový rozsah: 2 hodiny

- téma k samostudiu



### Cíle

Porozumět rozdělení uhlovodíků a jejich derivátů a zvládnout systematické názvosloví. Znat některé důležité vlastnosti jednotlivých skupin uhlovodíků a některých vybraných sloučenin spojených s metabolismem lidského organismu nebo s životním prostředím.



## Klíčová slova

uhlovodík, derivát



## Definice

izomery – látky mající stejný sumární, ale různý strukturální vzorec a tím i rozdílné vlastnosti.



## Anotace a základní pojmy

Organická chemie se zabývá studiem sloučenin uhlíku s několika výjimkami jako je např. CO<sub>2</sub>, HCN, CaC<sub>2</sub>. Z prapůvodní chemie se vyčlenila v průběhu 19. století. Do té doby se předpokládalo, že organické molekuly vznikají účinkem živé síly (*vis vitalis*) pouze v živých organismech. Přelom znamenala reakce izokyanatanu amonného na močovinu (přesmyk) kterou provedl roku 1828 Friedrich Wöhler.

Základem organické chemie jsou uhlovodíky, které dle řetězce dělíme na alifatické, nerozvětvené, rozvětvené, cyklické a aromatické. V molekulách uhlovodíků se vyskytují i násobné vazby (dvojná a trojná) a podle tohoto kritéria rozlišujeme tzv. alkany, alkeny, alkyny, dieny a aromatické uhlovodíky. Hlavním zdrojem všech skupin uhlovodíků je ropa a zemní plyn, látky významné pro organické syntézy.

Přítomností dalších prvků jako je kyslík, dusík, síra v molekule uhlovodíků vznikají deriváty. Ty lze dělit podle charakteristické funkční skupiny např. na karboxylové kyseliny, aldehydy, ketony, alkoholy, aminy, atd. na deriváty funkční (dochází k náhradě ve funkční skupině např. amidy) a na deriváty substituční, kdy je nahrazen vodík v uhlovodíkovém řetězci funkční skupinou (např. kyselina 2-hydroxypropionová = kyselina mléčná nebo 2-aminopropionová=alanin).



## Kontrolní otázky

Jak rozdělujeme uhlovodíky dle násobné vazby?

Jaký základní typ chemické vazby převažuje v organických sloučeninách?

Seřadte sloučeniny dle rostoucí teploty varu: CaCl<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>14</sub>-COOH.



## Literatura

Jaček M.: P3 – Základy organické chemie – pdf prezentace – [www.lf3.cuni.cz](http://www.lf3.cuni.cz)

Vacík J a kolektiv: Přehled středoškolské chemie, SPN 1999, ISBN 80-7235-108-7

## 6. Struktura, biologické a chemické vlastnosti sacharidů



Časový rozsah: 2 hodiny



Cíle



Pochopit, z jakých základních stavebních kamenů jsou sacharidy složeny a podle jakých kritérií je rozdělujeme. Seznámit se ze základními reakcemi monosacharidů společně s jejich strukturou popsanou jedním z cyklických vzorců. Být schopen uvést ze skupiny mono-, di- a polysacharidů včetně jejich výskytu a významu.



### Klíčová slova

monosacharid, oligosacharid, polysacharid, poloacetal, Fischerův vzorec, Hawortův vzorec



### Definice

mutarotace – látky mající stejný sumární, ale různý strukturní vzorec a tím i rozdílné vlastnosti.

chirální uhlík – uhlík mající čtyři různé substituenty. Jeho typickou vlastností je schopnost stáčet rovinu polarizovaného světla

epimer – izomer sacharidu lišící se od jiného sacharidu pouze polohou jedné hydroxylové skupiny

kondenzace – slučovací reakce, kdy z několika podjednotek vzniká molekula za vyloučení jednoduché anorganické molekuly



### Anotace a základní pojmy

Sacharidy jsou hojně zastoupeny ve všech živých organismech na naší planetě. Tvoří zhruba 60 % naší stravy. Jsou to jak energetické živiny, tak stavební kameny. Chemicky to jsou polyhydroxyaldehydy a polyhydroxyketony. Základní rozdělení sacharidů je dle počtu podjednotek na monosacharidy (1 podjednotka), oligosacharidy (2-10 podjednotek), polysacharidy (>10 podjednotek). Monosacharidy dále dělíme dle hlavní funkční skupiny na aldózy a ketózy a dle počtu uhlíků na triózy, tetrózy, pentózy, hexózy. Strukturu monosacharidů lze popsat několika vzorci. Lineárním Fischerovým, cyklickým Tollensovým nebo Hawortovým vzorcem. Cyklická forma sacharidů vzniká díky intermolekulární reakci hlavní karbonylové a jedné hydroxylové funkční skupiny, čímž vzniká tzv. poloacetal. Výsledná cyklická forma sacharidu tak obsah pěti- či šestičlenný heterocyklus s kyslíkem odvozený od furanu či pyranu. Na uhlíku číslo jedna u aldóz a uhlík číslo dva všech ketóz vzniká tzv. poloacetalový hydroxyl. Poloacetalový hydroxyl je nositelem redukčních vlastností sacharidů a může být ve dvou pozicích rozlišených v názvu řeckým písmenem  $\alpha$  (pod rovinou cyklu) nebo  $\beta$  (nad rovinou cyklu). Souhrnně se tyto izomery označují za anomery. Všechny sacharidy s výjimkou dihydroxyacetonu jsou opticky aktivní látky mající jedno a více center chiralit. V přírodě jsou však významné pouze D izomery. Při redukci karbonylové skupiny monosacharidů vznikají cukerné alkoholy používané jako umělá sladidla. Při její oxidaci vznikají aldonové kyseliny. Oxidací hydroxyly na uhlíku číslo 6 až na karboxylovou skupinu pak vznikají uronové kyseliny. Nejznámější z nich je glukuronová kyselina. Naopak redukcí hydroxylové skupiny na vodík vznikají deoxycukry. Některá z hydroxylových skupin sacharidu může být nahrazena aminoskupinou, čímž vznikají aminocukry, které mohou být ještě acetylovány. Hydroxylové skupiny lze též esterifikovat kyselinou fosforečnou nebo sírovou.

Důležitou reakcí monosacharidů je jejich kondenzace či polykondenzace za vzniku disacharidů nebo polysacharidů za vzniku O-glykosidické vazby. Ze skupiny disacharidů je nejznámější sacharóza neboli řepný či třtinový cukr. Skládá se z jedné molekuly glukózy a

jedné molekuly fruktózy spojené vzájemně přes poloacetalové hydroxyly těchto podjednotek. Díky nepřítomnosti poloacetalového hydroxyly na vzniklém disacharidu patří sacharóza mezi neredukující sacharidy. Laktóza (mléčný cukr) složený z galaktózy a glukózy i maltóza složená ze dvou glukózových podjednotek patří mezi cukry redukující. Nejzastoupenější polysacharidy pak můžeme rozdělit na homopolysacharidy jako je škrob, glykogen, celulóza, inulin, pektin a heteropolysacharidy kam spadají glykoproteiny a proteoglykany.



### Kontrolní otázky

Napište název a vzorec dvou nejjednodušších monosacharidů.

Jaká sloučenina se uvolňuje při syntéze polysacharidu z jednotek monosacharidů?

K čemu slouží kyselina glukuronová?



### Literatura

Jaček M.: P5 – Sacharidy – pdf prezentace – [www.lf3.cuni.cz](http://www.lf3.cuni.cz)

Vacík J a kolektiv: Přehled středoškolské chemie, SPN 1999, ISBN 80-7235-108-7

Odstrčil J.: Biochemie, NCO NZO Brno 2005, ISBN 80-7013-425-9

Klouda P.: Základy biochemie, Pavel Klouda Ostrava 2005, ISBN 80-86369-11-0

## 7. Základy toxikologie



**Časový rozsah: 2 hodiny**



**Cíle**

V souvislosti s chemickými látkami vysvětlit toxický účinek, cesty vstupu do organismu a toxické indexy a jednotky používané pro hodnocení nebezpečnosti látek. Popsat některé mechanismy účinku chemikálií, s kterými je možné přijít do kontaktu v běžné chemické laboratoři.



**Klíčová slova**

jed, toxický index, mechanismus účinku, typy účinku



**Definice**

LD50 - dávka chemikálie při které zahyne 50 % jedinců z testovaného souboru



**Anotace a základní pojmy**

Toxikologie je věda zkoumající škodlivé a nežádoucí účinky látek na živé organismy. Zabývá se mechanismy účinku těchto látek a predikcí jejich působení v závislosti na velikosti dávky, cestě vstupu do organismu, jeho věku, stavu a druhu. Z pohledu toxikologie tedy může být kterákoliv látka jedem v závislosti na uvedených parametrech, z čehož vychází i jedna

z definicí jedu. Která chemikálie je jedem, je dnes přesně určeno výčtem látek uvedených zákoně 467/2009 Sb. Zároveň však platí, že s jakoukoli neznámou chemikálií by mělo být zacházeno jako s jedem.

Toxický účinek je výsledkem procesů vstřebávání, distribuce, metabolismu a vylučování. Dle rychlosti nástupu rozlišujeme účinek akutní, chronický a pozdní. Z pohledu mechanismu rozeznáváme účinek specifický, kdy je odpověď vyvolána obsazením nějakého receptoru, a účinek nespecifický, který je výsledkem fyzikálně-chemických vlastností látky.

K vyjadřování velikosti účinku nebo nebezpečnosti slouží tzv. toxické indexy. Nejčastěji uváděným je střední smrtná dávka LD50. Dle její hodnoty lze posoudit nebezpečnost látky od krajně toxické ( $LD50 < 5 \text{ mg/kg}$ ) až po látky prakticky neškodné ( $LD50 > 15000 \text{ mg/kg}$ ).



### Kontrolní otázky

Jaké jsou tři definice jedu?

Seřad'te cesty vstupu dle rychlosti nástupu účinku: dermálně, intramuskulárně, perorálně, intravenózně.

Co je to LD50?



### Literatura

Tichý M.: Toxikologie pro chemiky, Karolinu Praha 1998, ISBN 80-7184-625-2

## 8. Struktura, biologické a chemické vlastnosti lipidů



**Časový rozsah: 2 hodiny**



**Cíle**

Pochopit z jakých základních stavebních kamenů jsou lipidy složeny a podle jakých kritérií je rozdělujeme. Poznat členění a vlastnosti některých těchto kamenů důležitých pro náš metabolismus.



**Klíčová slova**

triacylglyceroly, vosky, terpeny, steroidy, mastná kyselina, izopren



**Definice**

hydrofóbní = vodu odpuzující

izopren = 2-methyl-but-1,3-dien



**Anotace a základní pojmy**

Lipidy jsou látky s poměrně rozdílnou vnitřní strukturou, které spojuje společná vlastnost, což je jejich nerozpustnost ve vodě (hydrofóbnost). Jsou to významné energetické živiny, stavební

látky buněčných membrán a výborné tepelné a elektrické izolanty. Také slouží jako mechanická ochrana některých orgánů. Některé látky lipidové povahy patří zároveň do skupiny vitamínů a hormonů. Naši stravě lipidy dávají specifickou chuť a krémovitou konzistenci. Běžné zastoupení tuků v naší potravě je přibližně 30 %.

První možné členění lipidů je dle jejich chování při hydrolýze na zmýdelnitelné a nezmýdelnitelné. Pokud při varu s NaOH či KOH vznikají mýdla, pak jde o zmýdelnitelný lipid. V jeho stavebních kamenech bude obsažena mastná kyselina, jejíž sodná či draselná sůl se při zmýdelňování vytvoří. Do této skupiny patří triacylglyceroly (estery glycerolu a mastné kyseliny) a vosky (estery vyšších jedno- nebo dvojsytných alkoholů a mastných kyselin). Oproti tomu nezmýdelnitelný lipid je vytvořen z jiných stavebních kamenů nepodléhajících hydrolýze. Do této skupiny řadíme izoprenoidy, složené z izoprenu, a steroidy, mající za základní kostru tetracyklický uhlíkový steran. Další možné členění je na jednoduché lipidy, které obsahují pouze lipidovou část, sem patří jak triacylglyceroly a vosky tak terpeny a steroidy. Druhou skupinou jsou složené lipidy, které obsahují navíc další složku jiné povahy. Tou může být aminokyselina, aminoalkohol, sacharid, kyselina fosforečná. Do složených lipidů pak řadíme, fosfolipidy a glykolipidy.

Hlavní komponentu zmýdelnitelných lipidů tvoří mastné kyseliny. Jde o monokarboxylové kyseliny přibližně s 12-24 uhlíkovými atomy. Mastné kyseliny vyskytující se v lidském těle mají vždy sudý počet atomů uhlíku díky syntéze probíhající z dvou uhlíkatého acetylu přenášeného koenzymem A. Podle délky řetězce je můžeme rozdělit na tzv. mastné kyseliny s krátkým SCFA (<6C), se středně dlouhým MCFA (6-12C), dlouhým LCFA (14-20C) a velmi dlouhým řetězcem VLCFA (>20C). Dle počtu dvojných vazeb v řetězci je lze rozdělit na nasycené (SFA) tedy bez dvojných vazeb, mononenasyčené (MUFA) s jednou dvojnou vazbou a polynenasycené (PUFA) s několika dvojnými vazbami. Dvojná vazba umožňuje vznik dvou konformačních izomerů. Výsledné cis a trans izomery mají výrazně odlišné fyzikálně-chemicko-biologické vlastnosti. S výjimkou kravského mléka jsou všechny mastné kyseliny z přírodních zdrojů v konfiguraci cis. Ve spojení s mastnými kyselinami ze skupiny PUFA se ještě objevuje členění a tzv. omega3 (n3) a omega6 (n6). Zde číslo v názvu značí pozici první dvojných vazeb z opačné strany řetězce než je karboxylová skupina.



### Kontrolní otázky

Rozdělte lipidy dle jejich chování při hydrolýze.

Co jsou to eikosanoidy a z čeho jsou syntetizovány?

Do jaké skupiny lipidů patří lanolin a vorvaňovina?



### Literatura

Jaček M.: P6 – Lipidy – pdf prezentace – [www.lf3.cuni.cz](http://www.lf3.cuni.cz)

Vacík J a kolektiv: Přehled středoškolské chemie, SPN 1999, ISBN 80-7235-108-7

Odstrčil J.: Biochemie, NCO NZO Brno 2005, ISBN 80-7013-425-9

Klouda P.: Základy biochemie, Pavel Klouda Ostrava 2005, ISBN 80-86369-11-0

## 9. Struktura, biologické a chemické vlastnosti bílkovin



**Časový rozsah: 2 hodiny**



**Cíle**

Vysvětlit vlastnosti a strukturu aminokyselin, jako základních stavebních kamenů bílkovin. Ukázat jednotlivé úrovně struktury bílkovin a vazby, které se na jejich vzniku podílejí. Propojit syntézu proteinů s nukleovými kyselinami.



**Klíčová slova**

aminokyselina, peptid, protein, peptidová vazba, struktura proteinů, translace



**Definice**

izoelektrický bod – je taková hodnota pH, při které se aminokyselina vyskytuje jako elektroneutrální molekula nebo obojetný iont.

kodon – triplet bází kódujících jednu aminokyselinu

antikodon – triplet bází tvořících protipól kodonu obsažený v A-ramenu tRNA



**Anotace a základní pojmy**

Aminokyseliny jsou základními prekurzory pro syntézu peptidů, bílkovin, biogenních aminů, ketokyselin, neurotransmiterů a dalších látek v molekule obsahujících dusík. Celkem je známo kolem 300 aminokyselin, které rozdělujeme na proteinogenní-kódované, proteinogenní-nekódované a neproteinové. Důležitých proteinogenních aminokyselin kódovaných v DNA je 20 nebo nověji 22 (selenocystein, pyrolyzin). Z toho jsou pro lidský organismus esenciální arginin, histidin, izoleucin, leucin, lysin, methionin, fenylalanin, threonin, tryptofan, valin. Základní skelet je shodný pro všech 20 aminokyselin, kdy na uhlíku číslo 2, tedy na  $\alpha$  uhlíku, je přítomna aminoskupina. Všechny tyto aminokyseliny jsou v prostorové konformaci typu L s výjimkou nejjednodušší aminokyseliny, kterou je glycin. Dle charakteru postranního řetězce aminokyseliny rozdělujeme na čtyři skupiny: s nepolárním, polárním, kyselým a zásaditým postranním řetězcem. Specifickou vlastností aminokyselin je jejich amfoterní charakter. V elektroneutrální podobě se proto aminokyselina vyskytuje pouze v tzv. izoelektrickém bodě. Přeměna aminokyselin probíhá v těle pomocí dekarboxylace, transaminace a oxidační deaminace. Poslední uvedenou reakcí je uvolňován toxický amoniak, který se dále přeměňuje v močovinovém cyklu.

Pomocí kondenzační reakce za vzniku charakteristické peptidové vazby (-CO-NH-) se aminokyseliny spojují do peptidů (2-10 amk), proteinů (10-100 amk) a bílkovin (>100 amk).

Pro tyto molekuly je charakteristická víceúrovňová struktura. Primární strukturou je pořadí aminokyselin v řetězci od N-konce po C-konec, které je však zásadní pro následný vznik dalších úrovní struktury. Sekundární struktura je prostorovým uspořádáním krátkého úseku proteinového řetězce ( $\alpha$ -helix,  $\beta$ -skládaný list,  $\beta$ -otáčka). Terciární struktura je pohledem na prostorové uspořádání celého vlákna, které má fibrilární nebo globulární charakter. Poslední,

kvarterní struktura, je pohledem na celou bílkovinu a vzájemnou orientaci několika proteinových vláken.

Jelikož výsledný tvar bílkoviny je závislý na primární struktuře, je tedy i tato informace v podobě pořadí aminokyselin uložena v DNA v jádře eukaryotní buňky. Odtud je informace přenášena pomocí mRNA (transkripce) na ribozom do cytoplasmy, kde za účasti aminoacylu-tRNA je dle vzájemné komplementarity kodonu a antikodonu přinášena správná aminokyselina do nově vzniklého proteinového vlákna (translace).



### **Kontrolní otázky**

Jak dělíme aminokyseliny dle charakteru postranního řetězce?

Jmenujte alespoň tři esenciální aminokyseliny.

Napište vzorec tripeptidu skládajícího se z Gly-Ser-Phe.

Jakou terciární strukturu má vlákno kolagenu?



### **Literatura**

Jaček M.: P7 – Aminokyseliny – pdf prezentace – [www.lf3.cuni.cz](http://www.lf3.cuni.cz)

Jaček M.: P7 – Nukleové kyseliny – pdf prezentace – [www.lf3.cuni.cz](http://www.lf3.cuni.cz)

Vacík J a kolektiv: Přehled středoškolské chemie, SPN 1999, ISBN 80-7235-108-7

Odstrčil J.: Biochemie, NCO NZO Brno 2005, ISBN 80-7013-425-9

Klouda P.: Základy biochemie, Pavel Klouda Ostrava 2005, ISBN 80-86369-11-0