

# Heterocyklické sloučeniny

# RVP

## ORGANICKÁ CHEMIE

### Očekávané výstupy

#### žák

- ▶ zhodnotí vlastnosti atomu uhlíku významné pro strukturu organických sloučenin
- ▶ aplikuje pravidla systematického názvosloví organické chemie při popisu sloučenin s možností využití triviálních názvů
- ▶ charakterizuje základní skupiny organických sloučenin a jejich významné zástupce, zhodnotí jejich surovinové zdroje, využití v praxi a vliv na životní prostředí
- ▶ aplikuje znalosti o průběhu organických reakcí na konkrétních příkladech
- ▶ využívá znalosti základů kvalitativní a kvantitativní analýzy k pochopení jejich praktického významu v organické chemii

#### Učivo

- **uhlovodíky a jejich klasifikace**
- **deriváty uhlovodíků a jejich klasifikace**
- **heterocyklické sloučeniny**
- **syntetické makromolekulární látky**
- **léčiva, pesticidy, barviva a detergenty**

# ŠVP gymnázium Botičská

Charakterizuje strukturu, fyzikální a chemické vlastnosti heterocyklických sloučenin.	<b>Heterocyklické sloučeniny</b> Struktura, vlastnosti, reakce, výskyt a použití.	<b>Biologie; genetika</b> <b>Enviromentální výchova</b>
---	--	--

Chemie 11

Výstupy ŠVP (rozpracované výstupy z RVP)	Učivo ŠVP (rozpracované učivo z RVP)	Poznámky, průřezová témata, mezipředmětové vztahy, vazby
Zhodnotí výskyt heterocyklických sloučenin v přírodě a jejich význam pro stavbu přírodních látek. Z triviálních názvů významných heterocyklických sloučenin dokáže napsat jejich strukturní vzorce.		Vliv člověka na životní prostředí od počátku existence po současnost. Zdroje energie a surovin na Zemi, jejich využívání člověkem.

cíle předmětu	kompetence žáka	formy a metody práce	rozsah	cíle průřezových témat
ano	ano	ano	2,5/2,5/3/0	ano

# ŠVP gymnázium Na Zatlance

PŘÍRODNÍ LÁTKY	
výstupy	učivo
<p><b>popíše zdroje, vlastností a strukturu základních přírodních látek a posoudí jejich fyziologické účinky</b></p> <p><b>porovná strukturu přírodních a syntetických polymerů a zhodnotí význam a rizika využívání plastů</b></p>	<p>Heterocyklické sloučeniny</p> <p>Izoprenoidy</p> <p>Bílkoviny</p> <p>Sacharidy</p> <p>Lipidy</p> <p>Nukleové kyseliny</p>
<p>pokrytí průřezových témat</p> <p>ENVIRONMENTÁLNÍ VÝCHOVA</p> <p>Problematika vztahů organismů a prostředí</p>	
<p><b>přesahy do:</b>            B (1. ročník): Obecná biologie, B (2. ročník): Biologie člověka, B (3. ročník): Biologie člověka, B (3. ročník): Genetika</p> <p><b>přesahy z:</b>            B (1. ročník): Obecná biologie, B (2. ročník): Biologie člověka, B (3. ročník): Biologie člověka, B (3. ročník): Genetika</p>	

cíle předmětu	kompetence žáka	formy a metody práce	rozsah	cíle průřezových témat
ano	ano	ano	2,5/2/2,5/0	ano

# ŠVP gymnázium Děčín

<ul style="list-style-type: none"> <li>• klasifikuje heterocyklické sloučeniny podle velikosti kruhu, typu a počtu heteroatomu v kruhu</li> <li>• запише názvy a vzorce základních heterocyklických sloučenin</li> <li>• porovná aromatický stav heterocyklů s areny (furan, thiofen, pyrrol, pyridin)</li> </ul>	<b>Heterocyklické sloučeniny</b>		
<b>Školní výstupy</b>	<b>Učivo</b>	<b>Průřezová témata</b>	<b>Poznámky, přesahy</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• uvede praktické použití heterocyklických sloučenin a význam v živých organizmech</li> <li>• objasní význam rostlinných barviv pro biol. procesy</li> </ul>			

<b>cíle předmětu</b>	<b>kompetence žáka</b>	<b>formy a metody práce</b>	<b>rozsah</b>	<b>cíle průřezových témat</b>
ano	ano	ano	2,5/3/2,5/0	ano



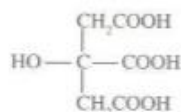
### Příklady hydroxykyselin a ketokyselin



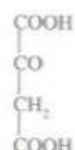
kyselina  
mléčná



kyselina  
vinná



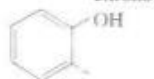
kyselina  
citronová



kyselina  
oxaloctová



kyselina  
acetocetová



kyselina  
salicylová



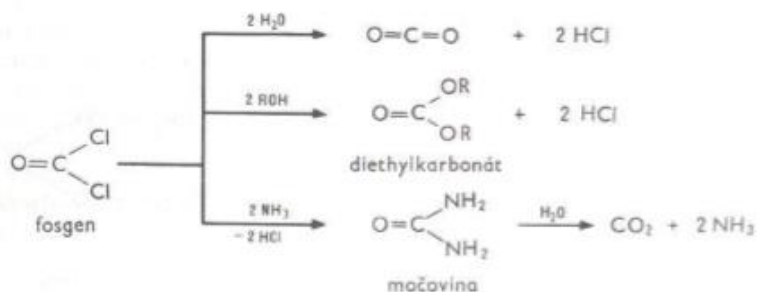
kyselina  
pyrohroznová

### 4217 DERIVÁTY KYSELINY UHLIČITÉ

Volnou kyselinu uhličitou nelze připravit, mnohé její deriváty (estery, fosgen, močovina) jsou však stále a mají velký praktický význam.

**Fosgen**, dichlorid kyseliny uhličitě, je velmi reaktivní plyn rychle se hydrolyzující na oxid uhličitý a chlorovodík. V první světové válce byl používán jako bojová chemická látka. S ethanolem tvoří diethylkarbonát, s amoniakem močovinu.

#### Reakce fosgenu a močoviny



**Močovina**, diamid kyseliny uhličitě (s) se vyrábí z oxidu uhličitěho a amoniaku. Používá se k výrobě plastů, jako přísada do krmiva skotu a jako hnojivo. Je též surovinou k výrobě některých léčiv. Močovina je odpadním produktem metabolismu savců, a je proto v jejich moči.

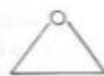
**Diethylkarbonát**, diethylester kyseliny uhličitě (I) je příjemně vonící kapalina užívaná v chemické syntéze.

### 4218 HETEROCYKLICKÉ SLOUČENINY

Heterocyklické sloučeniny obsahují ve svých cyklech jeden nebo více **heteroatomů**.

Pod pojmem **heteroatom** rozumíme atom jakéhokoli jiného prvku než uhlíku, který je alespoň dvojnásobný, aby byl schopen zapojení do cyklu. Nejběžnější heterocykly obsahují atomy kyslíku, dusíku a síry. Mezi heterocyklickými sloučeninami je řada sloučenin, které mají aromatický charakter (4108). V následujícím přehledu jsou to všechny, s výjimkou ethylenoxidu, piperidinu a 4H-pyranu.

#### Vzorce některých heterocyklů



ethylenoxid



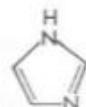
pyrrol



furan



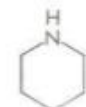
thiofen



imidazol



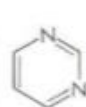
pyridin



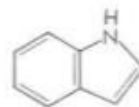
piperidin



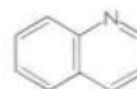
4H-pyran



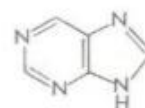
pyrimidin



indol



chinolin



purin

Heterocykly jsou v podstatě cyklické deriváty uhlovodíků. Pyrrol a pyridin jsou aminy, furan je ether a thiofen thioether.

Nesubstituované heterocyklické sloučeniny nemají velký praktický význam. Výjimkou je **ethylenoxid** (g) užívaný při výrobě detergentů a **pyridin** (l), významně rozpouštědlo při organických syntézách. Mnohem důležitější jsou jejich deriváty. Patří mezi ně mnohé přírodní látky, např. alkaloidy, sacharidy, nukleotidy, barviva a některé vitamíny.

## 4300 REAKČNÍ MECHANISMY

### 4301 CO JE REAKČNÍ MECHANISMUS

Reakční mechanismus je podrobný popis průběhu přeměn výchozích látek v produkty včetně popisu struktur meziproduktů. Nesmí být v rozporu s žádným experimentálně zjištěným poznatkem o studované reakci. Na mechanismus určité reakce usuzujeme nejčastěji ze závislosti reakční rychlosti na koncentraci výchozích látek.

Mechanismy některých reakcí formálně podobných, jako např. neutralizace a esterifikace karboxylových kyselin, mohou být velmi rozdílné, zatímco reakční mechanismy formálně velmi rozdílných reakcí mohou být naopak velmi podobné.

# Učebnice – hlavní + a -

Mareček	Vacík	Odmaturuj z chemie
<ul style="list-style-type: none"><li>+ Přehledná strukturace učiva</li><li>+ Dobrá orientace v textu</li><li>+ Vysvětlení chemických vlastností látek, porovnání s dieny a benzenem</li><li>+ Snaha o přesahy do dalších předmětů</li><li>- Rekce bez vysvětlení</li><li>- Informace pouze povrchové, nepraktické</li><li>- Chybí srovnání jednotlivých HS</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>+ Definice pojmu heteroatom</li><li>+ přehledné tablo vzorečků</li><li>- Velmi málo informací</li><li>- Žádná vnitřní struktura</li><li>- Nedostatečně vysvětlená „chemie“ HS</li><li>- Nelogické odloučení derivátů HS až o x kapitol dále</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>+ Přehledná strukturace učiva</li><li>+ dobrá orientace v textu</li><li>+ vysvětlení chemických vlastností HS</li><li>+ porovnání s dieny a benzenem, diskuze nad pojmem aromaticita a ovlivňování chemických vlastností</li><li>+ grafické oddělení základních informací a zajímavostí</li><li>+ náměty na interdisciplinární pojetí tématu (mezipředmětové vztahy)</li><li>- Rovnice jsou zjednodušovány, ovšem bez odpovídajícího vysvětlení.</li></ul>



# Učivo

- Heterocyklické sloučeniny (HS) a jejich deriváty
  - Pětiuhlíkaté HS s 1 heteroatomem (HA)
  - Pětiuhlíkaté HS se 2 HA
  - Šestiuhlíkaté HS s 1 HA
  - Šestiuhlíkaté HS se 2 HA
  - Kondenzované HS

Téma hodiny: HS úvodní pojmy, vlastnosti, pětičetné HS s 1 heteroatomem	Číslo hodiny	1
Cíle výuky	<p>Žák vysvětlí pojem heterocyklická sloučenina a uvede příklady takových sloučenin.</p> <p>Žák porovná chemické vlastnosti heterosloučenin a odpovídajících dienů/benzenu.</p> <p>Žák porovná chemické vlastnosti furanu, thiofenu a pyrrolu.</p>	
Pojmy nové	heteroatom, heterocyklická sloučenina, furan, pyrrol, thiofen	
Co ne?	Názvosloví heterocyklů, přehled vnitřní klasifikace (pojďeme podle toho), reakce přípravy, nukleofilní substituce $\text{NaNH}_2$	
Co ano?	Chemické vlastnosti heterocyklů, reakce – redukce furanu, EAS?, základní informace o pyrrolu, thiofenu a furanu.	
Aktivity	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Úvod – brainstorming – obrázky máku, kávy, koky, tabáku, alergické vyrážky, džínů a chemických vzorců látek. Co mají společného?</li> <li>• Co znamená heterocyklická sloučenina? Žáci zkouší pohledem na slide definovat.</li> <li>• Frontální (výklad s otázkami) – chemické vlastnosti</li> <li>• RWCT (kritické čtení) – žáci dostanou krátké texty představující furan, pyrrol a thiofen. Analýza věcných rysů – ano/ne tabulka, porovnání pojmů.</li> </ul>	

Téma hodiny: Deriváty 5 HS s 1 HA	Číslo hodiny	2
Cíle výuky	Žák uvede příklady derivátů pyrrolu, thiofenu a furanu.	
	Žák popíše účinek vitamínu B12 na fyziologické funkce těla, uvede příklady přirozených zdrojů v potravě a popíše projevy jeho deficience.	
Pojmy nové	Tetrapyrrolová barviva, porfin, kobalamin	
Aktivity	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Úvod – kahoot opakování základních pojmů a vlastností HS</li> <li>• Výklad – porfin, tetrapyrrolová barviva (obměna RWCT – ukázka aktivity)</li> <li>• Práce ve trojicích – najdi derivát HS. V obálce dostanou žáci sérii obrázků a textů, na jejich základě mají najít derivát HS.</li> <li>• Práce ve trojicích – jednotlivé skupiny jsou rozděleny na 2 tábory – příznivci/odpůrci veganství. Je před ně postaven problém: Rodiče vegani se rozhodli vychovávat své dítě v podobném duchu. Hledají argumenty pro/proti. Následně diskuze.</li> </ul>	

Cíle výuky

Žák zapíše chemický vzorec pyrazolu, imidazolu a thiazolu a porovná píše jejich základní chemické vlastnosti.

Žák vyjmenuje vybrané významné deriváty 5HSs2HA a uvede jejich farmakologickou funkci.

Pojmy nové

Thiazol, imidazol, pyrazol

Aktivity

- Úvod – metoda žebřík (PORFIN) – žáci mají za úkol ke každému písmenu ve slovu porfin vymyslet relevantní pojem či slovní spojení.
- RWCT – Žáci obdrží krátké texty o pyrazolu, imidazolu a thiazolu, následně tvoří tzv. V-CH-D tabulku, se kterou dále pracují. (V – vím, CH – chci se dozvědět více, D – dozvěděl jsem se). Nejdříve žáci vyplní sloupce V a CH
- Skupinová práce – žáci si vzájemně ve dvojicích mění svoje VCHD tabulky a hledají odpovědi na to, co se chce dozvědět jeho kolega. Následně hledají na internetu a prezentují kolegovi. Do sloupce D zapisují nejenom to, co se dozvěděli na základě předchozího CH, ale i to co se dozvěděli při hledání odpovědí na otázky svého kolegy.
- Slavné dny – 28. září – objev penicilinu. Mechanismus účinku penicilinu.

Cíle výuky

Žák zapíše vzorec pyridinu a popíše jeho chemické vlastnosti.

Žák vyjmenuje vybrané deriváty pyridinu a popíše jejich vlastnosti.

Žák popíše akutní účinky návykových a psychotropních látek a diskutuje rizika jejich užívání.

Pojmy nové

pyridin, nikotin, LSD, NAD

Aktivity

- Úvod – najdi si svůj heterocyklus – U postupně promítne vzorce penicilinu, kobalaminu, chlorofylu, kofeinu, biotinu a histaminu. Úkolem žáků pojmenovat promítané látky a objevit a pojmenovat HS uvnitř.
- Výklad – pyridin – základní chemické vlastnosti, vzorec, významné deriváty.
- Skupinová práce – žáci vyhledávají na internetu informace o vybraných derivátech pyridinu – niacin, LSD, nikotin, NAD/NADP.
- Expertní skupiny – žáci tvoří heterogenní skupiny, sdílí, informují kolegy.
- (demonstrační pokus) - Účinky cigaretového kouře na různá činidla ( $\text{KMnO}_4$ )
- „spolupráce s metodikem prim. prevence“

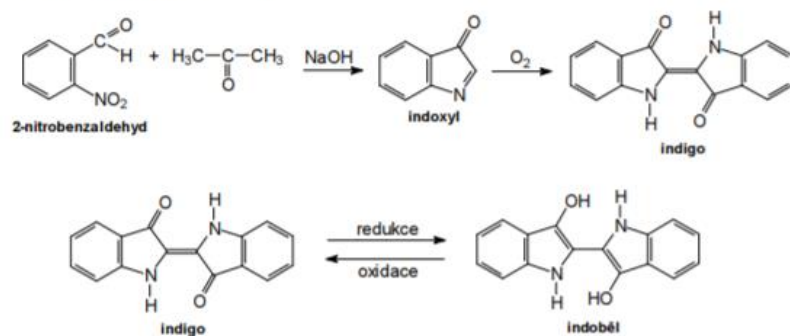
Téma hodiny: Heterocyklické sloučeniny spojené s dědičnou genetickou informací.	Číslo hodiny	5
Cíle výuky	Žák zapíše chemické vzorce pyrimidinu a purinu. Dále zapíše chemické vzorce derivátů purinu (A,G) resp. pyrimidinu (U,T,C).	
	Žák zapíše párování jednotlivých nukleotidových bází a vyznačí vodíkové vazby.	
	Žák popíše strukturu DNA, zakreslí nukleotid a párování bází mezi dvěma paralelními vlákny.	
Pojmy nové	purin, pyrimidin, nukleotid	
Aktivity	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Výklad – pyrimidin, purin – chemické vlastnosti, deriváty.</li> <li>• Samostatná práce – žáci zakreslují jednotlivé báze, hledají možnosti párování. Z papíru vystřihují obrysy jednotlivých molekul (nebo sestavují model) a hledají vazebné možnosti bází.</li> <li>• Nukleotid – zavedení pojmu, společné zakreslení struktury nukleotidu. Následně zakreslují 2 paralelní vlákna.</li> <li>• Slavné dny – 14. duben, Den přečtení genetického kódu – video + otázky  <a href="https://www.televizeznam.cz/video/slavedny/den-kdy-byl-zmapovan-lidsky-genom-14-duben-151512">https://www.televizeznam.cz/video/slavedny/den-kdy-byl-zmapovan-lidsky-genom-14-duben-151512</a></li> <li>• <a href="https://ct24.ceskatelevize.cz/veda/2037017-deti-na-zakazku-i-lecba-rakoviny-usa-nastavuji-pravidla-pro-geneticke-upravy-lidi">https://ct24.ceskatelevize.cz/veda/2037017-deti-na-zakazku-i-lecba-rakoviny-usa-nastavuji-pravidla-pro-geneticke-upravy-lidi</a> Editace DNA - diskuze, klinické testy na lidských embryích. Diskuze.</li> </ul>	

# Laboratorní cvičení

## 7.2.5 PŘÍPRAVA INDIGA A KYPOVÉ BARVENÍ<sup>16,34,35</sup>

### laboratorní cvičení

Indigo tvoří modré krystalky (s červeným leskem) o teplotě tání 390-392 °C, sublimuje. Je nerozpustné ve vodě, špatně rozpustné v ethanolu, etheru a chloroformu. Je rozpustné v horké ledové kyselině octové. Indigo je již od starověku známé modré barvivo. Egypťané, Řekové a Římané získávali indigo z rostlin *Isatis tinctoria* nebo *Indigofera tinctoriana*. Tyto rostliny obsahují v listech glykosid indikan, jehož aglykonem je žlutý indoxyl; ten vzdušnou oxidací poskytuje indigo. Dnes se indigo vyrábí výlučně synteticky. Dibromderivátem indiga je známý anticiký (tyrský) purpur, kdysi získávaný z měkkýšů (*Murex brandaris*). Indolovou strukturu obsahuje i mnoho alkaloidů jako např. granin (z listí ječmene), námelové alkaloidy, brucin, strychnin a další.



**Chemikálie a činidla:** 2-nitrobenzaldehydu, destilovaná voda, aceton, hydroxid sodný, ethanol, ether, ditioničitan sodný.

**Pomůcky a materiál:** kádinky (150, 50 a 25 ml), odměrné válce (5, 10 a 25 ml), tyčinka, Büchnerova nálevka, odsávací baňka, souprava zkumavek, bavlněná látka nebo gáza, filtrační papír.

**Pracovní postup:** V kádince rozpustíme 1 g 2-nitrobenzaldehydu v 5 ml vody a 5 ml acetonu. K roztoku za míchání přikapáváme 1M roztok NaOH až do alkalické reakce (kontrola pH papírkem). (1M roztok NaOH připravíme rozpuštěním 4 g NaOH v 10 ml vody, spotřeba je přibližně 5 ml.) Reakční směs se samovolně zahřívá a barva se mění ze zelené na hnědou. Roztok necháme po přidání NaOH stát 5 minut, vyloučenou sraženinu odsajeme a promyjeme ethanolem a nakonec etherem. Indigo získáme ve formě tmavomodrých krystalků.

S připraveným indigem můžeme udělat barvicí pokus. Indigo je modré barvivo, nerozpustné ve vodě; vhodnými redukčními činidly se redukuje na bezbarvou, v alkalickém prostředí rozpustnou, leukoformu. Ve zkumavce smícháme 0,1 g indiga, 0,5 ml 30% NaOH, 10 ml horké vody a přidáme 0,2 g ditioničitanu sodného Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Potom obsah zkumavky dobře protřepeme. Ve vzniklé bezbarvé leukoformě indiga (indobél, kypa) namočíme kousek bavlněné látky nebo gázy a vysušíme na vzduchu – tkanina po chvíli zmodrá.

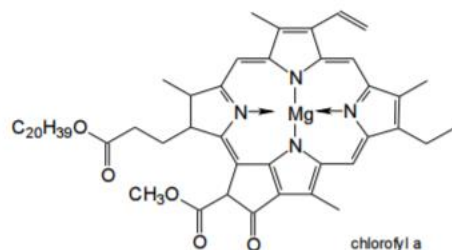
# Laboratorní cvičení č. 2

## 7.2.4 LISTOVÁ BARVIVA<sup>17,33</sup>

### laboratorní cvičení

V listech zelených rostlin se vyskytuje větší počet lipofilních barviv, jejichž charakteristickou vlastností je rozpustnost v tucích a tukových rozpouštědlech. Pro fotosyntézu mají rozhodující význam chlorofyly a a b a karotenoidy.

Chlorofyly patří mezi tzv. isoprenoidní lipidy neboli prenyllipidy, můžeme je také pokládat za tzv. pyrrolová barviva čili porfyriny. V molekule chlorofylu je atom dvojmocného hořčíku komplexován mezi čtyři dusíkové atomy porfyriu. Kromě čtyř pyrrolových jader obsahuje ještě jedno cyklopentanové. Chlorofyl a se liší od chlorofylu b derivatizací jedné methylové skupiny formylem, je tudíž oxidačním produktem chlorofylu a. Chlorofyl je opticky aktivní. V roce 1960 nezávisle na sobě syntetizovali chlorofyl a Woodward a Strell podle struktury navržené H. Fisherem v roce 1940.



**Chemikálie a činidla:** uhličitan vápenatý práškový, bezvodý síran sodný, aceton, petrolether, isopropanol, voda.

**Pomůcky a materiál:** 5 g čerstvého zeleného rostlinného materiálu (listy musí být suché), uhličitan draselný, porcelánová třecí miska s tloučkem, 2 destilační baňky (250 ml), Soxhletův extraktor, lžičice na chemikálie, 2 dělené pipety 5 ml, odměrný válec 10 ml, extrakční patrona, nůžky, hadřík, varné kamínky, topné hnízdo na objem 250 ml, filtrační papír, stojan, filtrační kruh, filtrační nálevka, destilační baňka (250 ml), jednoduchá destilační aparatura, chromatografické desky Silufol, několik skleněných kapilár (silnějšího průměru) vytažené z tenkostěnné trubice z lehkotavitelného skla, eluční nádoba s krycí skleněnou deskou, kádinky o objemu 150, 50 a 25 ml, sada zkušavek.

### Extrakce barviv

**Pracovní postup:** Pečlivě (co nejmenší kousky) nastříhejte 5 g (přesnou hmotnost zaznamenejte) čerstvého zeleného rostlinného materiálu (listy předem oťřete), přidejte 1 g práškovitého uhličitanu vápenatého a jemně rozetřenou hmotu přeneste

do extrakční patrony a umístěte do Soxhletova extraktoru. Do destilační baňky o obsahu 250 ml nalijte 150 ml acetonu přidejte varné kamínky, nasadte pod Soxhletův extraktor a extrahujte (asi 1 hod.). Acetonový extrakt ochladte, potom pečlivě vysušte bezvodým síranem sodným, sušidlo odfiltrujte a filtrát zahustěte oddestilováním acetonu na cca poloviční objem. Vysvětlete princip extrakce a jak lze poznat, že extrakce je již skončená.

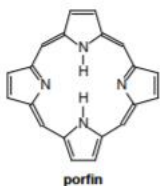
	<p><math>\beta</math>-karoten</p> <p>feofytin (šedozelený) chlorofyl a chlorofyl b</p> <p>lutein lutein-5-epoxid violaxanthin neoxanthin start</p>
--	--



# Aktivita č. 1 – RWCT metody

## Krevní barviva a chlorofyly

Fyziologicky neobyčejně důležitými deriváty pyrrolu jsou barviva krve, listů a vitamínu B<sub>12</sub>. Jejich základem je kruhový systém porfinu, složený ze čtyř pyrrolových jader, spojených čtyřmi methinovými skupinami.



Porfin je krystalická látka tmavě červené barvy, způsobené konjugovanými dvojnými vazbami. Deriváty porfinu, v jehož molekule jsou vodíkové atomy pyrrolových jader nahrazeny organickými zbytky (methylem, vinylem), se nazývají podle barvy porfyriny; některé z nich mají červenou nebo červeno-hnědou barvu. V malých množstvích se porfyriny vyskytují v přírodě volně, častěji však ve formě komplexních sloučenin s kovy, tzv. metaloporfyrinů čili porfyranů v moči nebo ve výkalech.

## Krevní barviva

Mezi tato barviva řadíme nebiřkovinnou složku červeného krevního barviva hemoglobinu, kterou nazýváme hem. Hemoglobin tudíž patří ke složeným bílkovinám, jehož molekula obsahuje 96 % bílkoviny globinu a 4 % hemu. Hemoglobin má schopnost v plicích vázat zpětně na atomu železa elementární kyslík, který pak odevzdává tkáním. Má tedy zásadní význam pro pře-

nos kyslíku v těle vyšších živočichů i člověka a pro proces tkáňového dýchání.

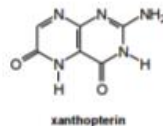
Hemoglobin má schopnost vázat i jiné plyny, zejména CO, CO<sub>2</sub>, NO, H<sub>2</sub>S, HCN (*princip otrav - diskutovat*). U mnohých bezobratlých (měkkýši, korýši) přejímá úlohu hemoglobinu hemocyanin, v jehož molekule je komplexně vázána měď.

Úzký vztah ke krevnímu barvivu mají tzv. žlučová barviva, která jsou rozkladnými produkty hemu v játrech. Na rozdíl od hemu nemají uzavřený porfinový kruh, ani železo, ale lineární řetěz pyrrolových jader spojených methylenovými, popř. methinovými můstky. V játrech vzniká z hemoglobinu zelený biliverdin, který redukcí přechází v červený bilirubin. Účinkem střevní mikroflóry se bilirubin redukuje na urobilin, který způsobuje hnědé zbarvení obsahu tlustého střeva a výkalů.

Chlorofyl, zeleň listová, se nalézá společně se žlutými barvivy karotenem a xanthofylem v chloroplastech rostlinných buněk, jež jsou obdobou krvinek.

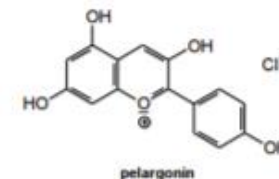
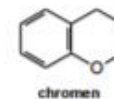
Chlorofyl vyšších rostlin obsahuje dvě složky: modrozelený chlorofyl a a žlutozelený chlorofyl b. Chlorofyl b má místo jedné methylové skupiny skupinu aldehydickou (formyl) a je tudíž oxidačním produktem chlorofylu a. Mezi hemoglobinem a chlorofylem jsou však i důležité rozdíly. **Koordináčně vázaný kov v chlorofylu je hořčík**, v hemoglobinu železo; na rozdíl od hemoglobinu (složená bílkovina) má chlorofyl charakter vosku. Chlorofyl má kromě čtyř pyrrolových jader ještě jedno cyklopentanové. Chlorofyl je opticky aktivní.

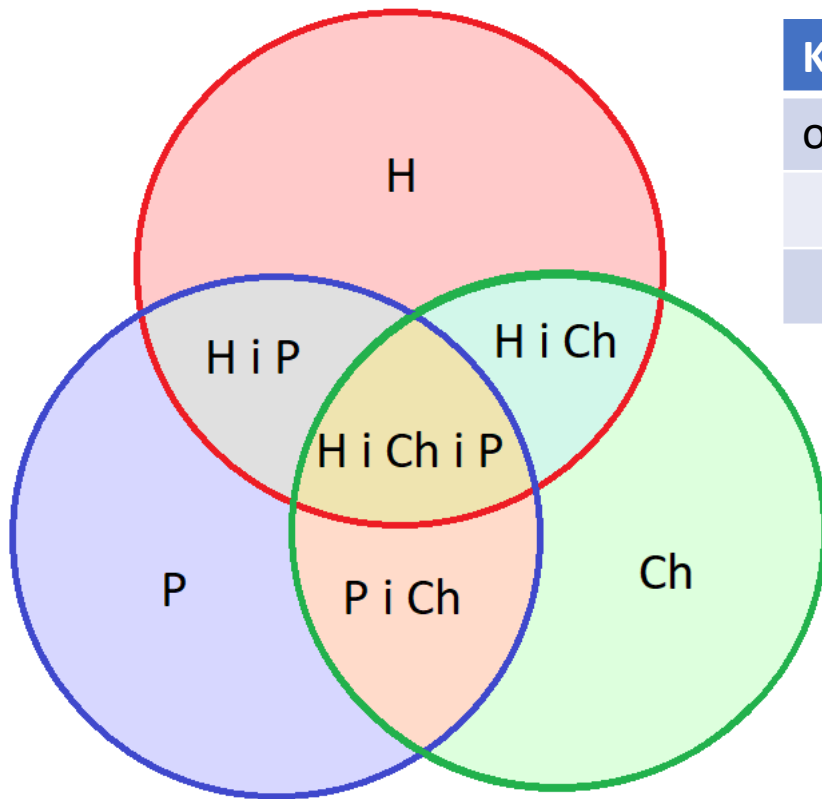
Pteriny jsou sloučeniny nejrůznějších barev, jejichž struktura je založena na bicyklickém heterocyklu pteridinu a které byly izolovány z motýlích křídel a rybích šupin. Zástupcem této skupiny je např. xanthopterin, barvivo obsažené v křídlech žlutásků a značně rozšířené v živočišné říši.



## Pyranová barviva

Pyranová barviva jsou nejčastěji obsažena v květech a plodech, a proto výrazně ovlivňují zbarvení přírody. Jsou odvozena od chromenu a patří mezi ně flavony, isoflavony, flavonoly a anthokyaniny. Anthokyaniny jsou obsaženy zejména v květech (např. červený pelargonin v pelargoniích, modrý kyanin v chrpách, růžový peonin v pivoňkách). Barva anthokyaninů se výrazně mění se změnou pH.





Kritérium	furan	thiofen	pyrrol
obsahuje jako heteroatom kyslík	ano	ne	ne

Analýza věcných rysů	obsahuje síru	redukcí poskytuje rozpouštědlo	
furan	ne	ano	
thiofen	ano	Ne	
pyrrol	Ne	Ne	

V (vím)	CH (chci se dozvědět)	D (dozvěděl jsem se)

Klíčová slova

furan – 5 uhlíků, kyslík, zápach

chlorofyl – barvivo, rostlina, zelená, hořčík

P  
O  
R  
F  
I  
N

# Kooperativní bingo

Kation kterého kovu obsahuje hemoglobin?	Jaký heteroatom obsahuje pyrimidin?	Kolik heteroatomů najdeme v thiofenu?
Hořečnatý kationt najdeme v molekule barviva:?	Jakým barvivem se barví džíny?	Jaký je význam vitamínu B12 pro lidské tělo?
Co je to beri-beri?	Jaké jsou základní purinové báze?	Se kterou bází páruje v DNA nejčastěji cytosin?

## Využití metody

Analytická metoda umožňující nazírat na téma z různých úhlů pohledu. Využívá se ve fázi evokace, častěji v reflexi.

## Popis metody

Metoda obdržela svůj název podle šesti stěn kostky- je zde šest zadání, pohledů. Každá stěna je tedy výzvou, co má žák s tématem dělat, jak o něm má přemýšlet.

- POPIŠ** (jak dané téma vypadá, co vidíme...)
- POROVNEJ** (čemu se to podobá, od čeho se liší...)
- VYBAV SI/ASOCIUJ** (co se ti vybaví, když se řekne...)
- ANALYZUJ** (z čeho se daná věc skládá)
- APLIKUJ** (jak to můžeš použít)
- ARGUMENTUJ** (pro a proti – klady a zápory)

### (Interaktivní poznámkový systém pro efektivní čtení a myšlení)

**I** nteractive  
**N** oting  
**S** ystem for  
**E** ffective  
**R** eading and  
**T** hinking

### Uvědomění si významu nových informací:

- Žáci obdrží od učitele text (může být kombinace textu, obrázků, map, grafů...) úměrný svému věku délkou i náročností.
- Učitel představí systém čtyř značek (✓, +, ?, -) a zveřejní ho na viditelné místo.

- ✓ - informaci znám, je v souladu s mými dřívějšími vědomostmi
- +
- ? - informaci nerozumím, je mi nejasná, potřebuji ji rozvést, konkretizovat, chci se dovědět víc
- - informace je v rozporu s tím, co vím z dřívějšíka