



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

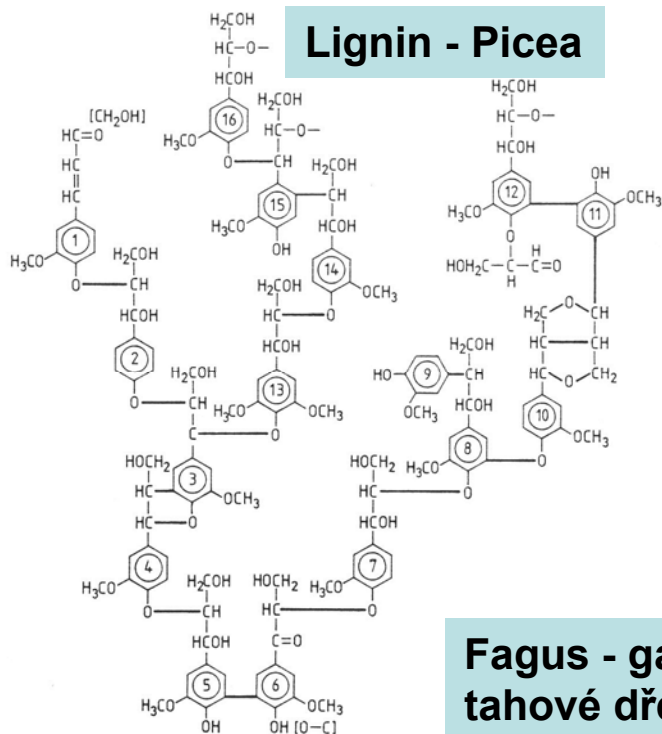
PŘÍRODNÍ LÁTKY

CHEMICKÉ SLOŽENÍ DŘEVA

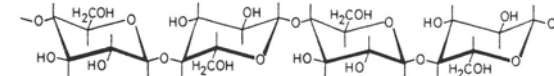
Látky dřeva



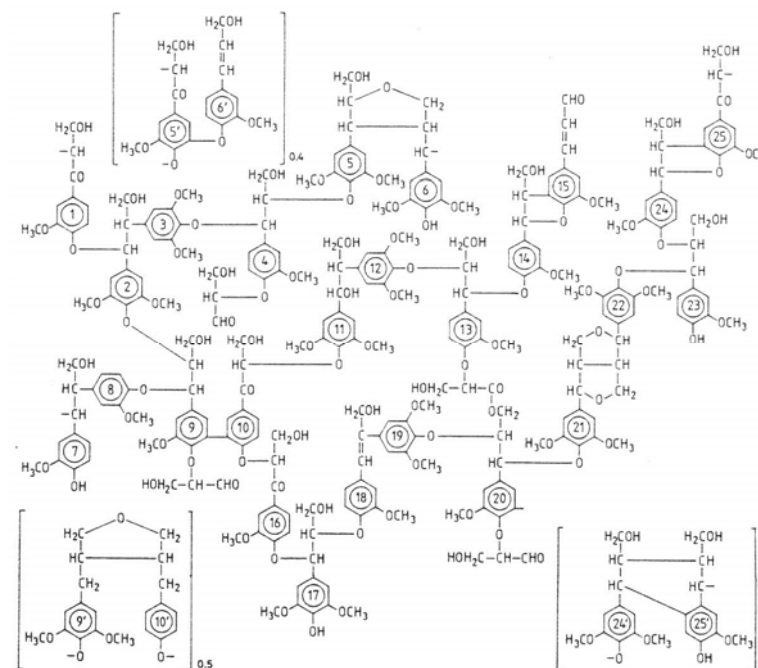
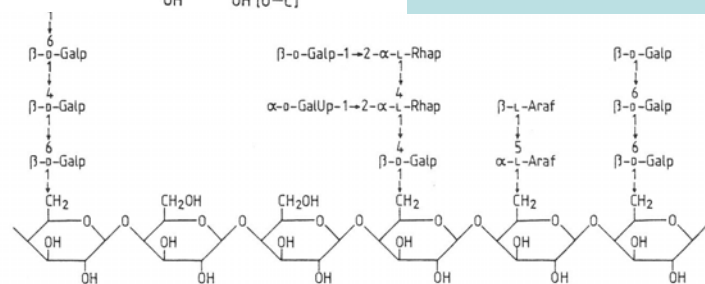
Lignin - Picea



Cellulosa - úsek



Fagus - galaktan tahové dřevo



Lignin - Fagus



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

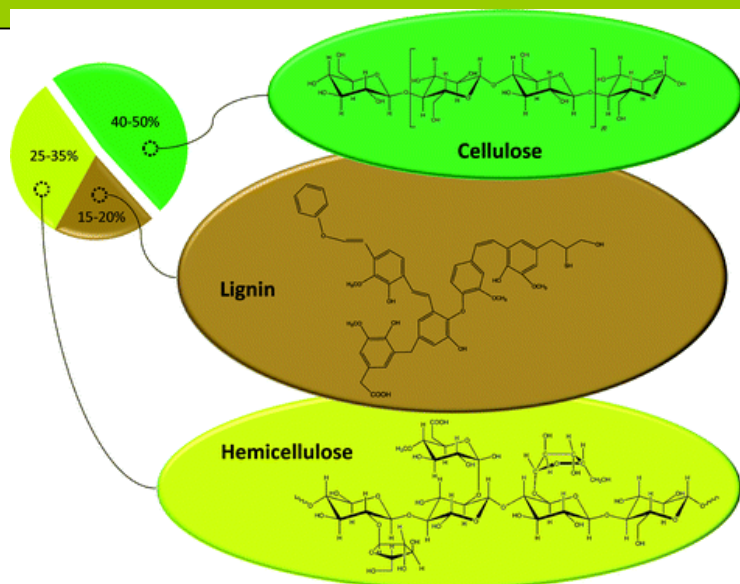


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Přírodní látky - dřevo

Dřevo a kůra - složení



Kůra (%)	Picea	Pinus	Fagus
Extraktivní látky	21,0	20,7	20,3 (**11,4)
Holocellulosa	65,3	54,6	83,4 (**61,6)
Cellulosa	47,9	37,0	23,8 (**38,1)
Hemicellulosa	17,4	15,6	16,9* (**23,1)
Lignin	37,8	44,7	43,0 (**39,0)
Suberin			4,3
Popel	2,1	1,1	6,3 (**7,3)

* jen pentosany; ** jiný autor

Dřevo (%)	Picea	Abies	Pinus	Fagus	Quercus
Holocellulosa	80,9	70,0	74,3	85,6	
Celulosa	46,0	49,4	52,2	43,1	41,1
Hemicellulosa	15,3	15,4	13,5		
Pentosany	8,3	7,0	8,2	22,0	22,2
Lignin	27,3	27,2	26,3	23,8	29,6
Popel	0,3	0,4		0,3	0,3

pH (vodný výluh)	Dřevo	Kůra
Picea	3,9	4,9
Pinus	3,8	4,4
Fagus	5,4	5,5
Quercus	4,2	4,9

Stavební polysacharid - cellulosa

- ❑ Cellulosa je rostlinný stavební polysacharid, obsažený v buněčné stěně.
- ❑ Systematický název je β -(1 \rightarrow 4)-D-glukan.
- ❑ Je to homopolysacharid, složený z β -D-glukopyranosových jednotek spojených β (1 \rightarrow 4) glykosidickou vazbou.
- ❑ Strukturní jednotkou je cellobiosa. Její absolutní velikost je 1,03 nm.
- ❑ Polymerační stupeň n (počet monosacharidických jednotek) závisí na původu. Nativní (přírodní) cellulosa bavlny má n až 15000, smrku 8000 až 10000. Izolovaná cellulosa má n 1500 až 2000.
- ❑ Je to lineární polykondenzát, nerozvětvený. Struktura molekuly je vláknitá, délka odpovídá polymeračnímu stupni (pro $n=10000$ je to asi 5 μ m).
- ❑ Lineární struktura odpovídá tomu, že každá druhá β -D-glukopyranosová jednotka je otočená kolem osy C1-C4 (viz cellobiosa).
- ❑ Ve vodě se nerozpouští, rozpouští se v koncentrovaných kyselinách (např. sírová) a speciálních roztocích označovaných jako Schweizerova činidla (roztoky solí Cu, Zn či Cd za přítomnosti NH_3 a ethan-1,2-diaminu)
- ❑ Je to nejrozšířenější polysacharid na Zemi.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

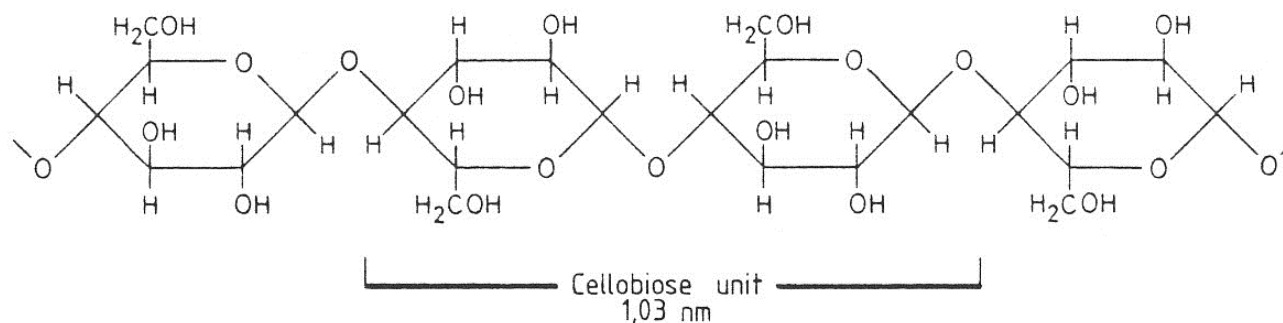


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

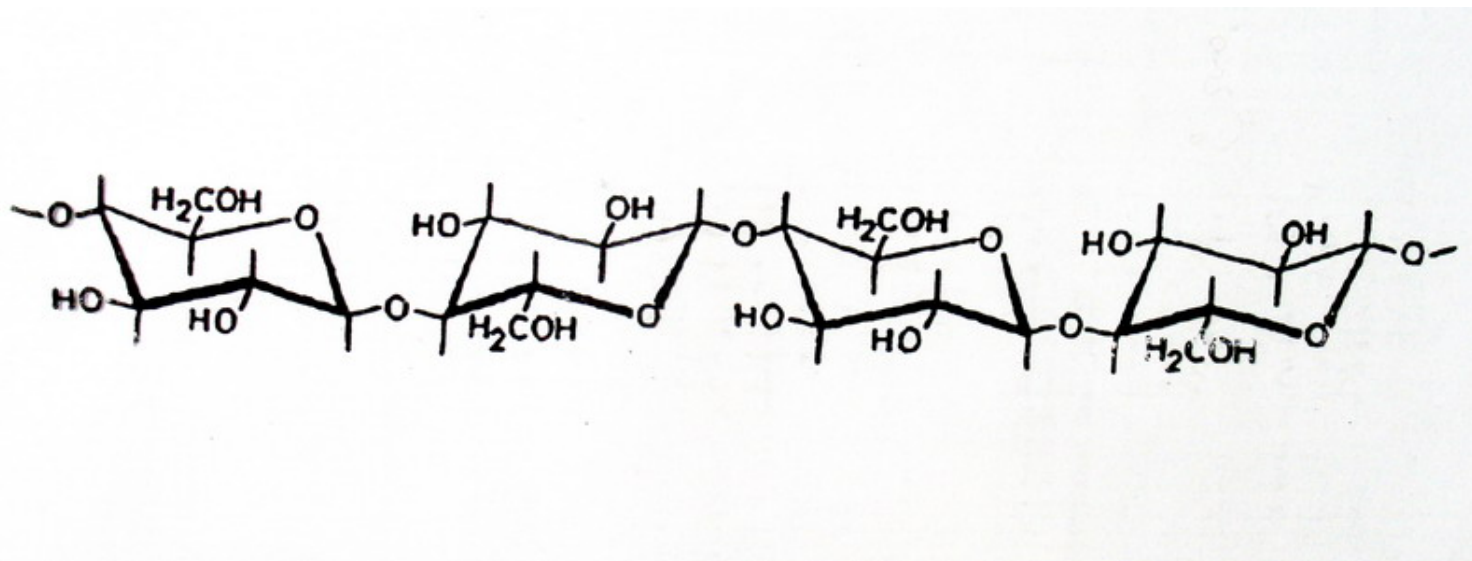
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Přírodní látky - dřevo

Stavební polysacharid - celuloza

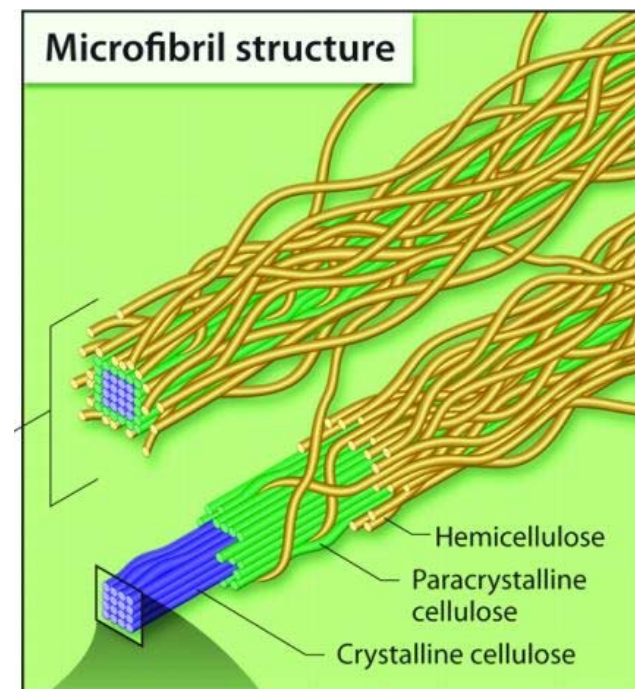
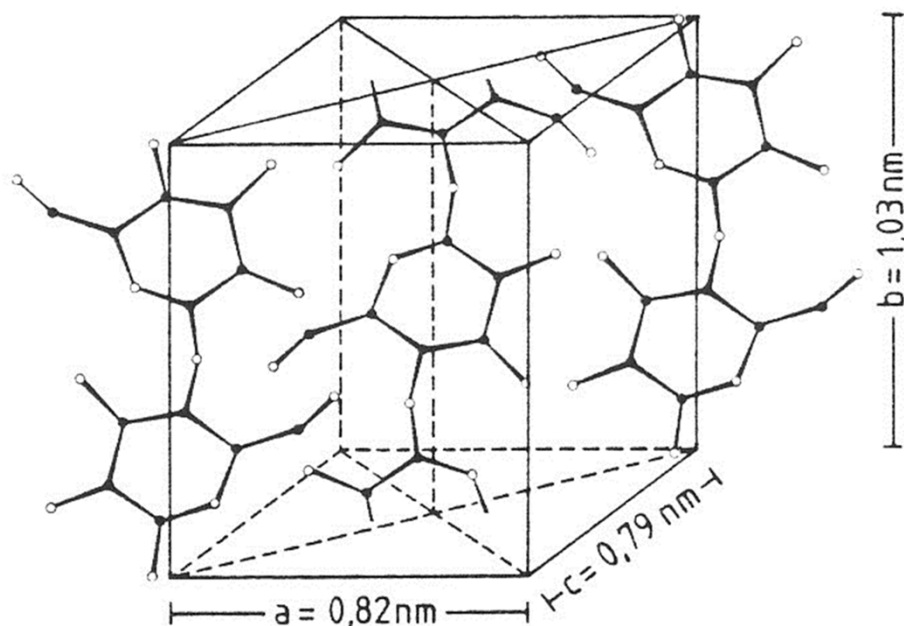
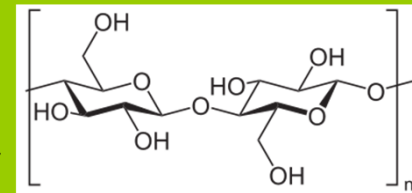


Stavební polysacharid - cellulosa



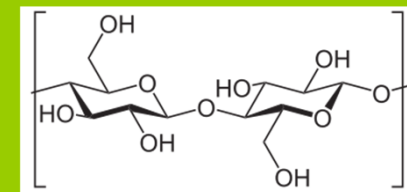
cellulosa – úsek řetězce v židličkové konformaci

Cellulosa - krystalová struktura

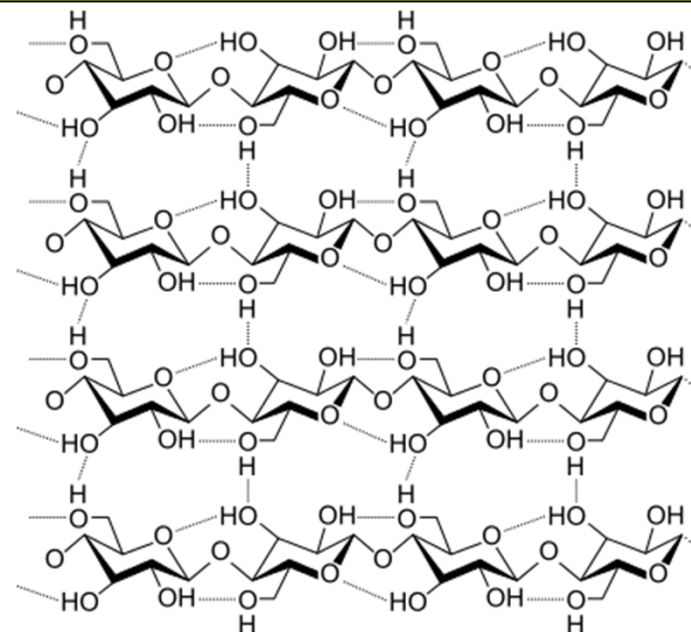
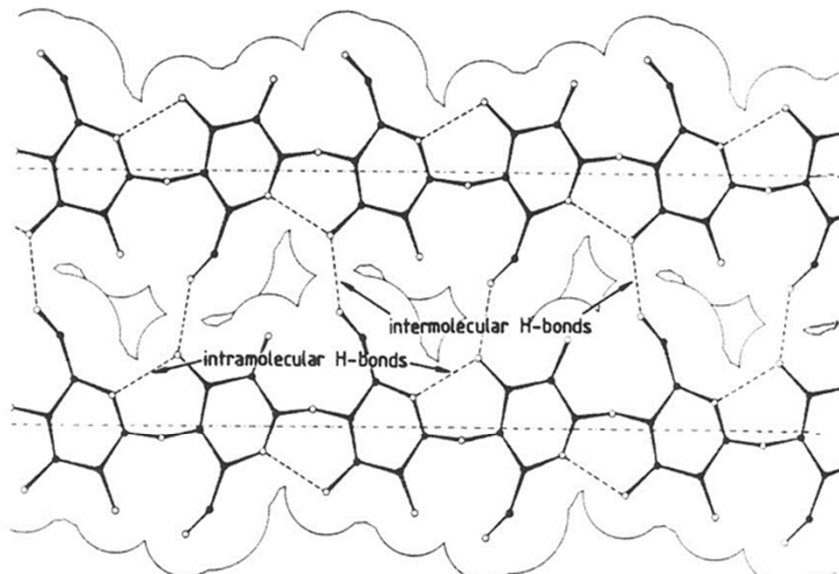


Cellulosa vytváří monoklinickou krystalovou mřížku. Ve dřevě je podíl krystalického a amorfního podílu v rozmezí 60:40 až 70:30. Obě tyto formy se obalují hemicelulosami a vytváří mikrofibrily, fibrily až micely. Cellulosa je anisotropní, její vlastnosti závisí na směru ve kterém jsou posuzovány.

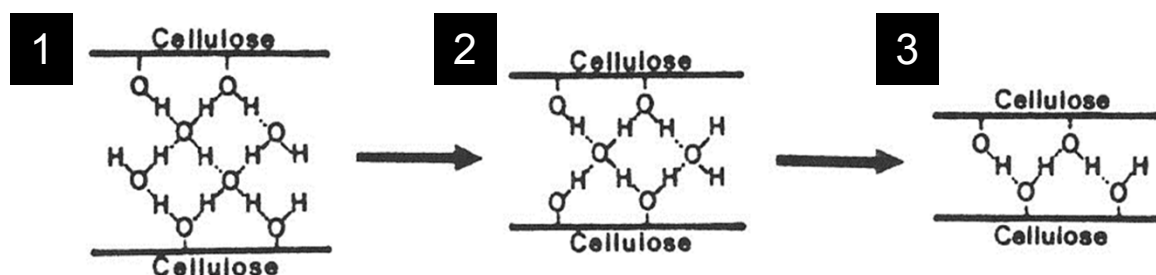
Cellulosa - vodíkové vazby



Intra- a intermolekulární vodíkové vazby mezi řetězci cellulosity.



Vazba molekul vody v závislosti na jejím množství ve dřevě:
1 - více vrstev; 2 - jedna vrstva; 3 - absolutně suché dřevo



Stavební polysacharidy - hemicelulosy

- ❑ Hemicelulosy jsou stavební polysacharidy rostlin, resp. dřeva, doprovázející celulosu v buněčné stěně.
- ❑ Jsou to většinou heteropolysacharidy
- ❑ Jejich polymerační stupeň bývá ve stovkách
- ❑ Lze je dělit:
 - základní
 - ❖ xylany
 - ❖ hexosany
 - ostatní
 - ❖ Dřevo obsahuje celou řadu dalších hemicelulos se stavební funkcí. Jsou specializované, jejich struktura závisí na typu rostliny a jejich úloze. Většinou jsou rozvětvené, s bočními oligosacharidickými řetězci.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

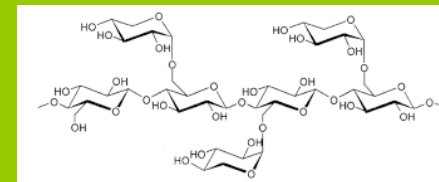


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Přírodní látky - dřevo

Hemicelulosy - xylany



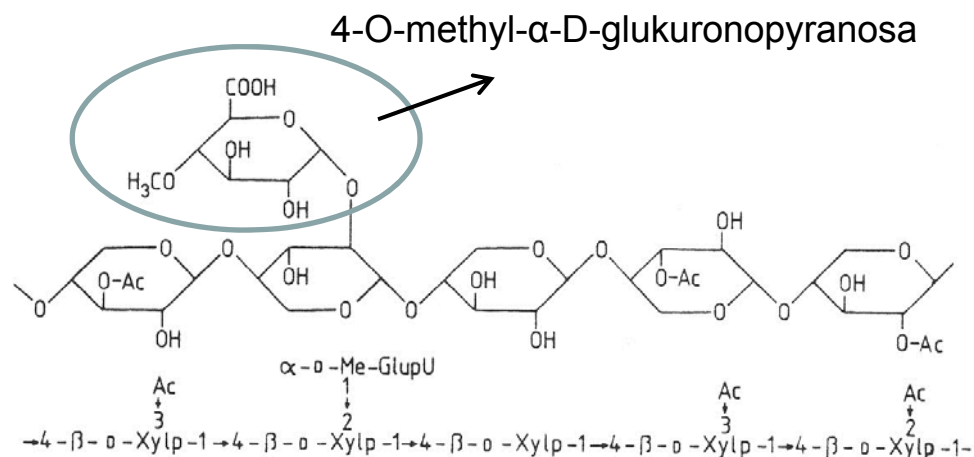
Jsou to nerozvětvené heteropolysacharidy, obsahují různé substituenty. Stejně jako celluloza jsou anisotropní.

- ❖ Obsahují β -D-xylopyranosu, substituovanou 4-O-methyl- α -D-glukuronopyranosou
- ❖ Část hydroxylových skupin na C2 či C3 je esterifikována octovou kyselinou
- ❖ Označují se O-acetyl-4-O-methylglukuroxylany
- ❖ Jsou typické pro listnaté dřeviny

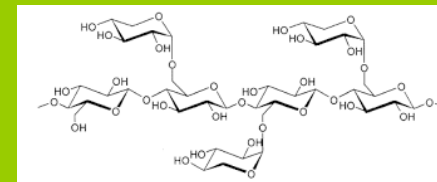
Listnaté dřevo

O-acetyl-4-O-methylglukuronoxylan

Polymerační stupeň: 100-200



Hemicellulosity - hexosany



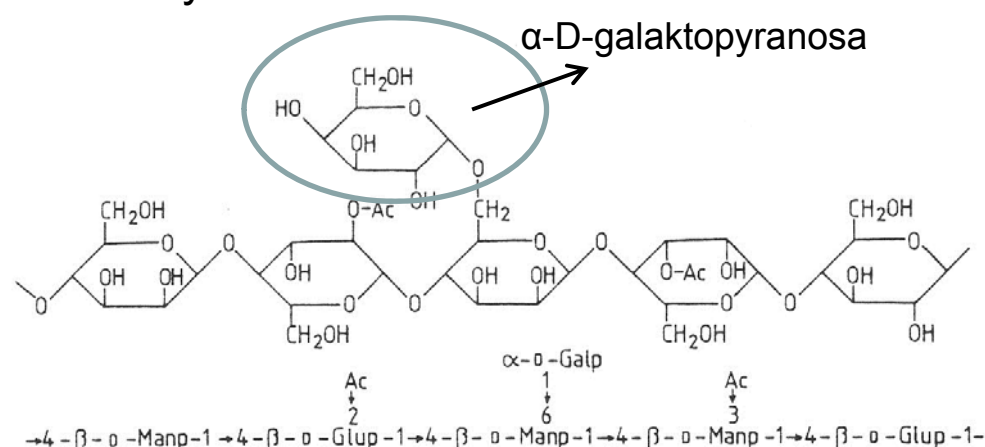
Jsou to nerozvětvené heteropolysacharidy, obsahují různé substituenty. Jsou též anisotropní.

- ❖ Obsahují β -D-glukopyranosu a β -D-mannopyranosu (poměr 3:1), substituovanou α -D-galaktopyranosou (vazba α -1 \rightarrow 6)
- ❖ Část hydroxylových skupin mannosy je na C2 či C3 esterifikována octovou kyselinou
- ❖ Označují se O-acetyl-galaktoglukomannany
- ❖ Jsou typické např. pro jehličnaté dřeviny

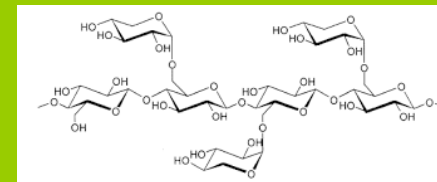
Jehličnaté dřevo

O-acetyl-galaktoglukomannan

Polymerační stupeň: cca 100

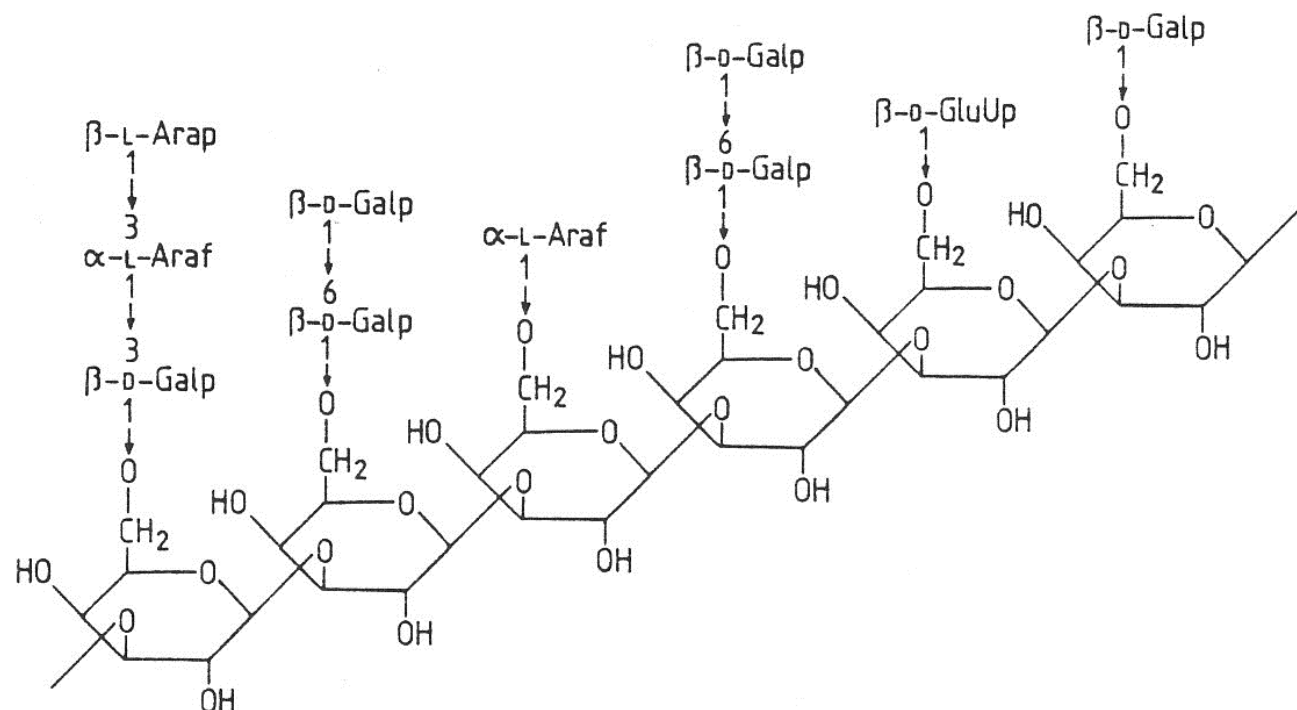


Hemicelulosy - speciální

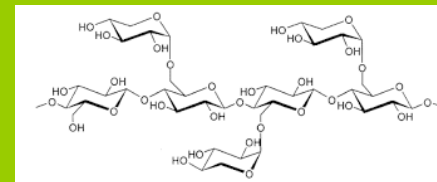


Speciální hemicelulosou je např. arabinogalaktan. Páteří je β -D-galaktopyranosa, spojená β -1 \rightarrow 3 a na C6 substituovaná bočními řetězci složenými z β -D-galaktopyranosy, β -D-glukuronopyranosy a různých forem L-arabiny.

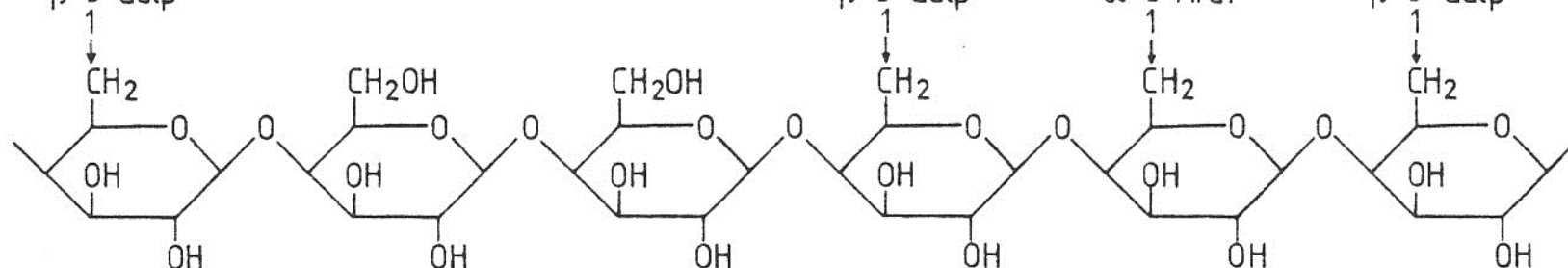
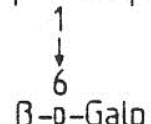
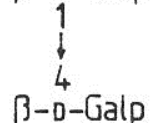
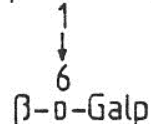
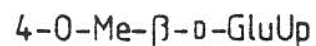
Larix sp.
arabinogalaktan



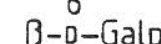
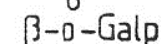
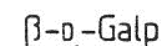
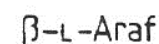
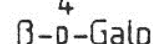
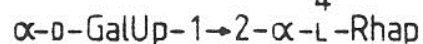
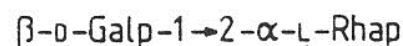
Hemicelulosy - speciální



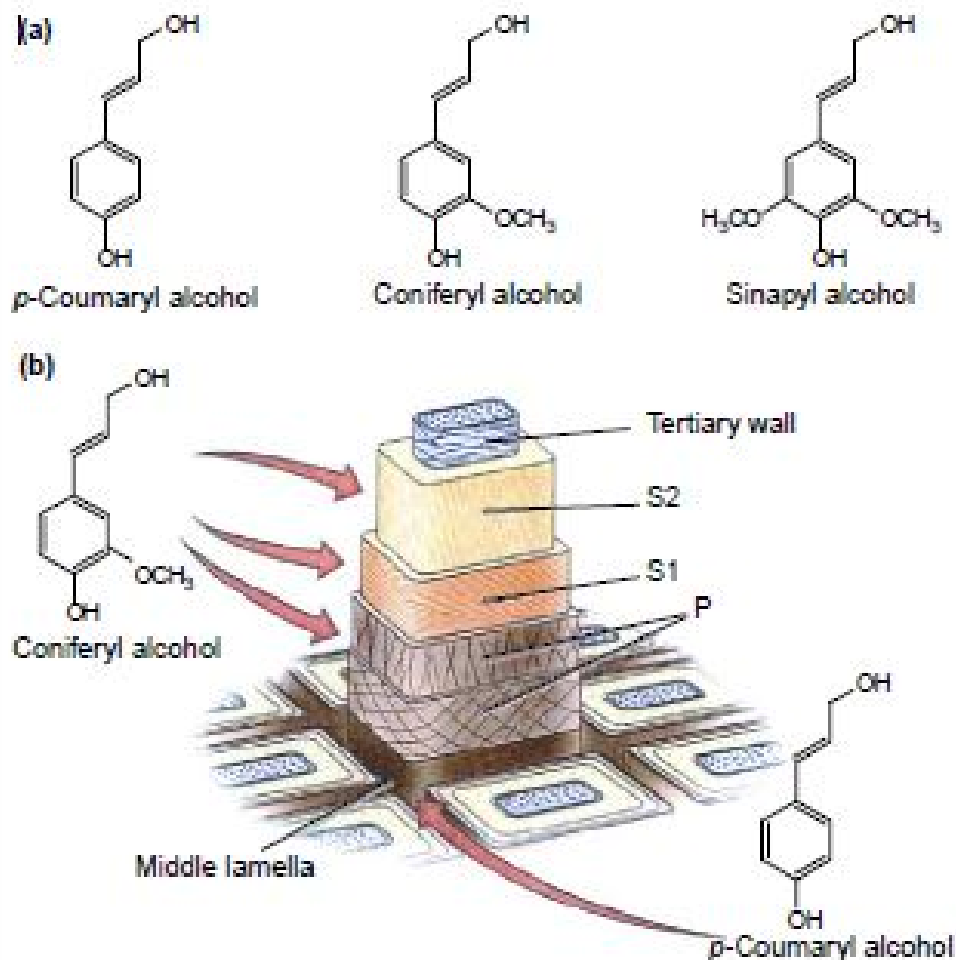
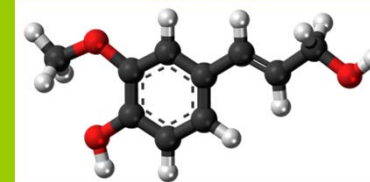
Mezi speciální hemicelulosy patří hemicelulosy reakčního dřeva, tahového a tlakového. Páteří může být β -D-galaktopyranosa, spojená β -1 \rightarrow 4 a na některých C6 substituovaná bočními řetězci složenými z cyklických forem monosacharidů, uronových kyselin a deoxy-monosacharidů.



Fagus sp.: galaktan tahového dřeva



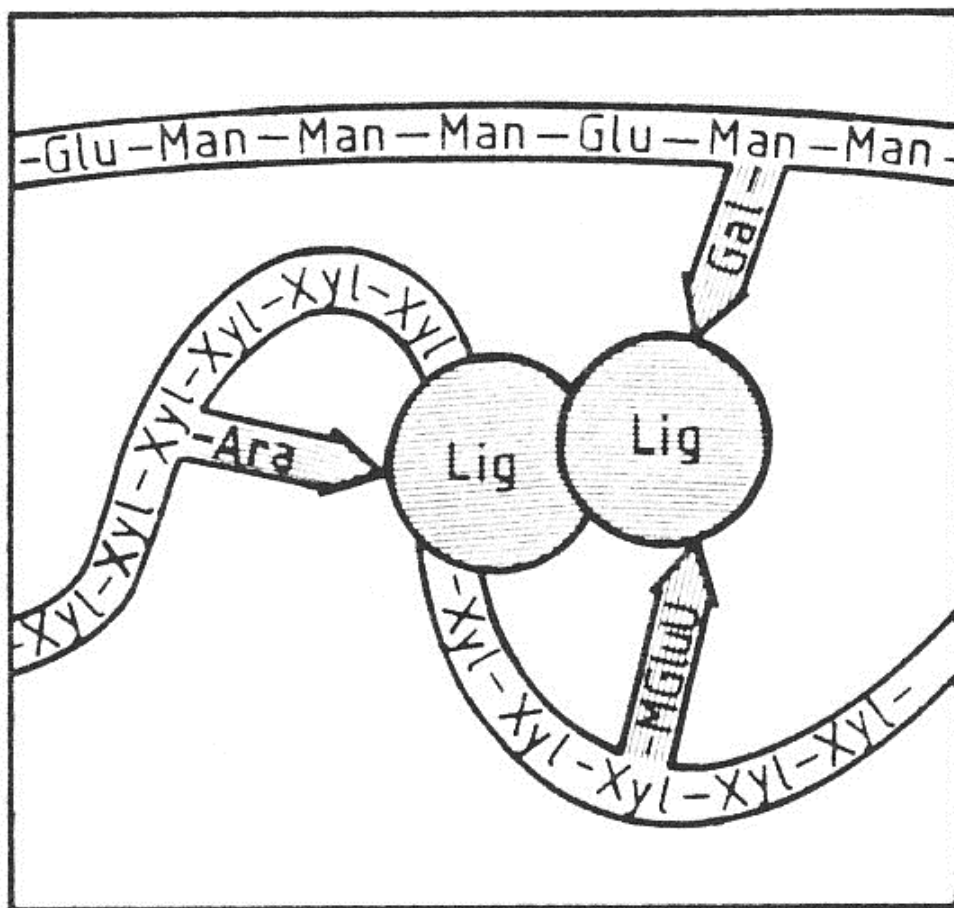
Lignin



Lignin vzniká statisticky náhodnou radikálovou polymerací prekursorů (a). Polymerace je řízena enzymaticky dle typu dřeviny. Lignin je isotropní látka, jeho vlastnosti jsou ve všech směrech stejné (můžeme si představit jako „kouli“).

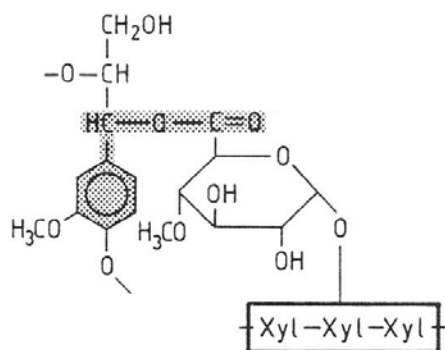
From: Davin L.B., Lewis N.G.: Lignin primary structure and dirigent sites. *Current Opinion in Biotechnology* 16, 407, 2005

Lignin-polysacharidové komplexy

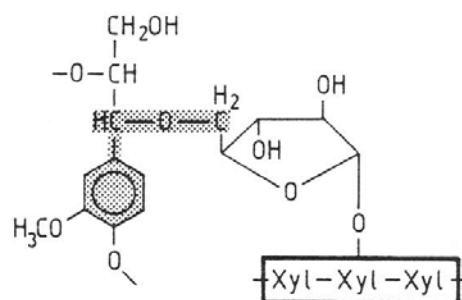


Lignin je obklopen strukturami hemicellulos, které jsou na něj vázány kovalentními vazbami - viz dále.

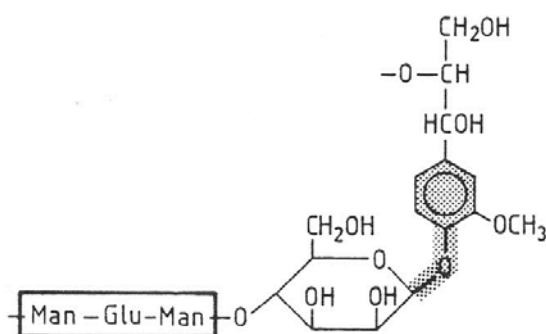
Lignin-polysacharidové komplexy



Benzyl ester linkage



Benzyl ether linkage



Phenyl glycosidic linkage

Vazby mohou být:

- esterové mezi uronovou kyselinou hemicellulose a hydroxylovou skupinou ligninu - vazby benzyl-esterové
- etherové mezi hydroxylovými skupinami sacharidu (mimo poloacetalový hydroxyl) a ligninu - vazby benzyl-etherové
- glykosidické mezi poloacetalovým hydroxylem sacharidu a hydroxylovou skupinou ligninu (poloha 4') - vazba fenyl-glykosidická

Dřevní buňka - model stěny

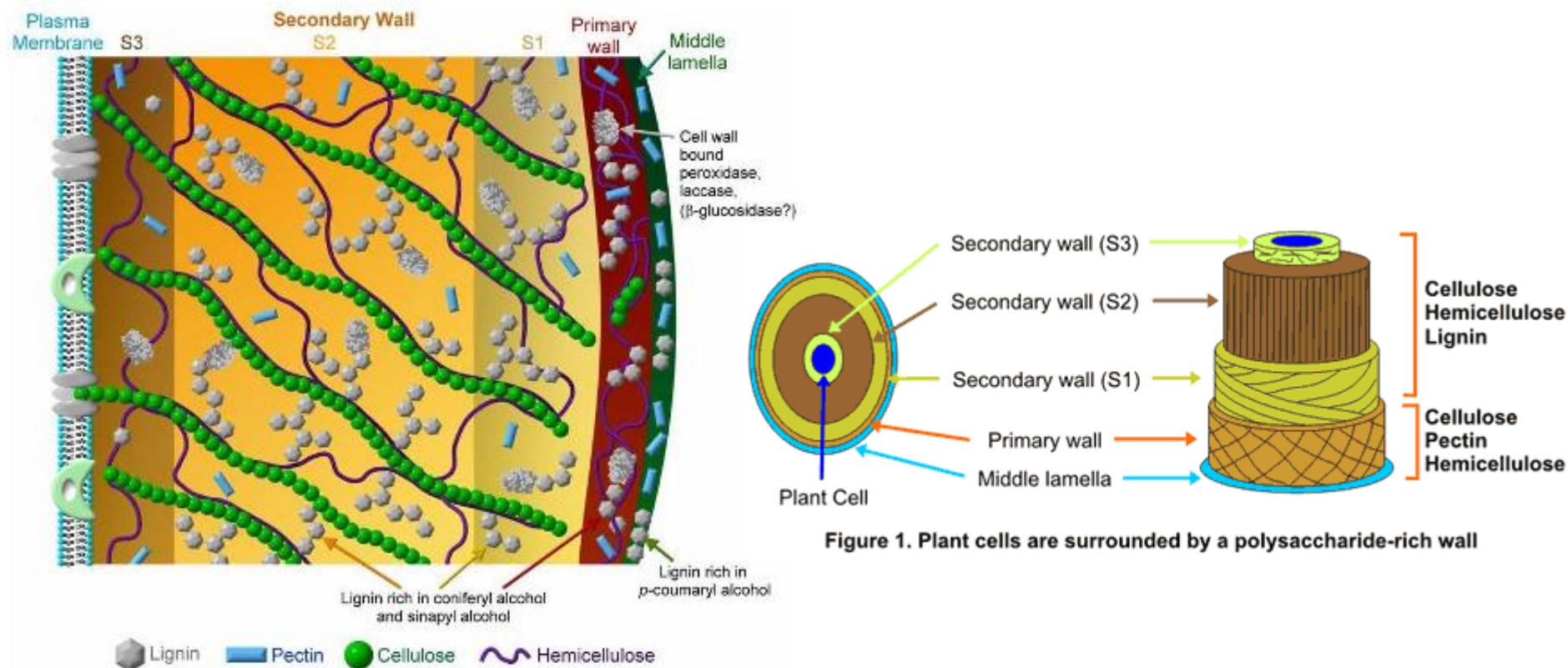


Figure 1. Plant cells are surrounded by a polysaccharide-rich wall