

# Nauka o dřevě

*Mikroskopická stavba dřeva  
listnatých dřevin*

---

2005/2006

# Mikroskopická stavba dřeva

---

## Listnaté dřeviny

- vývojově mladší -> anatomické elementy již specializovány

Dřevo listnatých dřevin odlišuje od dřeva jehličnanů:

- 1) přítomnost cév
- 2) nepravidelné uspořádání axiálních elementů na P řezu
- 3) složitější struktura
- 4) vyšší variabilita šířek dřeňových paprsků

# Mikroskopická stavba dřeva

---

## **Listnaté dřeviny**

- základní anatomické elementy dřeva:

- 1) cévy
- 2) libriformní vlákna
- 3) tracheidy
- 4) parenchymatické buňky

# Anatomické elementy dřeva listnáčů

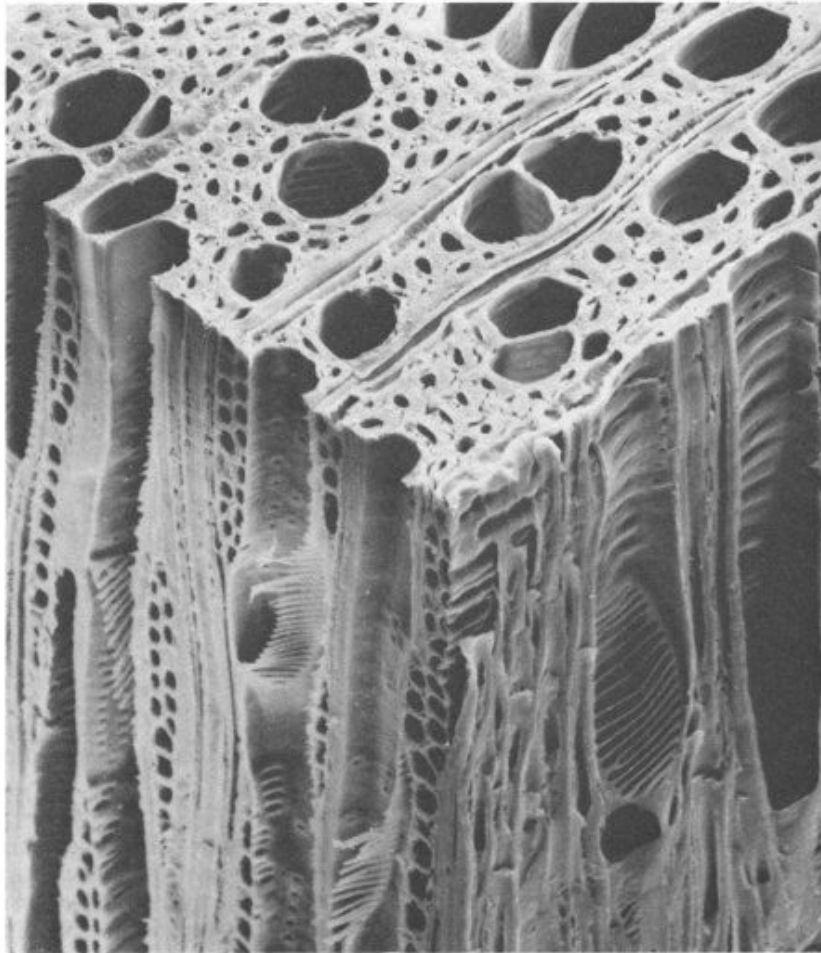
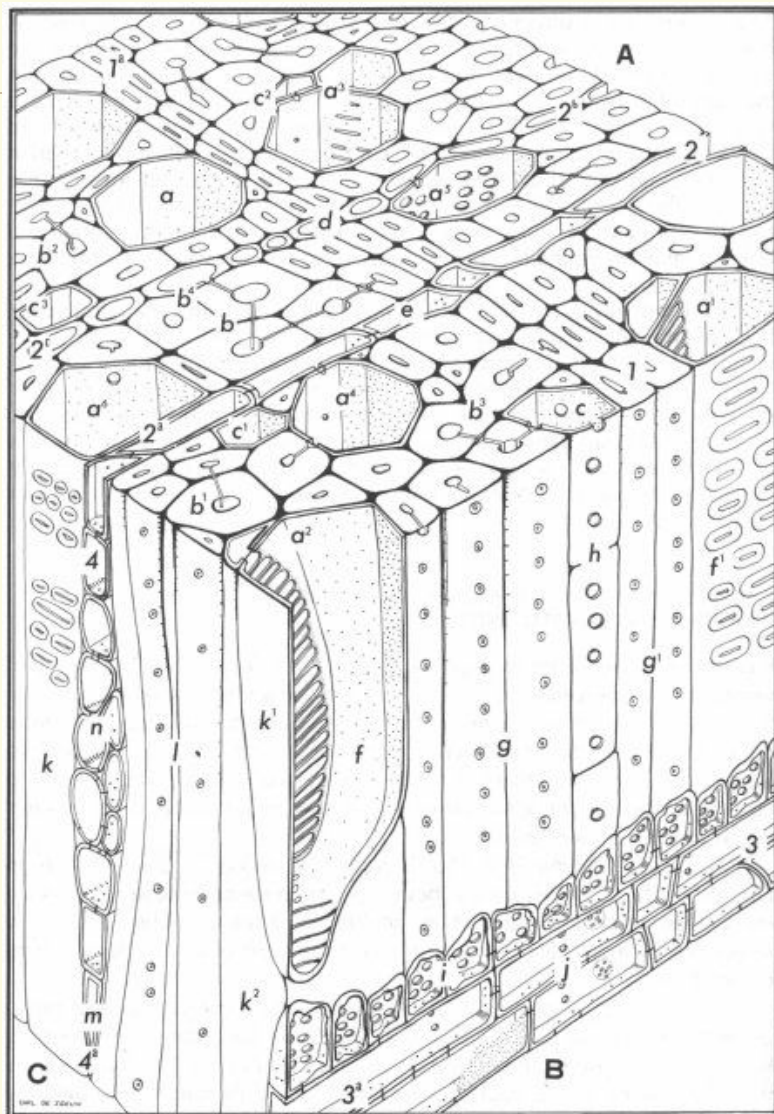


Figure 5-1 Sweetgum (*Liquidambar styraciflua* L.) wood as viewed with the scanning electron microscope. The structures visible are described in Fig. 5-2. (350×) (Courtesy of Center for Ultrastructure Studies, State University of New York, College of Environmental Science and Forestry, Syracuse, N.Y.)

*3D struktura dřeva listnaté dřeviny*

# Anatomické elementy dřeva listnáčů



3D struktura dřeva listnaté dřeviny -- schéma



# Anatomické elementy dřeva listnáčů

## 1) cévy (složeny z cévních článků)

### **tvar**

Cévní článek je buňka, která má příčné buněčné stěny rozrušené. Zbytky příčných BS se nazývají *perforace*.

**zastoupení:** 10-20 %

- zvyšuje se po výšce kmene

### **funkce**

vodivá

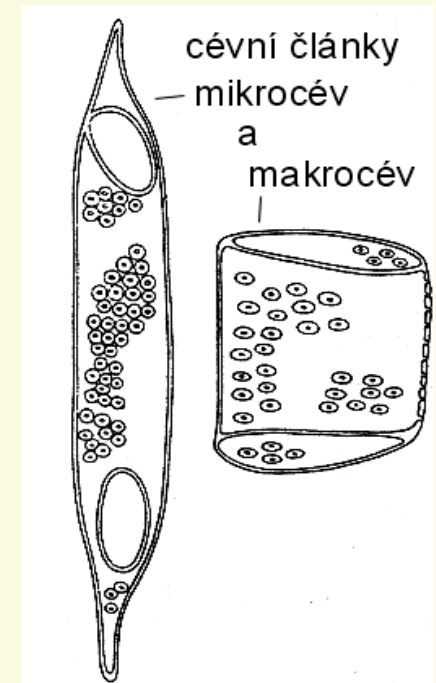
### **typy**

*jarní cévní články* – příčné rozměry  $> 100 \mu\text{m}$

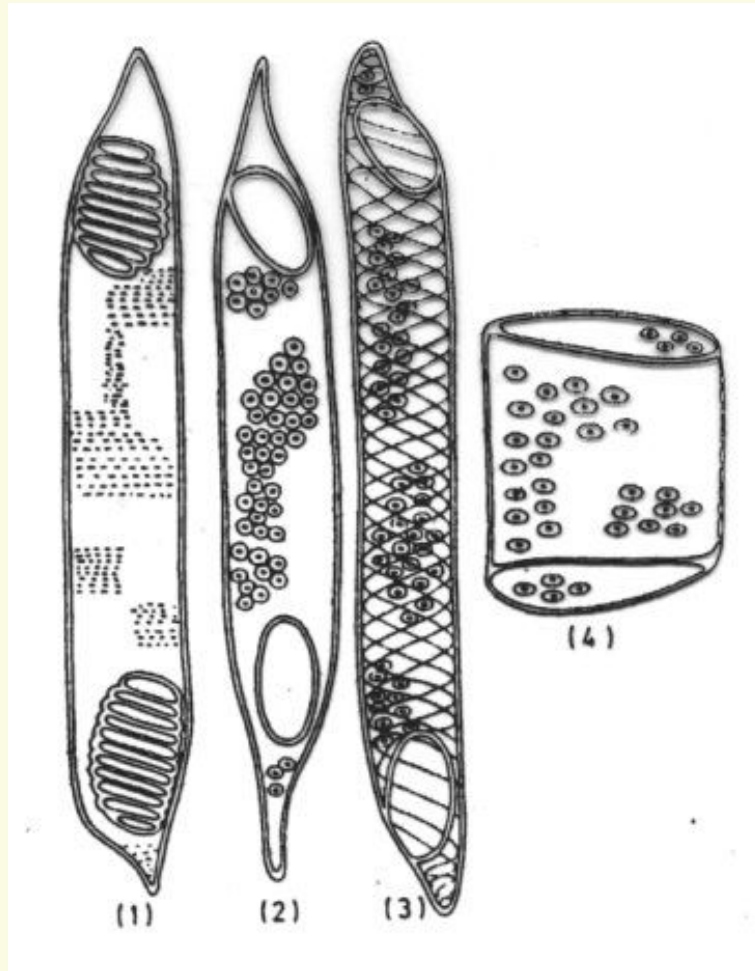
*letní cévní články* - příčné rozměry  $< 100 \mu\text{m}$ ,

### **rozměry**

délka: až 18 m (cévy), 150-1200  $\mu\text{m}$  (cévní články)

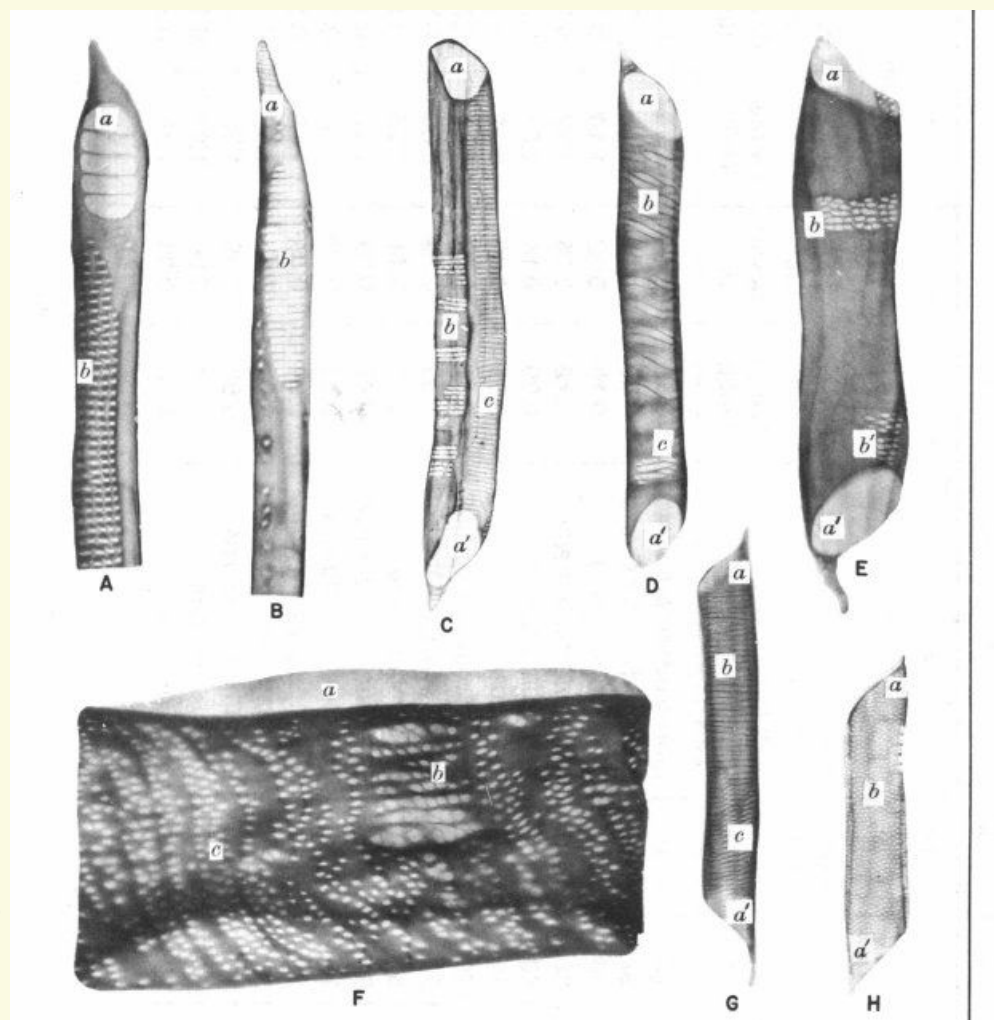


# Anatomické elementy dřeva listnáčů



*Typy cévních článků*

# Anatomické elementy dřeva listnáčů





# Anatomické elementy dřeva listnáčů

Figure 5-4 Types of vessel elements in hardwoods. (115×)

(A) Portion of a vessel element of yellow-poplar (*Liriodendron tulipifera* L.) showing a scalariform perforation plate with few bars (a), and opposite pitting (b).

(B) Portion of a vessel element of sweetgum (*Liquidambar styraciflua* L.) showing spiral thickening at tip (a), and scalariform perforation plate with many bars (b).

(C) A vessel element of cucumbertree (*Magnolia acuminata* L.) showing simple perforations at the ends (a, a'), several cross fields on the radial face (b), and scalariform pitting composed of linear pits on the tangential wall (c).

(D) A vessel element of yellow buckeye (*Aesculus octandra* Marsh.) showing simple perforations at the ends (a, a'), spiral thickening (b), and a cross field (c).

(E) A vessel element of black willow (*Salix nigra* Marsh.) showing simple perforations at the ends (a-a'), and two cross fields (b-b').

(F) Annular (ring-shaped) vessel element from the early wood of chestnut [*Castanea dentata* (Marsh.) Borkh.] showing simple perforations at the upper end (a), a cross field (b), and strips of pits leading to vasicentric tracheids (c).

(G) A vessel element of silver maple (*Acer saccharinum* L.) showing tailed ends (a-a') on the same side, spiral thickening (b), and pits leading to longitudinal parenchyma (c).

(H) A vessel element of butternut (*Juglans cinerea* L.) showing short tails (a-a') on opposite sides, and intervessel pitting on the tangential wall (b).

(Photographs (A), (B), (D), (E), (F), (G), and (H), inclusive, by C. H. Carpenter; photograph (C) by W. M. Harlow.)

# Anatomické elementy dřeva listnáčů

---

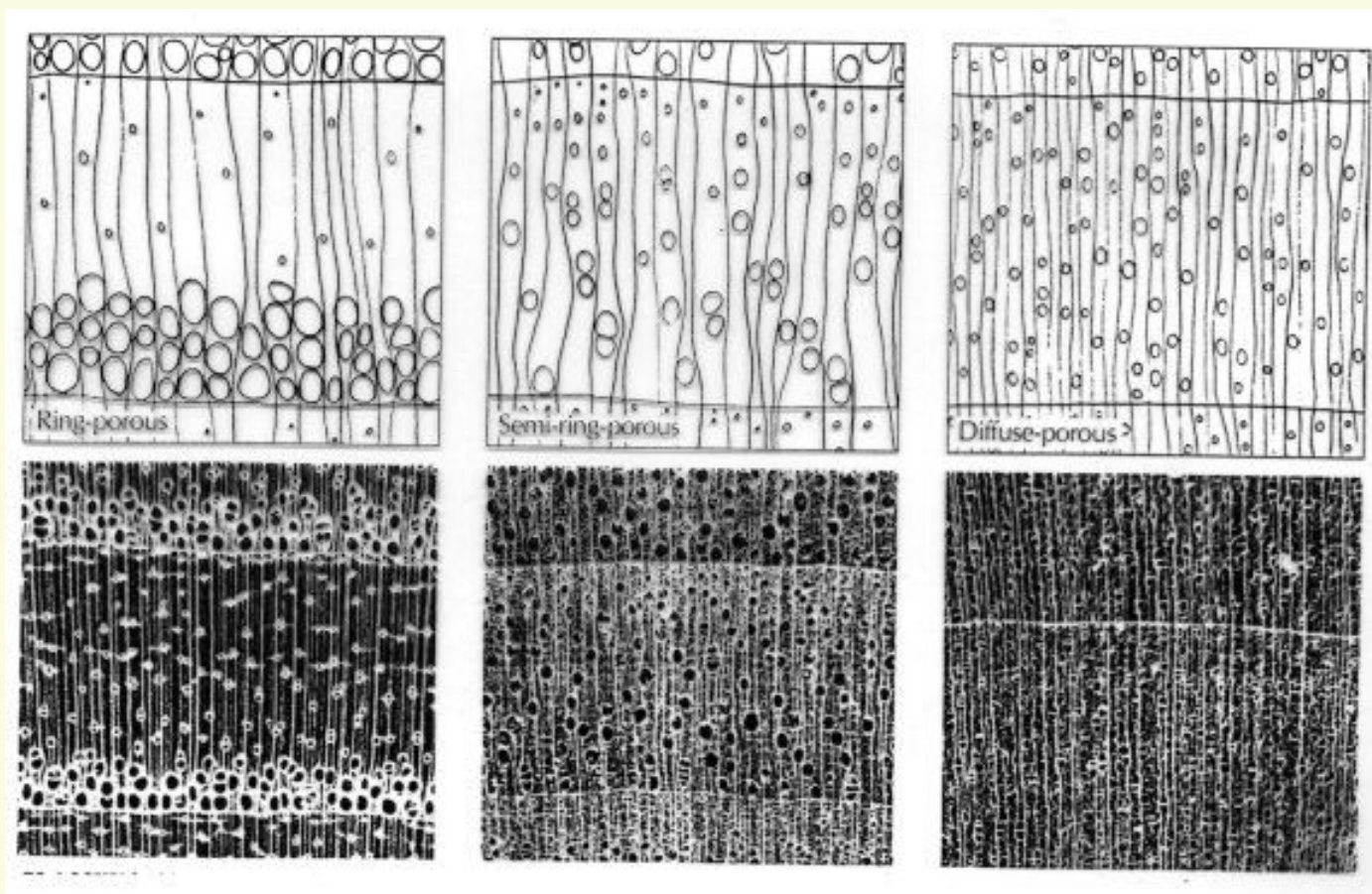
## Rozdělení cévních článků podle délky

- a) *krátké* ( $< 350 \mu\text{m}$ ): AK, JS, JM, VR, HR
- b) *středně dlouhé* ( $350\text{--}800 \mu\text{m}$ ): BR, JV, PT, HB, OR
- c) *dlouhé* ( $> 800 \mu\text{m}$ ): OL

## Rozdělení cévních článků podle příčných rozměrů

- a) *velmi úzké* ( $< 50 \mu\text{m}$ ): JV, HR, BK, JS, JM
- b) *úzké* ( $50\text{--}100 \mu\text{m}$ ): BR, OL, TP, HB, TR, AK, DB, kaštanovník
- c) *středně široké* ( $100\text{--}200 \mu\text{m}$ ): OR, AK, JM
- d) *velmi široké* ( $> 200 \mu\text{m}$ ): DB. kaštanovník. JS, PJ

# Anatomické elementy dřeva listnáčů



*Rozdělení dřev listnatých dřevin na skupiny podle uspořádání a typu cév na P řezu*

# Anatomické elementy dřeva listnáčů

Rozdělení dřev dubů do skupin

**TABLE 10.1: SOME MAJOR SPECIES OF THE RED OAK AND WHITE OAK GROUPS (*QUERCUS*)**

## Red Oak Group

<i>Q. coccinea</i>	Scarlet oak
<i>Q. falcata</i>	Southern red oak
<i>Q. kelloggii</i>	California black oak
<i>Q. palustris</i>	Pin oak
<i>Q. rubra</i>	Northern red oak
<i>Q. velutina</i>	Black oak

## White Oak Group

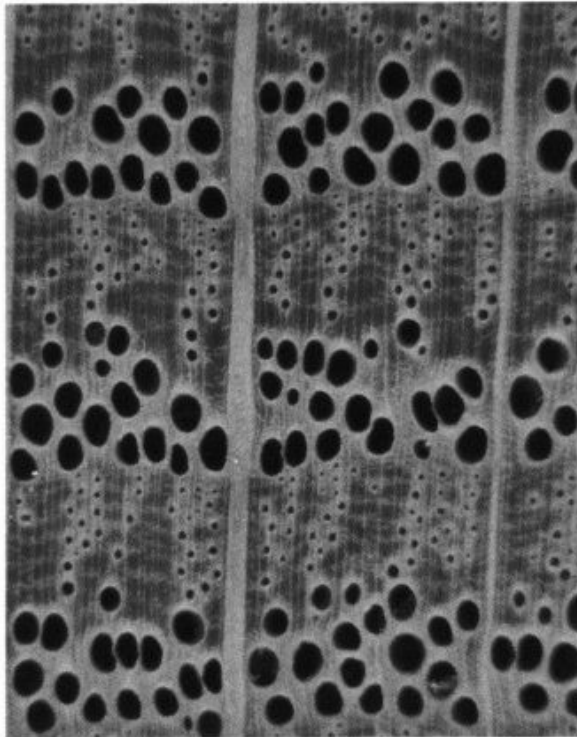
<i>Q. alba</i>	White oak
<i>Q. bicolor</i>	Swamp white oak
<i>Q. garryana</i>	Oregon white oak
<i>Q. lyrata</i>	Overcup oak
<i>Q. macrocarpa</i>	Bur oak
<i>Q. petraea</i>	Sessile oak
<i>Q. prinus</i>	Chestnut oak
<i>Q. robur</i>	European oak
<i>Q. stellata</i>	Post oak



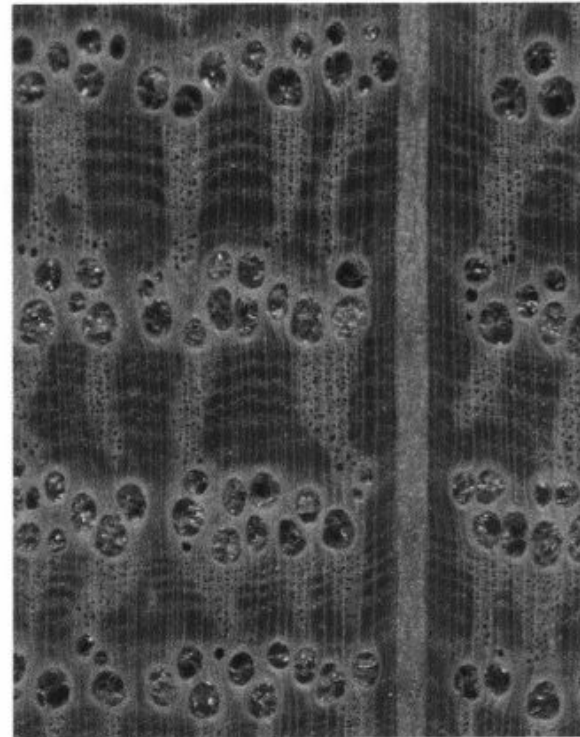
# Anatomické elementy dřeva listnáčů

## RED OAK AND WHITE OAK

The oaks are recognized by their ring-porous arrangement and extremely large rays. When viewed with a hand lens, a transverse surface of red oak has fewer distinct latewood pores, as compared to the numerous, indistinct latewood pores in white oaks. Tyloses are usually abundant in white oak heartwood, sparse to absent in red oaks.



NORTHERN RED OAK



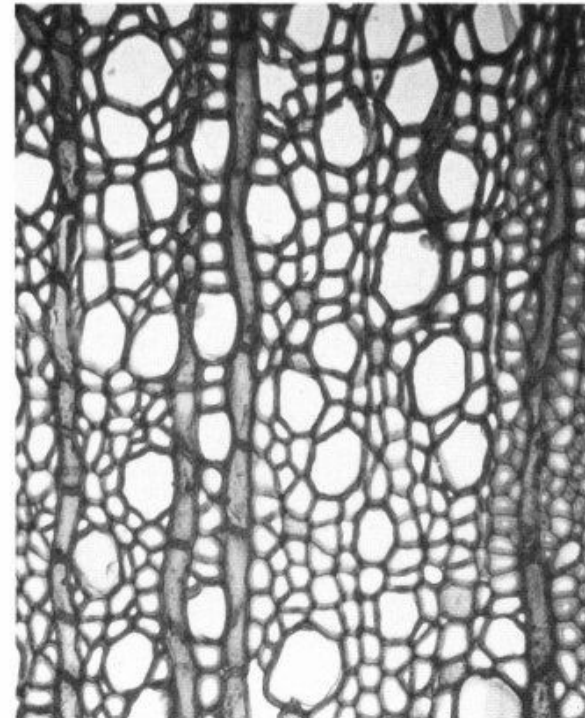
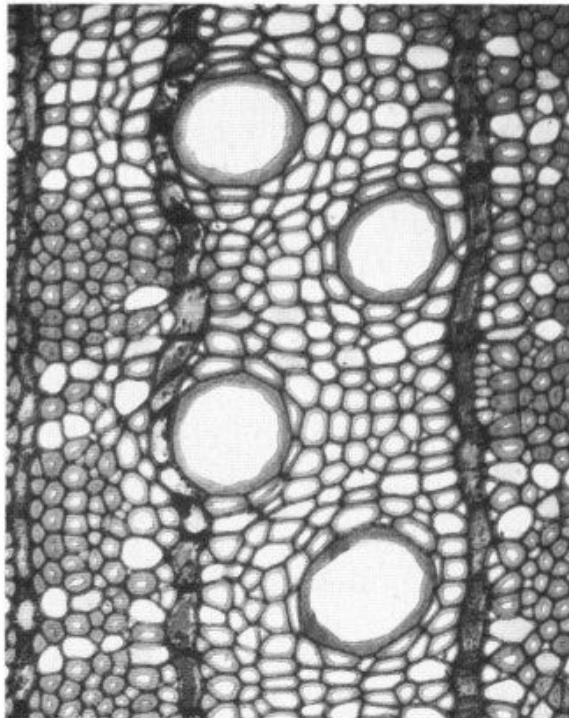
WHITE OAK



# Anatomické elementy dřeva listnáčů

## LATEWOOD PORES IN OAKS

In red oaks (left), latewood pores are solitary, with thick walls. In white oaks (right), the smaller, more numerous latewood pores have thin walls and may occur in multiples. (125x)



## Anatomické elementy dřeva listnáčů

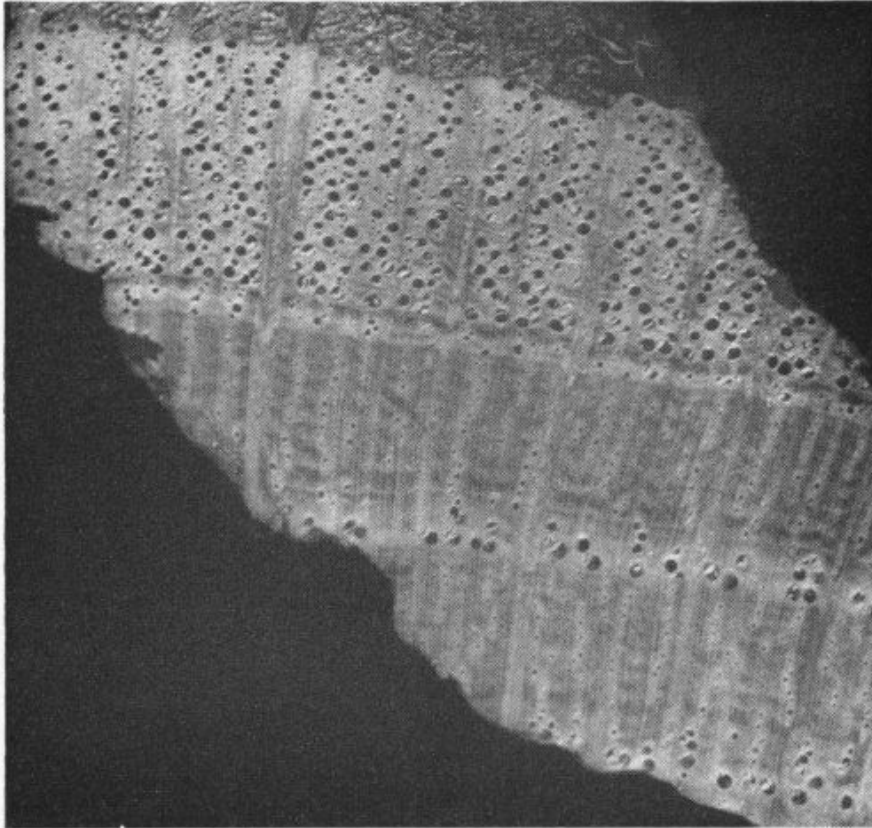
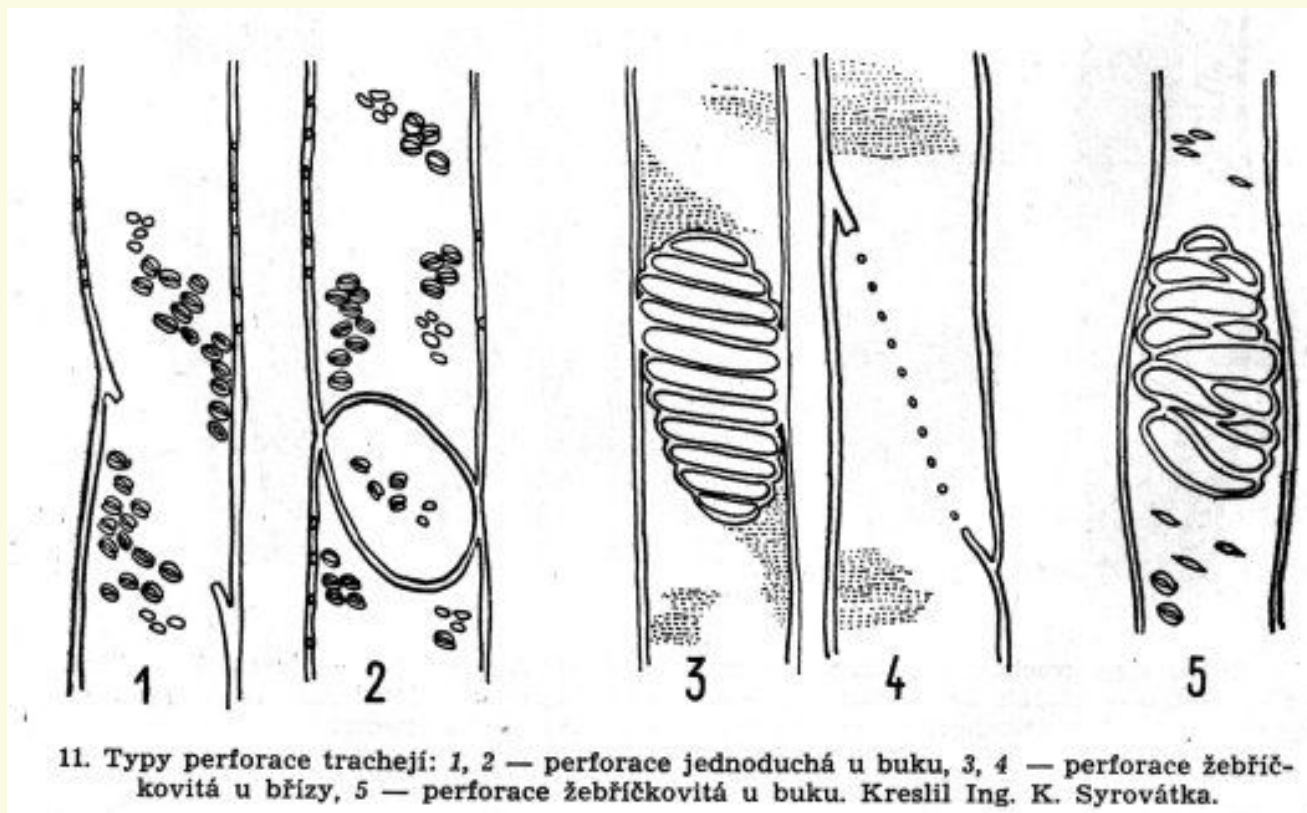


Fig. 102.—An Oak, ? Turkey Oak (*Quercus cerris*); a small piece of transverse surface showing apparent change in structure from ring porous to diffuse porous wood. In fact, the lower two growth rings are relatively wide, the wood being fairly fast grown; the upper apparent ring is about twenty rings of very slow grown wood, in which late-wood is, virtually, non-existent ( $\times$  about 8).

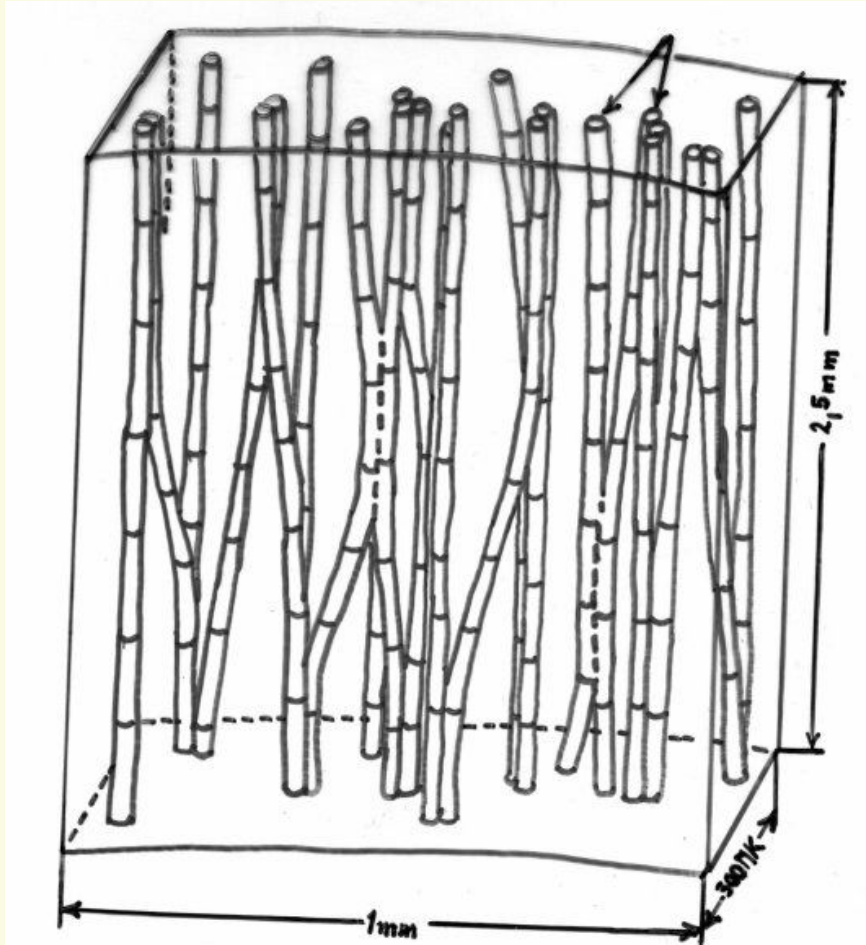
# Anatomické elementy dřeva listnáčů



*Typy perforace cév*

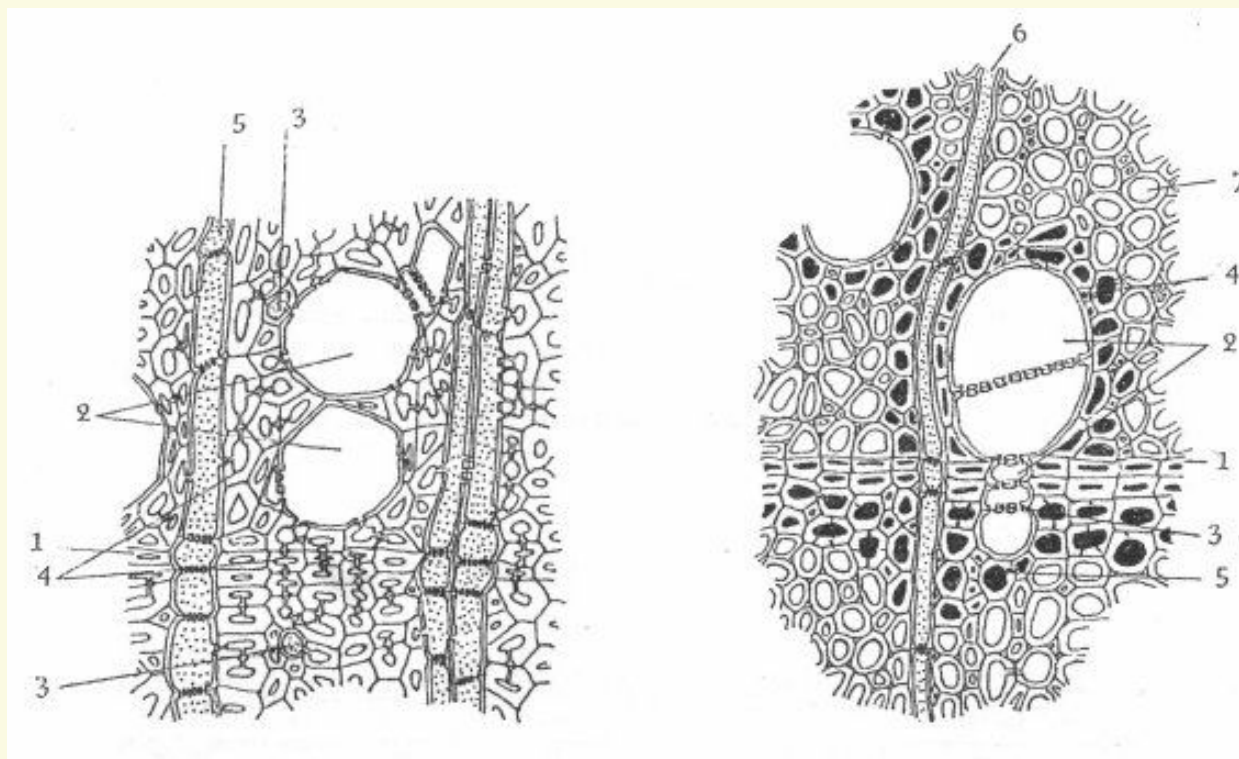


# Anatomické elementy dřeva listnáčů



*3D uspořádání cév ve dřevě topolu (schéma)*

# Anatomické elementy dřeva listnáčů



*Nepropojené (vlevo) a propojené (vpravo) cévy na hranici letokruhu u dřeva BK a JV*



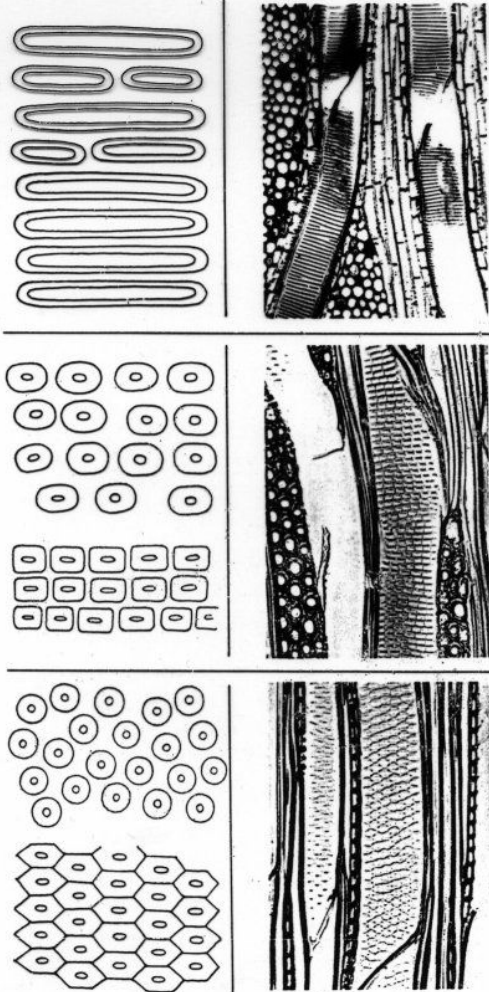
# Anatomické elementy dřeva listnáčů

---

## **Ztenčenininy buněčných stěn cév (cévních článků)**

- typická ztenčenina: dvojtečka (= dvůrkaté ztenčeniny)
- stavba: chybí *torus*
- členění dle velikosti:
  - a) velmi malé ( $< 4 \mu\text{m}$ ): BR
  - b) malé ( $4\text{--}7 \mu\text{m}$ ): OL
  - c) středně velké ( $7\text{--}10 \mu\text{m}$ ): HB
  - d) velké ( $> 10 \mu\text{m}$ ): kaštanovník
- členění dle počtu na  $1 \text{ mm}^2$  plochy BS cévy:
  - a) málo početné ( $n < 10$ ): tropická dřeva
  - b) početné ( $n = 10\text{--}20$ ): tropická dřeva
  - c) velmi početné ( $n > 20$ ): většina našich dřev

# Anatomické elementy dřeva listnáčů



*Rozložení a tvar dvojteček na stěnách cév*

# Anatomické elementy dřeva listnáčů

---

## Thyly

= parenchymatické buňky, které prorostly přes dvojtečky do lumenů cév

- typy:

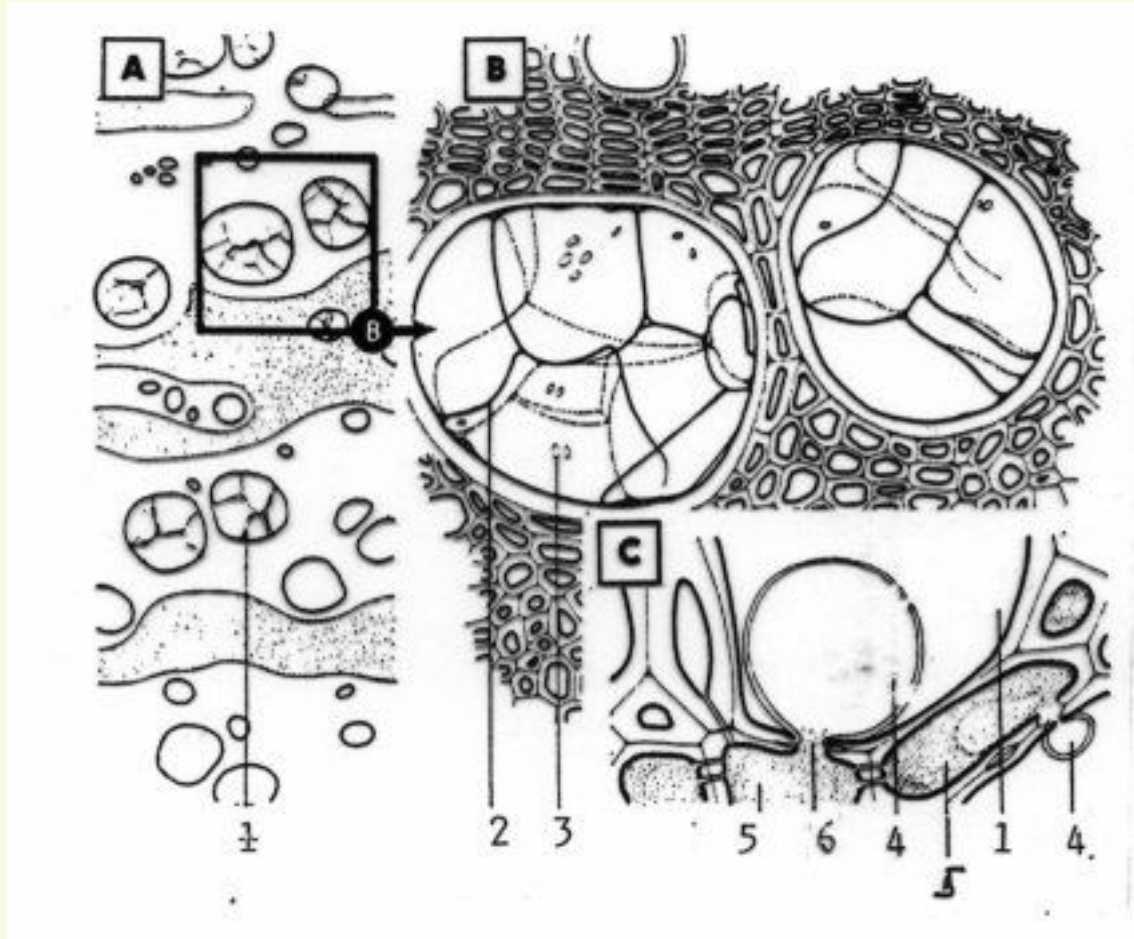
a) tenkostěnné = živé

b) tlustostěnné = mrtvé

- výskyt: typicky u makropórů kruhovitě pórovitých listnáčů a u TP, BR, BK, OR aj.

- vliv: na fyz. a mech. vlastnosti dřeva

# Anatomické elementy dřeva listnáčů



*Thyly v cévách  
(Robinia  
pseudoaccacia)*



# Anatomické elementy dřeva listnáčů

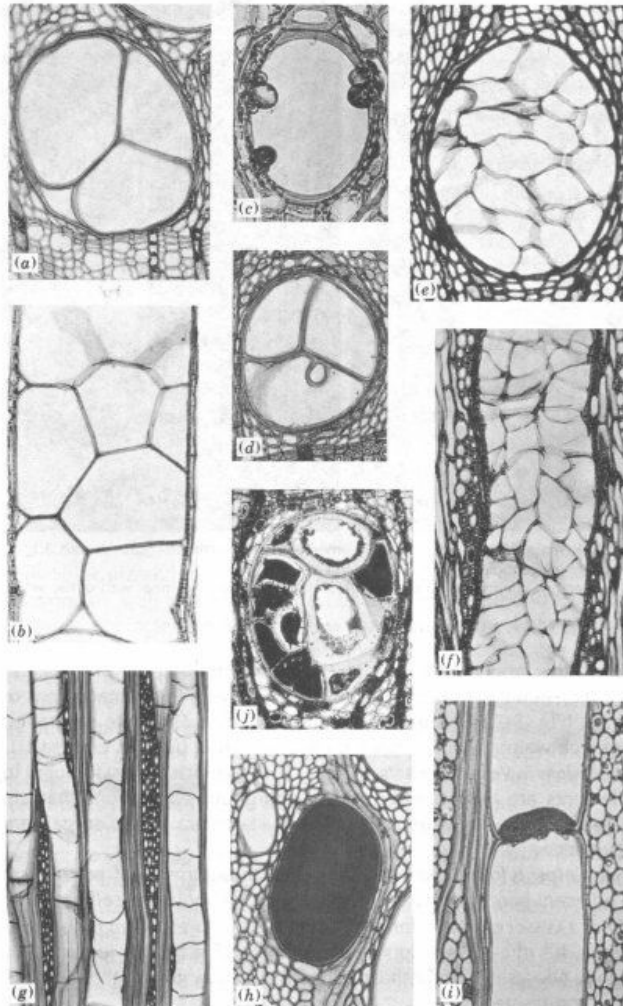


Figure 5-8 Inclusions in the vessels of hardwoods.

- (a) Tyloses in an early-wood pore of post oak (*Quercus stellata* Wangerh.); walls somewhat thickened. (115×)
- (b) Portion of an early-wood vessel element (t) of post oak (*Q. stellata* Wangerh.) showing contiguous tyloses in lateral view. (115×)
- (c) Tyloses in the bud stage in a late-wood pore of live oak (*Q. virginiana* Mill.). (225×)
- (d) Secondary tylosis bud forming on the wall of a tylosis in blue oak (*Q. douglasii* Hook. & Arn.). (115×)
- (e) Thin-walled tyloses in an early-wood pore of black oak (*Q. velutina* Lam.). (115×)
- (f) Portion of an early-wood vessel (t) of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) showing thin-walled tyloses in lateral view. (115×)
- (g) Uniseriate rows of tyloses in the vessels of beech (*Fagus grandifolia* Ehrh.); the upper and lower walls (which are in contact) appear as nearly horizontal transverse partitions arranged in a ladder-like series. (115×)
- (h) A pore of honeylocust (*Gleditsia triacanthos* L.) occluded with gum. (115×)
- (i) A gum plug at the juncture of two vessel elements in large-leaved mahogany (*Swietenia macrophylla* King). (115×)
- (j) Sclerosed, pitted tyloses, with dark contents, in a pore in Emory oak (*Quercus emoryi* Torr.). (115×)

[Photographs (a) to (f), inclusive, by S. Williams. ]



# Anatomické elementy dřeva listnáčů

## 2) libriformní vlákna

### tvar a orientace

Protáhlé zašpičatělé buňky. Rovnoběžně s osou kmene.  
Tvoří 50-60 % objemu dřeva listnáčů.

### funkce

- mechanická

### typy

délka a tloušťka se zvyšuje od *j.d.* k *l.d.*

### rozměry

délka: 0,2-2,2 mm

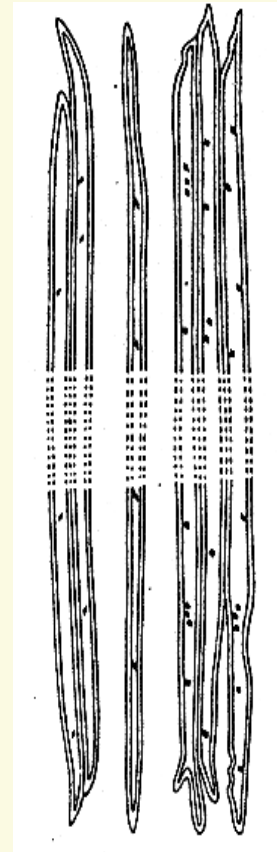
šířka: 15-50  $\mu\text{m}$

tl. BS: 3-7  $\mu\text{m}$

Délka a tloušťka BS  $\uparrow$  od *j.d.* k *l.d.* (+ 15–20 %)

Délka a tloušťka BS  $\uparrow$  od dřeně k obvodu kmene

Délka a tloušťka BS  $\downarrow$  od báze kmene ke koruně



# Anatomické elementy dřeva listnáčů

## 3) tracheidy

### funkce

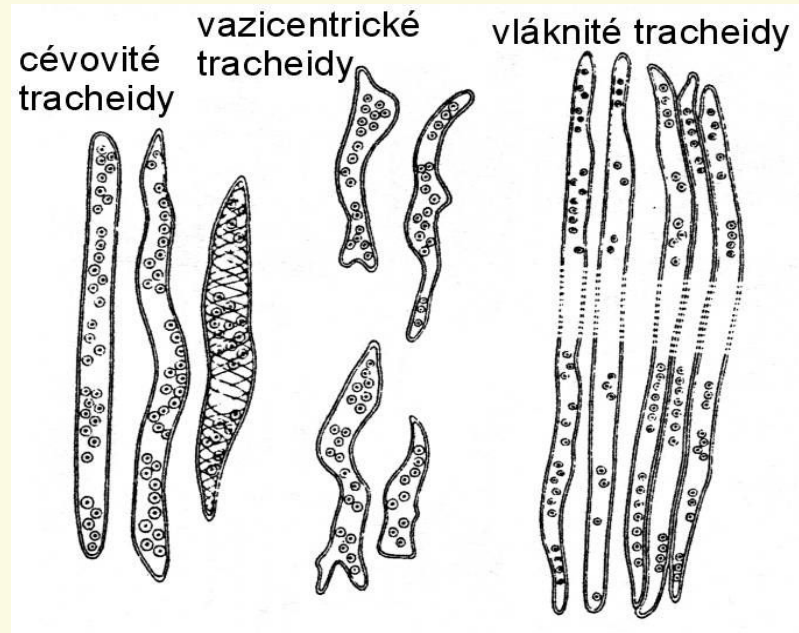
- vodivá, mechanická, zásobní

### typy

- vláknité (DB, kaštanovník, OR, PL)
- vazicentrické (DB, kaštanovník)
- cévovité (JM, AK, DB, OR, BK)

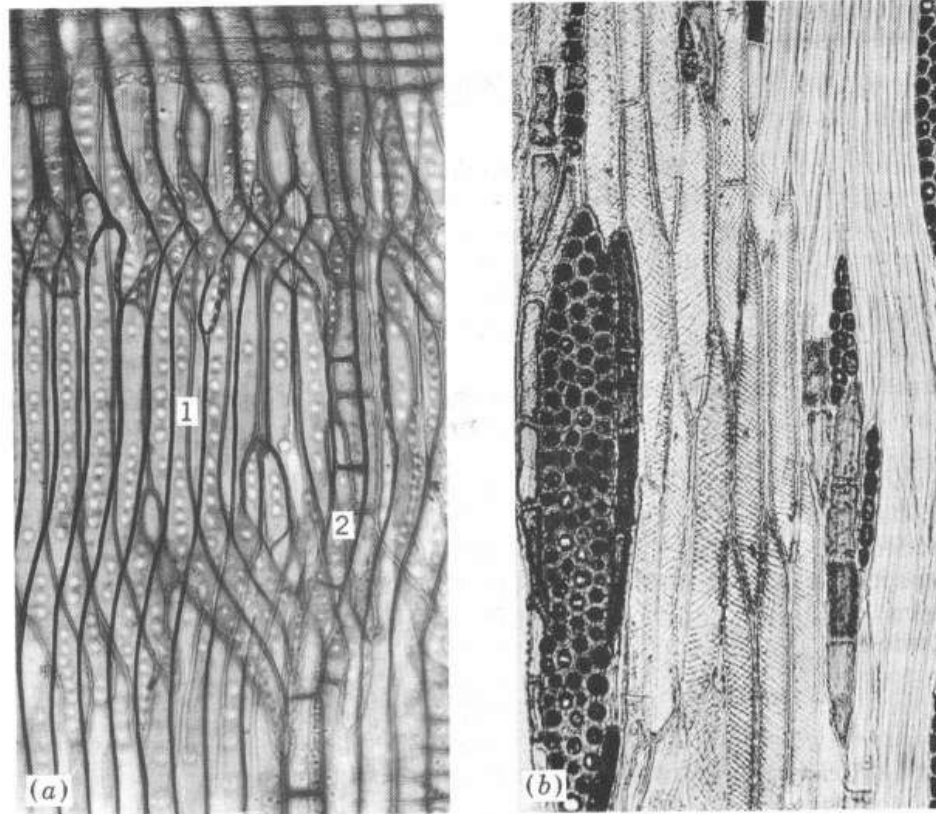
### rozměry

délka: do 0,5 mm



# Anatomické elementy dřeva listnáčů

## 3) tracheidy



**Figure 5-9** Vasicentric and vascular tracheids in hardwoods.  
(a) Overlapping vasicentric tracheids with bordered pits (1) and a strand of longitudinal parenchyma (2), in chestnut [*Castanea dentata* (Marsh.) Borkh.] (r). (240×)  
(b) Vascular tracheids with spiral thickening, which grade into small vessel members elsewhere in the wood. Slippery elm (*Ulmus rubra* Mühl.) (t). (160×)

# Anatomické elementy dřeva listnáčů

## 4) parenchymatické buňky

### tvár

Protáhlý hranolovitý tvar. Na příčném průřezu zpravidla čtvercový až okrouhlý průřez.

### zastoupení

8-35 % objemu dřeva listnáčů

### ztenčeniny

- jednoduché (tečky)

### typy

buňky uložené kolmo na osu kmene tvoří:  
*dřeňové paprsky*

buňky uložené rovnoběžně s osou kmene tvoří:  
*axiální dřevní parenchym*

podílí se také na stavbě *thyl* a *hojivého parenchymu* (= *dřeňové skvrny*)



# Anatomické elementy dřeva listnáčů

---

**a) axiální dřevní parenchym** (zastoupení: 20 %)

**orientace**

Rovnoběžně s osou kmene.

**typy buněk dle tvaru**

- obdélníkové
- vřetenovité

**funkce**

- zásobní

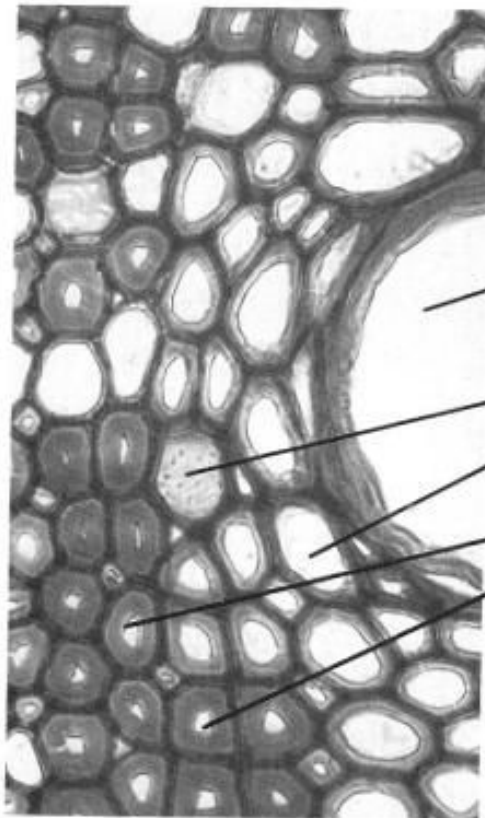
**typy**

- a) apotracheální
- b) paratracheální
- c) svazkový



# Anatomické elementy dřeva listnáčů

## Axiální dřevní parenchym z pohledu *P* řezu



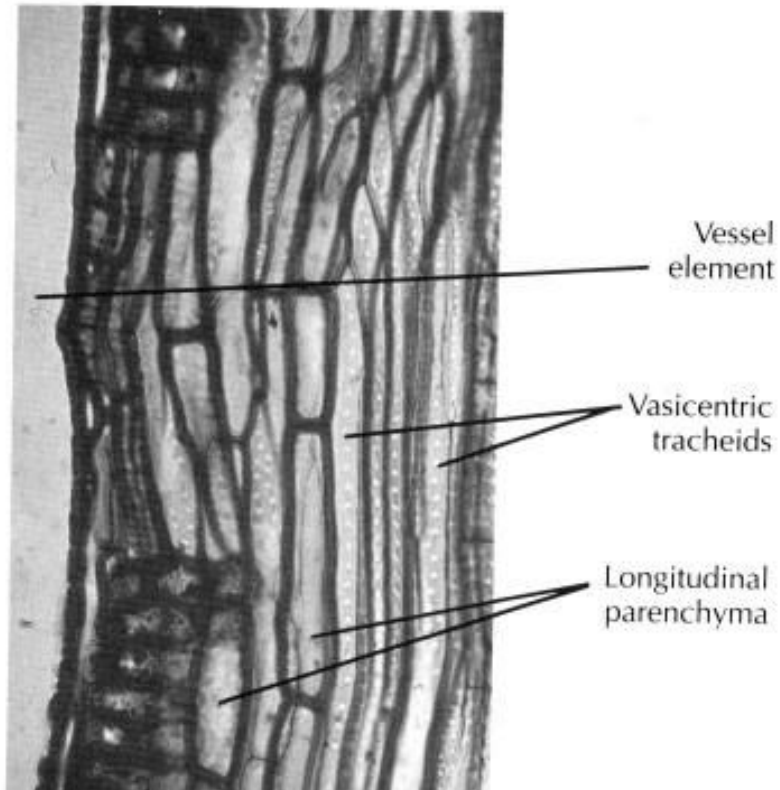
*V* – céva

*P* – ax. parenchym

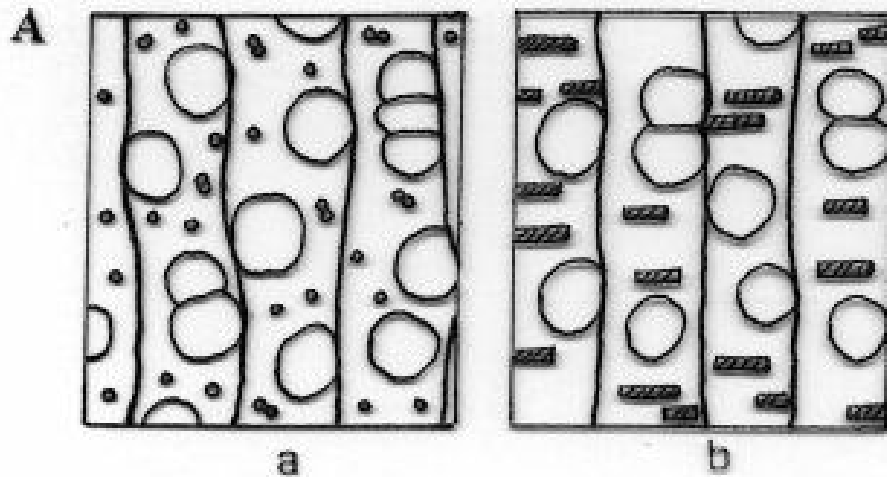
*F* – libriformní vlákna

# Anatomické elementy dřeva listnáčů

## Axiální dřevní parenchym – na podélných řezech



# Anatomické elementy dřeva listnáčů



JV, HB, HR

LP, HB, BK, OR

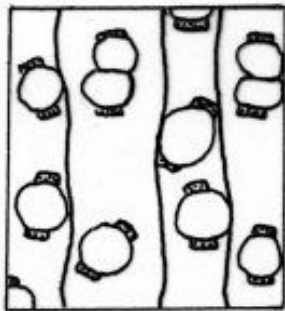
**Axiální parenchym apotracheální**

*a) difuzní*

*b) rozptýleně nakupený*

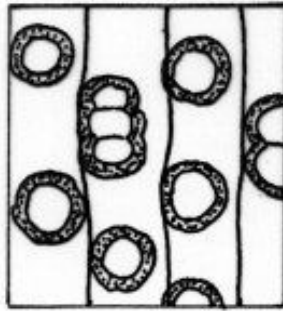
# Anatomické elementy dřeva listnáčů

B



c

PJ, TR, OR



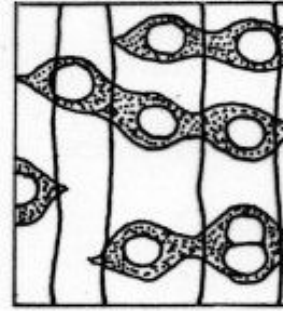
d

JS



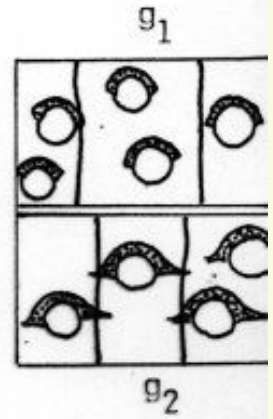
e

AK



f

tropická dřeva



g<sub>1</sub>

g<sub>2</sub>

## Axiální parenchym paratracheální

c) skupinový

d) vazicentrický

e) vazicentrický křídlovitý

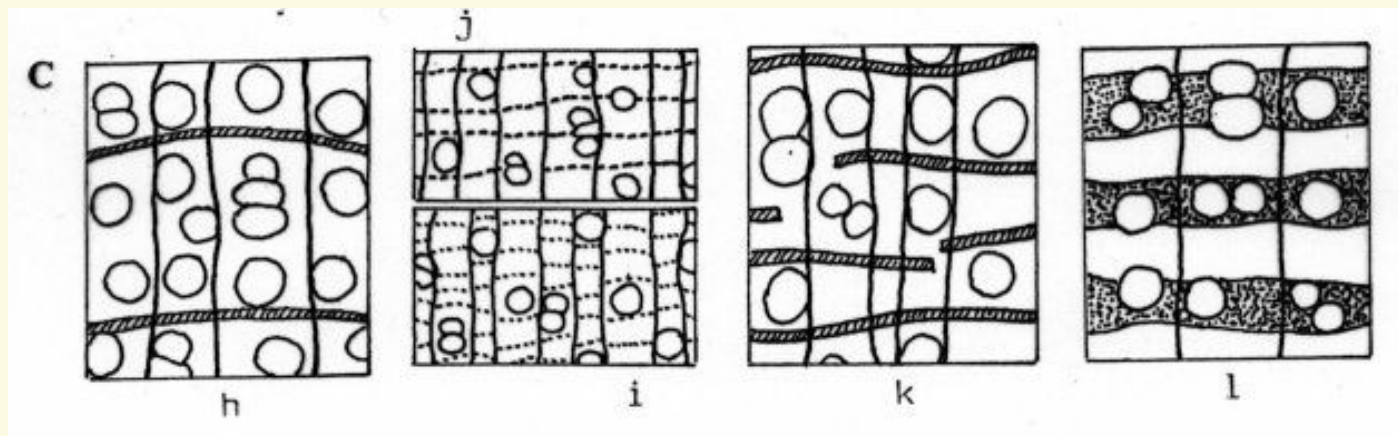
f) křídlovitě splývavý

g1) jednostranně vazicentrický

g2) jednostranně vazicentrický křídlovitý



# Anatomické elementy dřeva listnáčů



JS, JM, MO

DB, LP  
OR

tropická dřeva

## ***Axiální parenchym svazkový***

*h) hraniční*

*j) tangenciálně síťovitý*

*i) žebříčkovitý*

*k) l) koncentrický*

# Anatomické elementy dřeva listnáčů

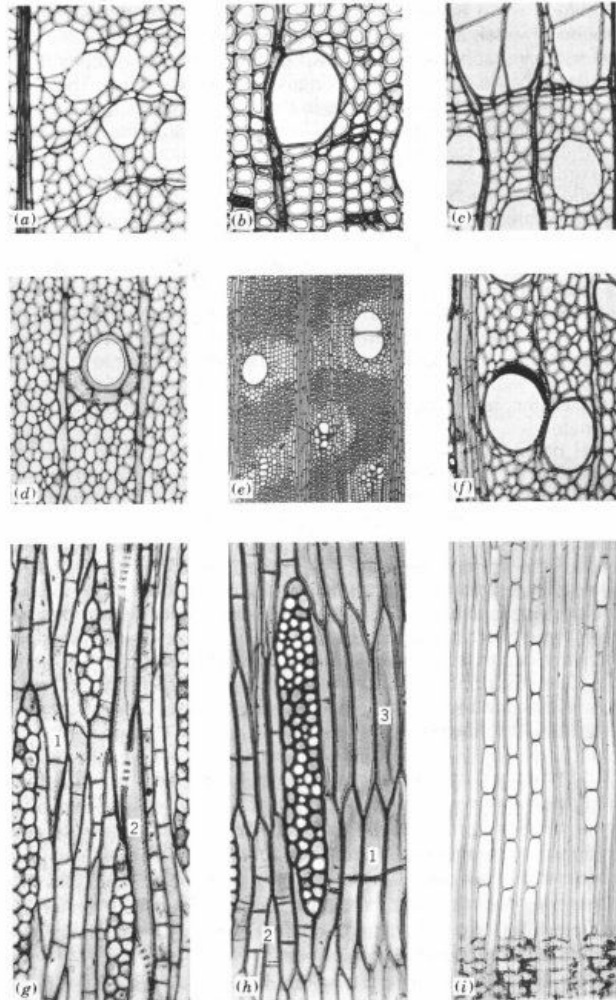


Figure 5-11 Longitudinal (axial) parenchyma in hardwoods.

- (a) Longitudinal apotracheal-banded parenchyma (x) in basswood (*Tilia americana* L.). (150×)
- (b) Longitudinal diffuse-in-aggregates parenchyma (dark cells) (x) in yellow birch (*Betula alleghaniensis* Britton). (150×)
- (c) Marginal parenchyma (x) on the outer margin of an annual ring in eastern cottonwood (*Populus deltoides* Bartr.). (150×)
- (d) Vasicentric paratracheal parenchyma (x) nearly encircling a late-wood pore in white ash (*Fraxinus americana* L.). (150×)
- (e) Paratracheal confluent parenchyma (x) in honeylocust (*Gleditsia triacanthos* L.). (40×)
- (f) Xylem tissue (x) devoid of axial parenchyma in black cherry (*Prunus serotina* Ehrh.). Axial parenchyma is extremely sparse in this wood. (150×)
- (g) Strands of axial parenchyma (1), and a late-wood vessel (2), with scalariform perforation plates, in lateral, tangential view. [*Sassafras albidum* (Nutt.) Nees]. (150×)
- (h) Strands of axial parenchyma composed of two (1) and four (2) units, and fusiform longitudinal parenchyma cells (3), in lateral, tangential view. Black locust (*Robinia pseudo-acacia* L.). (150×)
- (i) Portions of a number of strands of axial parenchyma, separated by fibers, in lateral, radial view. Scarlet oak (*Quercus coccinea* Muenchh.). (150×)

# Anatomické elementy dřeva listnáčů

---

**b) dřeňové paprsky** (zastoupení 10–20 % objemu dřeva)

**orientace**

- kolmo k ose kmene.

**typy**

*homogenní dř. p.*

- tvořen pouze parenchymatickými buňkami jednoho tvaru

*heterogenní dř. p.*

- tvořen parenchymatickými buňkami různých tvarů (např. ležaté + stojaté)

**vrstevnatost**

*jednovrstevné až mnohovrstevné*

**funkce**

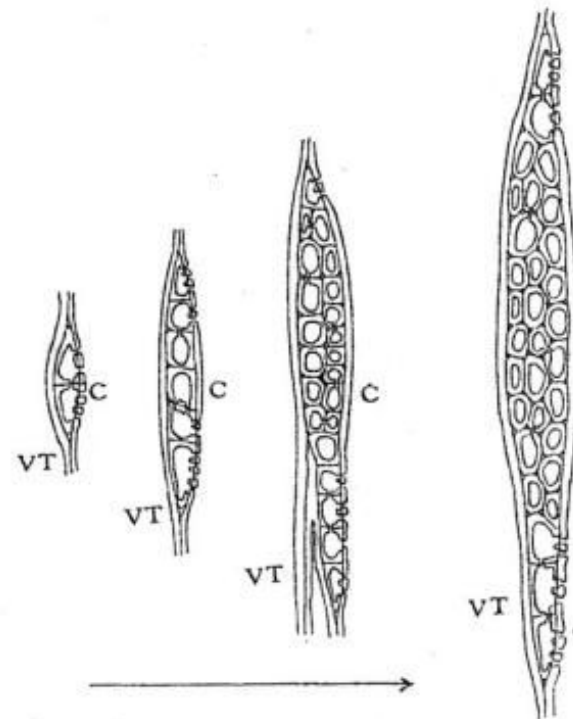
- zásobní, vodivá

V bělovém dřevě často tvořeny živými parenchymatickými buňkami.

# Anatomické elementy dřeva listnáčů

## Vznik dřevných paprsků

- vznikají dělením kambiálních iniciál dřevných paprsků
- nejprve mají axiálně protáhlý tvar >>> příčné přehrádky >>> snižování výšky





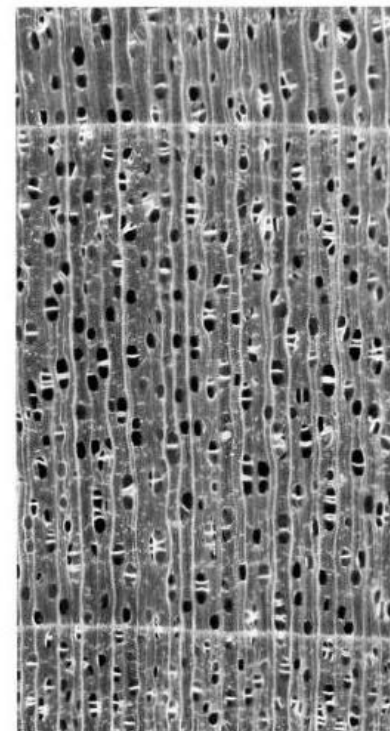
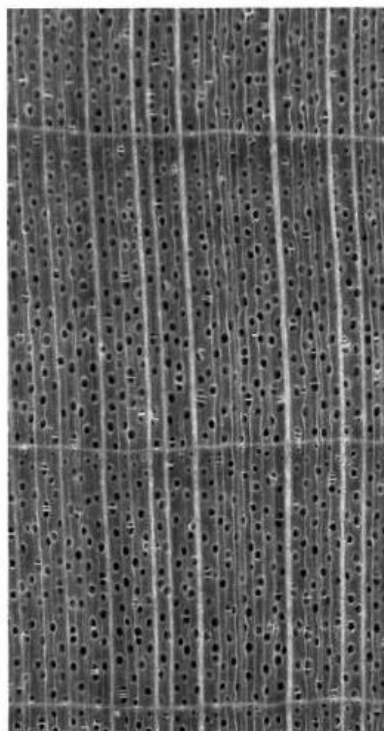
# Anatomické elementy dřeva listnáčů

## Dřeňové paprsky – z pohledu P řezu

- pásy buněk kolmé na letokruhy

### Hodnotí se:

- a) vrstevnatost
- b) počet na plochu
- c) relativní vzdálenost
- d) teoret. počet cév mezi dř.p.
- e) rozšíření na hranici letokruhu

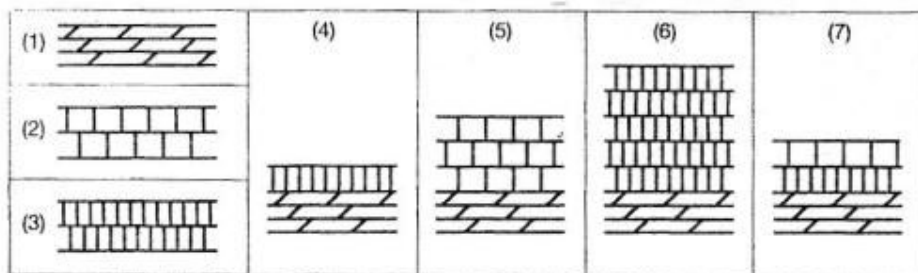
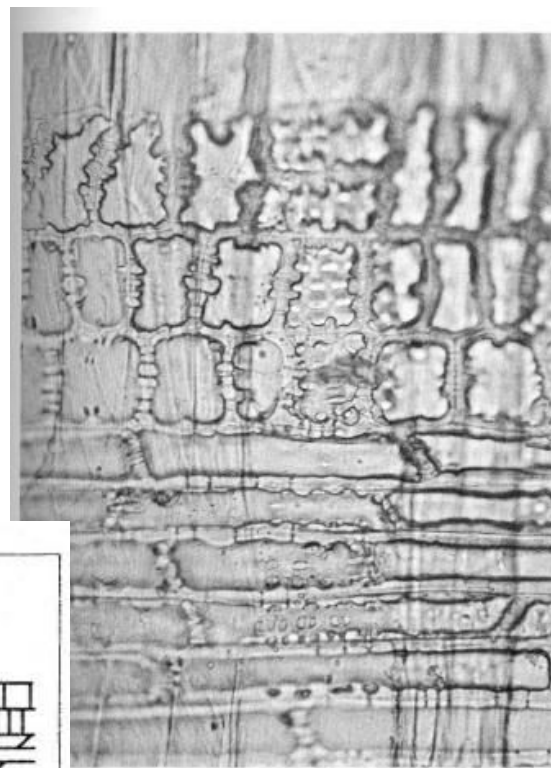
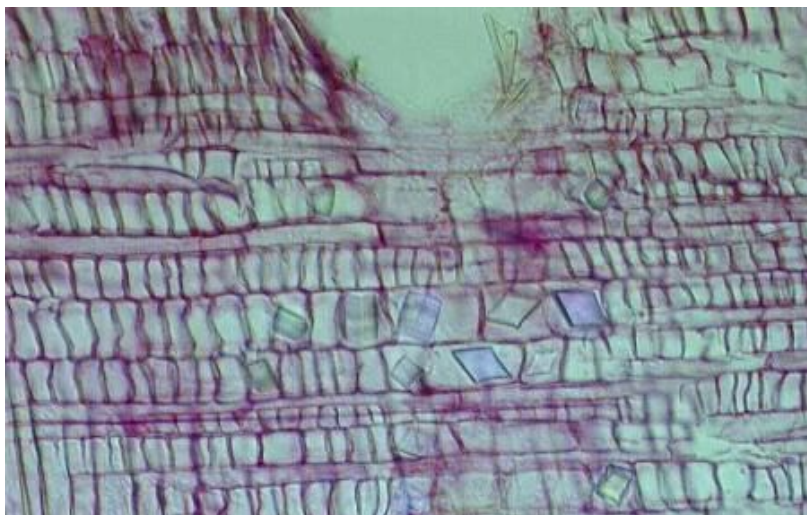


*JV a BR*

# Anatomické elementy dřeva listnáčů

## Dřeňové paprsky – z pohledu R řezu

- určuje se typ paprsku: *homogenní* × *heterogenní*

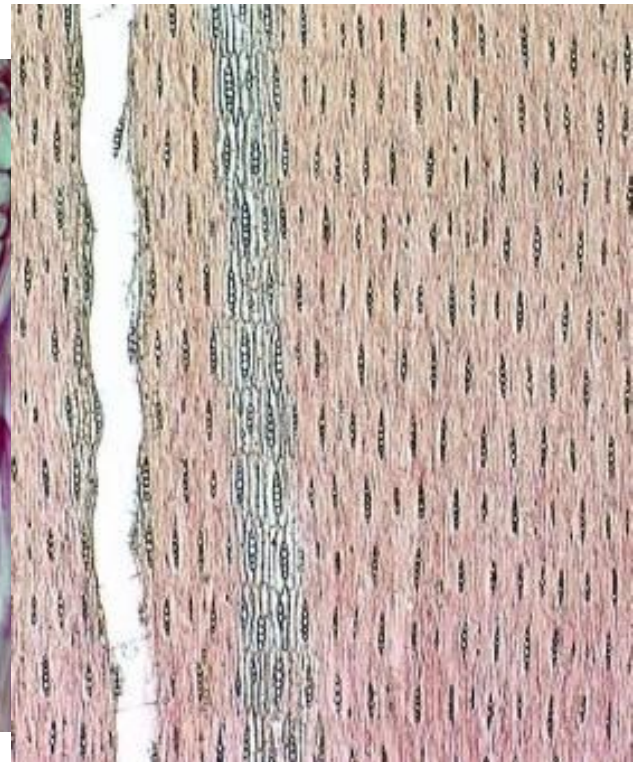
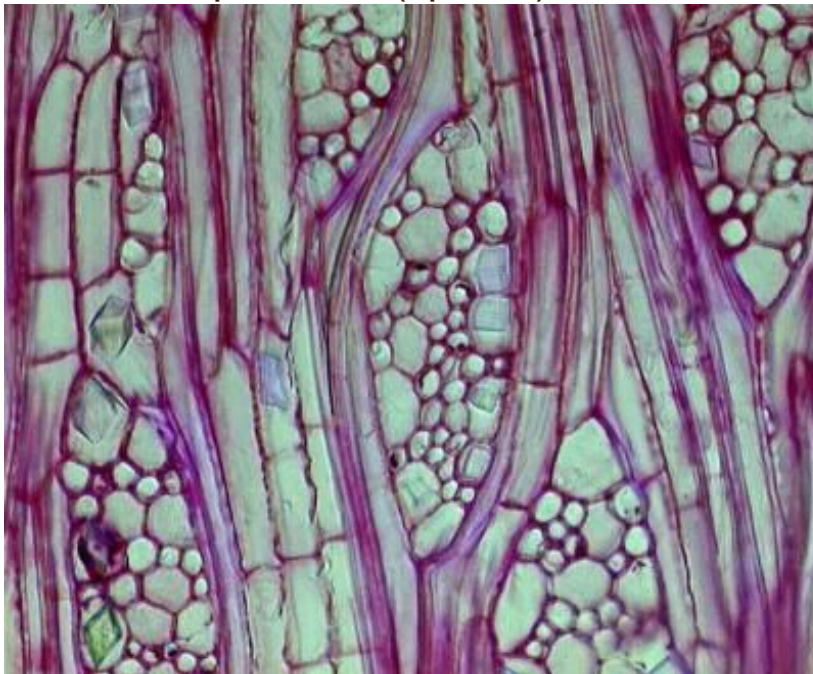




# Anatomické elementy dřeva listnáčů

## Dřeňové paprsky – z pohledu T řezu

- určuje se typ paprsku: *homogenní* × *heterogenní*
- řadové uspořádání (vpravo)



# Anatomické elementy dřeva listnáčů

## **Dřeňové paprsky – dle šířky a výšky a četnosti**

- a) jednovrstevné (1)
- b) vícevrstevné (1–10)
- c) mnohvrstevné (> 10)

- a) nízké (300–500  $\mu\text{m}$ ) – JS, JM, OR, HR, BR, JV
- b) středně vysoké (500–800  $\mu\text{m}$ ) – LP, BK
- c) vysoké (nad 800  $\mu\text{m}$ ) – DB, PL

U většiny domácích druhů 6–9 paprsků/mm



# Anatomické elementy dřeva listnáčů

## Dřeňové paprsky – dle vztahu k vodivým elementům

Parenchymatické buňky

a) kontaktní

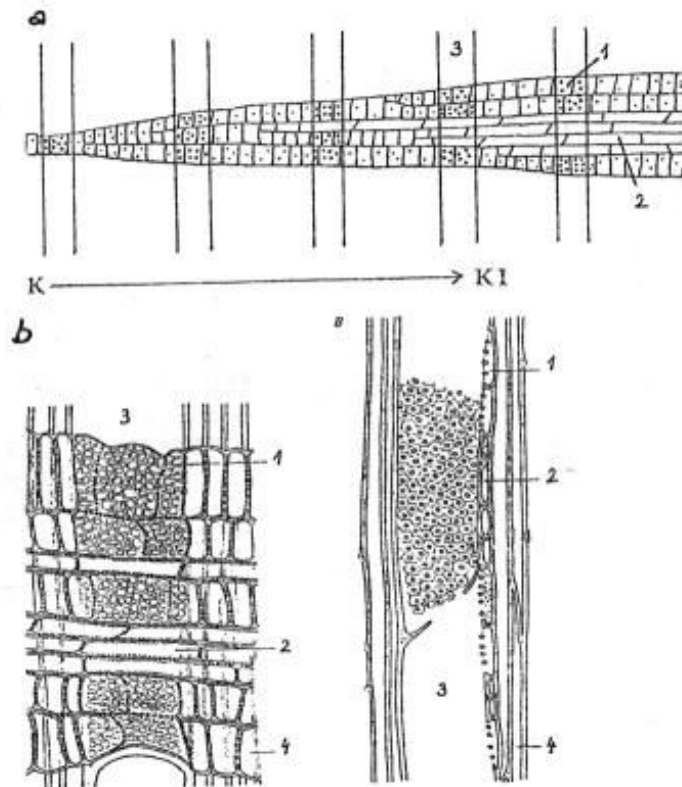
b) izolační

Dřeňové paprsky

a) kontaktní

b) kontaktně-izolační

c) izolační



# Anatomické elementy dřeva listnáčů

## prostorové uspořádání anatomických elementů

