

Dřevo a jeho ochrana

# Chemické složení dřeva

## *cvičení*



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR InoBio – CZ.1.07/2.2.00/28.0018

# Dřevo

Znalost chemického složení je nezbytná pro:

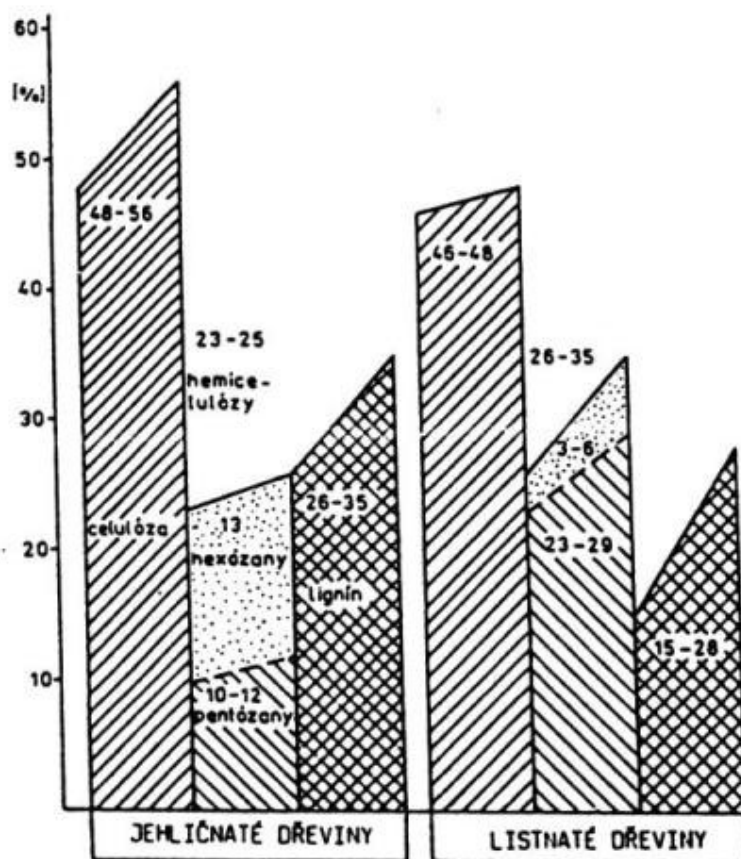
- pochopení submikroskopické stavby dřeva
- pochopení činnosti biotických činitelů rozkládajících dřevo
- pochopení chemického zpracování dřeva
- pochopení energetických vlastností dřeva

# Chemické složení dřeva

Dřevo – složitý komplex chemických látek, především biopolymerů

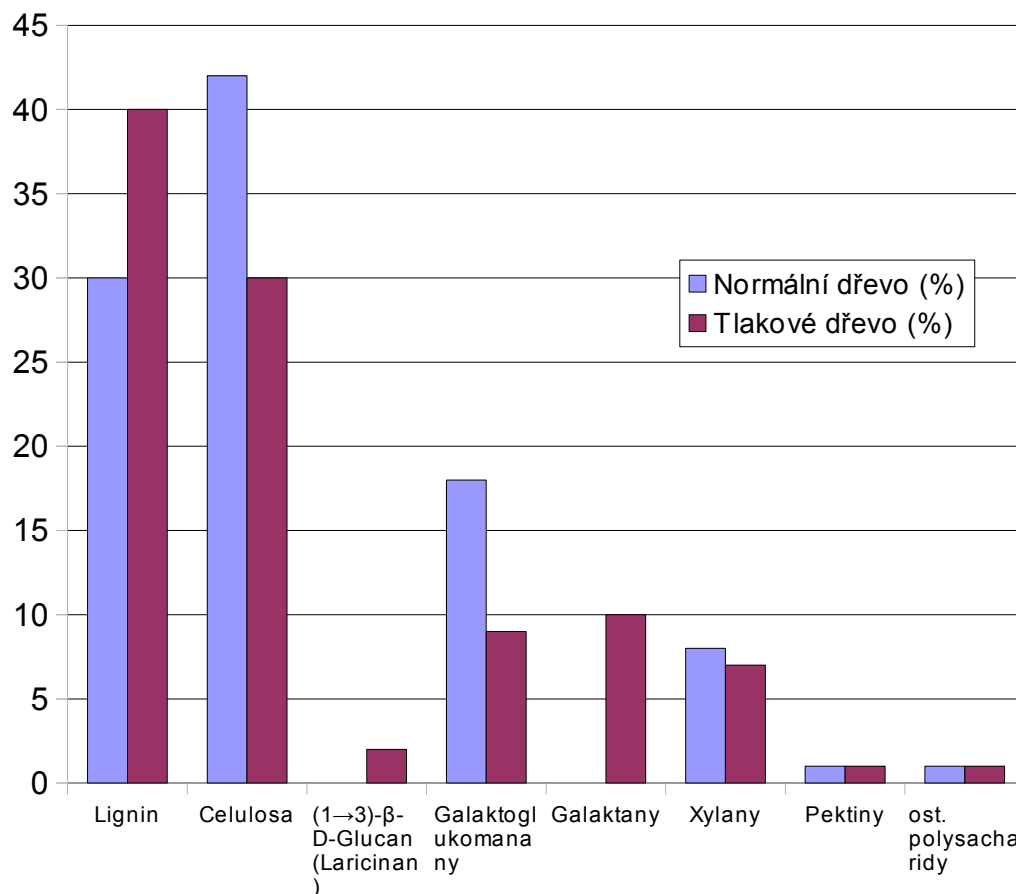
- **Hlavní složky dřeva (90–97 %)**
  - polysacharidická složka
    - celulóza (35–55 %)
    - hemicelulózy (20–35 %)
  - fenolická složka
    - lignin (15–36 %)
- **Doprovodné složky dřeva (3–10 %)**
  - anorganické
  - organické

# Variabilita chemického složení



*Zastoupení hlavních složek dřeva jehličnanů a listnáčů (Požgaj et al. 1993)*

# Variabilita chemického složení



*Srovnání  
chemického  
složení  
normálního a  
tlakového  
dřeva smrku*

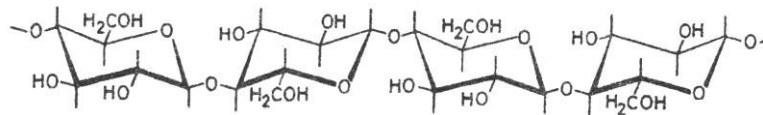
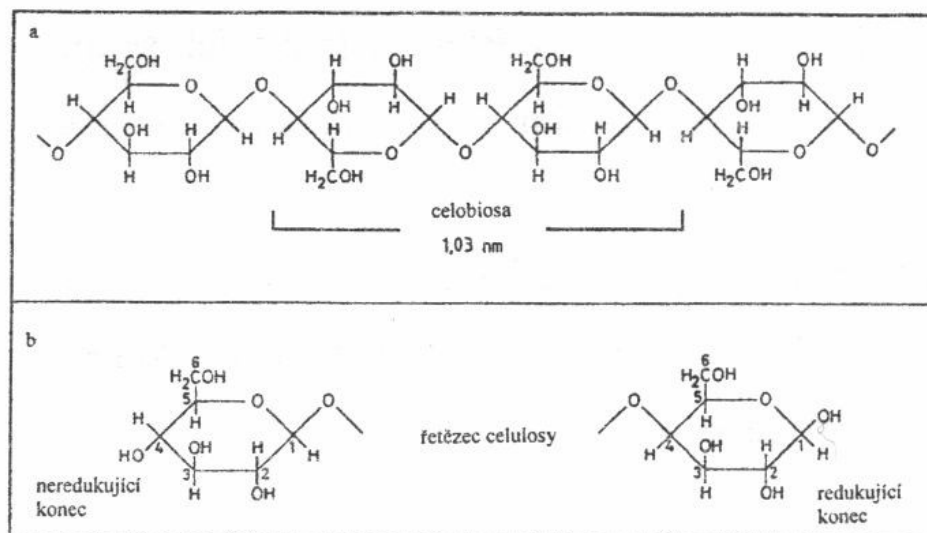
# Hlavní složky dřeva

## Celulóza

- nejrozšířenější organická látka na zemi
- tvoří „kostru“ buněčných stěn rostlinných organismů
- zastoupení: *jehličnany* 46–55 %, *listnáče* 41–48 %
- základní jednotka: *celobióza* (složena ze dvou  $\beta$ -D-glukopyranosových jednotek)
- polymerační stupeň: 5–14 tisíc (izolovaná celuloza 500–1500)

# Hlavní složky dřeva

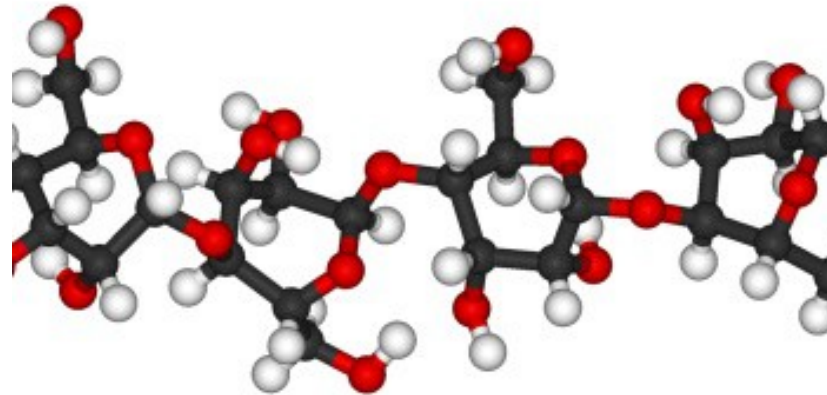
## Celulóza



# Hlavní složky dřeva

## Celulóza

*Model prostorového uspořádání molekul celulózy*



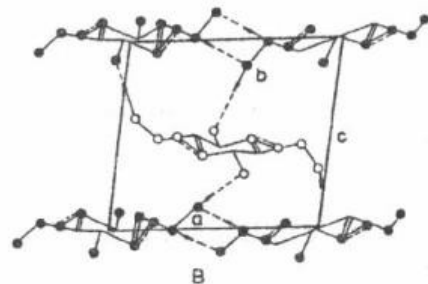
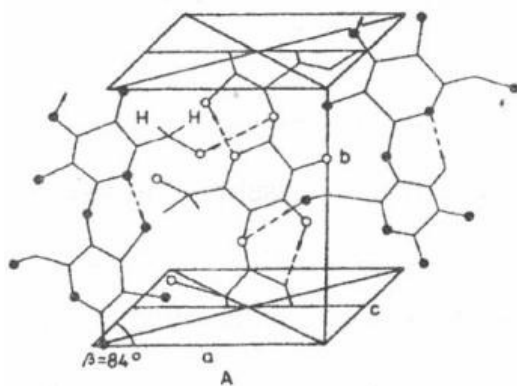


# Hlavní složky dřeva

## Celulóza

a) krystalická forma

b) amorfní forma



*Schéma nadmolekulární  
struktury celulózy tvořící  
„krystalickou mřížku“  
(Požgaj et al. 1993)*

# Hlavní složky dřeva

## **Celulóza**

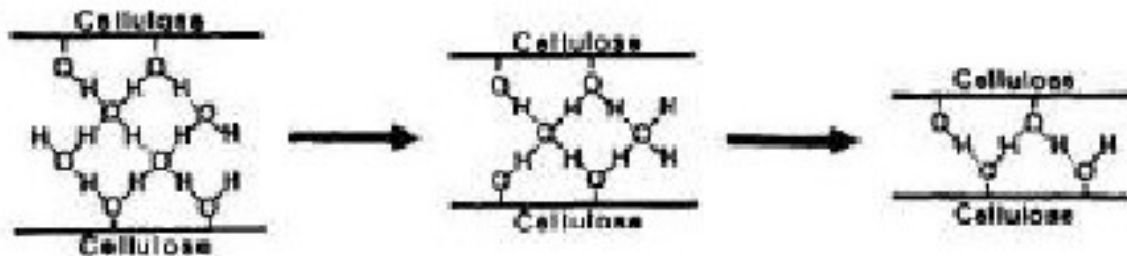
Vyšší podíl krystalické části má za následek:

- vyšší hustotu dřeva
- vyšší Youngův modul pružnosti
- vyšší pevnost v tahu
- vyšší rozměrovou stabilitu

# Hlavní složky dřeva

## Celulóza

- bobtnání
- sesýchání



*Vazba molekul vody pomocí vodíkové vazby na řetězce celulózy. Během vysychání dřeva – dochází k sesýchání. Obrázek zcela vpravo představuje celulózu v absolutně suchém stavu*

# Hlavní složky dřeva

## Celulóza

- Chemické vlastnosti
  - ve vodě a běžných rozpouštědlech nerozpustná
  - lze ji hydrolyzovat silnými anorganickými a organickými kyselinami
  - rozpustná ve Schweizerově činidle (amoniakální roztok  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ )
- Využití celulosy
  - výroba buničiny → papír, kartony, lepenky, deriváty celulosy
  - hydrolýzou celulosy → glukosa → zkvašování → etanol
  - hydrogenací → vitamín C

# Hlavní složky dřeva

## Hemicelulózy

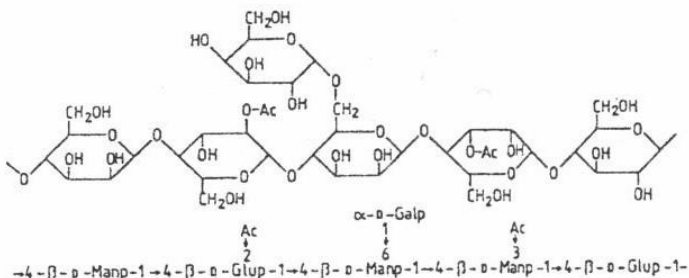
- směs dalších polysacharidů ve dřevě
- polymerizační stupeň: 100–200
- jsou to *heteropolysacharidy*, tj. obsahují další hexosy a pentosy (D-glukosa, D-galaktosa, D-xylosa, L-arabinosa, uronové kyseliny a další)
- nízký podíl krystalické části
- tvoří tmelící složku mezi vláknitými strukturami celulosy a ligninem

# Hlavní složky dřeva

## Hemicelulózy

### a) xylany

- *listnáče* (až 35 %)
  - řetězce z  $\beta$ -D-xylopyranosových jednotek (pentózy)
  - polymerizační stupeň: 100–200
- *jehličnany* (10–15 %)
  - polymerizační stupeň: 70–130

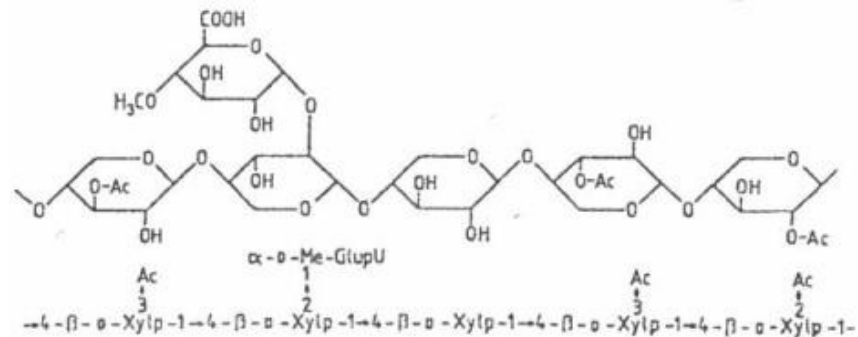


# Hlavní složky dřeva

## Hemicelulózy

### b) manany

- řetězce z glukopyranózových a manopyranózových jednotek (hexózy)
- polymerizační stupeň: 60–70
- zastoupení:
  - jehličnany (až 20 %)
  - listnáče (3–5 %)

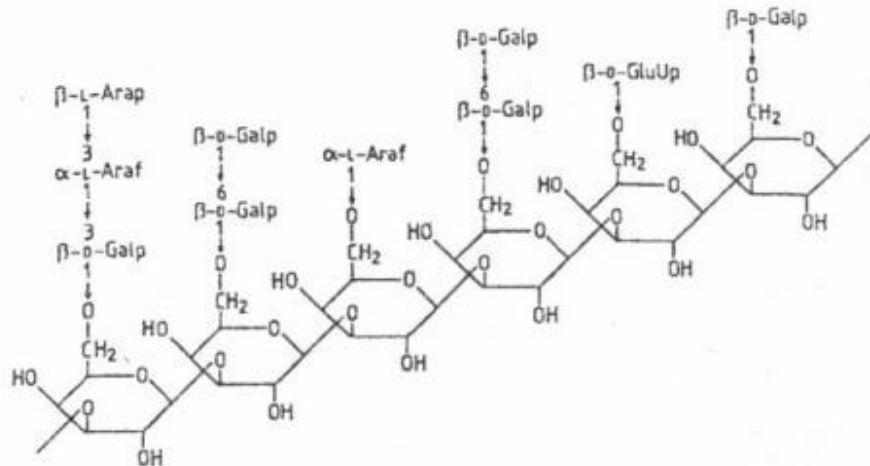


# Hlavní složky dřeva

## Hemicelulózy

### c) galaktany

- malý podíl (0,5–3 %): BO, BK, BR, JV
- větší zastoupení ve dřevě MD: 10–20 %
- zvýšený podíl také v reakčním dřevě





# Hlavní složky dřeva

## Hemicelulózy

- Chemické vlastnosti
  - závisí na
    - délce řetězce
    - stupni rozvětvení
    - stupni acetylace
  - lze je extrahovat pomocí zředěných alkálií, některé i vodou!
  - jsou lehce hydrolyzovatelné
  - jejich vliv na chemické a fyzikální vlastnosti se projevuje při technologických procesech (vaření, paření, sušení, lisování dřeva)

# Hlavní složky dřeva

## Hemicelulózy

- Využití
  - slouží jako přírodní adhezivum při výrobě papíru
  - hexosy: výroba krmných kvasnic
  - pentosy: výroba lepidel, plastických hmot

# Hlavní složky dřeva

## Lignin

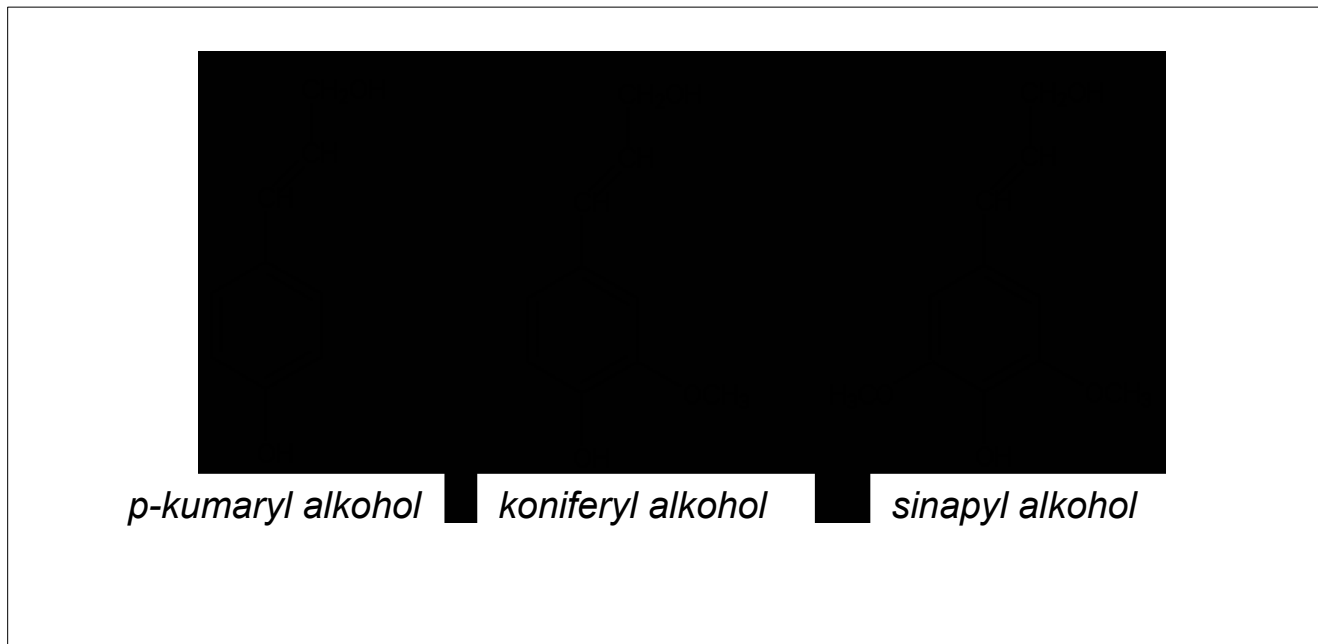
- po celulose nejzastoupenější přírodní biopolymer
- prostorově rozložené makromolekuly
- vazba na polysacharidy:
  - elektrostatickými interakcemi
  - van der Walsovými silami
  - chemickými vazbami (zejména na boční řetězce hemicelulos)
- polysacharidy vytváří s ligninem LCC
- nerovnoměrné rozložení v rámci BS
- zastoupení: *jehličnany* (24–33 %), *listnáče* (19–28%)
- rozdílná struktura jehličnany vs. listnáče

# Hlavní složky dřeva

## Lignin

– amorfnní polyfenolická látka vznikající dehydrogenativní polymerací tří fenypropanových monomerů.

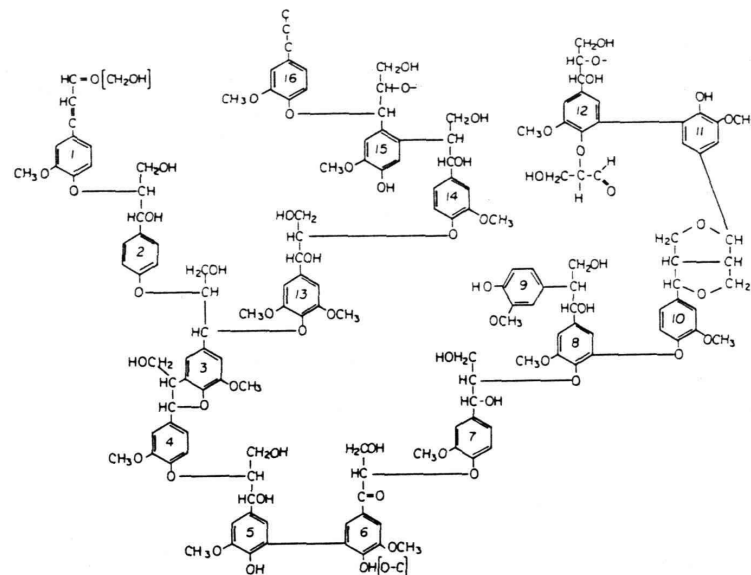
*Monomery tvořící stavební jednotky ligninu:*



# Hlavní složky dřeva

## Lignin

- postrádá pravidelnou strukturu a opakující se jednotky → ne samostatná sloučenina, ale směs fyzikálně a chemicky heterogenních látek
- strukturu lze reprezentovat modely
- často se používá termín statistický polymer hydroxyfenylpropanových jednotek



# Hlavní složky dřeva

## Lignin

- *dřevo jehličnanů*
  - tzv. *guajacyl lignin* = *koniferyl alkohol* (95 %) + *p-kumaryl alkohol*
- *dřevo listnáčů*
  - tzv. *guajacyl-syringilové ligniny* = *koniferyl alkohol* + *sinapyl alkohol*
  - lignin vykazuje větší variabilitu svého složení oproti jehličnanům

# Hlavní složky dřeva

## Lignin

- Vliv na vlastnosti dřeva
  - dodává dřevu tuhost
  - zvyšuje mechanickou pevnost dřeva (tlakovou, ohybovou, houževnatost)
  - snižuje propustnost
  - zvyšuje ochrannou funkci rostlinných pletiv

# Hlavní složky dřeva

## Lignin

- Chemické vlastnosti
  - snadno podléhá vlivu zásad, kyselin i jiných látek oproti celulóze → této vlastnosti se využívá při výrobě buničiny
  - vysoká absorpce světla
- Využití
  - lignocelulosový odpad z výroby buničiny
  - energetické účely
  - přečištění → přídavek k lepidlům při výrobě velkoplošných materiálů
  - pyrolýzou se získává fenol a acetylen



# Doprovodné složky dřeva

Různé látky, které se vykytují v malých množstvích.

Mohou se nacházet:

- v buněčných stěnách
- v mezibuněčných prostorech
- v lumenech

- mají vliv na barvu dřeva, vůni, sušení, opracování, trvanlivost a odolnost

a) *anorganické látky*

– jejich spálením vznikne popel (do 1 % hmoty dřeva)

b) *organické látky*

– označujeme je také jako *extraktiva* (1–5 % hmoty dřeva)

# Doprovodné složky dřeva

## Anorganické látky

- získávají se mineralizací
- především vápenaté, draselné a hořečnaté soli (uhličitany, fosforečnany, sírany)
- ve formě krystalů
- asi 25 % lze vyluhovat vodou
- zastoupení
- soli vápníku: až 50 %
- malé množství Mn, Na, P, Cl
- stopové prvky

# Doprovodné složky dřeva

## Organické látky

- sacharidy
  - **pektinové látky** – deriváty poly-D-galakturonové kyseliny
  - **škrob** (= amylosa + amylopektin) – nejvýznamější zásobní látka
  - **polyuronidy** – rostlinné gummy
  - **monosacharidy** – např. glukosa, manosa ...
- fenolické látky
  - mají ochrannou funkci
  - jednoduché (vanilin, koniferylaldehyd)
  - **lignany** – především v jádrovém dřevě (pinorezinol)
  - **flavonoidy** – v jádrovém dřevě
  - **stilbeny** – mají ochrannou funkci a zajišťují světlostálost
  - **taniny** (= třísloviny) – např. u DB, JM, OŘ

# Doprovodné složky dřeva

## Organické látky

- terpeny
  - především u jehličnanů s pryskyřičnými kanálky
- ostatní látky
  - např. alkaloidy, alkoholy, bílkoviny, tuky, vosky ...