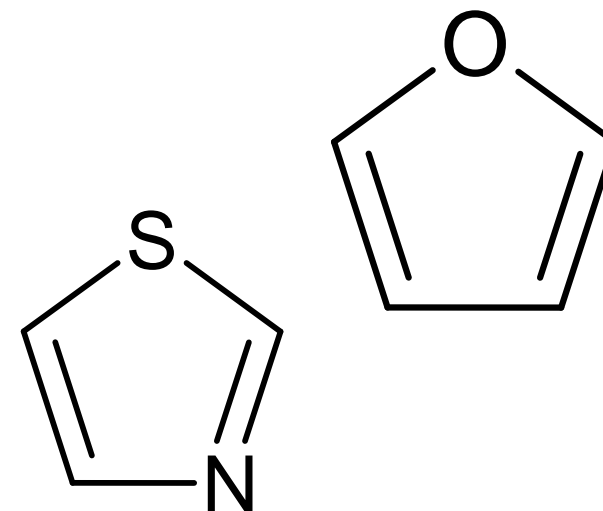


Heterocyklické zlúčeniny

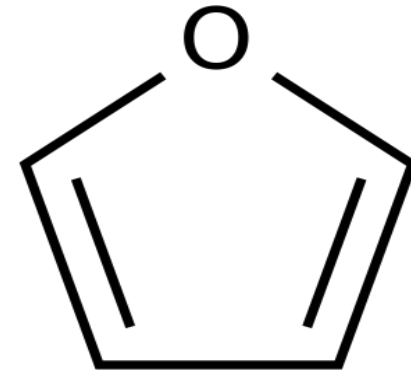
Mgr. Lucia Brezňaková

GVPT, Martin



Heterocyklické zlúčeniny (HZ)- heterocykly

- deriváty uhľovodíkov
- v cykle majú okrem atómu uhlíka naviazaný aj atóm/atómy iných prvkov -tzv. **heteroatómy** (najčastejšie O, S, N)
- prírodné alebo syntetické



Význam

liečivá

- barbituráty, antibiotiká

farbivá

- hemoglobín, chlorofyl, bilirubín, myoglobín..

súčasť živej hmoty

- furanózy v sacharidoch, dusíkaté bázy v NK, alkaloidy, vitamíny

pesticídy

- fungicídy, herbicídy, insekticídy

Vlastnosti heterocyklických zlúčenín

závisia od:

**Typ
heteroatómu**

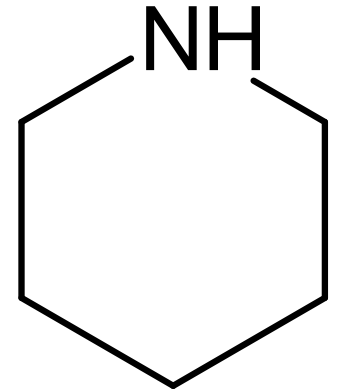
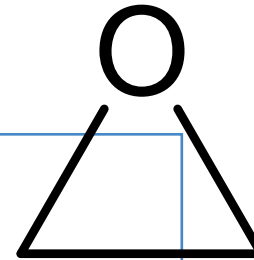
**Veľkosť
heterocyklu**

**Charakter
heterocyklu**

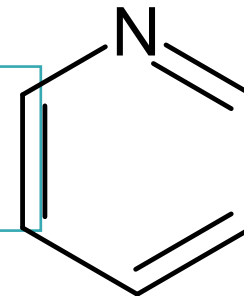
Rozdelenie

I. podľa charakteru cyklu

nasýtené a nenasýtené



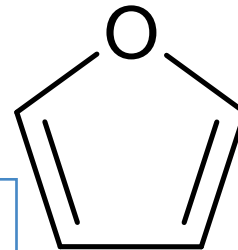
aromatické



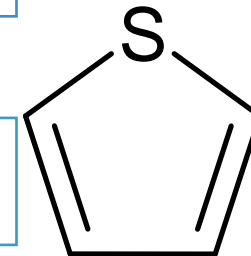
Rozdelenie

II. podľa druhu heteroatómu

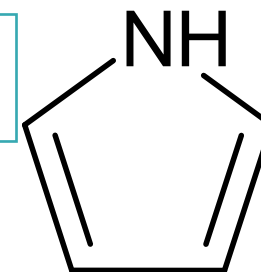
kyslíkaté



sírne



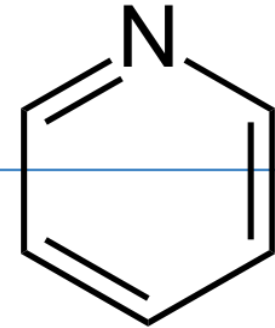
dusíkaté



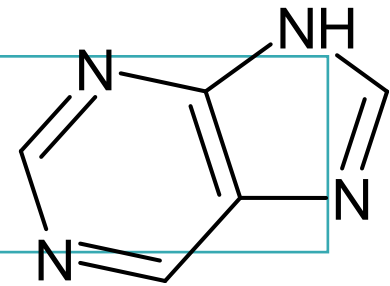
Rozdelenie

III. podľa počtu cyklov

S jedným cyklom

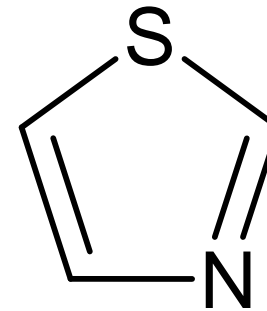
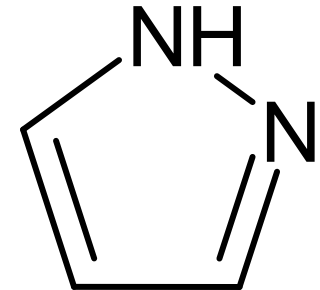
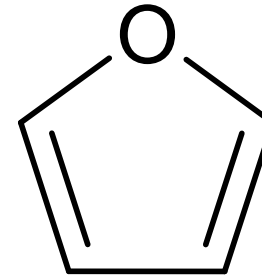


S viacerými cyklami



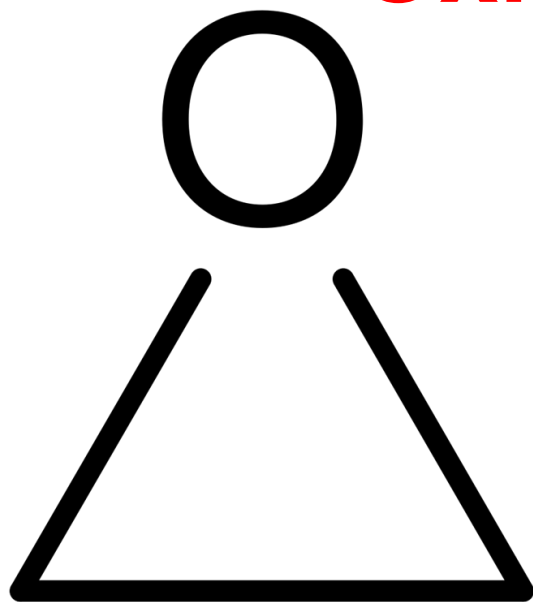
Názvoslovie

- prevažne triviálne alebo polotriviálne
- pomenovanie charakteristických skupín a substituentov
- číslovanie od heteroatómu
- ak viac rovnakých heteroátómov, čo najnižšie čísla
- v prípade odlišných heteroátómov, nižšie číslo atóm s vyšším číslom skupiny v PSP



A. Nasýtené a nenasýtené heterocyklické zlúčeniny

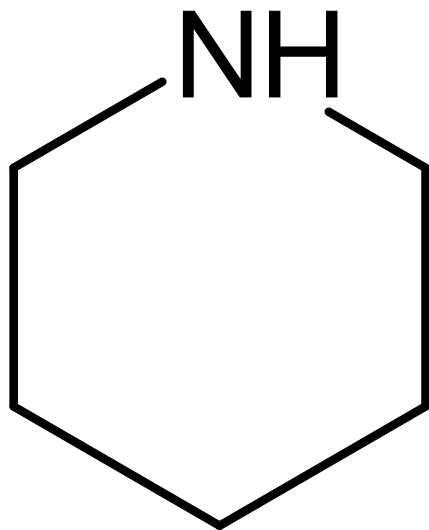
Oxirán



feromóny

A. Nasýtené a nenasýtené heterocyklické zlúčeniny

Piperidín

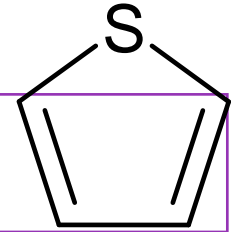


Anestetikum

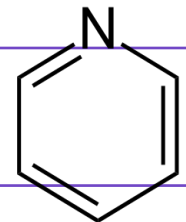
B. Aromatické heterocyklické zlúčeniny

Rozdelenie podľa veľkosti heterocyklu a počtu heteroatómov

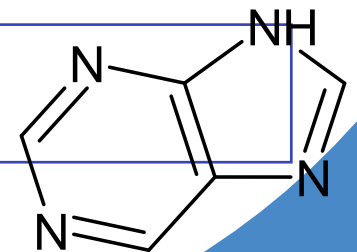
I. päťčlánkové



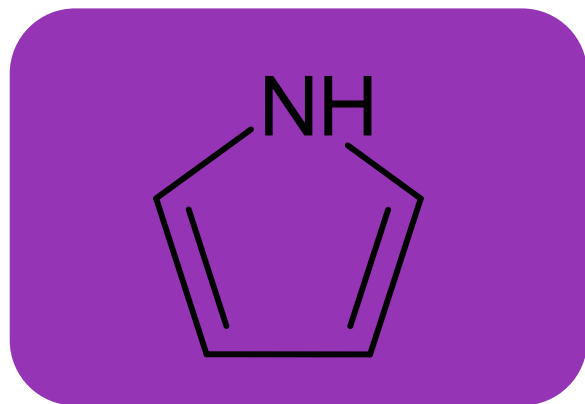
II. šesťčlánkové



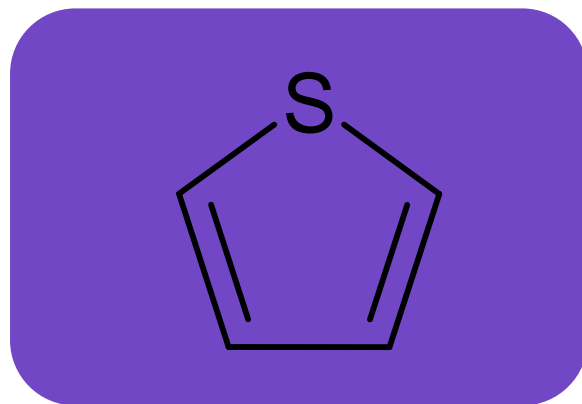
III. kondenzované



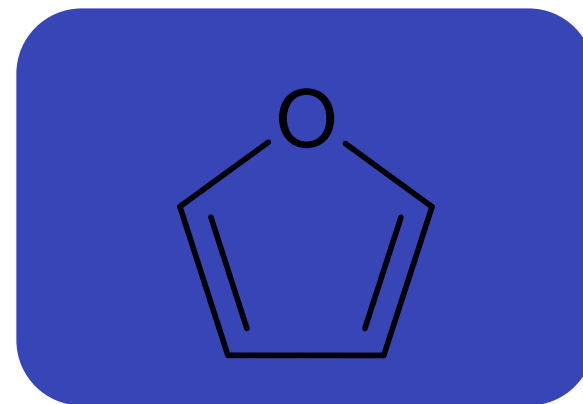
I. Pětčlánkové aromatické HZ s jedním heteroatómom a ich deriváty



pyrol



tiofén



furán

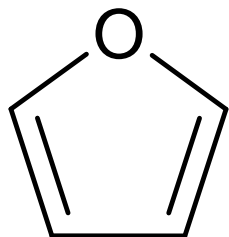


Základní predstavitelia päťčlánkových heterocyklov

Aromatický charakter

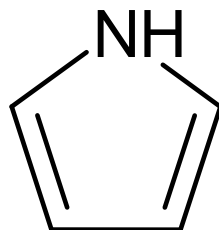
- atómy usporiadané v rovine do **pät'článkového cyklu**
- voľný elektrónový pár heteroatómu zapojený do konjugácie π väzieb (**π -sextétu**)
- podobná štruktúra a vlastnosti (stabilita) ako pri arénoch- **heteroarény**
- **aromatickosť závisí od veľkosti elektronegativity heteroatómu** (*čím vyššia hodnota menšia ochota heteroatómu poskytovať voľný elektrónový pár do konjugácie*)

Aromatickosť - závisí od elektronegativity heteroatómu



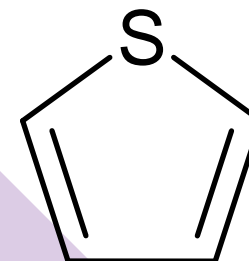
3,5

furán



3

pyrol



2,5

tiofén

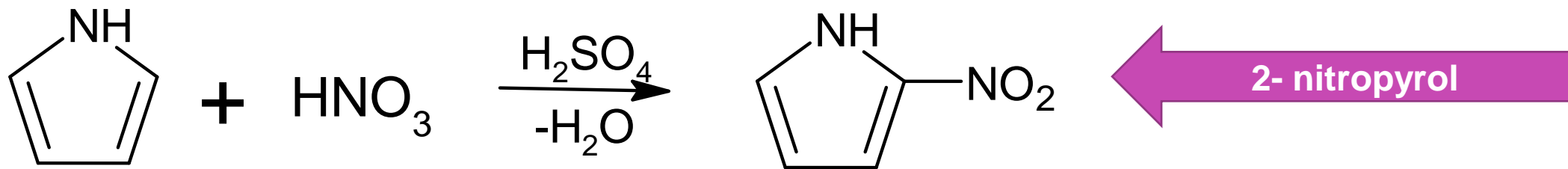
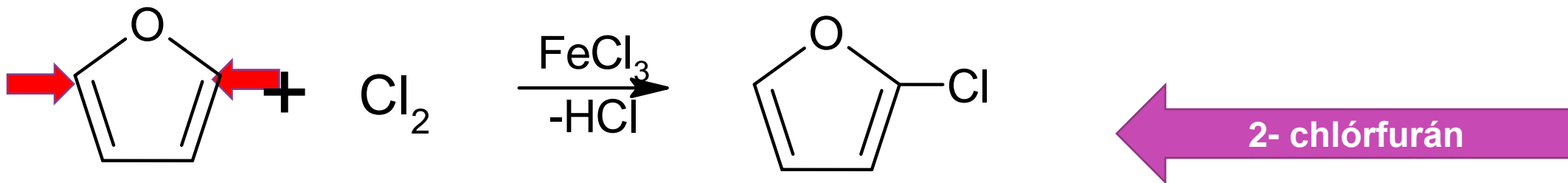
Najmenej aromatický charakter
najvyššia elektronegativita kyslíka
najmenej uvoľňuje elektrónový pár do
konjugácie

Najviac aromatický charakter
najnižšia elektronegativita síry
Najviac uvoľňuje elektrónový pár do
konjugácie
Najviac sa podobá benzénu

Typické reakcie

1. Elektrofilné substitúcie

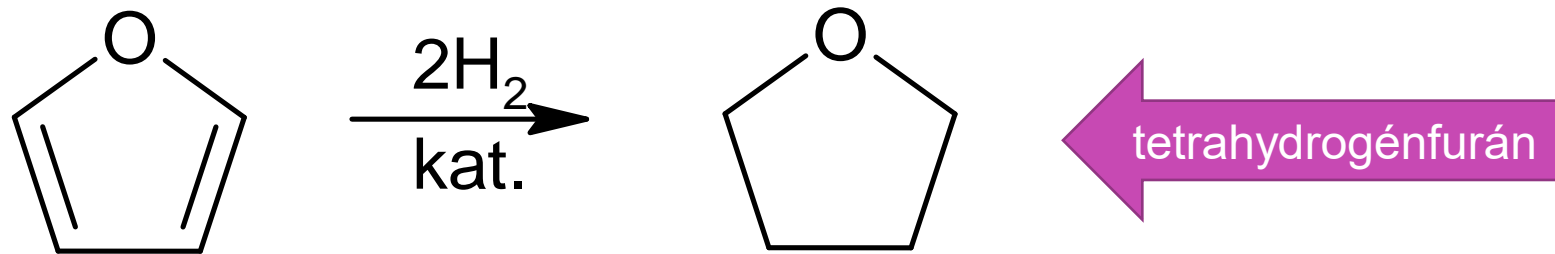
- Halogenácia a nitrácia (do polohy 2 a 5- väčšia elektrónová hustota)



Typické reakcie

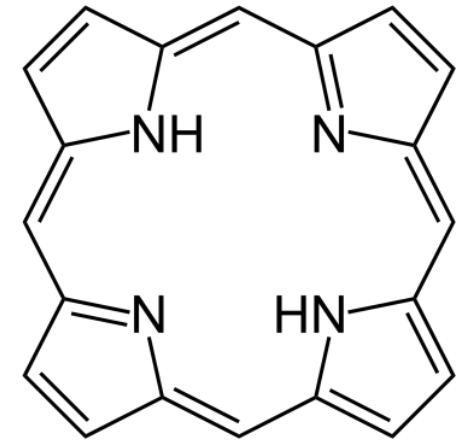
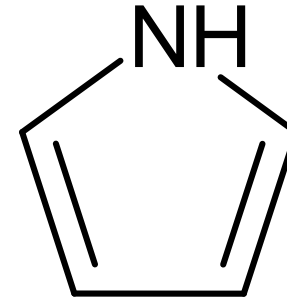
2. Adície

- Katalytická hydrogenácia (najjednoduchšie furán)



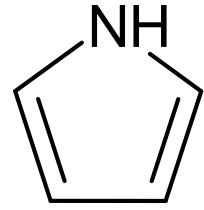
- z pyrolu- pyrolidín
- tiofén- stabilný, adícia netypická

Pyrol



- v čiernouhoľnom dechte, kostiach, rohovine
- bezfarebná kvapalina, so zápachom po chloroforme
- toxický, narkotický pre CNS
- cyklicky alebo otvorene viazaný do priestoru v 4 pyrolových jadrách (tetrapyrolová štruktúra)- stavebná zložka **tetrapyrolových farbív**
- cyklické viazanie 4 pyrolových jadier= **porfín (porfyrín)** (môže obsahovať komplexne viazaný kov)

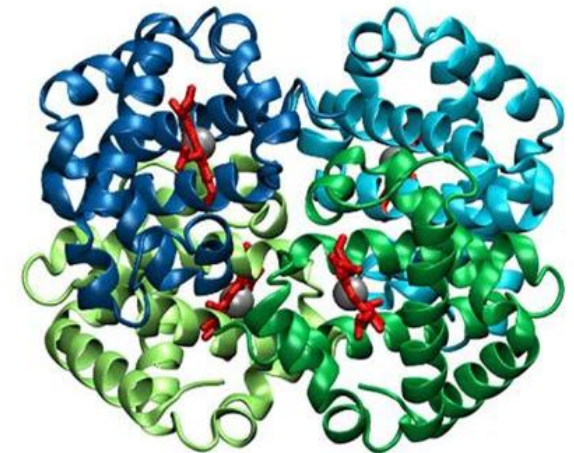
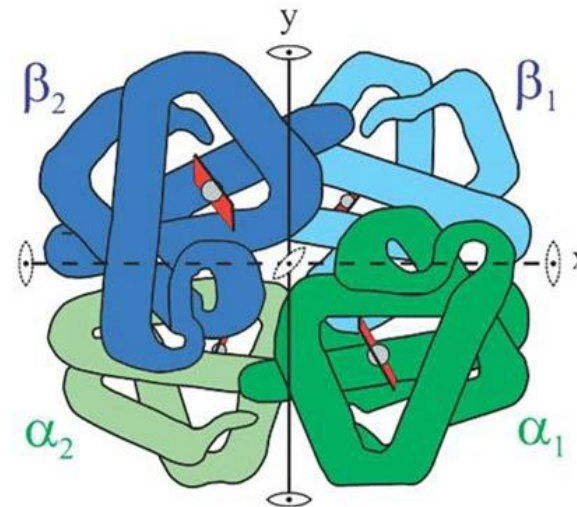
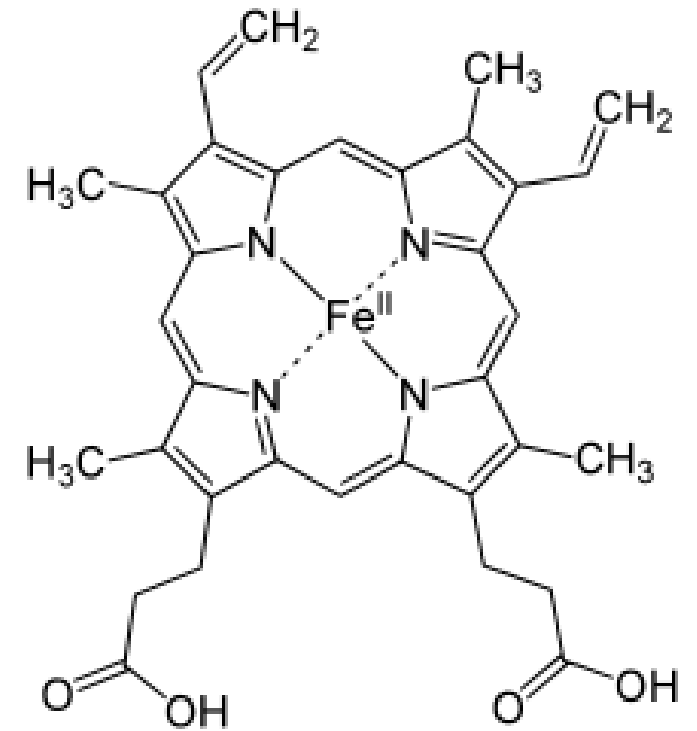
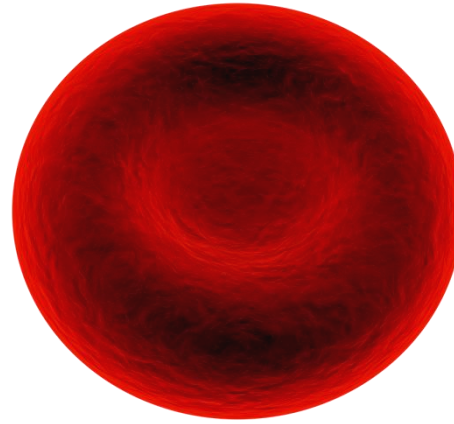
Deriváty pyrolu



Tetrapyrolové farbivá

1. Hemoglobín

- červené krvné farbivo
- Transport kyslíka do tkanív pomocou erytrocytov v krvi
- cyklické usporiadanie 4 pyrolových jadier s centrálnym atómom **Fe^{II}**



Porfyrínové jadro
tetramér

Hém + globín- bielkovina tvorí ochranu pred autooxidáciou Fe^{II} na Fe^{III} (spolu s enzýmom)

Typy hemoglobínu

oxyhemoglobín

- $\text{Hb} + \text{O}_2 \leftrightarrow \text{HbO}_2$
- vratná reakcia

karboxyhemoglobín

- $\text{HbO}_2 + \text{CO} \rightarrow \text{HbCO} + \text{O}_2$
- nevratná reakcia
- **zadusenie**



Aj NO , H_2S



Anémia

- chudokrvnosť spôsobená nedostatkom železa v krvi

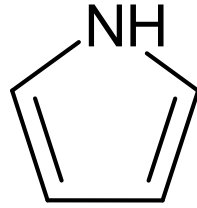
Príznaky

- únava, bledosť, studené ruky, nohy, slabosť, poruchy koncentrácie, zhoršená pamäť, problémy v učení, nespavosť, závraty, dýchavičnosť, bolesti hlavy

Zdroje železa

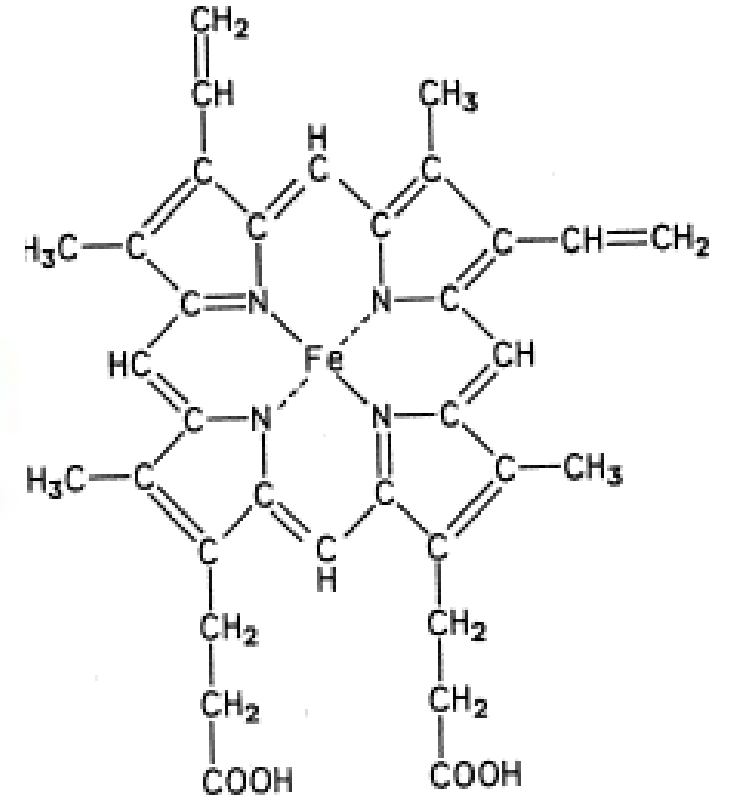
- mäso, zelená listová zelenina, strukoviny, sušené ovocie, paradajky, vajcia

Deriváty pyrolu



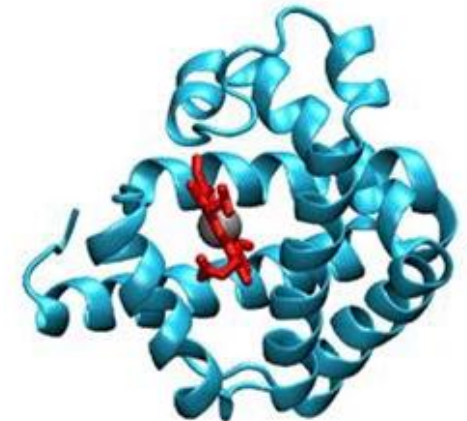
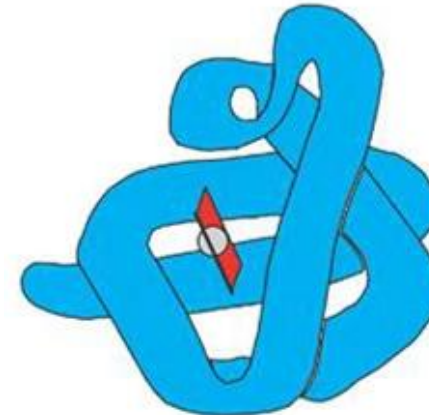
Tetrapyrolové farbivá

2. Myoglobín

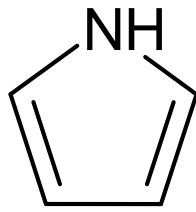


- červené svalové farbivo
- transport kyslíka vo svaloch
- cyklické usporiadanie 4 pyrolových jadier s centrálnym atómom Fe^{II}

Porfyrínové jadro monomér



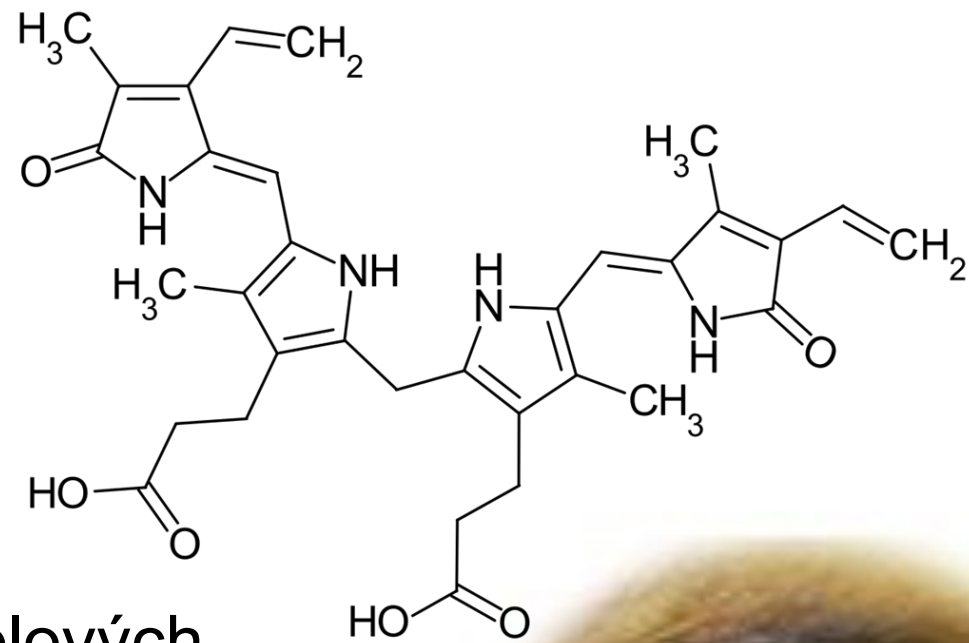
Deriváty pyrolu

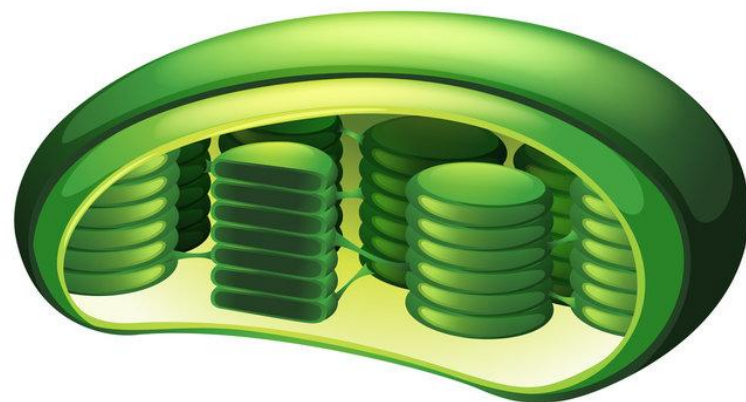
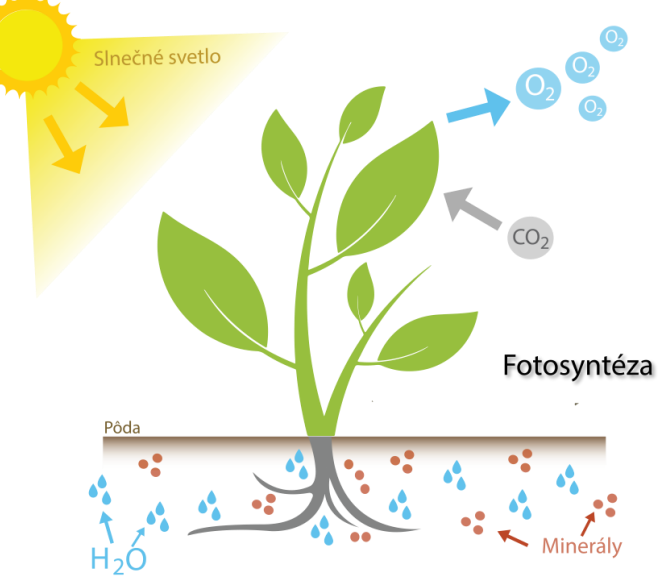


Tetrapyrolové farbivá

3. Bilirubín

- žlčové farbivo
- necyklické usporiadanie 4 pyrolových jadier bez viazaného kovu
- vznik rozpadom erytrocytov
- spôsobuje žltú farbu žlče, moču, modrín
- nadmerné množstvo v krvi- **žltáčka**

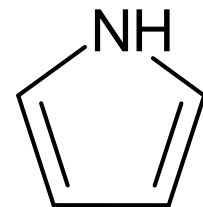




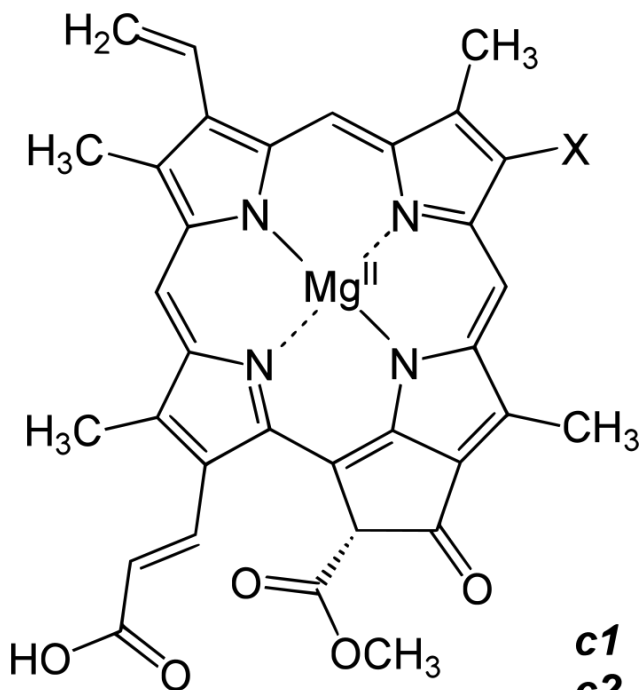
Deriváty pyrolu

Tetrapyrolové farbivá

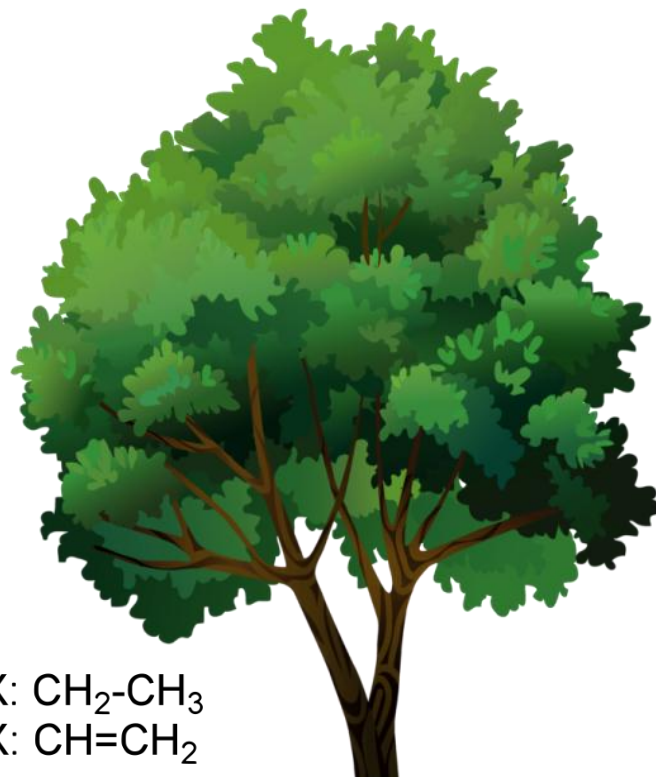
4. Chlorofyl



- zelené listové farbivo
- fotosyntéza
- cyklické usporiadanie 4 pyrolových jadier s centrálnym atómom **Mg^{II}**
- chlorofyl A a B
- v chloroplastoch

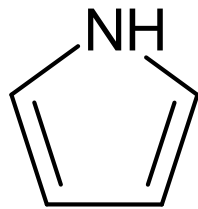


c1 X: CH₂-CH₃
c2 X: CH=CH₂



Porfyrínové jadro

Deriváty pyrolu

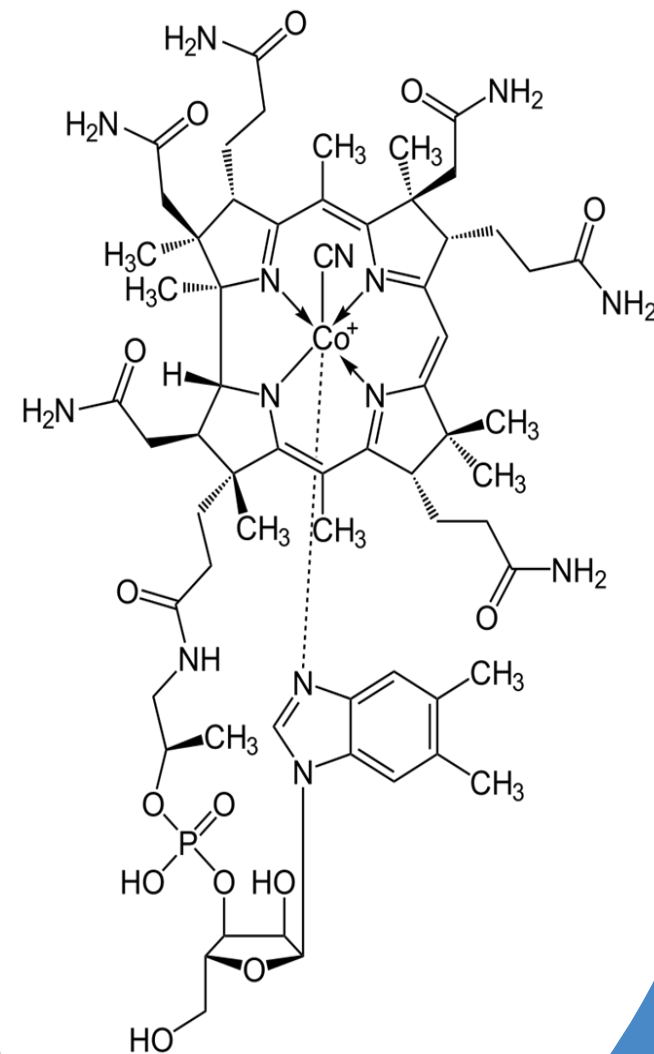
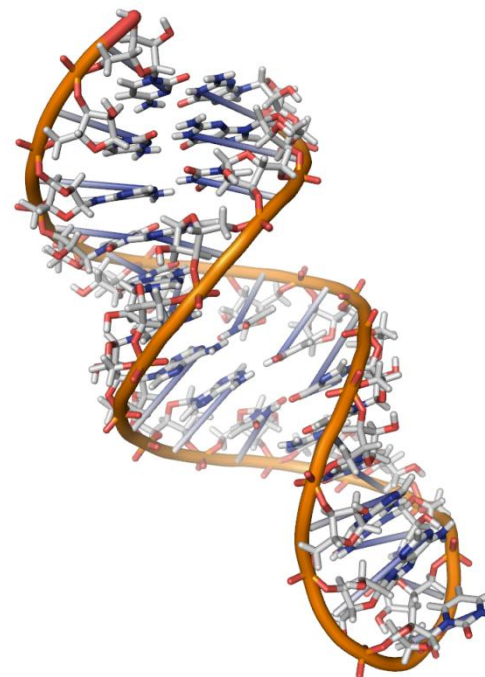


Tetrapyrolové farbivá

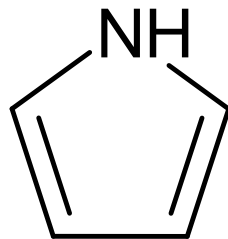
5. Kobalamín



- vitamín B₁₂
- delenie buniek, syntéza NK, tvorba krvi, súčasť enzýmov
- cyklické usporiadanie pyrolových jadier s centrálnym atómom Co^{I-II}

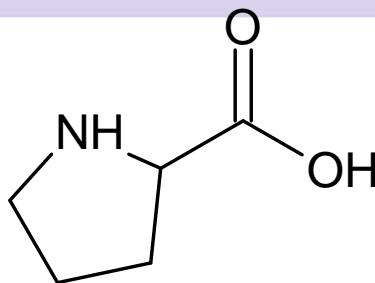


Iné deriváty pyrolu



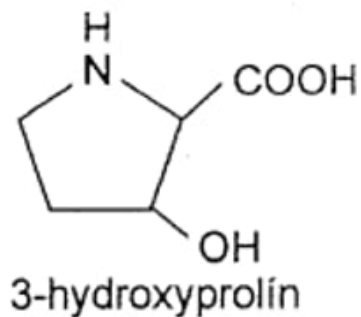
Prolín

- AMK

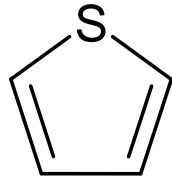


Hydroxyprolín

- AMK



Deriváty tiofénu

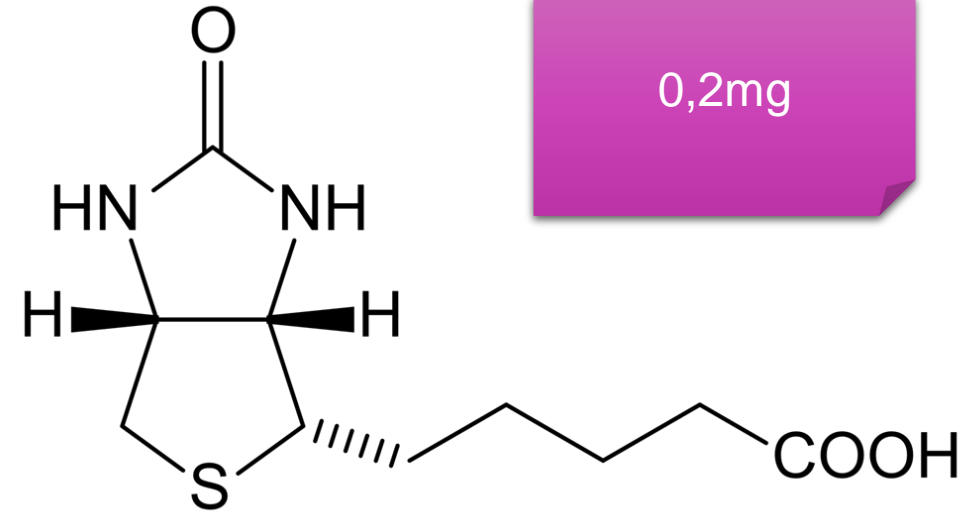


Vitamín H (biotín)

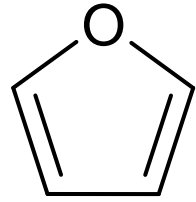
- Rozpustný vo vode
- Produkovaný žalúdočnými mikroorganizmami (nedostatok zriedkavý)

Význam- metabolizmus mastných kyselín a AMK, premena sacharidov

Zdroj- žĺtko, strukoviny, sója, orechy, pečeň, obličky, droždie, huby, včelia materská kašička,



Deriváty furánu



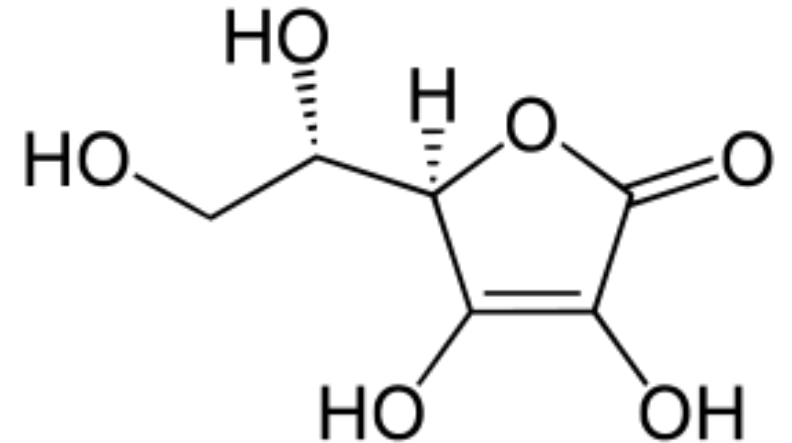
Vitamín C (kyselina askorbová)

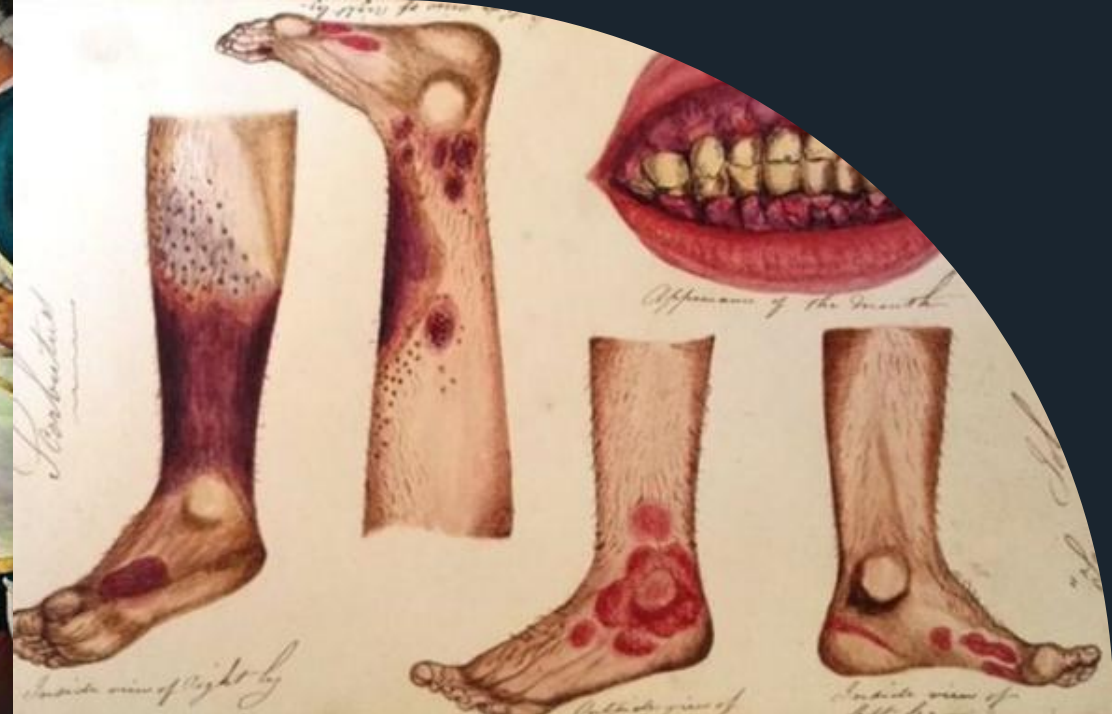
- V tele sa netvorí zásoby, vylučuje sa močom
- Rozpustná vo vode
- sacharidový derivát

Význam- tvorba hormónov nadobličiek, väziva, červených krviniek, syntéza kolagénu, hojenie rán, regenerácia kostí, vstrebávanie železa, antioxidant

Zdroj- surová zelenina, kyslá kapusta, ovocie (šípky, čierne ríbezle, goji)

75mg





Funkčné poruchy

Hypovitaminóza

- únava, krvácanie ďasien, znížená imunita, anémia

Avitaminóza

- **skorbut**- porucha metabolizmu spojivového tkaniva, zápal a krvácanie ďasien

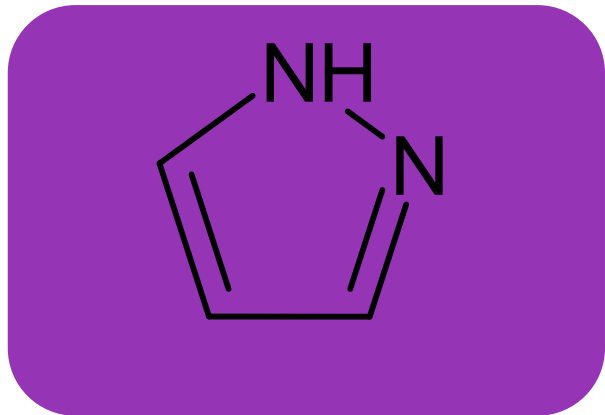
Funkčné poruchy

Hypovitaminóza

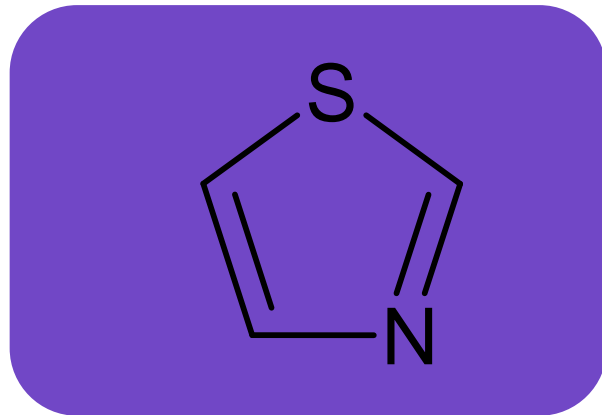
- kožné poruchy, vypadávanie vlasov, zvýšená tvorba kožného mazu (**seborrhoe**), anémia, paralýza končatín, depresie, malátnosť, podráždenie, anorexia



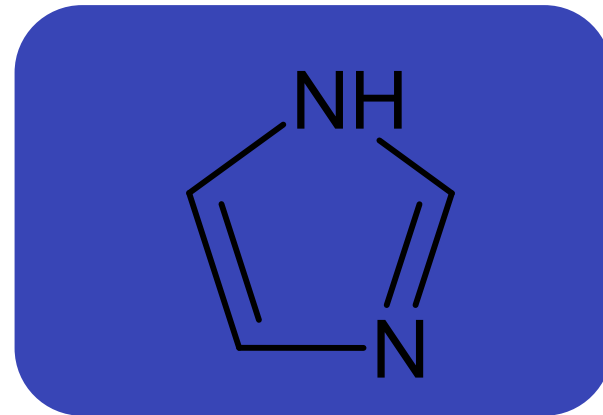
II. Päťčlánkové aromatické HZ s dvoma heteroatómami a ich deriváty



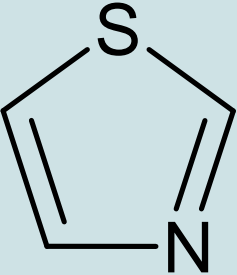
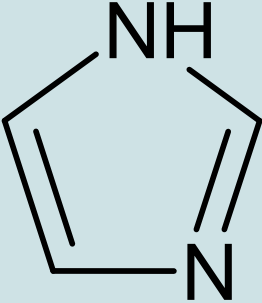
pyrazol

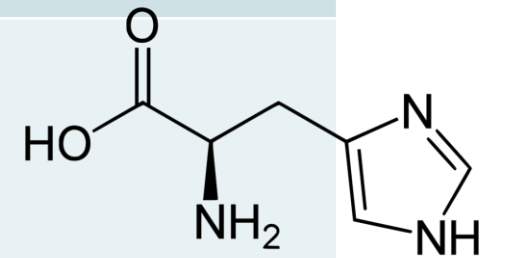


tiazol



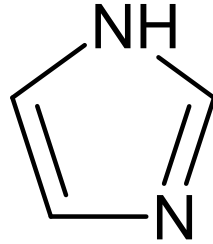
imidazol

názov	tiazol	imidazol
vzorec		
význam	vitamín B liečivá (penicilín, antipyrín)	AMK (histidín) vitamín H histamín základ purínových báz (A, G)



Derivát imidazolu

Histamín

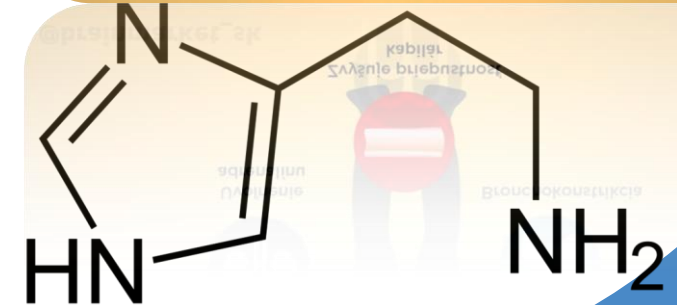


- uvoľňuje sa v tele pri alergických reakciách

Príznaky

- začervenanie kože, opuchy, svrbenie, vyrážky, kýchanie, slzenie, dýchacie problémy

Antihistaminiká- liečivá zmiernujúce účinky histamínu



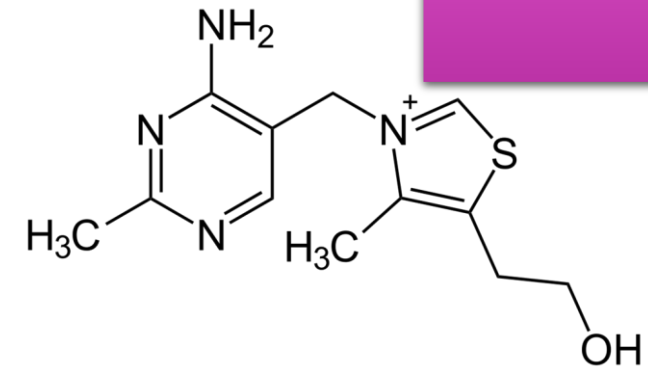
Derivát tiazolu

Vitamín B1(thiamín, aneurín)

- Rozpustný vo vode
- Pyrimidínové a tiazolové jadro

Význam- metabolizmus cukrov, udržiava hladinu kyslíka v krvi (bunkové oxidácia, využitie energie), správna funkcia srdca, svalov, NS a TS, koenzým v enzýmoch

Zdroj- droždie, strukoviny, obilniny, cereálne výrobky, orechy, pečeň, zelenina



1,5mg

Funkčné poruchy

Hypovitaminóza

- únava, bolesti svalov, nechutenstvo, nervozita, podráždenosť, nervové poruchy, depresie

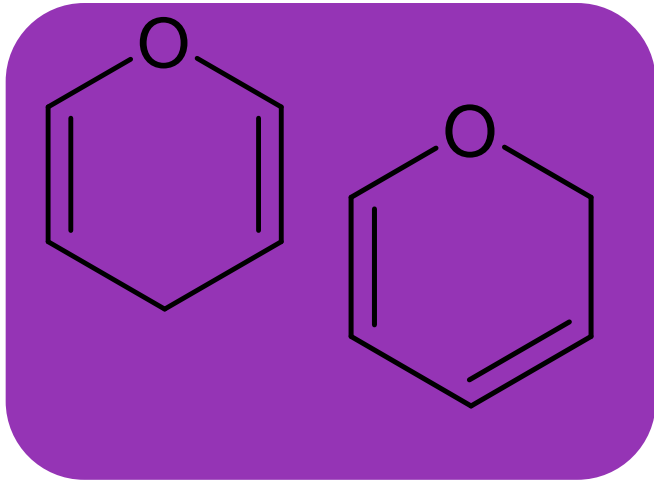
Avitaminóza

- beri beri- kŕčové bolesti svalov

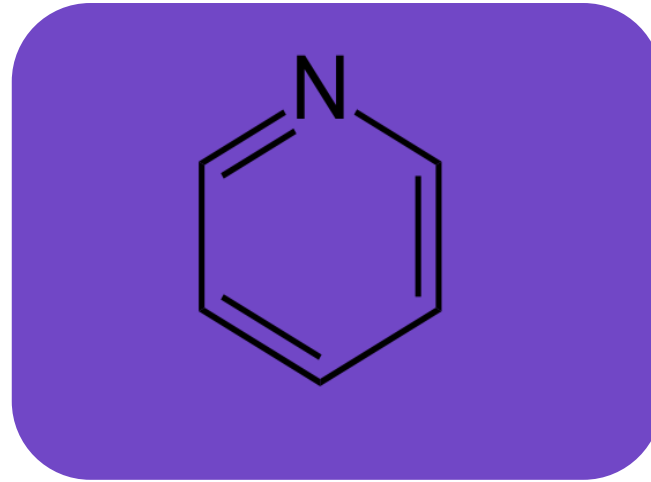


Heterocyklické aromatické zúčneniny

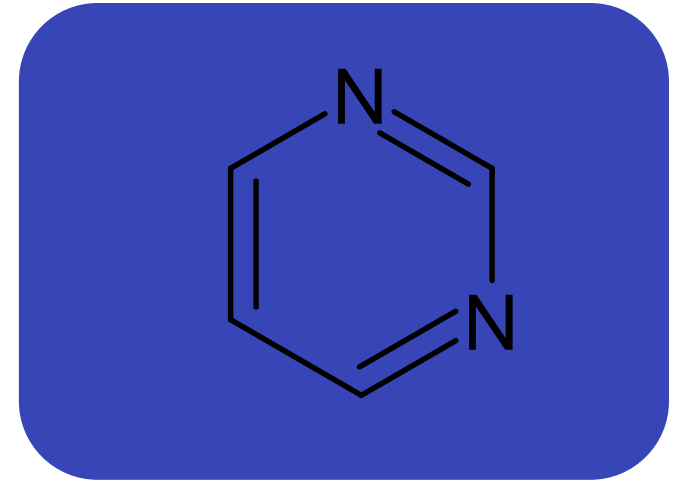
II. šest'článkové a ich deriváty



pyrán



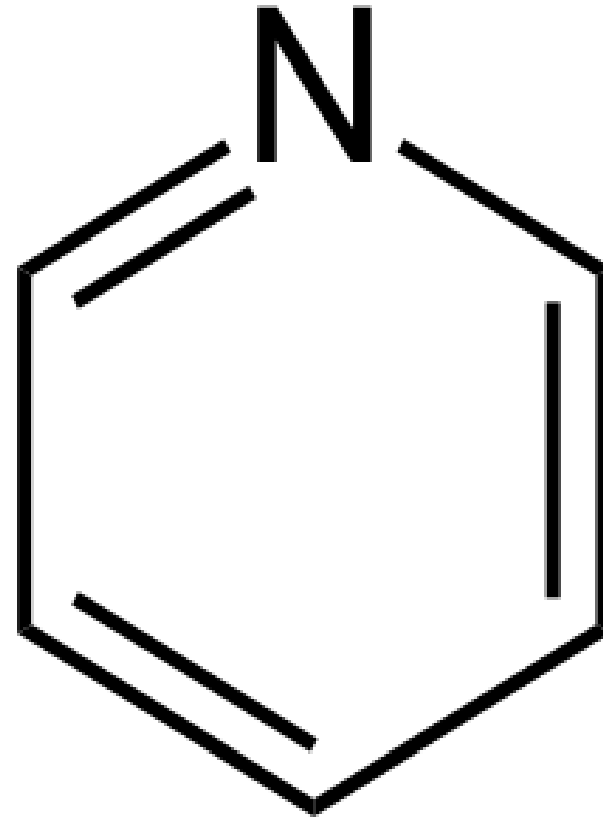
pyridín



pyrimidín

Pyridín

- nepríjemne zápachajúca
bezfarebná horľavá
kvapalina
- dobre rozpustná vo vode
- z čiernouhoľného dechtu

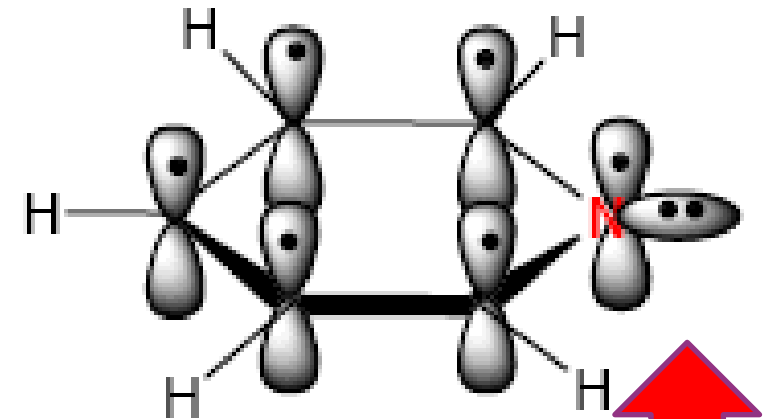


Chemické vlastnosti pyridínu

- podobná štruktúra ako benzén
- najstabilnejší heterocyklus
- voľný elektrónový pár sa nezapája do konjugácie, ale orientuje sa kolmo na π - väzbový molekulový orbitál →

1. Polárnosť

2. Zásadité vlastnosti



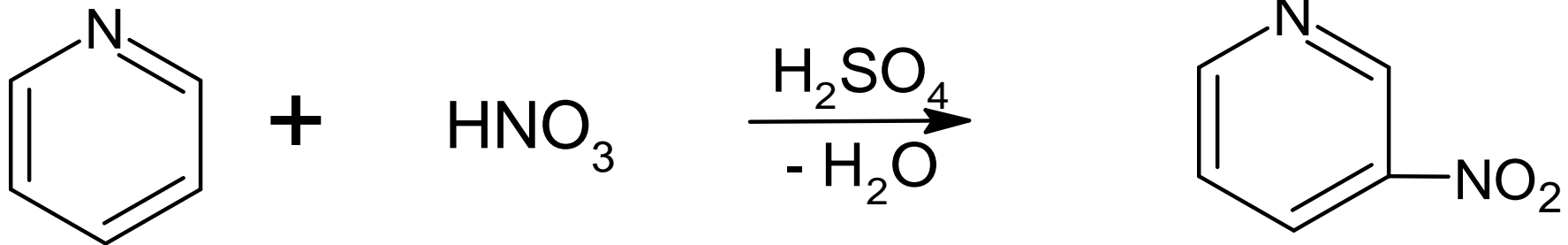
pyridín

Zásaditý
charakter

Typické reakcie

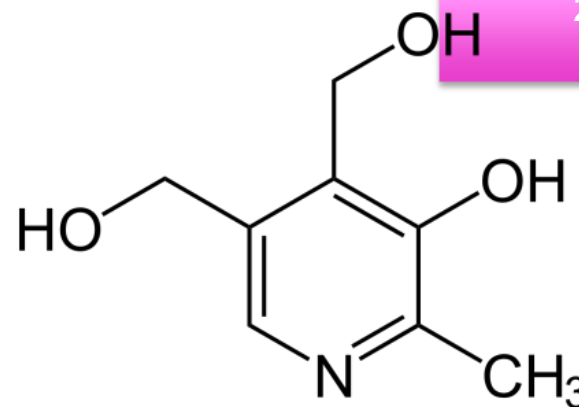
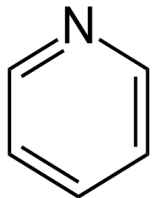
Elektrofilné substitúcie

- Prebieha ťažšie
- Elektrofil sa viaže do polohy 3



Deriváty pyridínu

Vitamín B6 (pyridoxín)



2mg



•Rozpustný vo vode

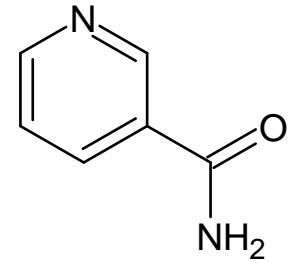
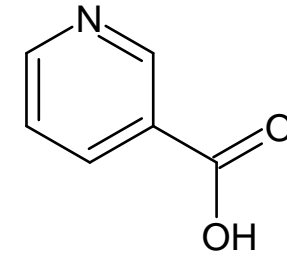
Význam- súčasť biochemických procesov (koenzým PALP v metabolizme bielkovín, metabolizmus erytrocytov), zvyšuje hladinu dopamínu

Zdroj- obilie, mäso, mlieko, strukoviny, zelenina (cesnak, špenát, karfiol, kel, zemiaky), ovocie (banány)

Hypovitaminóza- poruchy metabolizmu, NS, imunity, rastu, spánku, zápal kože, kŕče u detí, anémia

Deriváty pyridínu

Vitamín B3/PP (kyselina nikotínová, niacín)



Význam- jej amidy sú koenzýmy oxidoreduktáz (**NAD⁺**, **NADP⁺**), metabolizmus cukrov, podpora činnosti TS

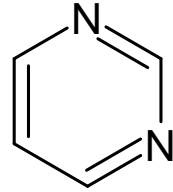
Deriváty nikotínamidov- liečivá

Zdroje- mäso, mlieko, pečeň, droždie, obilniny, zeler, ryby

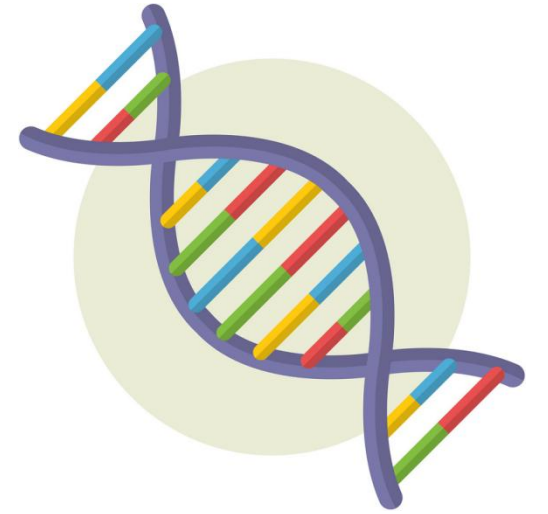
Hypovitaminóza- nervové poruchy, poruchy látkovej premeny, ochorenia kože (pelagra), zápal ústnej dutiny, jazyka, bolesti hlavy, poruchy spánku



Deriváty pyrimidínu

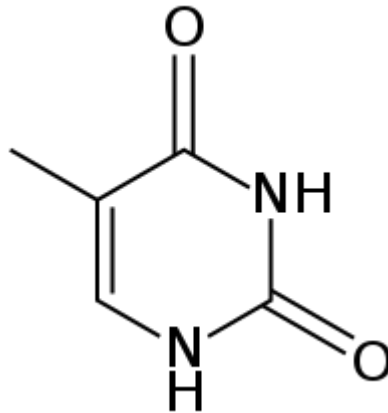


Pyrimidínové dusíkaté bázy

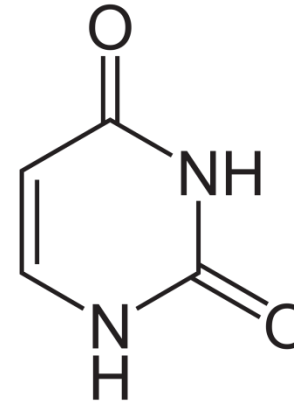


- Základné stavebné jednotky nukleových kyselín

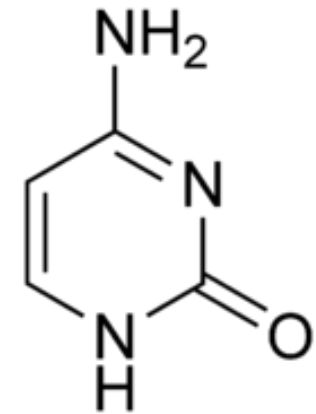
1. tymín



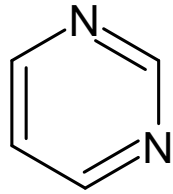
2. uracil



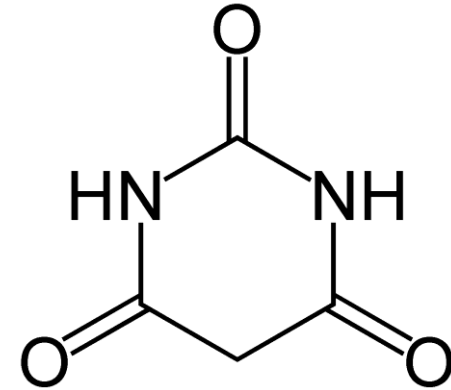
3. cytozín



Deriváty pyrimidínu



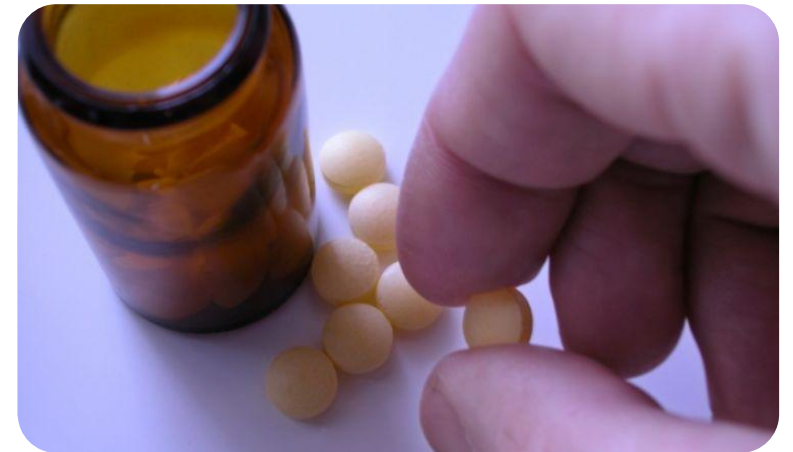
Kyselina barbiturátová



- výskyt v tautomérných formách (*keto a enol*)
- výroba **barbiturátov**- liečivá s tlmiacimi účinkami na CNS- hypnotiká a sedatíva

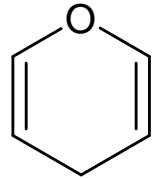
Pozor!!!

závislosť a kombinácia s inými liekmi, alkoholom, drogami

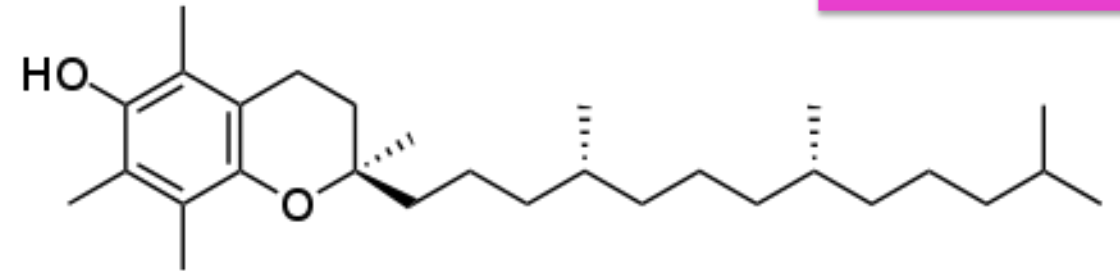


25-30mg

Derivát pyránu



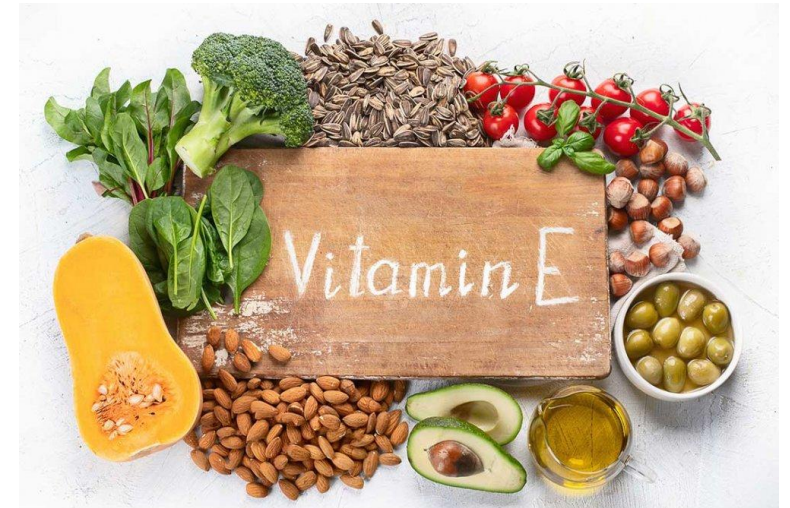
Vitamín E (tokoferol)



Význam- antioxidant, činnosť imunitného systému, zvyšuje detoxikačné schopnosti pečene

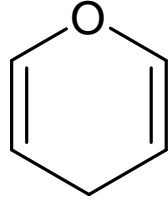
Zdroje- rastlinné oleje, chudé mäso, ovsené vločky, vajcia

Hypovitaminóza- poruchy NS, rastu, svalov, anémia, sterilita, poruchy vstrebávania tukov, znížená zrážanlivosť krvi

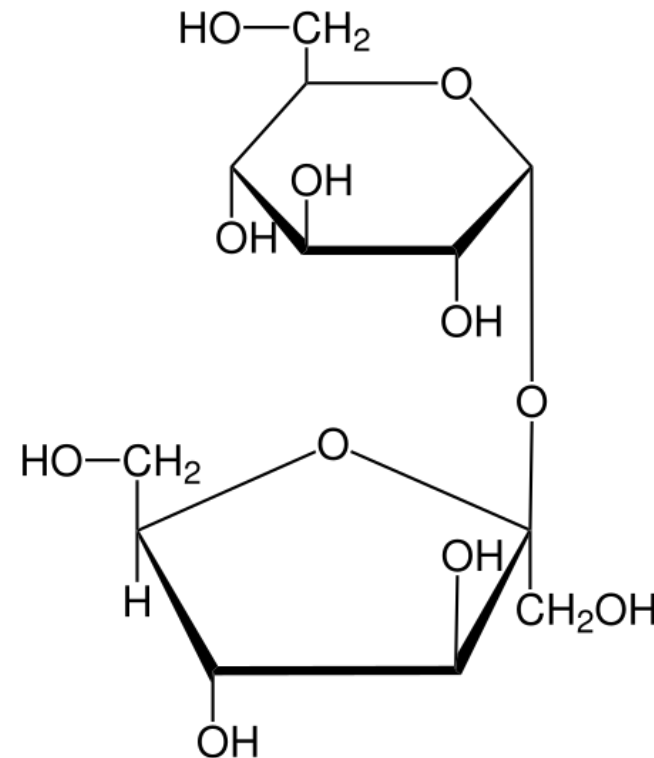


Deriváty pyránu

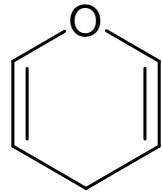
Pyranózy



- sacharidy s pyranózovým kruhom
- *napr. glukóza, **sacharóza**, škrob, glykogén....*

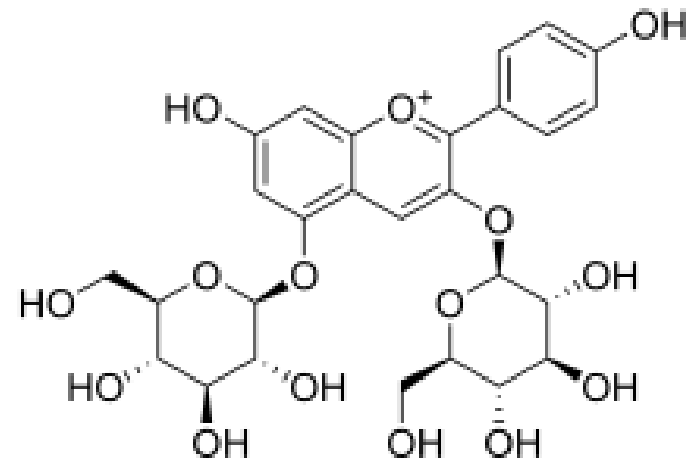


Deriváty pyrónu



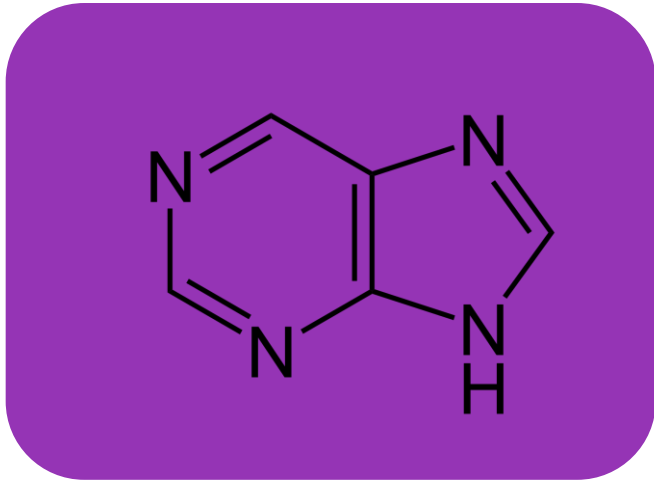
Antokyány

- Vo vode rozpustné rastlinné pigmenty
- Prítomné vo vakuolách niektorých buniek
- Dodávajú orgánom červenú, fialovú a modrú farbu
- **Antioxidačný a protizápalový účinok**

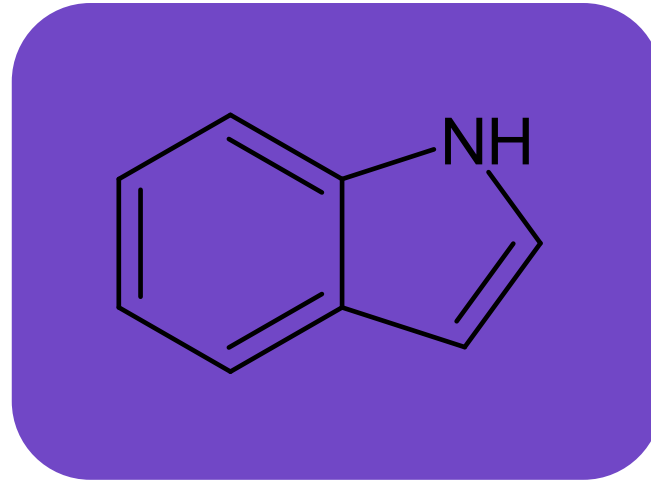


Heterocyklické aromatické zlúčeniny

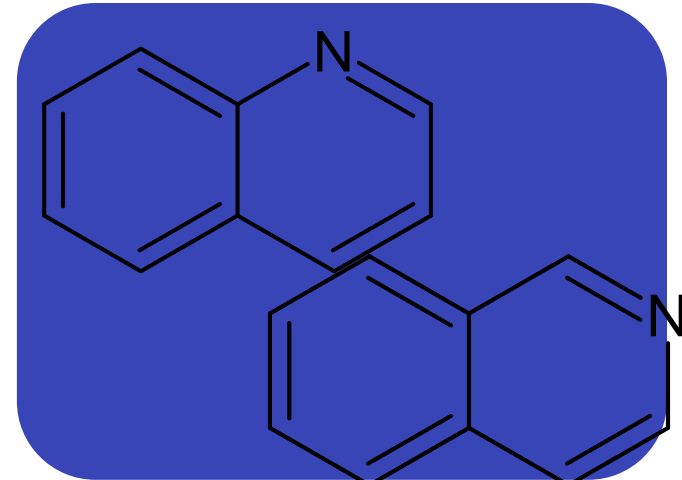
II. kondenzované a ich deriváty



purín



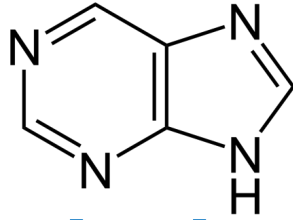
indol



**chinolín/
izochinolín**

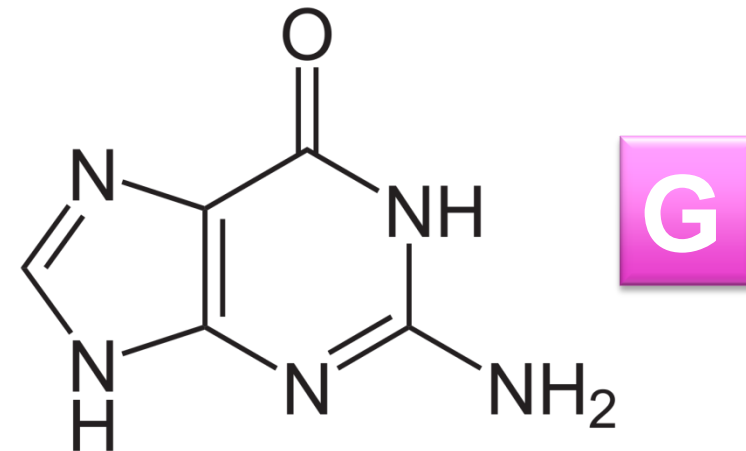
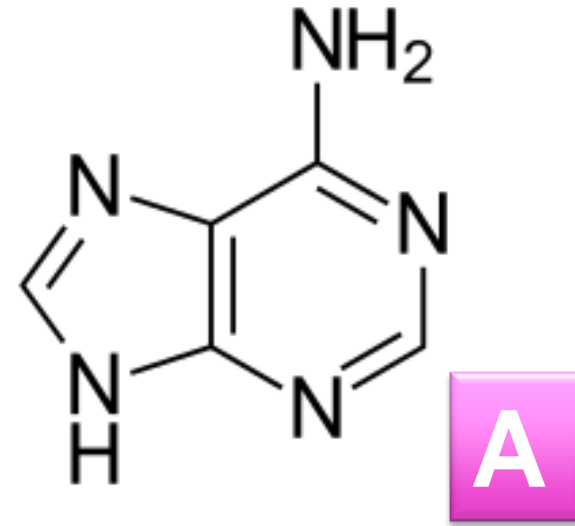
Deriváty purínu

Purínové dusíkaté bázy



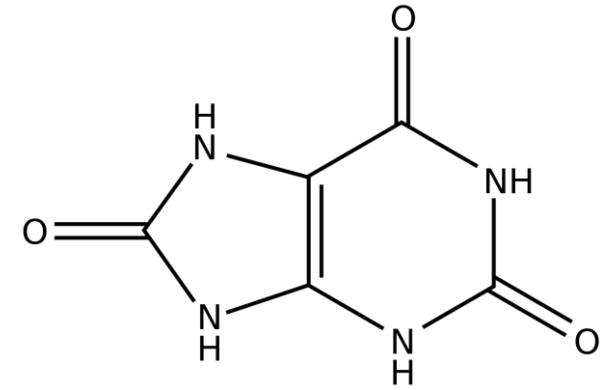
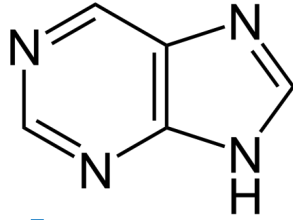
adenín, guanín

- Stavebná jednotka nukleových kyselín
- Syntetické analógy- liečba rakoviny, viróz



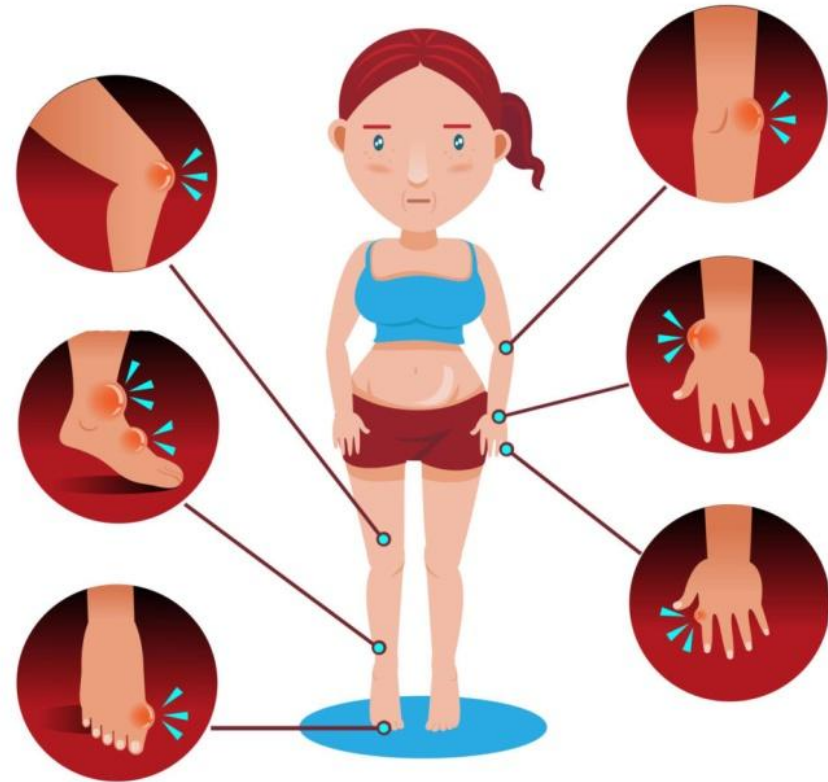
Deriváty purínu

Kyselina močová



- konečný produkt rozkladu purínov v tele človeka (u vtákov, plazov konečný produkt dusíkatých látok)
- bezfarebná kryštalická látka
- málo rozpustná vo vode
- vylučovanie močom, malé množstvo v krvi

ZVÝŠENÁ KYSELINA MOČOVÁ - CHOROBA DNA

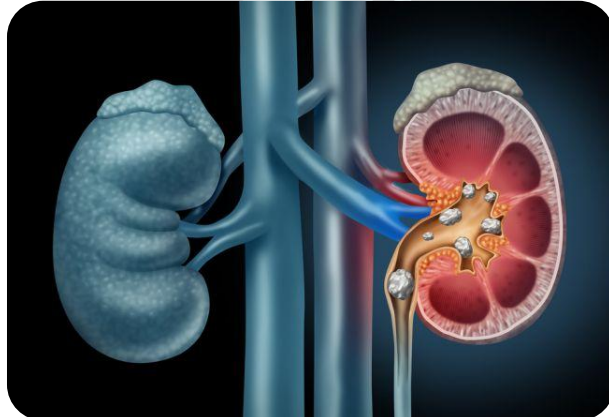


Ochorenia

DNA- nadmerná tvorba kyseliny, ukladá sa v podobe kryštálikov v obličkách, kĺboch, bolestivé

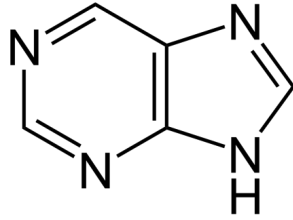
Reumatizmus- ukladanie kyseliny v svaloch a kĺboch

Obličkové a močové kamene- tvorba ihličkovitých urátov

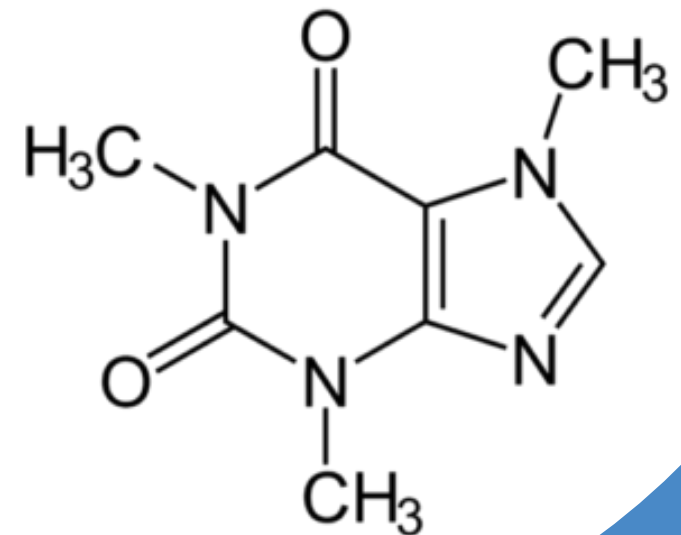


Derivát purínu

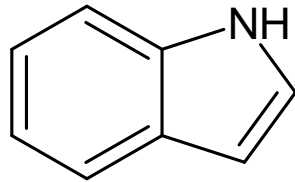
Kofeín



- Alkaloid s povzbudivými účinkami na CNS
- V potravinářství jako přídatná látka do povzbudujících nápojov (káva)
- Droga

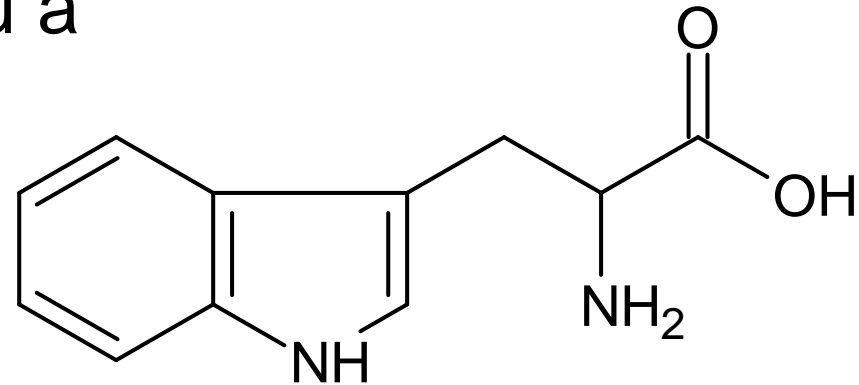


Deriváty indolu



Tryptofán

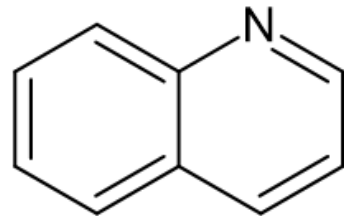
- Proteínogénna **aminokyselina**
- základná stavebná jednotka bielkovín
- Na tvorbu serotonínu, melatonínu a niacínu



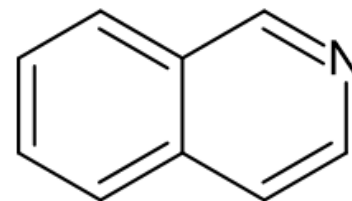


Chinolín a izochinolín

- vznikajú kondenzáciou pyridínového cyklus s benzenovým
- **súčasť alkaloidov** (ópium, chinín, morfín, heroín, papaverín, kodeín)



chinolín



izochinolín

Zdroje

- <https://zakaznici.abus.cz/varovani-behem-veder-zabiji-co/>
- <https://sk.vacurebiotech.com/info/what-is-the-meaning-of-myoglobin-75266198.html>
- <https://www.poison.org/articles/what-is-fentanyl>
- www.nahuby.sk
- <https://stock.adobe.com/cz/images/chloroplast/47909523>
- <http://www.sestra.sk/Hemoglob%C3%ADn>
- www.wikipedia.sk
- <https://www.sciencedirect.com/topics/physics-and-astronomy/myoglobin>
- <https://aktin.sk/typy-svalu-rychla-a-pomala-svalova-vlakna>
- <https://livingfit.co.za/boost-vitamin-b12-to-enjoy-vibrant-health-vitality-and-cognitive-function/>
- <https://stressfix.sk/vitamin-b12/>
- <https://www.novinky.cz/veda-skoly/clanek/cesky-vedec-zmeril-jak-se-presne-meni-energie-pri-fotosynteze-15581>
- <https://www.brainmarket.sk/blog/histaminova-intolerancia/>
- <https://www.zdravieportal.sk/infecna-zltacka-u-deti-priznaky-a-liecba/>

Zdroje

- <https://www.info.sk/sprava/144394/oblickove-kamene-co-ich-sposobuje-symptomy-liecba-a-prevencia/>
- <https://www.bioliek.sk/blog/oblickove-kamene/>
- <https://zdravoteka.sk/magazin/moznosti-liecby-oblickovych-kamenov/>
- <https://www.vitamino.sk/p/tryptofan-b>
- <https://www.polakova.sk/kyselina-mocova/>
- <https://www.dobrarada.sk/clanok/ked-vas-ochromi-dna-ako-rychlo-odstranit-krystalizovanu-kyselinu-mocovu-z-tela.html>
- <https://unibook.upjs.sk/img/cms/2020/pf/vybrane-heterocyklicke-zluceniny.pdf>
- <https://sk.m.wikipedia.org/wiki/S%C3%BAbor:Chinolin.svg>
- <https://avino.mypage.cz/kvetiny-v-obrazoch/africke-fialky>
- <https://clipart.world/dna-clipart/animated-dna-png-transparent/>