

# Přírodní toxické látky (1. LF UK, NT)

## Přírodní antinutriční a toxické látky

Mezi přírodní antinutriční a toxické látky patří:

- **antinutriční látky** – interference (živiny),
- **toxické látky** – jedy (toxika),
  - přírodní toxické látky – toxiny,
  - produkty antropogenní činnosti – xenobiotika.

Toxické účinky těchto látek mohou být akutní či pozdní (např. chronické).

Výše rizika:

- **kontaminující látky,**
- **toxiny,**
- **aditivní látky,**
- **antinutriční látky.**

Jejich obsah v potravě podléhá legislativním opatřením.

Krmné pokusy → NOAEL → ADI = NOAEL / 100, (mg/kg), bezpečnostní faktor (100)

- MLR = ADI \* 60, (NPM, PM, SM), potravní koš, zohlednění výše spotřeby

## Antinutriční látky

**Antinutriční látky** jsou látky **rostlinného původu**, které působí potenciální rizika. Patří mezi ně:

1. **inhibitory enzymů**, antienzymy,
2. **sloučeniny interferující s metabolismem vitaminů**, antivitaminy, antagonisty vitaminů,
3. **sloučeniny interferující s metabolismem minerálních látek**,
4. **fenolové sloučeniny (tanniny) reagující s proteiny**,
5. některé **oligosacharidy způsobující flatulenci**.

1. Inhibitory serinových proteas (trypsin, chymotrypsin, elastasa):

- vedou ke zpomalení růstu hospodářských zvířat,
- nastává inaktivace teplem (jsou to proteiny).

2. Antivitaminy:

- strukturní analogy (oxythiamin, linatin),
- enzymy (askorbasa, thiaminasa, lipoxigenasa),
- tvořící nevyužitelné komplexy (avidin).

3. Sloučeniny vážící minerální látky:

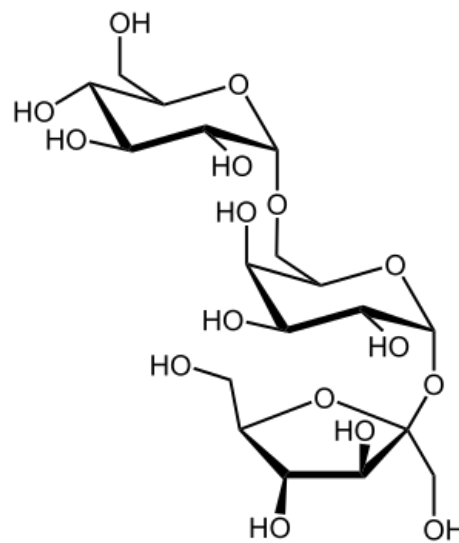
- fytová kyselina a fytin – **Fe, Zn**,
- šťavelová kyselina – **Ca**,
- glukosinoláty a jejich rozkladné produkty – **I**.

4. Tanniny:

- zpomalení růstu hospodářských zvířat,
- snížení trávitelnosti proteinů a absorpce minerálních látek.

5. α-galaktosidy:

- raffinosa, vyšší homology,
- způsobují gastrointestinální problémy.



raffinosa



tannin

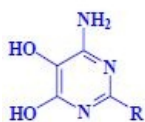
## Toxické látky

Toxické látky představují reálná rizika:

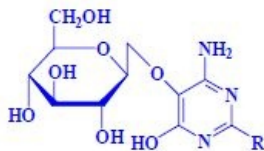
- vyvolávající potravní nesnášenlivost (*intoleranci*), toxické pro určité jedince,
- vyvolávající *intoxikace*, toxické pro všechny jedince.

Látky vyvolávající potravní nesnášenlivost:

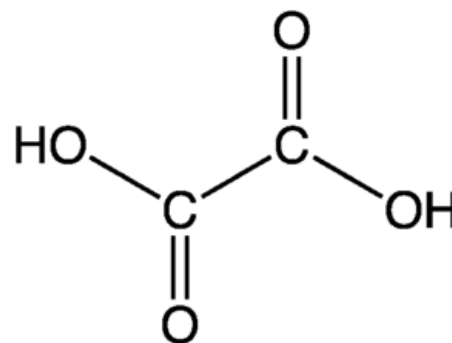
- alergie (imunologické reakce), alergeny (imunogeny), (ne)vyvolávají tvorbu IgE,
  - celiakie, bezlepkové diety (<100 mg/kg sušiny gliadinu),
- intolerance (neimunologické projevy), poruchy metabolismu, přecitlivělost (anafylaxe), averze (idiosynkrazie),
  - intolerance laktosy, potraviny s nízkým obsahem (<10 g/kg), bezlaktosové (100 mg/kg),
  - fenylketonurie, hydrolyzáty bez Phe,
  - favismus, bob obecný (*Vicia faba*).



divicin, R = NH<sub>2</sub>  
isouramil, R = OH



vicin, R = NH<sub>2</sub>  
konvicin, R = OH



kyselina šťavelová

## Toxiny a další látky vyvolávající intoxikace

Klasifikace:

- podle struktury,
- fyzikálních vlastností,
- podle původu (rostlinný, živočišný),
- podle účinků,
- hlavní skupiny toxinů,
- alkaloidy,
- saponiny,
- kyanogeny,
- glukosinoláty,
- lektiny,
- estrogení látky,
- fototoxické látky,
- aminokyseliny,
- biogenní aminy.

Antinutriční a toxické látky luštěnin:

- inhibitory proteas a amylas,
- α-galaktosidy,
- látky způsobující favismus,
- lektiny,
- kyanogenní glykosidy,
- estrogeny,
- saponiny,
- lathyrogeny.

Toxické látky vyšších hub:

- bílkoviny,
- peptidy,
- aminokyseliny,
- aminy,
- hydraziny,
- alkaloidy,
- terpenoidy.

## Alkaloidy

Klasifikace:

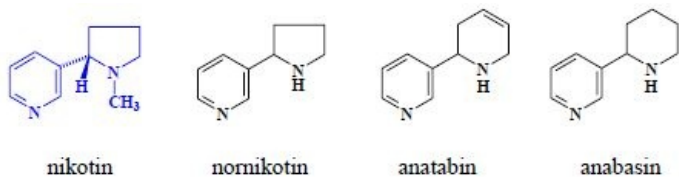
- **pravé alkaloidy** (N-heterocykly, odvozené od aminokyselin),
  - pyridinové (nikotinové) a. tabáku,
  - piperidinové a. pepře,
  - pyrrolizidinové a. seneciové (neciny),
  - chinolizidinové a. lupiny,
  - chinolinové a. chinovníkové kůry,
- **pseudoalkaloidy** (N-heterocykly, odvozené od jiných prekurzorů),
  - purinové a. kávy, čaje, kakaa,

- terpenoidní (glykoalkaloidy) a. brambor, rajčat,
- **protoalkaloidy** (ne N-heterocykly, odvozené od aminokyselin),
- kapsaicinoidy a. papriky.

## Pyridinové alkaloidy

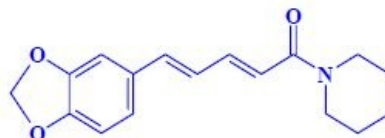
Nikotin a minoritní alkaloidy (~ 20 sloučenin):

- tabák (povinnost udávat obsah v tabákových výrobcích, varování).



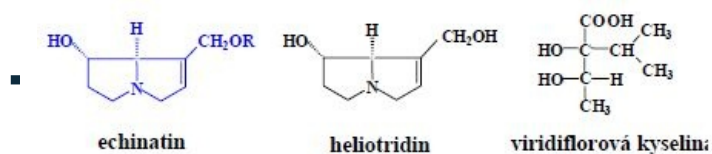
## Piperidinové alkaloidy

Piperin, homology, geometrické isomery, příbuzné látky, pepř (pálivé látky)



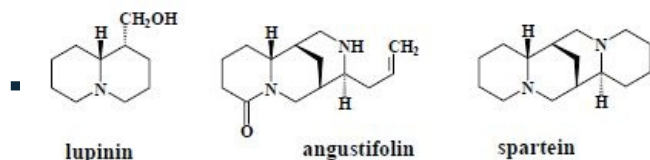
## Pyrrolizidinové alkaloidy

Mnoho příbuzných esterů (mono-, di-, makrocyclické), hepatotoxické látky.



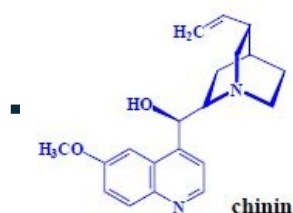
## Chinolizidinové alkaloidy

Řada příbuzných sloučenin, lupina.



## Chinolinové alkaloidy

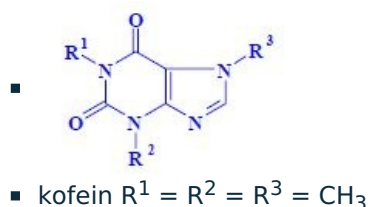
Obsah v lupině.



Legislativa: aditivní látka, alkoholické nápoje 300 mg/l, nealkoholické (tonika) 75 mg/l (teratogenita)

## Purinové alkaloidy

řada příbuzných sloučenin, káva, čaj, kakao (čokoláda), maté, guarana.



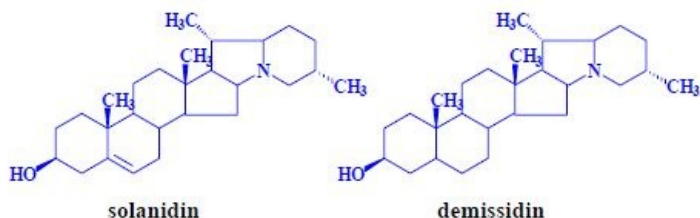
- theobromin  $R^1 = H, R^2 = R^3 = CH_3$
- theofyllin  $R^1 = R^2 = CH_3, R^3 = H$

## Steroidní glykoalkaloidy

- řada příbuzných sloučenin, brambory, rajčata, lilek,
- heteroglykosidy, aglykon, cukr.

## Brambory

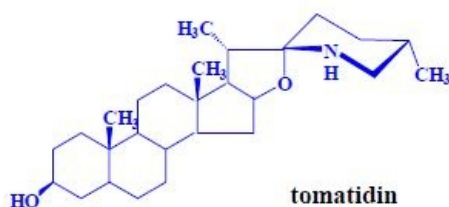
- $\alpha$ -solanin = solanidin +  $\beta$ -solatriosa,
- $\alpha$ -chakonin = solanidin +  $\beta$ -chakotriosa,



- distribuce,
- legislativa: 200 mg/kg.

## Rajčata

- tomatin = tomatidin +  $\beta$ -lykotetraosa

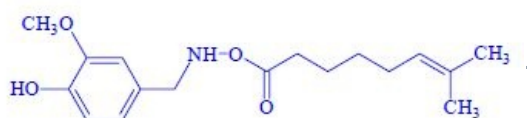


- legislativa: 200 mg/kg, teratogenita

## Kapsaicinoidy

kapsaicin, homology, paprika (pálivé látky):

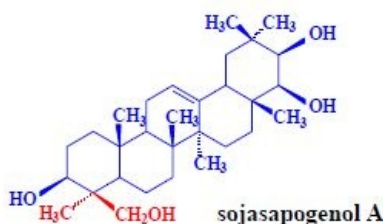
- vliv technologického zpracování,
- kapsaicin, (E)-8-methyl-N-vanillylnon-6-enamid



## Saponiny

řada příbuzných sloučenin, potraviny rostlinného původu:

- heteroglykosidy, aglykon, cukr,
- aglykon = sapogenin (sapogenol),
  - triterpenové alkoholy,
  - steroly (4-demethylsteroly).



## Biologické účinky:

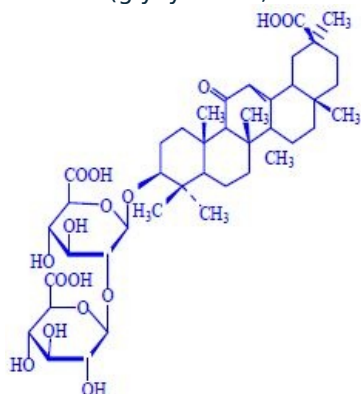
- hemolýza erythrocytů, jiných buněk, poškození intestinální mukosy.

## Vlastnosti

- toxicita pro studenokrevné živočichy,
- hořká chuť,
- detergenční účinky, emulze (o/v),
- fungicidní, antioxidační, antikarcinogenní, anticholesterolemické účinky.

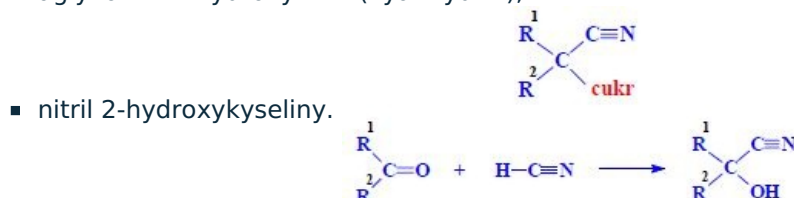
## Použití

- pěnotvorné látky (kosmetika),
- emulgátory (kosmetika),
- sladidla (glycyrrhizin, lékořice: 0,2–5,6 % saponinů).



## Kyanogenní glykosidy

- řada příbuzných sloučenin, potraviny rostlinného původu,
- obsah HCN v kyanogenech,
- heteroglykosidy, aglykon, cukr,
- aglykon = 2-hydroxynitril (kyanhydrin),

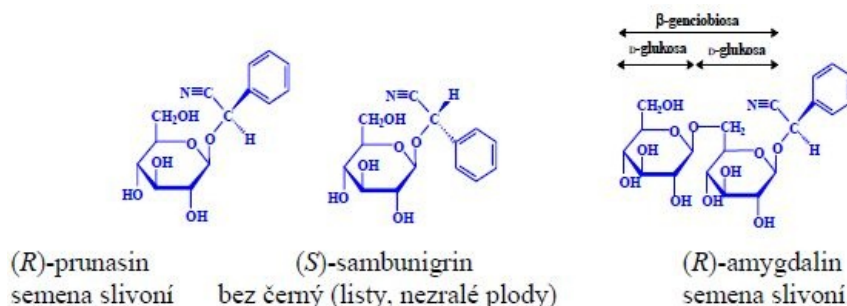


## Substituenty – Chiralita:

- alifatické – aceton, methy(ethyl)keton,
- aromatické – benzaldehyd.

## Cukr

- zpravidla Glu,
- disacharidy genciobiosa aj.



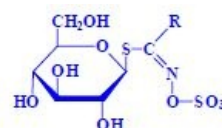
## Vlastnosti

- rozklad ( $\beta$ -glukosidasa)  $\rightarrow$  HCN, toxicita (inhibice cytochrom oxidasy v dýchacím řetězci),
- akutní intoxikace, chronická intoxikace (kassava, maniok).

## Glukosinoláty

- thioglukosidy (glukosidy hořčičných olejů), řada příbuzných sloučenin, potraviny rostlinného původu (brukvovité rostliny),
- názvy a struktura,
- dominantní glukosinoláty v zeleninách,

- heteroglykosidy, aglykon, cukr, aglykon = thiohydroxamát-O-sulfonát, protiion K<sup>+</sup>



## Substituenty

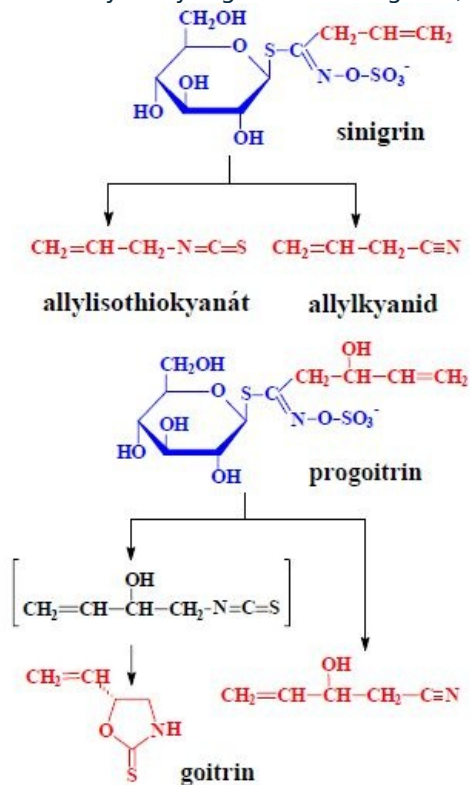
- alifatické,
- aromatické,
- heterocyklické.

## Cukr

- výhradně Glc.

## Vlastnosti

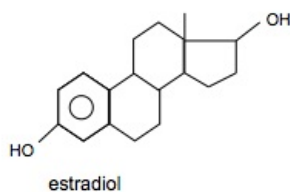
- rozklad (myrosinasa) → isothiokyanáty, nitrily aj.,
- toxicita, isothiokyanáty a goitrin strumigenní, nitrily hepatotoxické.



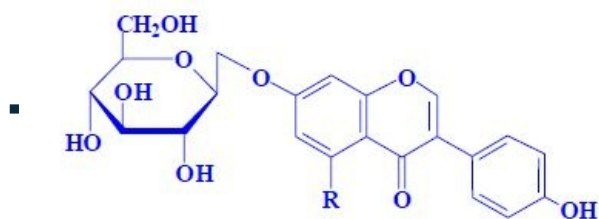
## Rostlinné fenoly

### estrogenní látky

- fytoestrogeny – potraviny rostlinného původu,



- isoflavony,
- obsah v sójových bobech.

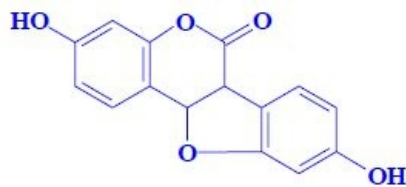


daidzin, R = H aglykon daidzein  
genistin, R = OH aglykon genistein  
sójové boby (0,13–0,42 %)

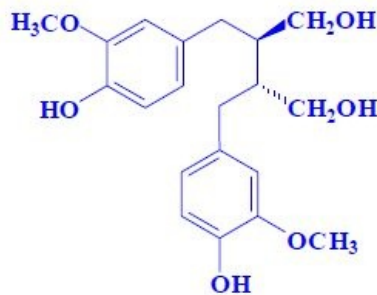
- pterokarpany,
- lignany.

obsah v potravinách

kumestrol – klíčící – sójové boby



sekoisolariciresinol – semena lnu



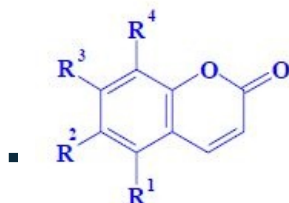
- mykoestrogeny,
- xenoestrogeny.

### Vlastnosti

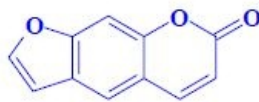
- současně užitečné i škodlivé.

### Fototoxické látky

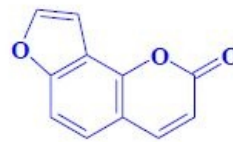
- kumariny,
- furanokumariny,
- potraviny rostlinného původu.



kumariny



lineární psoralen



angulární angelicin

### Vlastnosti

- fototoxicita (citlivost nepigmentované kůže, souvislost s rakovinou kůže, akutní dermatitidy),
- fytoalexiny (fytoncidy, rostlinná antibiotika, pesticidy), blastokoliny (brzdí klíčení semen),
- antimikrobní a jiné účinky.

### Fototoxické pigmenty

- hypericin (třezalka), fagopyrin (pohanka).

### Lektiny (fytohemaglutininy)

potraviny rostlinného původu (semena aj. části)

### Proteiny s centrem jiným než katalytickým:

- merolektiny (1 centrum, katalytické ne),
- hololektiny (2 centra, katalytické ne),
- chimerolektiny (1–2 centra, katalytické ano).

Sójový lektin

- metaloprotein, 120 kDa, hololektin, vazba N-acetyl-D-galaktosaminu.

### Vlastnosti

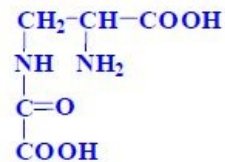
- srážení erythrocytů, interakce s cukry v glykoproteinech a glykolipidech membrán (mechanismus ochrany rostlin před predátory, parazity),
- toxické intravenosně, některé orálně, některé vůbec, některé probiotika (česnek).

### Aminokyseliny



## Lathyrogeny:

- potraviny rostlinného původu (semena vikví a hrachorů),
- aminokyseliny (peptidy, nitrily) -3-(N-oxalyl)-2,3-diaminopropanová kyselina



## Vlastnosti

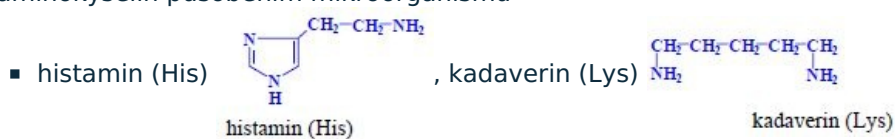
- strukturní podoba s proteinogenními aminokyselinami, metabolické poruchy,
- deformace dolních končetin (osteolathyrismus), poškození cév (angiolathyrismus), poruchy nervového systému (neurolathyrismus), člověk, hlavně hospodářská zvířata.

## Biogenní aminy:

- prekursory,
- alifatické, aromatické, heterocyklické báze s biologickou aktivitou, fermentované a mikrobiálně znehodnocené potraviny rostlinného i živočišného původu

## Vznik

- z aminokyselin působením mikroorganismů



## Vlastnosti

- tkáňové hormony (alergické reakce, anafylaktický šok)
- psychoaktivní a vasoaktivní látky

## Obsah

- změny v salámech

## Odkazy

### Vnitřní odkazy

- Toxické látky
- Antinutriční látky

## Zdroj

- DAVÍDEK, Jiří. 12. PŘÍRODNÍ ANTINUTRIČNÍ A TOXICKÉ LÁTKY [online]. [cit. 2012-03-13]. <<https://el.lf1.cuni.cz/p30693038/>>.