

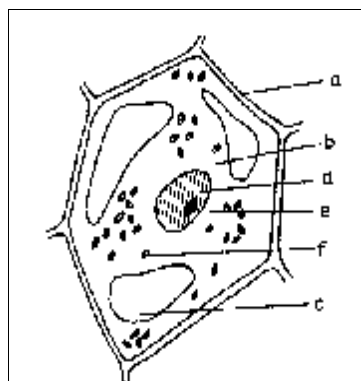
Mikroskopická stavba dreva

Stavba bunky

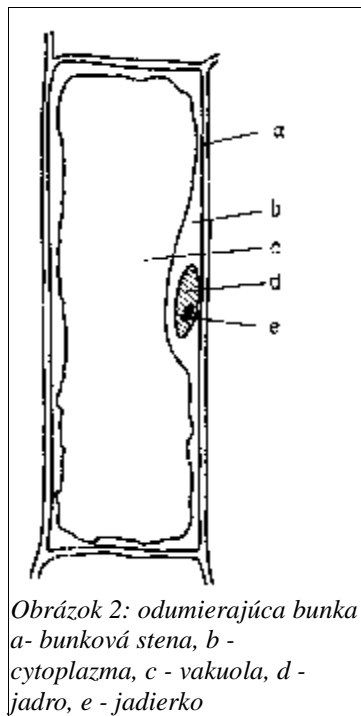
Bunka je základná stavebná jednotka dreva, ktorá je za určitých podmienok schopná samostatného života. Živý strom sa skladá z rôznych typov živých a odumretých buniek z ktorých má každý typ svoju funkciu.

Rastlinná bunka sa vo všeobecnosti skladá z **bunkovej steny**, ktorej obsahom je **protoplazma**, v ktorej prebiehajú všetky procesy spojené so životom bunky (obr.1). Protoplazmu tvoria:

- **jadro** (nukleus) - riadi všetky procesy prebiehajúce v živej bunke. Tvorí ho vonkajší hustejší obal a vnútorný obsah sieťovitej štruktúry z lignínových vlákien,
- **jadierko** (nukleolus) - nachádza sa vo vnútri jadra. Jeho funkcia nie je plne objasnená,
- **plastidy** - sú drobné telieska šošovkovitého tvaru, ktorých podstatou sú bielkoviny. Podľa zafarbenia a funkcie ich delíme na:
 - **chloroplasty** – zelené zrnká chlorofylu, ktorý je organickým katalyzátorom pri fotosyntéze. Vyskytujú sa v bunkách všetkých zelených častí rastlín,
 - **chromoplasty** – sú oranžové telieska, rôznych tvarov, ktoré obsahujú žlté a červené farbivo. Obsahujú ich najmä bunky červeno zafarbených častí rastlín (šípky, mrkva, plody jarabiny, ...),
 - **leukoplasty** – sú bezfarebné guľovité telieska, ktoré sú schopné sa pôsobením svetla zmeniť na chloroplasty alebo chromoplasty. Vyskytujú sa najmä v bunkách podzemných častí rastlín, semenách a zásobovacích pletivách.
- **cytoplazma** – sivastá tekutina obaľujúca jadro a plastidy, ktorá sa konzistenciou podobá vaječnému bielku a tvorí podstatnú časť protoplazmy. Hlavnou zložkou cytolazmy sú bielkoviny (30 až 40%). Pri zväčšovaní bunky nestačí cytoplazma vyplniť celý priestor bunky a vytvárajú sa v nej **vakuoly**. Dorastaním a starnutím bunky sa vakuoly zväčšujú a vytvára sa **bunková dutina (lúmen)**, ktorá vytláča cytoplazmu k stenám bunky. Cytoplazma sa ukladá na vnútornú stranu bunkovej steny, ktorá tak hrubne, mení sa jej chemické zloženie a bunka odumiera (obr.2).



Obrázok 1: Živá bunka a - bunková stena, b - cytoplazma, c - vakuola, d - jadro, e - jadierko, f - plastidy



Obrázok 2: odumierajúca bunka a - bunková stena, b - cytoplazma, c - vakuola, d - jadro, e - jadierko

Základné typy drevných buniek

Drevo tvoria prevažne odumreté bunky, ktoré majú vo všeobecnosti tvar uzatvorených rúrok a v dreve sú väčšinou uložené rovnobežne s osou kmeňa. Spojenie jednotlivých buniek do kompaktného celku zabezpečuje stredná lamela, priechodnosť medzi bunkami zasa stenčiny v stenách.

Podľa tvaru, funkcie a umiestnenia v dreve rozdeľujeme bunky na:

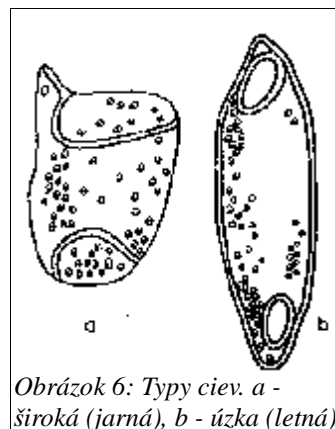
- cieovité,
- sklerenchymatické,
- parenchymatické

Cieovité bunky majú prevažne vodivú a vystužovaciú funkciu, rozdeľujeme ich na:

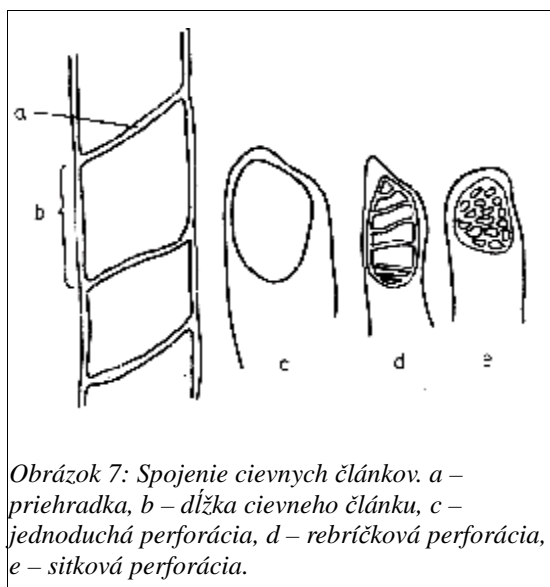
- cievy – tracheje (pri listnatých stromoch),
- cievice - tracheidy (pri ihličnatých stromoch), ktoré ďalej delíme na:
 - jarné tracheidy,
 - letné tracheidy.

Cievy sú typické vodivé bunky s pomerne malými rozmermi. Majú priemer až 0,4 mm (sú dobre viditeľné voľným okom). Lúmen je veľmi široký, stena cievy je nepravidelne zhrubnutá s množstvom stenčín ako sú dvojbodky (obr.6). Cievy v dreve vytvárajú vertikálny vodivý systém, ktorý vzniká spojením niekoľkých cievy do tvaru rúrok, ktoré niekedy dosahujú dĺžku až 7 m. Tieto vodivé kanáliky sú na začiatku prerušované dotýkajúcimi sa bunkovými stenami. Tie sa však postupne otvárajú a nastáva perforácia, ktorá môže byť jednoduchá (priehradka sa úplne odstráni) alebo čiastočná, ktorá môže byť rebričková alebo sitková (obr.7).

Cievice v dreve ihličnatých drevín majú funkciu cievy, ktoré sa v nich nevyskytujú. Majú typicky vláknitý tvar, dosahujú dĺžku 2 až 7 mm a priemer bunky je 0,009 až 0,04 mm. Jarné cievice majú široký lúmen a pomerne tenkú stenu s veľkým množstvom priepustných dvojbodiek (až 300 na jednej tracheide). Letné cievice majú hrubšiu stenu s menším počtom stenčín. Sú zahrotené, navzájom do seba vkladajú a plnia aj vystužovaciú funkciu.



Obrázok 6: Typy cievy. a - široká (jarná), b - úzka (letná)



Obrázok 7: Spojenie cievných článkov. a – priehradka, b – dĺžka cievného článku, c – jednoduchá perforácia, d – rebričková perforácia, e – sitková perforácia.

Sklerenchymatické bunky (libriformné vlákna) sú vláknité bunky s veľmi úzkym lúmenom a veľmi zhrubnutou stenou a malým množstvom stenčín – bodiek. Zakončenie buniek umožňuje vzájomné vkladanie, ktoré dodáva drevu veľkú pevnosť. Dĺžka libriformných vlákien je v rozmedzí 0,2 až 1,2 mm a priemer 0,03 až 0,05 mm. Libriformné vlákna sú typické vystužovacie bunky listnatých drevín.

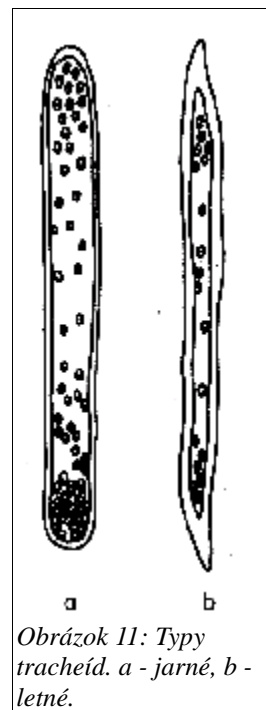
Vodivé pletivo vytvárajú cievne zväzky *lyka* a *dreva*.

Lyko (floém) sa skladá zo:

- *sitkovic* – dlhé tenkostenné bunky s perforovanými priehradkami. Ich úlohou je privádzať asimiláty z listov koruny do stavebných miest, pričom sú dôležité dreňové lúče, ktorými sa tieto látky rozvádzajú na ktorékoľvek miesto v dreve,
- *lykového parenchýmu a sklerenchýmu* – je len málo vyvinutý. Sklerenchymatické pletivo vytvárajú dlhé a pevné vlákna, ktoré umožňujú priemyselné spracovanie dreva.

Drevo (floém) tvoria tri druhy buniek:

- *vodivé bunky (tracheje a tracheidy)* (obr.11) – ich funkciou je prívod vody s rozpustenými minerálnymi látkami do koruny a listov, odkiaľ sa produkty fotosyntézy vracajú lykom do vyživovacích miest,
- *drevný parenchým*, ktorý má funkciu zásobárne výživných látok. Podľa miesta výskytu v dreve sa rozdeľuje na:
 - *paratracheálny (sprievodný) parenchým*, ktorý obklopuje cievy,
 - *metatracheálny parenchým*, ktorý vytvárajú kruhovito zoskupené bunky nezávisle od polohy ciev,
 - *difúzny parenchým*, ktorý predstavujú parenchymatické bunky roztrúsené medzi ostatnými druhmi buniek,
 - *terminálny parenchým*, zoskupený na okraji ročných kruhov.
- *drevný sklerenchým*, ktorý vytvárajú skupiny hrubostenných libriformných vlákien, ktoré dodávajú drevu pevnosť.

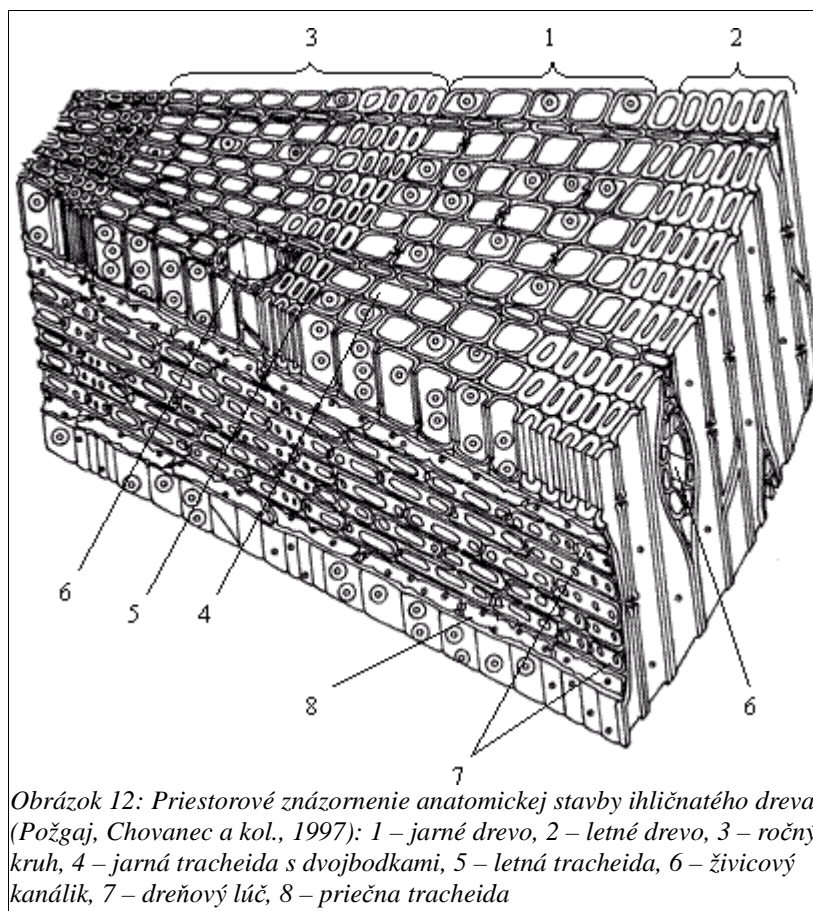


Dôležitú funkciu v živote stromu má pletivo, ktorého bunky si zachovávajú delivú schopnosť počas celého života stromu. Po skončení primárneho (výškového) rastu stromu sa po obvode drevnej časti kmeňa vytvára súvislá jednobunková vrstva delivých buniek – *kambium*. Z kambiových buniek sa tangenciálnymi priehradkami oddeľujú nové bunky dreva a nastáva sekundárny (hrúbkový) rast stromu.

Anatomická stavba kôry

Kôra je ochranný obal drevnatých častí stromu. Chráni aktívne pletivá pred nepriaznivými vonkajšími vplyvmi, sprostredkúva výmenu plynov a vodnej pary so vzduchom.

Kôra sa skladá z niekoľkých vrstiev, z ktorých každá má svoju špeciálnu funkciu. Sekundárny (hrúbkový) rast kôry zabezpečuje delivé pletivo – *felogén*. Má podobnú činnosť ako kambium, preto sa nazýva aj parakambium alebo korkové kambium. Na vonkajšiu stranu sa z felogénu oddeľujú korkové bunky, na vnútornú stranu parenchymatické bunky s vysokým obsahom chlorofylu, ktoré tvoria vrstvu zelenej kôry – *feloderm*.



Obrázok 12: Priestorové znázornenie anatomickej stavby ihličnatého dreva (Požgaj, Chovanec a kol., 1997): 1 – jarné drevo, 2 – letné drevo, 3 – ročný kruh, 4 – jarná tracheida s dvojbodkami, 5 – letná tracheida, 6 – živicový kanálik, 7 – dreňový lúč, 8 – priečna tracheida

Anatomická stavba listnáčov

Stavba listnatého dreva je oveľa zložitejšia ako stavba ihličnatého dreva. Cievovité prvky (tracheje) tvoria pri listnáčoch len asi 20% celkového objemu dreva. Aj voľným okom sú viditeľné cievy jarného dreva, ktoré majú pomerne väčšie lúmeny ako cievy letného dreva. Tento rozdiel je dobre vidieť najmä pri kruhovito-cievnatých drevinách (napr. dub, jaseň), kde veľké jarne tracheje sú v jarnom dreve zoskupené pri hranici ročných kruhov. Cievy letného dreva sú menej viditeľné, pri niektorých drevinách sú usporiadané pravidelne. Napríklad letné cievy brestového dreva možno na priečnom reze pozorovať v typickom usporiadaní – vlnkách. Toto usporiadanie sa na radiálnom, ale najmä tangenciálnom reze, prejavuje osobitou kresbou.

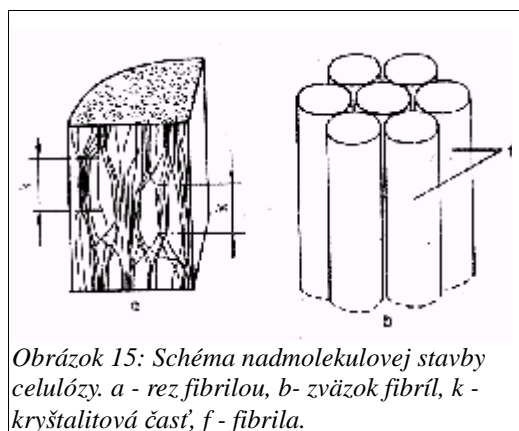
Podstatnú časť hmoty listnatého dreva tvoria libriformné vlákna, ktorých podiel je až 50% celkového objemu. Sú to typické stavebné prvky s mechanickou funkciou, ktoré dodávajú drevu pevnosť a tvrdosť. Majú veľmi úzke lúmeny, ktoré aj pod mikroskopom takmer nezbadat' a veľmi hrubú a zdrevnatelú bunkovú stenu. Dĺžka libriformných vlákien je od 1,0 do 1,8 mm.

Dreňové lúče listnatých drevín sú častejšie viacradové. Niektoré dreviny (napr. dub) majú šírku niekoľko desiatok radov buniek, iné (napr. hrab, jelša) majú nevýrazné jednoradové dreňové lúče združené do nepravých združených dreňových lúčov.

- **sekundárna stena** sa vytvorila ukladaním najmä celulóзовých vlákien na primárnu stenu. Jej celková hrúbka je od 1 do 10 nm. Elektronovým mikroskopom v nej môžeme pozorovať tri vrstvy, ktoré sa od seba odlišujú orientáciou celulóзовých zväzkov:
 - **vrstva S_1** susedí s primárnou stenou. Má malú hrúbku (0,1 nm) a vyznačuje sa veľkým obsahom lignínu. Smer celulóзовých vlákien (fibríl) zvierá s osou bunky uhol 60 až 70°,
 - **stredná vrstva S_2** je podstatne hrubšia (1 až 10 nm) a obsah lignínu je zanedbateľný. Fibrily sú orientované takmer rovnobežne s osou vlákien (najväčší uhol je približne 18°),
 - **vrstva S_3** je veľmi tenká (maximálne 0,1 nm) a skladá sa len z celulózy. Fibrily zvierajú z osou bunky uhol 45°.

Hmotu bunkovej steny teda tvorí prevažne celulóza - makromolekulová látka, zložená z jednotiek β -D-glukopyranózy, ktoré sú spojené do lineárnych reťazcov. Sumárny vzorec celulózy je $(C_6H_{10}O_5)_n$, kde n znamená stupeň polymerizácie, teda počet molekúl v reťazci makromolekuly. Drevná celulóza má stupeň polymerizácie približne 8000. Dĺžka reťazca je 0,4 až $1,2 \cdot 10^{-6}$ m, šírka a hrúbka v priemere $5 \cdot 10^{-10}$ m.

Jednotlivé reťazce celulózy sú zoradené prevažne rovnobežne. Neprebiehajú však samostatne, ale sú navzájom spojené vedľajšími valenciami. Tvoria tak submikroskopické zväzky, usporiadané mriežkové útvary – **kryštalitty** (obr.15). Ich dĺžka je približne $6 \cdot 10^{-8}$ m a priemer od 0,6 do $0,9 \cdot 10^{-8}$ m. Pri porovnaní ich dĺžky s dĺžkou celulóзовých reťazcov vidíme, že reťazce celulózy sú podstatne dlhšie. Znamená to, že reťazce prechádzajú niekoľkými kryštalitmi, dĺžkovo ich spájajú a vytvárajú tak kryštalitové pásy. Niekoľko takýchto pásov spolu tvorí elementárne fibrily – **mikrofibrily**, ktorých priemer je približne 1 až $2 \cdot 10^{-8}$ m.



Obrázok 15: Schéma nadmolekulovej stavby celulózy. a - rez fibrilou, b - zväzok fibríl, k - kryštalitová časť, f - fibrila.

Spájaním kryštalitových pásov do fibríl sa medzi kryštalitmi utvárajú drobné dutinky, nazývané submikroskopické štrbiny alebo aj **intermicelárne priestory**. Tieto štrbiny majú veľký význam z hľadiska hydrofobnosti dreva, lebo práve v týchto priestoroch sa ukladá absorbovaná voda, odtláča od seba kryštalitty, čím drevo zväčšuje svoje rozmery – napúča.

Mikrofibrily však nie sú najvyššou organizovanou formou celulózy. Zväzky 10 až 500 mikrofibríl vytvárajú vyššie jednotky – **sekundárne fibrily**, ktoré majú priemer približne 0,2 až $0,3 \cdot 10^{-6}$ m. Uloženie sekundárnych fibríl, ich sklon v bunkovej stene vzhľadom na os bunky má veľký vplyv na rozdielne napúčanie dreva v jednotlivých smeroch.

Literatúra:

Kadleček, F.: Materiály pre 1. a 2. ročník stredných priemyselných škôl drevárskych. Bratislava: Alfa 1980.

Požgaj A., Chovanec D., Kurjatko S., Babiak M.: Štruktúra a vlastnosti dreva. Bratislava: Príroda 1997.

Šlezingerová J., Gandelová L.: Stavba dreva. Brno: Vysoká škola zemědělská v Brně 1994.

<http://www.vscht.cz>