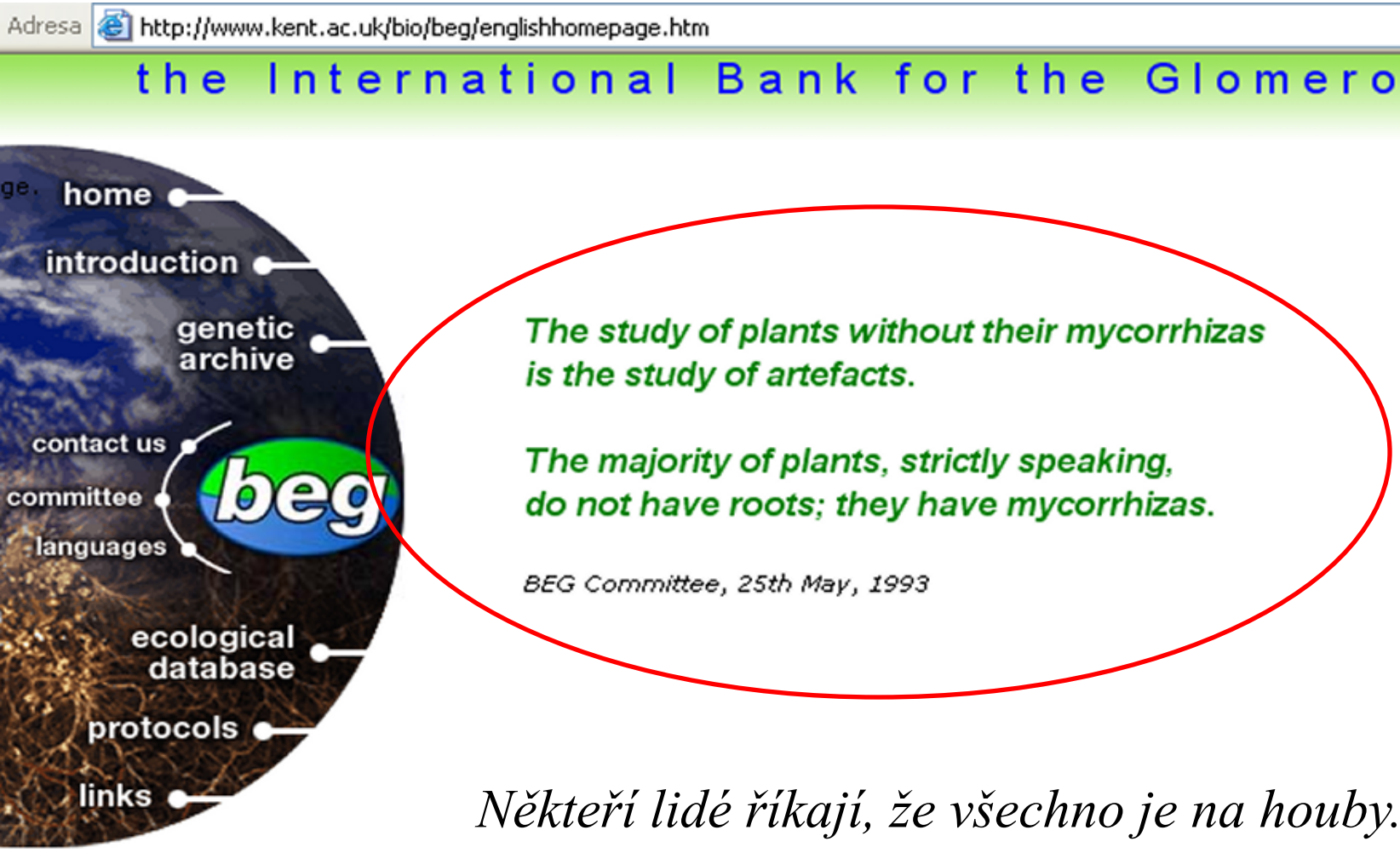
# Arbuskulární mykorhiza

# Arbuskulární mykorhiza

je nejrozšířenějším typem symbiózy na Zemi (= vytváří ji největší počet druhů živých organismů) a spolu s ektomykorhizou je typem ekonomicky nejdůležitějším

# Arbuskulární mykorhiza

- taxony hostitelských rostlin
  - –rozšíření AM – kopíruje rozšíření hostitelů
- taxony arbuskulárně mykorhizních hub (AMF)
  - –základní biologická charakteristika
- AM vnitro- a mimokořenové struktury
  - –arbuskuly, vezikuly, hyfy, apresorium, spory, pomocné buňky
- Paris a Arum morfotyp AM
- životní cyklus AMF




*Někteří lidé říkají, že všechno je na houby.*

*Mýlí se!*

*Některé houby jsou na všechno.*

(Rozmoš 2009)

Land reclamation project
replanted with *Mimosa* sp.
Brazil

Field succession dominated by goldenrod
*(Solidago canadensis)*
Hardwood forest in background, Southern Ontario, Canada

Cattails *(Typha* sp.) wetlands
Southern Ontario, Canada

Field succession dominated by milkweed (*Asclepias syriaca*)
Southern Ontario, Canada

Sturt desert pea
Nullarbor Plain
Australia courtesy of
Sandy Dickson

*Carica papaya* Linn.
(papaya)
Thailand

*Heliconia rostrada*
Hawaii

*Carnegiea gigantea*
(saguaro cactus)

*Hibiscus* sp.
Tahiti

*Ananas comosus*
(pineapple)
Hawaii, USA

Sand dune plant
Heron Island
Australia

*Musa* spp.
(banana)
southern Thailand

Hay crop in Manitoba
Canada

*Hieracium* spp.
Field succession showing a
predominance of hawkweed
species, New Brunswick, Canada

*Opuntia* sp.
(prickly pear)
Wangdi valley, Bhutan

*Papaver rhoeas*
(red poppy)
Yorkshire, England

# Hostitelské rostliny

- > 80 % druhů vyšších rostlin tvoří AM
- cca 200 000 druhů rostlin
- charakteristické pro krytosemenné rostliny, ale i některé nahosemenné (*Thuja, Sequoia, Metasequoia, Ginkgo, Cycas*) a „nižší“ rostliny - játrovky, plavuně, kapradiny; mechorosty ne!
- nemykorhizní čeledi: Brassicaceae, Chenopodiaceae, Caryophyllaceae, Cyperaceae, Juncaceae
- izolované druhy z jinak mykorhizních čeledí: *Urtica dioica*, *Lupinus* spp.

Harley JL and Harley EL. (1987) A check-list of mycorrhiza in the British flora. *New Phytol*. (suppl.) 105, 1-102 (Blackwell)

# Hostitelské rostliny

- všechny kontinenty včetně Antarktidy (*Deschampsia antarctica)*
- všechna klimatická pásma
- všechny vegetační výškové stupně
- všechny ekosystémy, včetně agroekosystémů

# Mykorhizní houby

- fyziologicky (a ekologicky) obligátní biotrofní organismy
- dříve řazeny do řádu Glomales, oddělení Zygomycota
- dnes na základě mol. biol. analýz vyčleněny do samostatného oddělení Glomeromycota

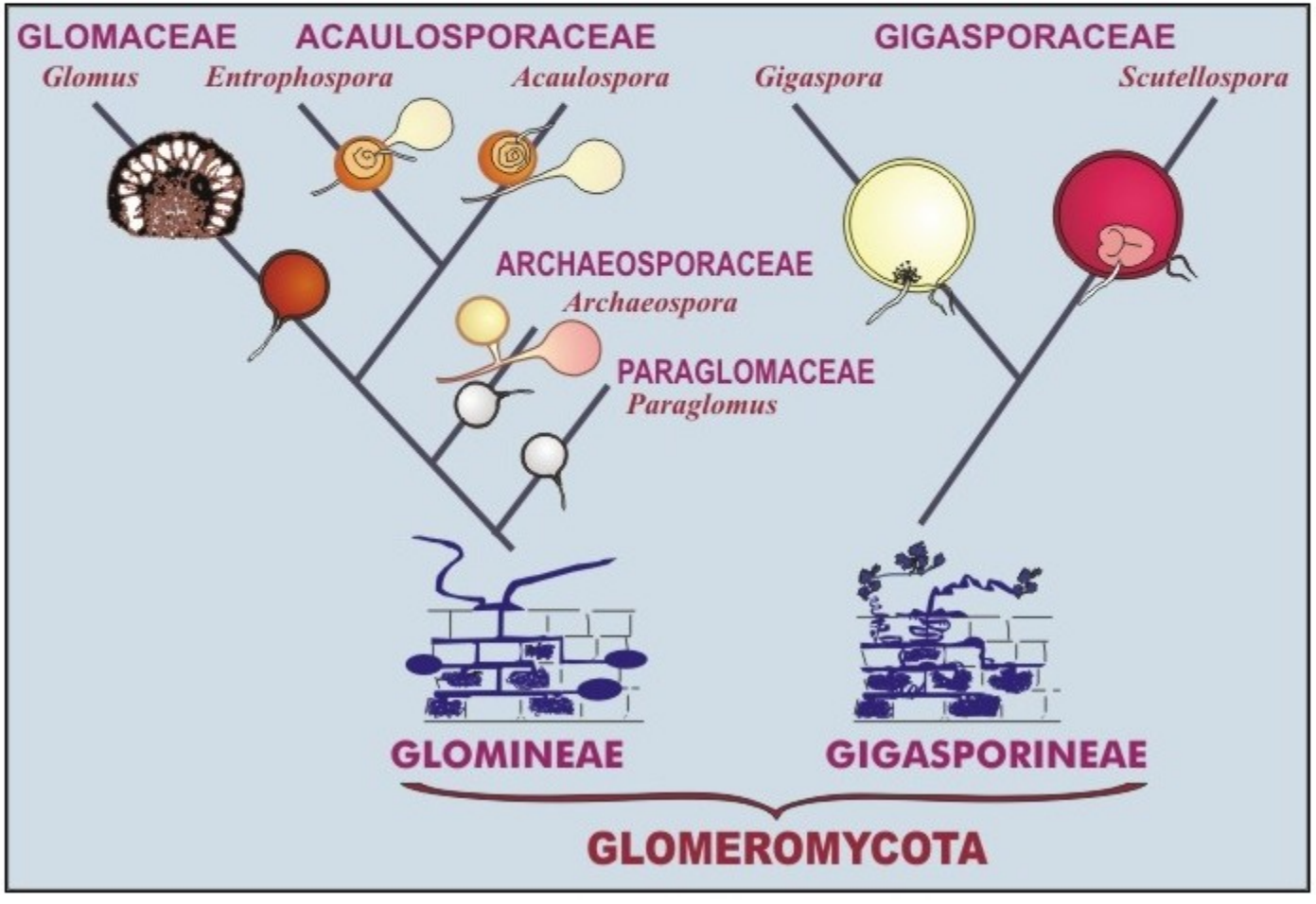
Schüßler, A., Schwarzott, D., and Walker, C. 2001. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. Mycological Research 105:1413-1421

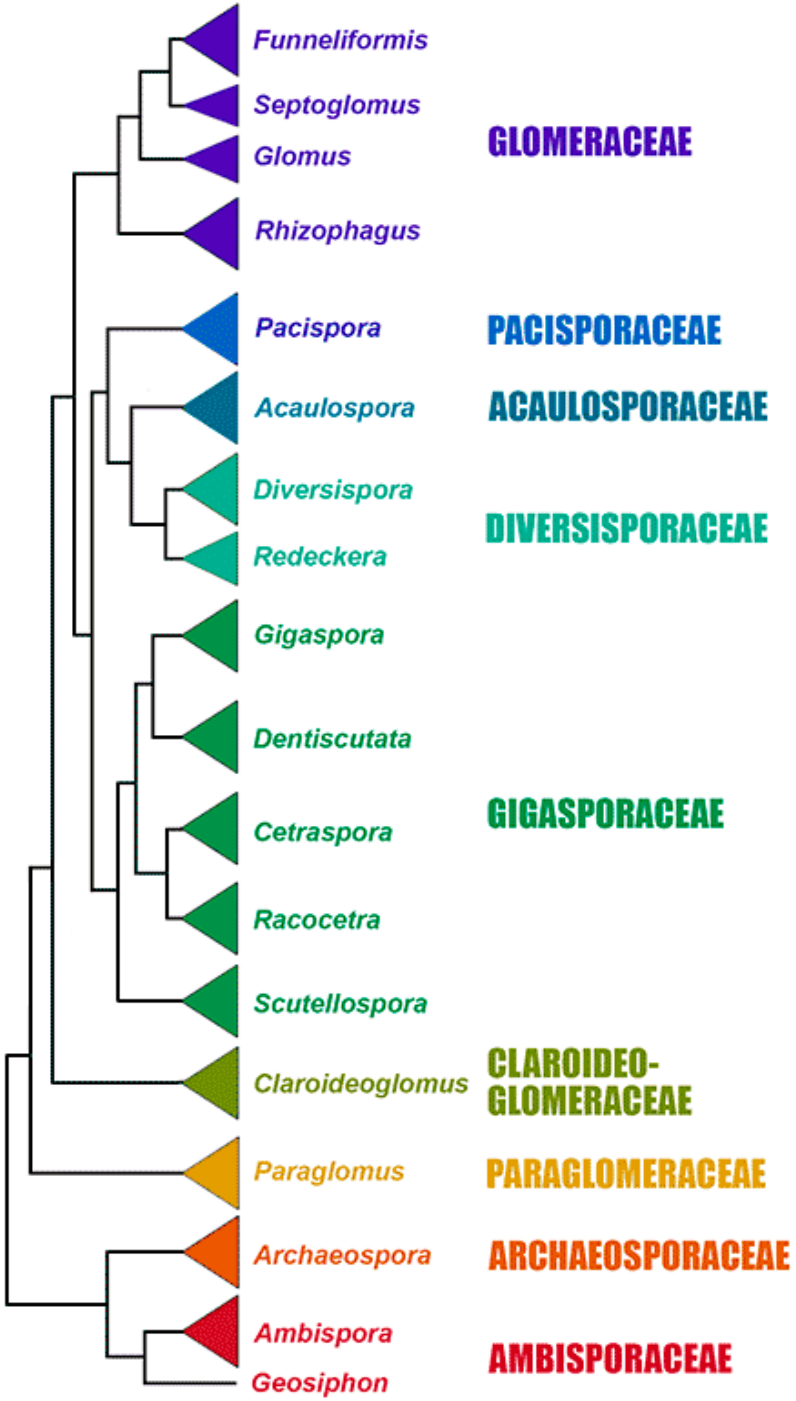
Adresa http://invam.caf.wvu.edu/fungi/taxonomy/classification.htm Přejít Odka



# CLASSIFICATION OF GLOMEROMYCOTA

This classification is based on a consensus of morphological and molecular characters. Click on any taxon name to transfer to a page describing that group.






# (INVAM)

## Classification of Glomeromycota

The most recent classification of Glomeromycota is based on a consensus of regions spanning ribosomal RNA genes: 18S (SSU), ITS1-5.8S-ITS2 (ITS), and/or 28S (LSU). The phylogenetic reconstruction underlying this classification is discussed and summarized in Redecker et al. (2013). The parts of the tree about which we agree (based on our LSU sequences) are depicted in the left illustration.

**REFERENCE**

Redecker, D., A. Schüßler, H. Stockinger, S. Stürmer, J. Morton, and C. Walker. 2013. An evidence-based consensus for the classification of arbuscular mycorrhizal fungi (*Glomeromycota*). *Mycorrhiza* doi:10.1007/s00572-013-0486-y.

# Mykorhizní houby

- pouze malý počet druhů AMF - cca 200
- tradiční taxonomie založená především na způsobu vytváření spor (Gryndler pp. 37-38), jejich velikosti, barvě, ornamentaci, utváření a chemismu buněčné stěny
- rRNA: 18S (SSU), ITS1-5.8S-ITS2 (ITS), and/or 28S (LSU).

- přehled taxonů

# Mykorhizní houby

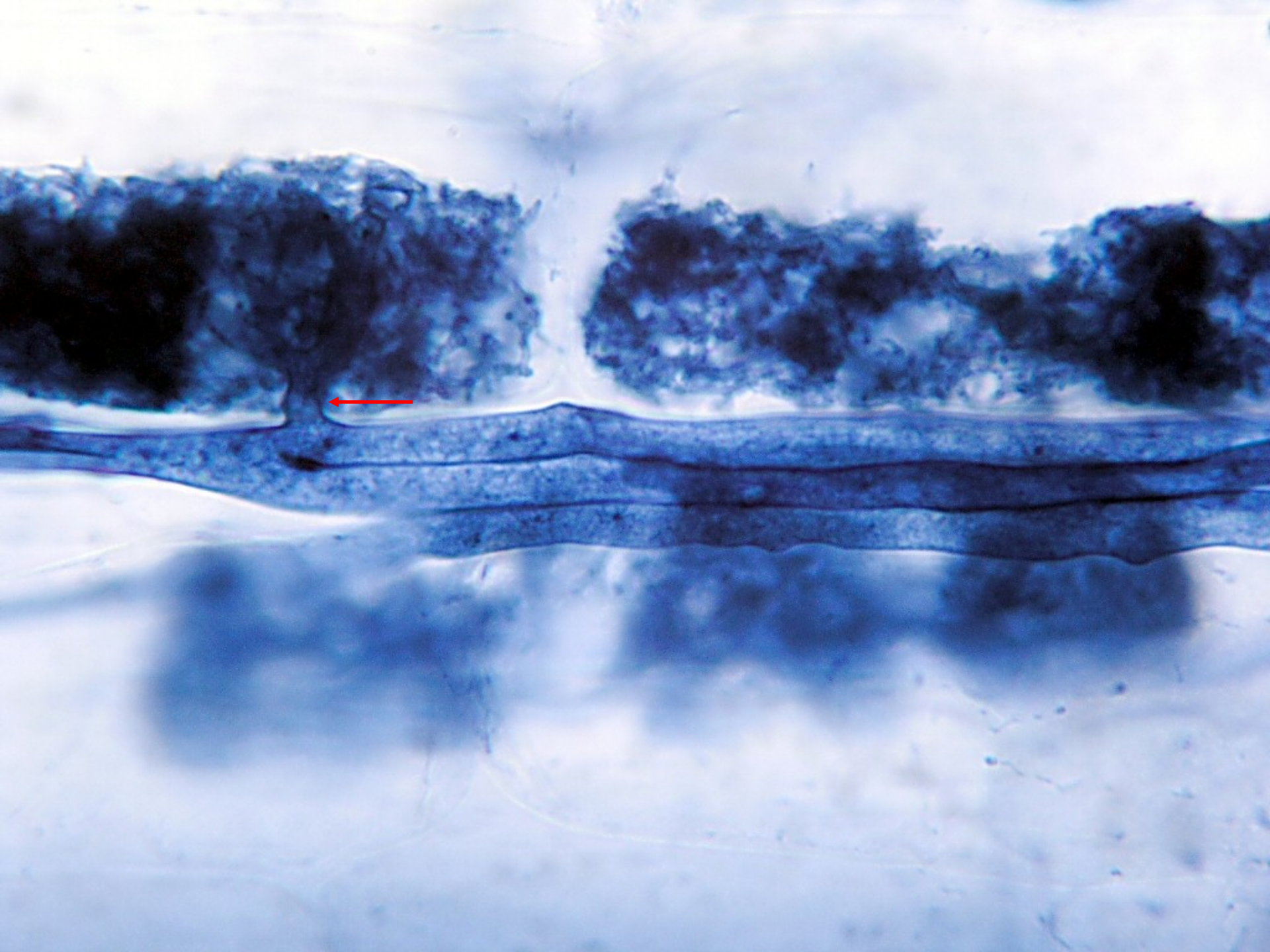
- fylogeneticky velmi archaická skupina hub, která existovala a vytvářela mykorhizu již v období ordoviku (nejstarší nálezy cca 450 - 430 miliónů let)
- účast na kolonizaci souše rostlinami (před cca 430 milióny let)

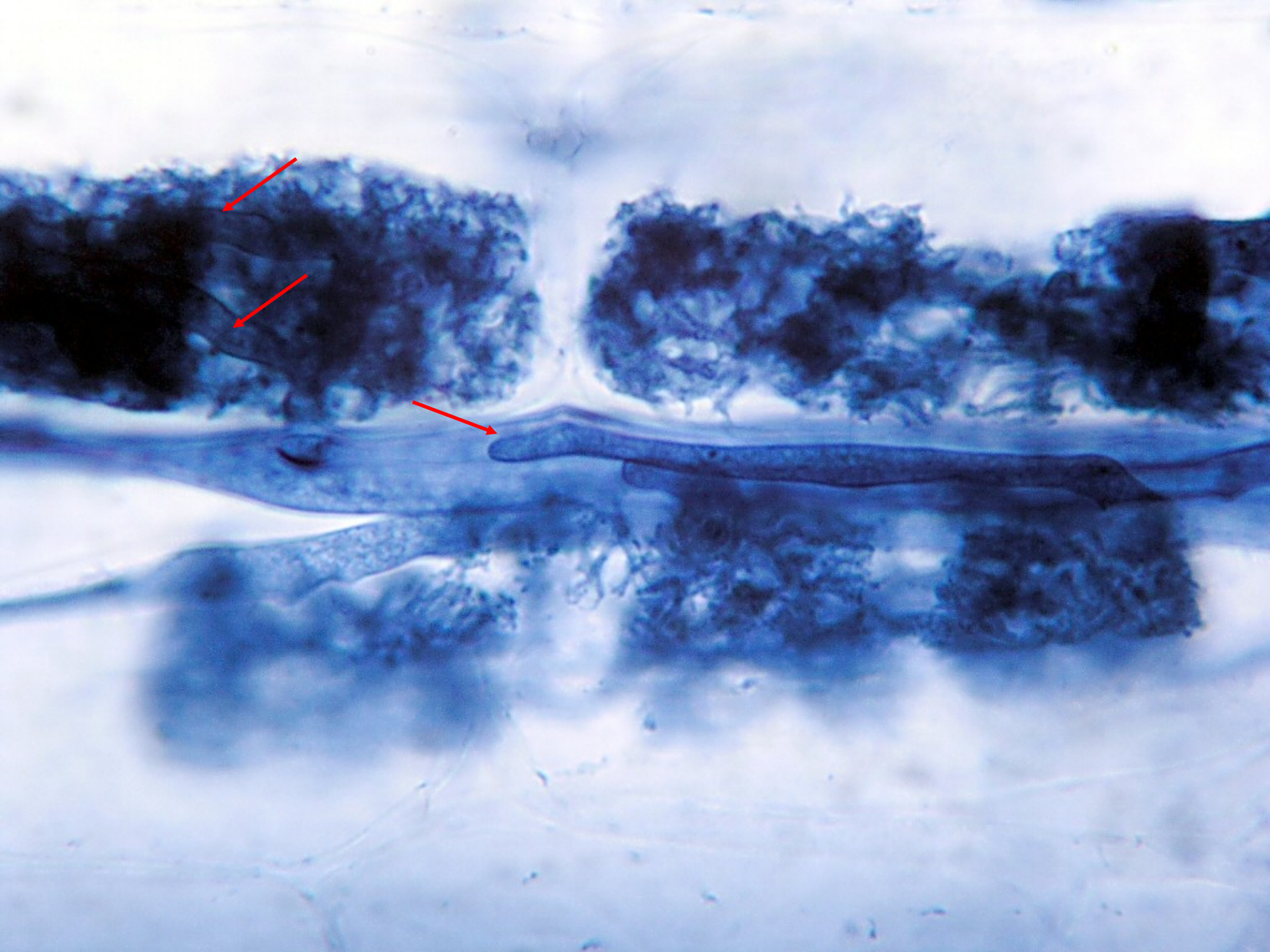
# Mykorhizní houby

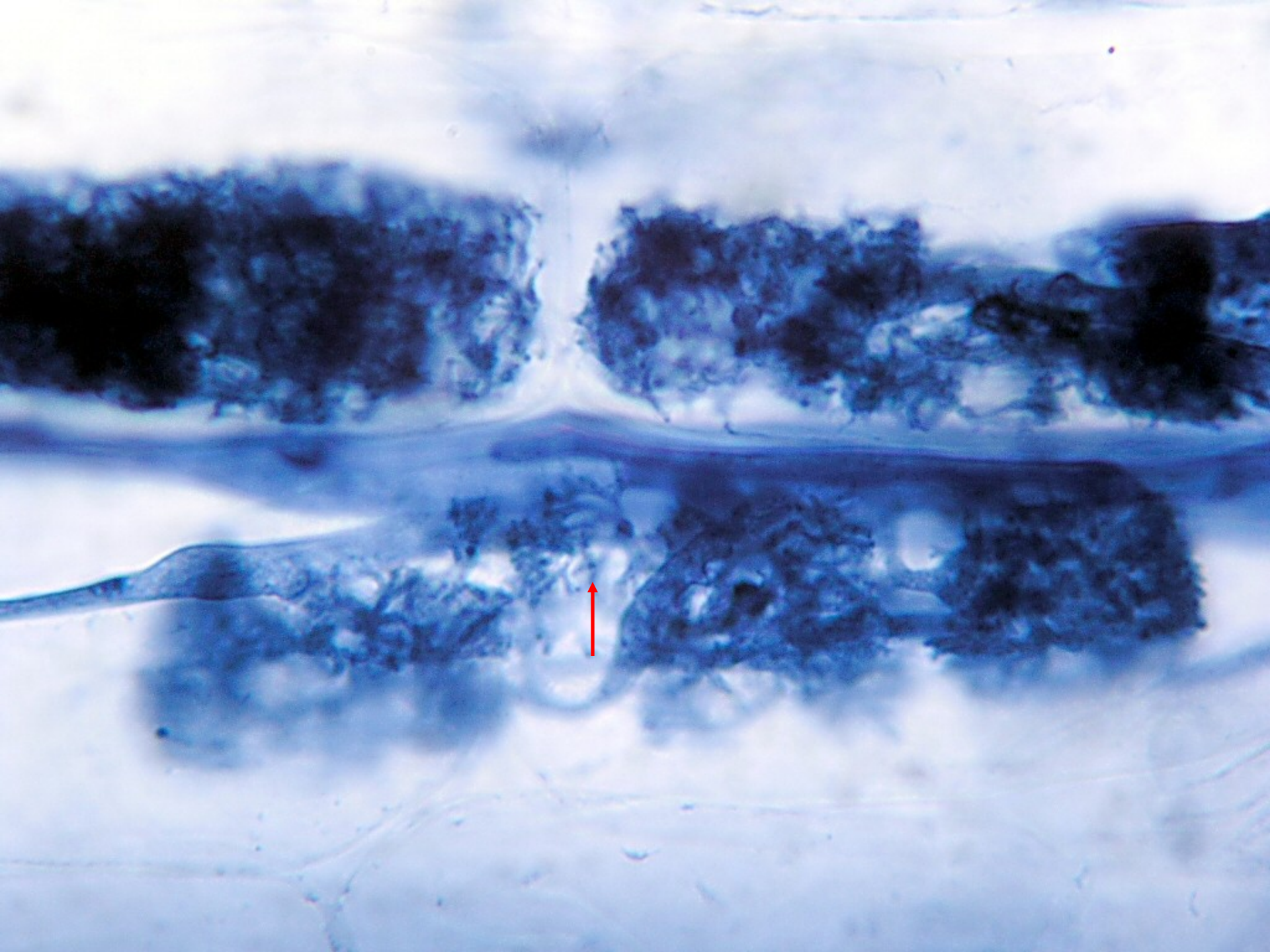
- výhradně nepohlavně se rozmnožující organismy!
- spory obsahují několik tisíc jader; rovněž nepřehrádkované mycelium je mnohojaderné
- genetická rozrůzněnost jader (heterokaryontní organismy) – možný mechanismus uplatňující se v evoluci namísto rekombinace alel; Mullerova rohatka (Mullers ratchet).

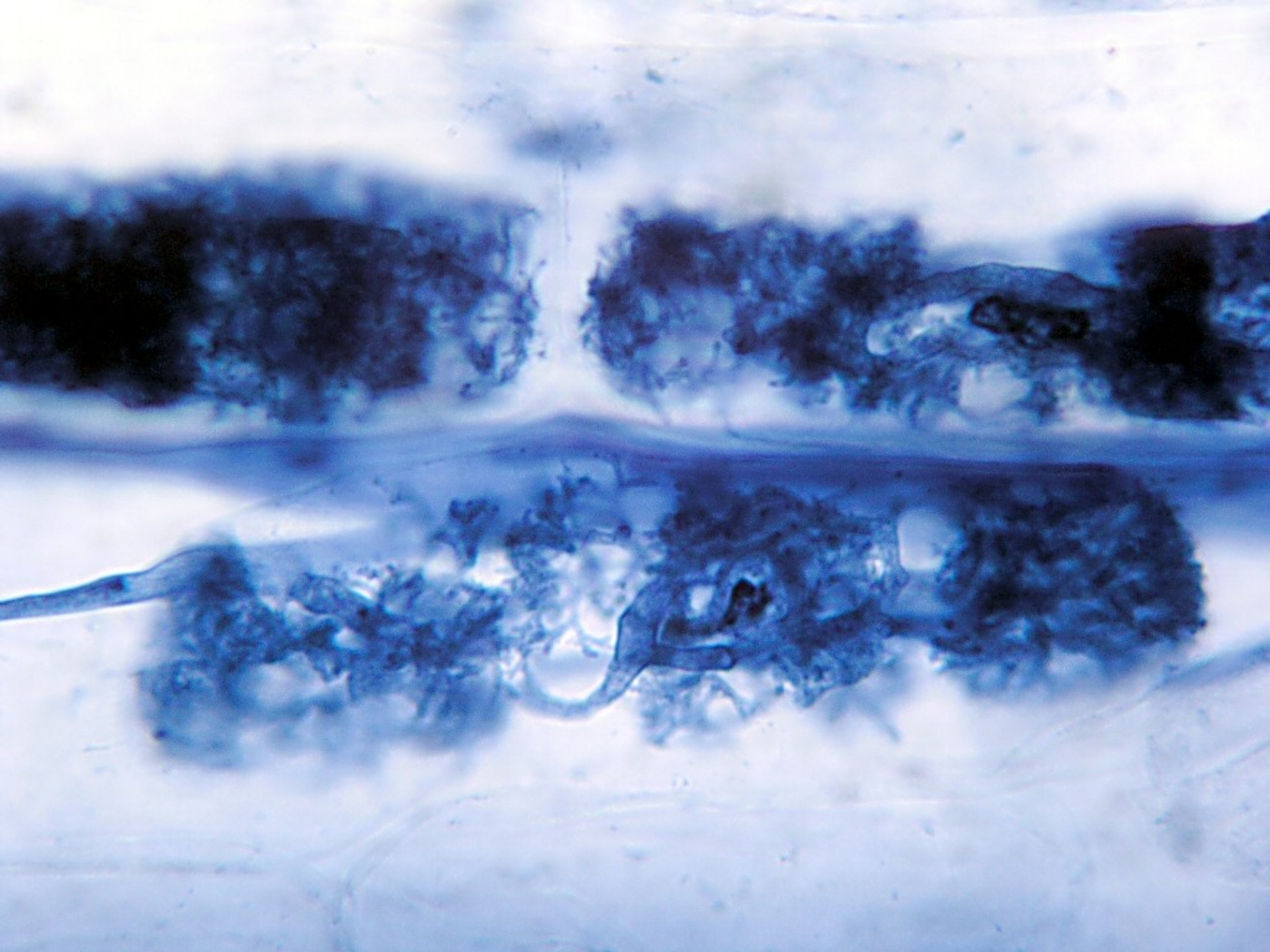
- Arbuskula (lat. arbuskula = stromeček; angl. arbuscule)
  - vnitrobuněčná struktura
  - považována za hlavní místo látkové výměny mezi hostitelem a symbiontem
  - několikanásobné dichotomické větvení kmenové (trunk) hyfy ⇒ zvětšení povrchu houby uvnitř kortikální buňky
  - povrch arbuskule obalen periarbuskulární membránou
  - poměrně krátká životnost arbuskulí

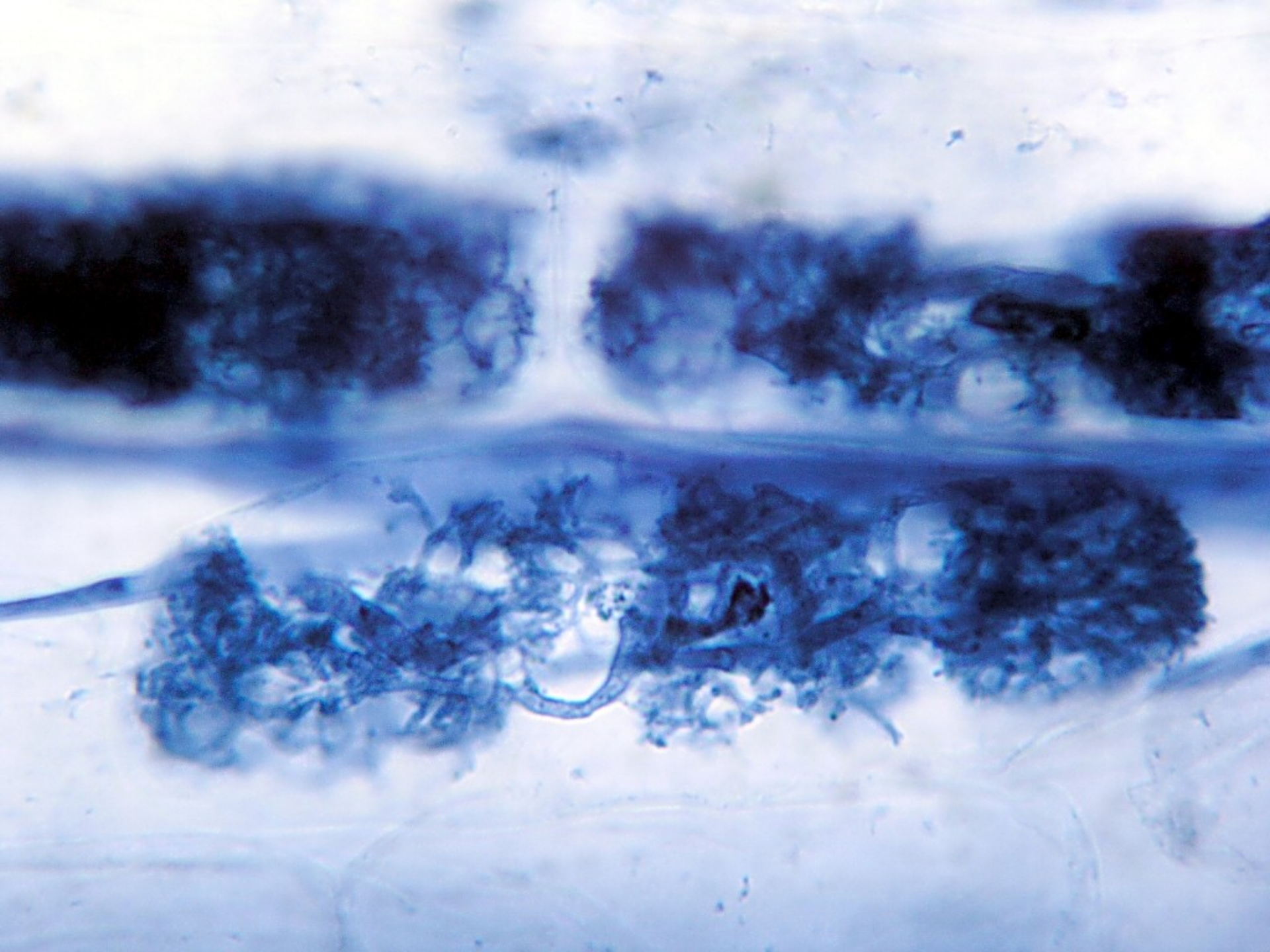
# Arbuskulární mykorhiza

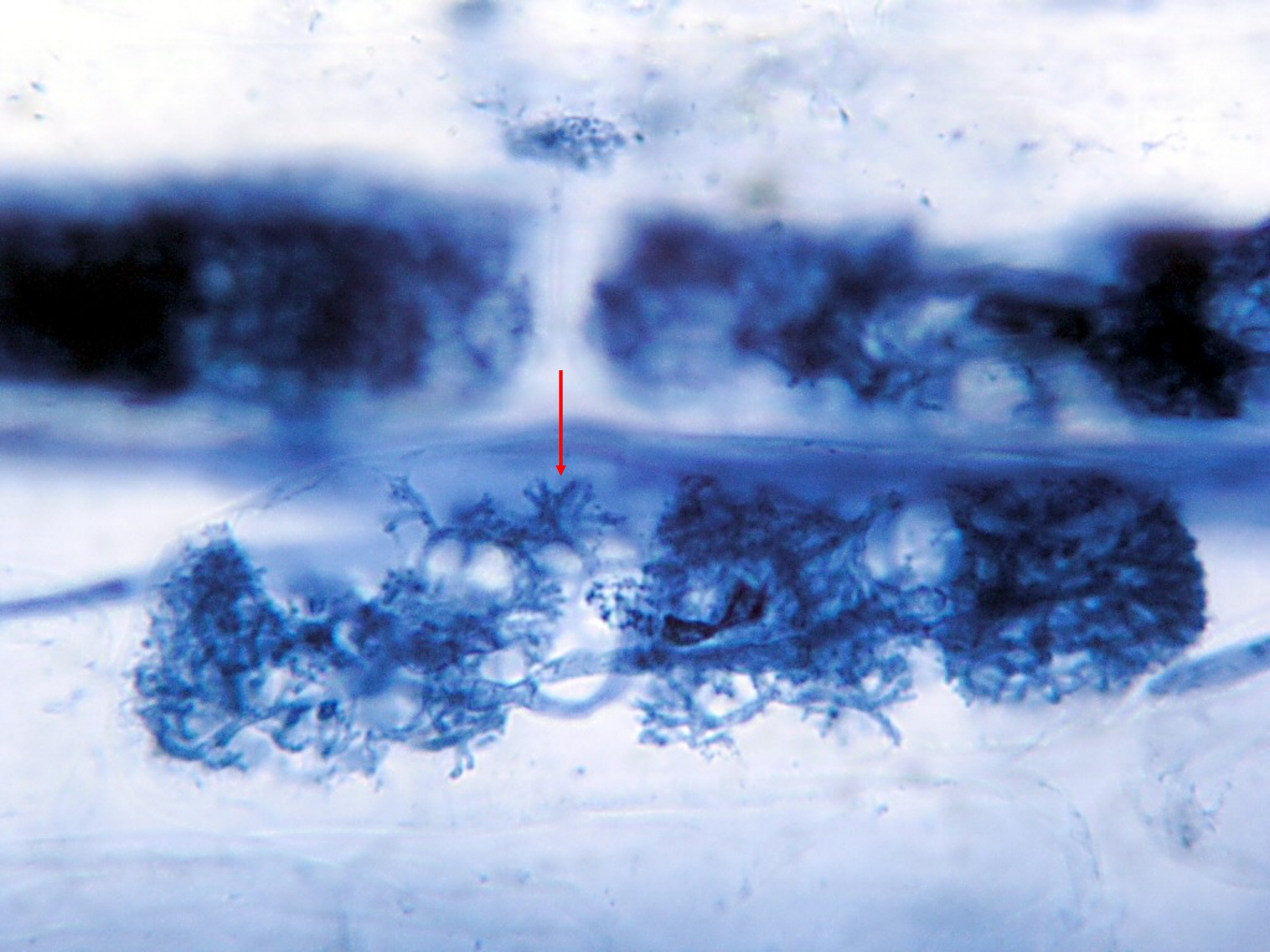


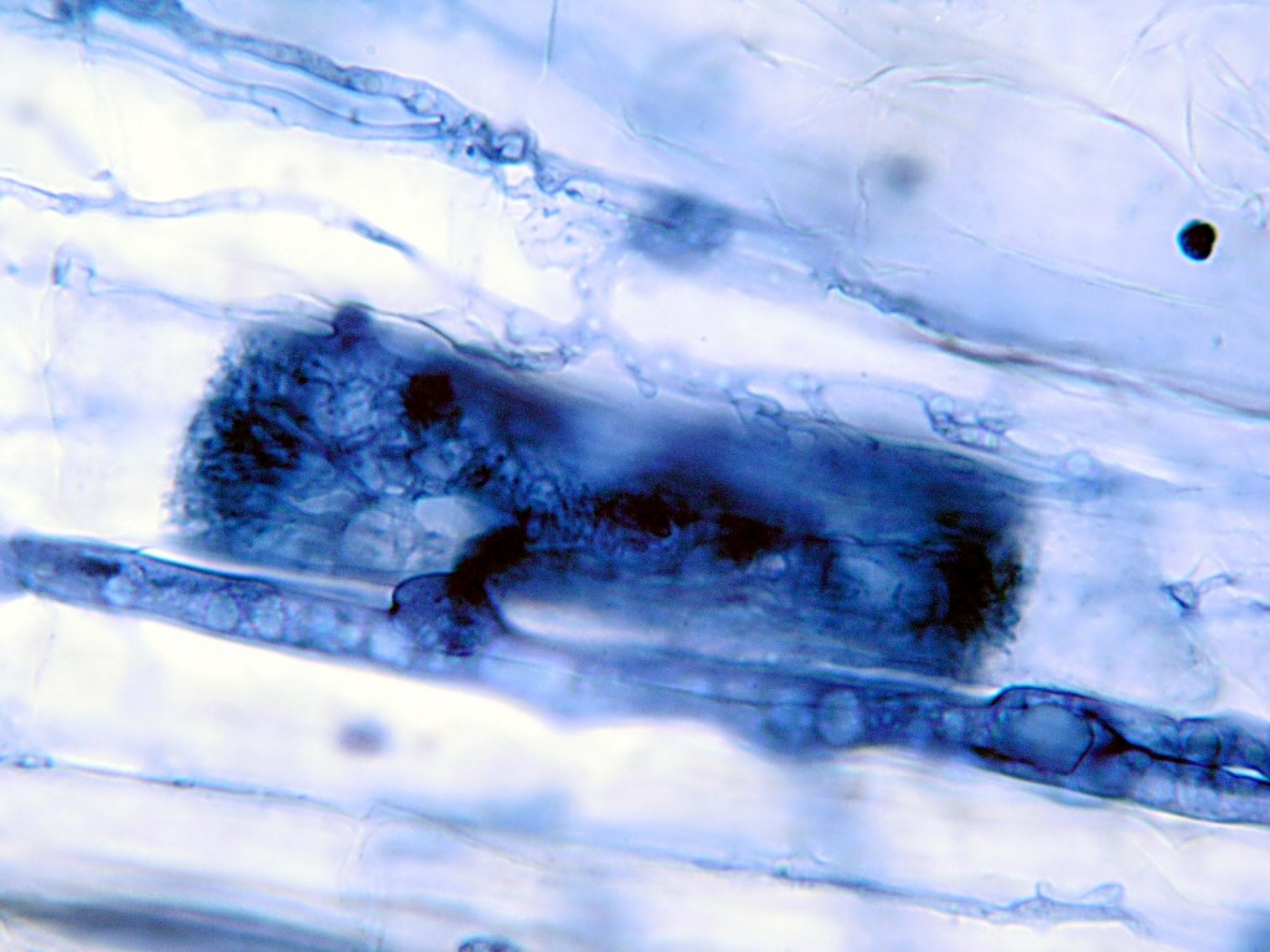


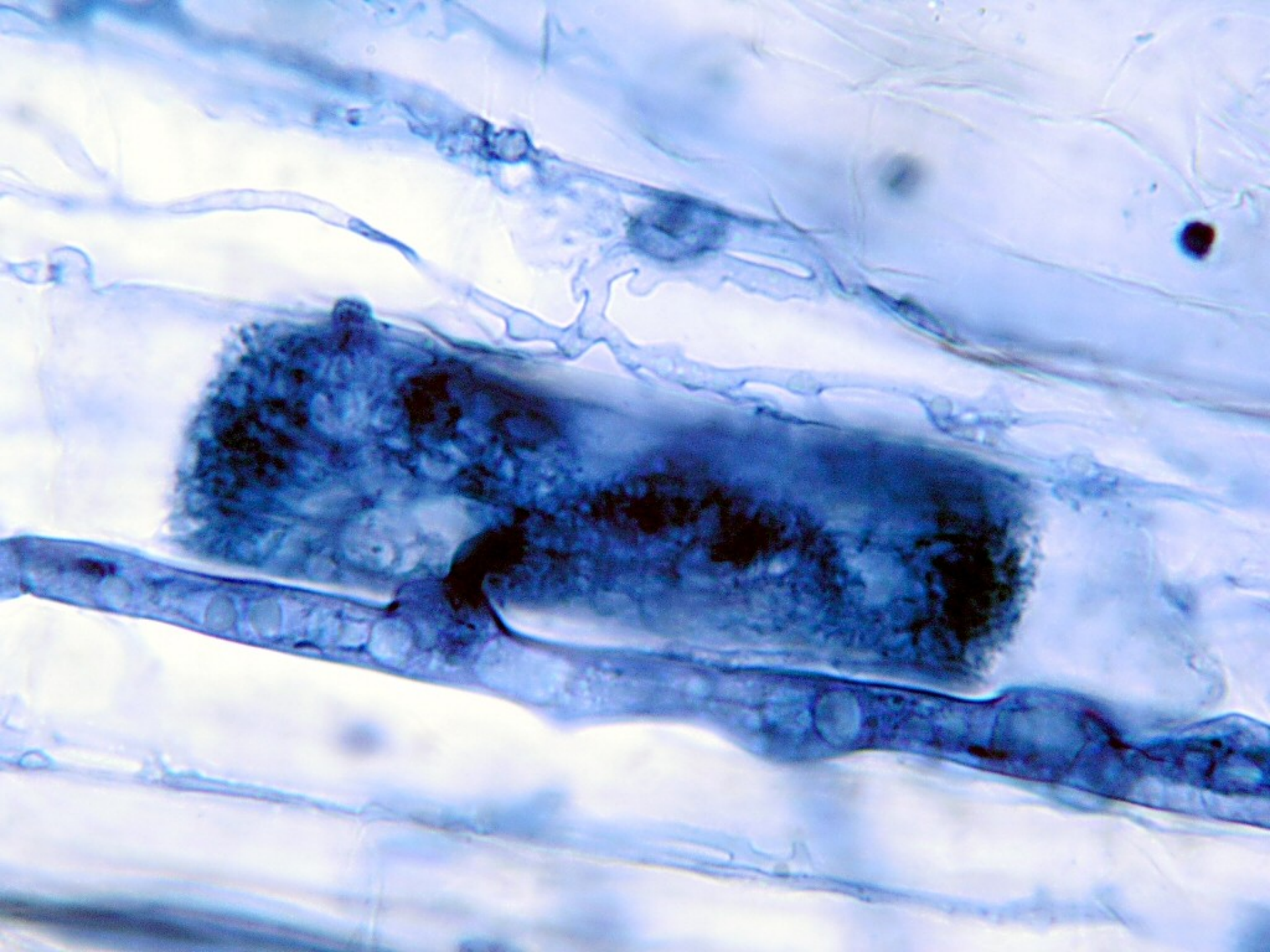


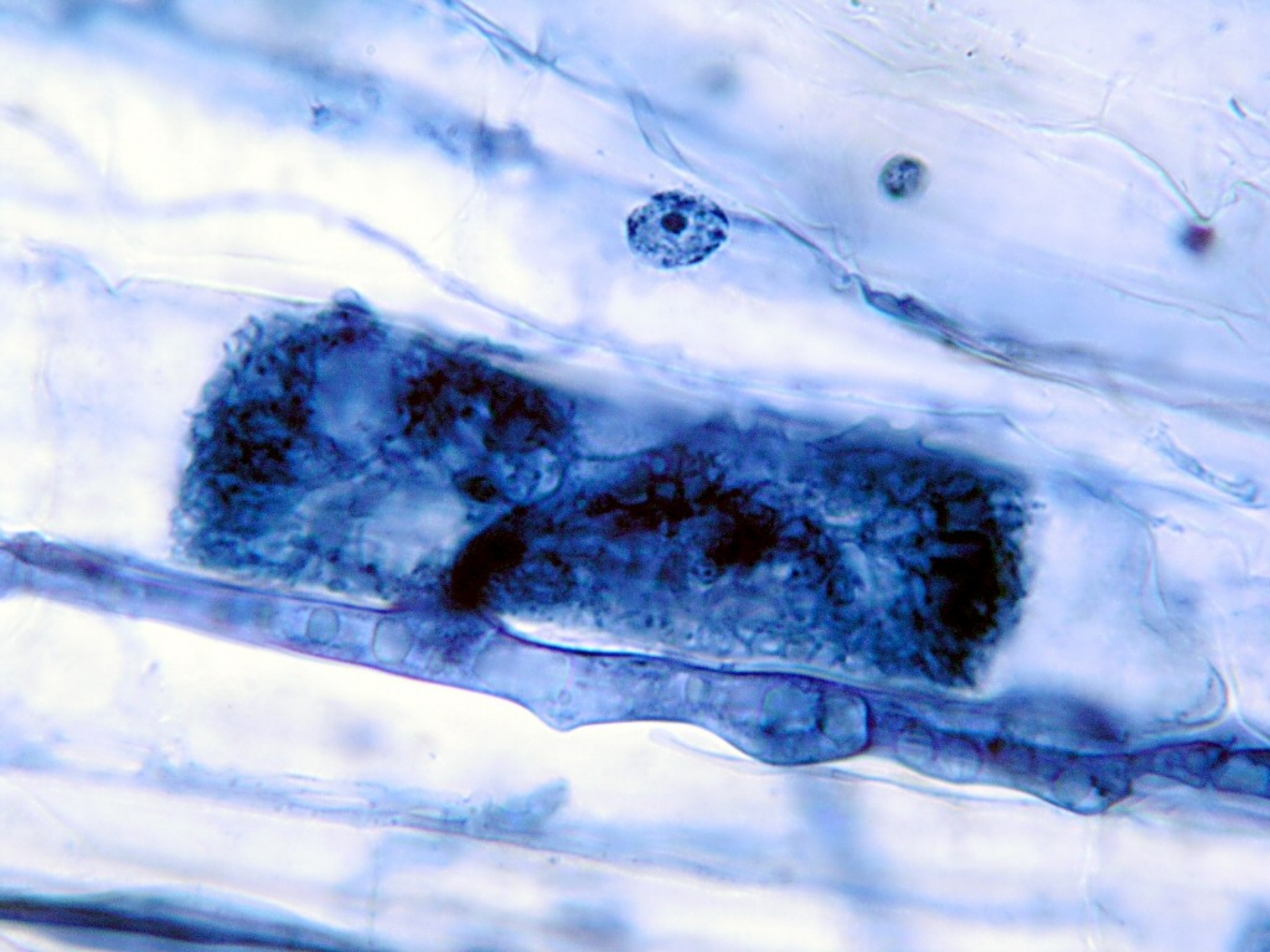


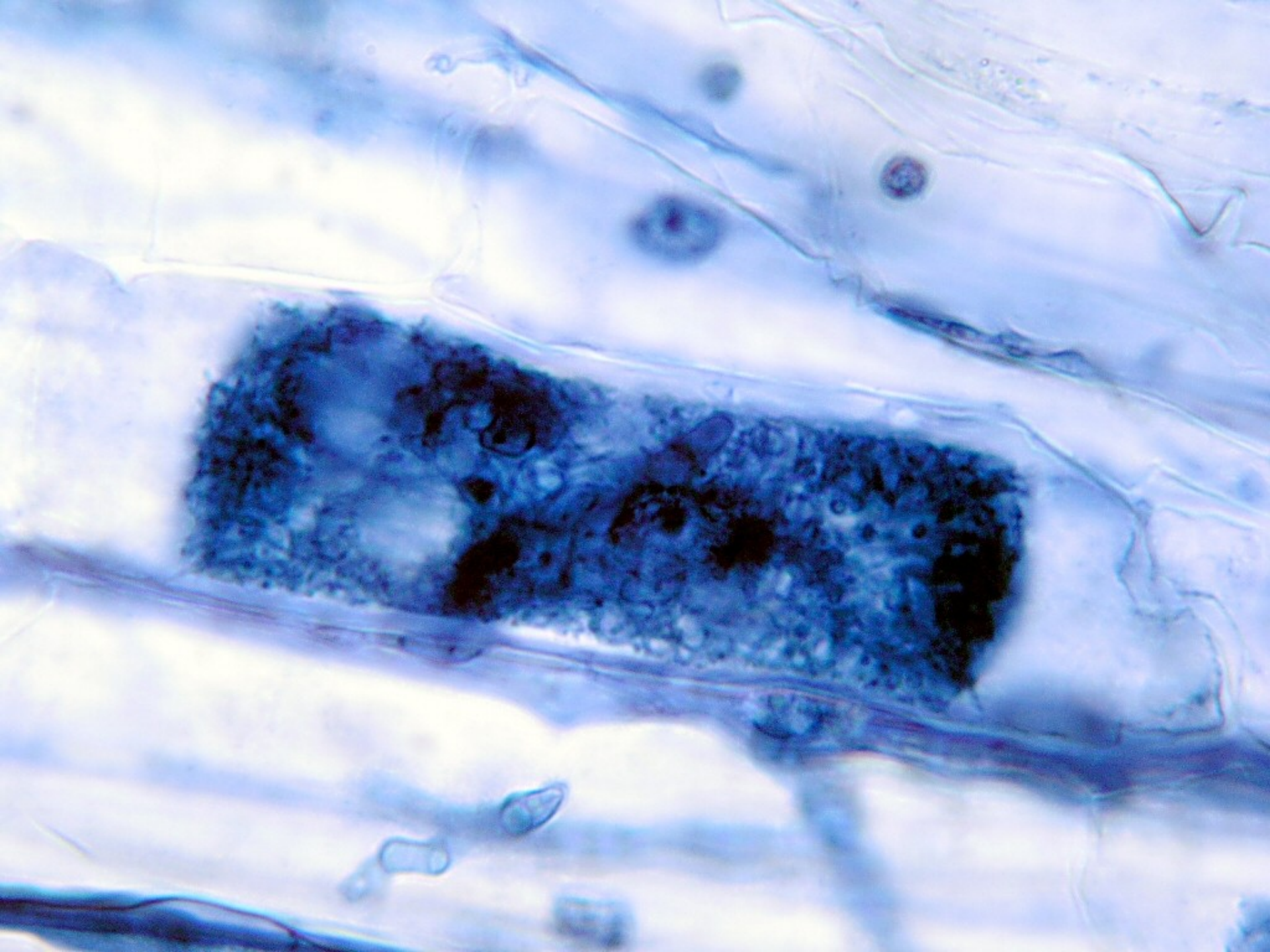


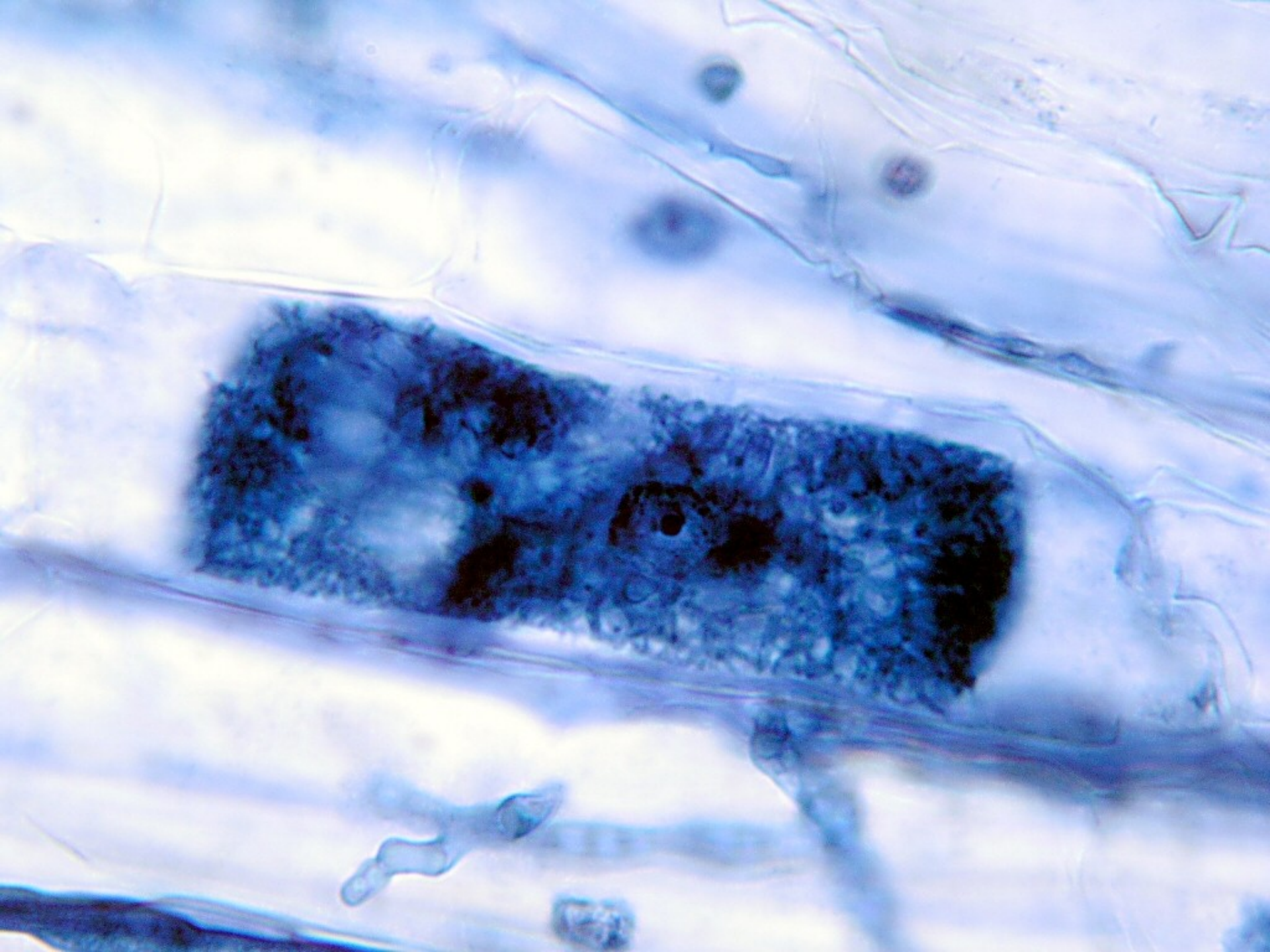


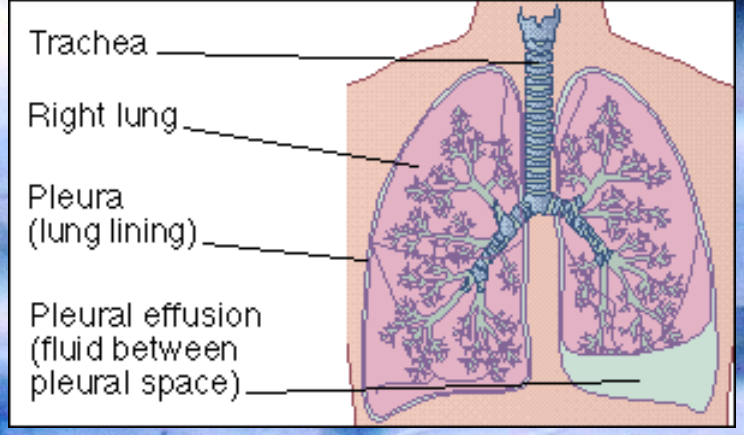


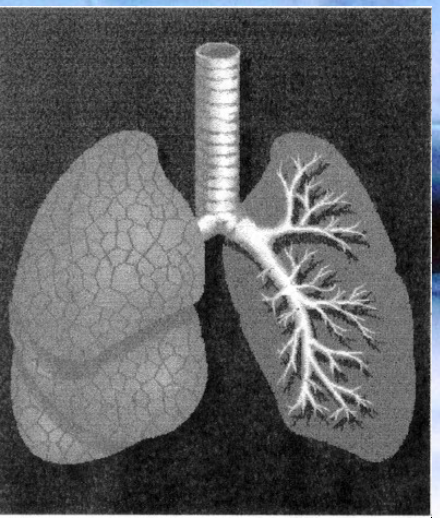




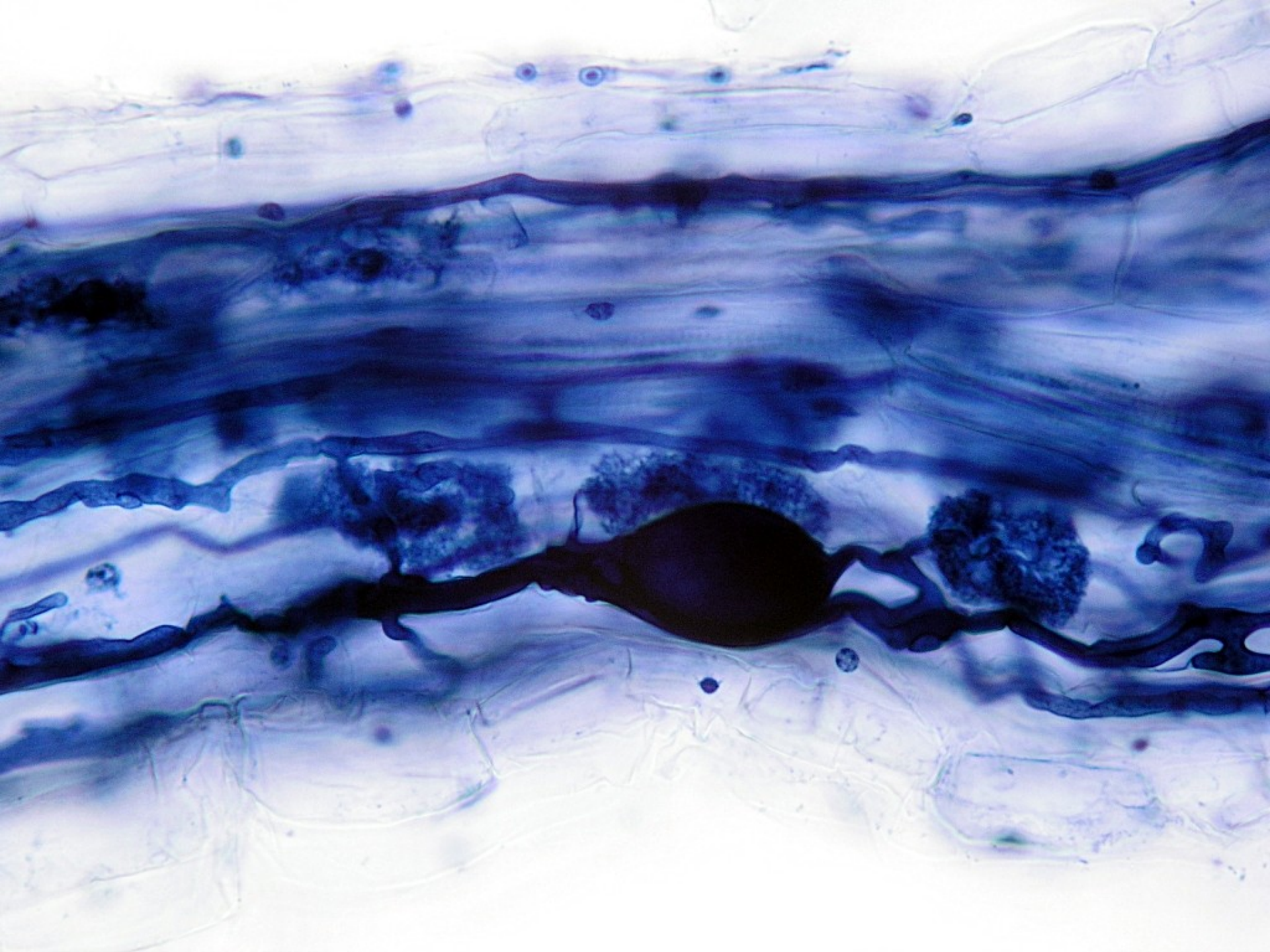


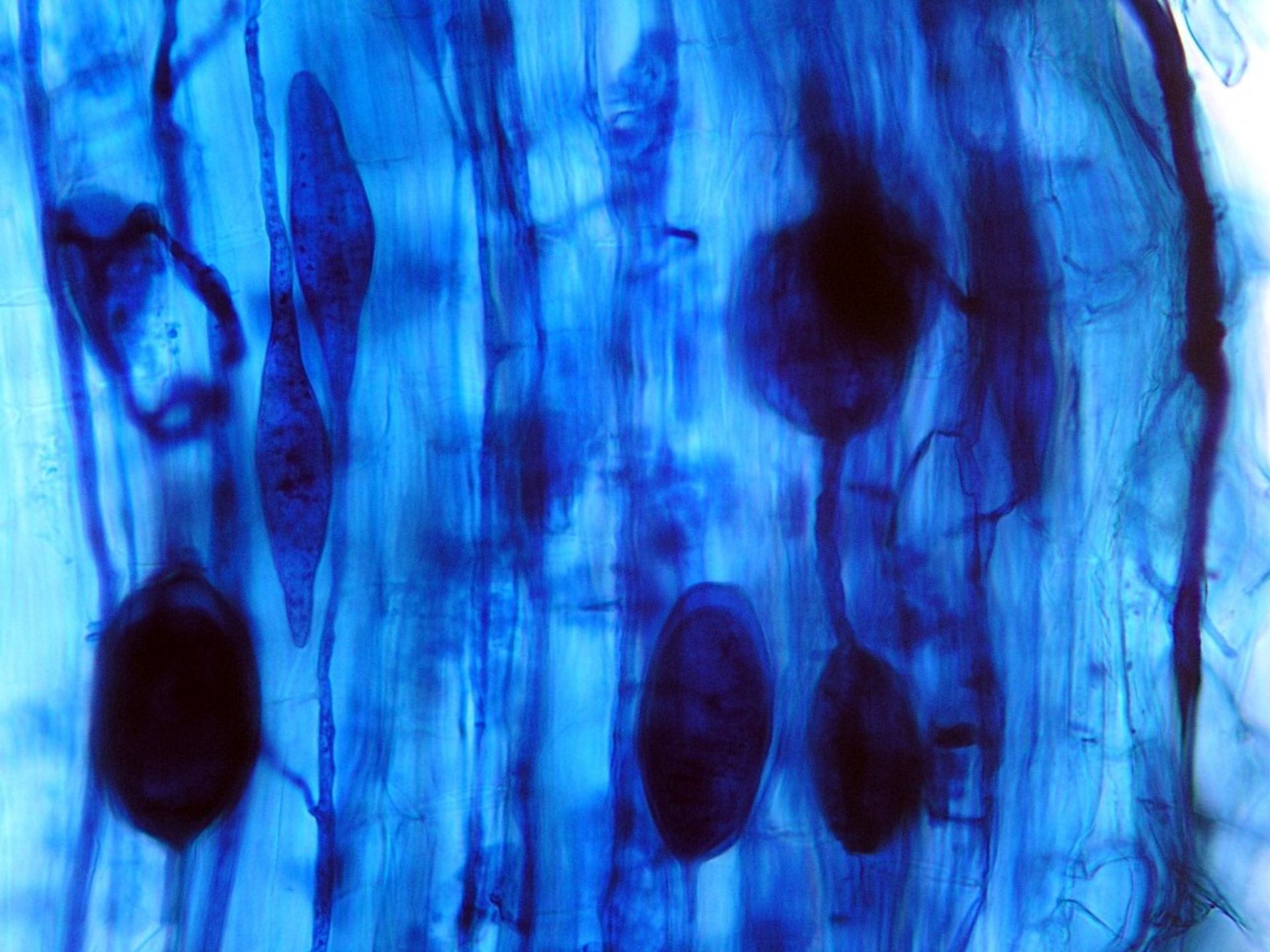



Trachea
Right lung
Pleura
(lung lining)
Pleural effusion
(fluid between
pleural space)



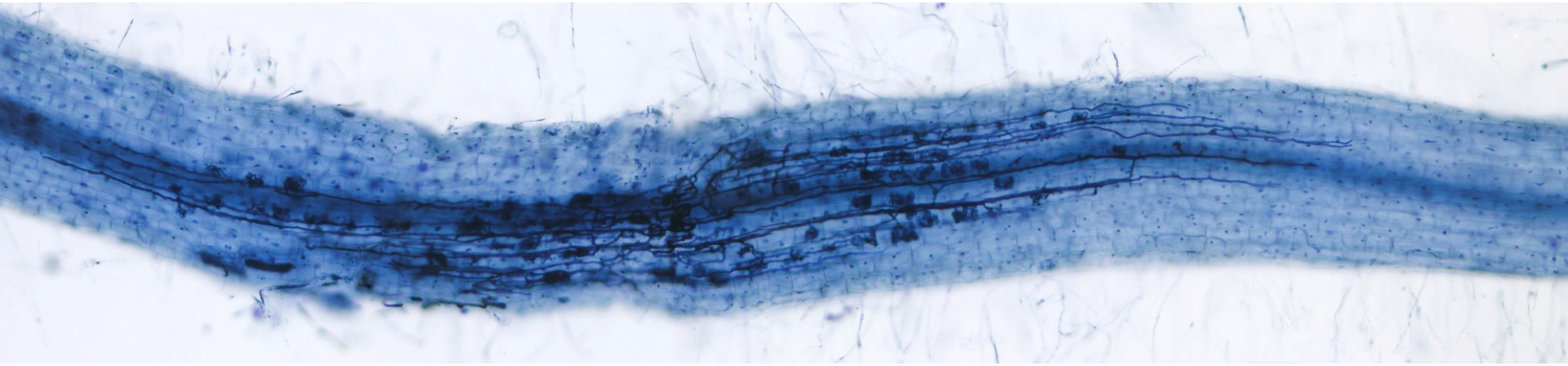
- Vezikula (lat. vesicula = měchýřek; angl. vesicle)
  - vnitrokořenová struktura, vnitro- i mezibuněčná
  - považována za zásobní strukturu – lipidy
  - víceméně kulovité rozšíření hyfy, neoddělené od mycelia septem; terminální a interkalární vezikly
  - vytváří je pouze zástupci podřádu *Glomineae*, zástupci podřádu *Gigasporineae* je nevytváří
  - vezikulo-arbuskulární mykorrhiza



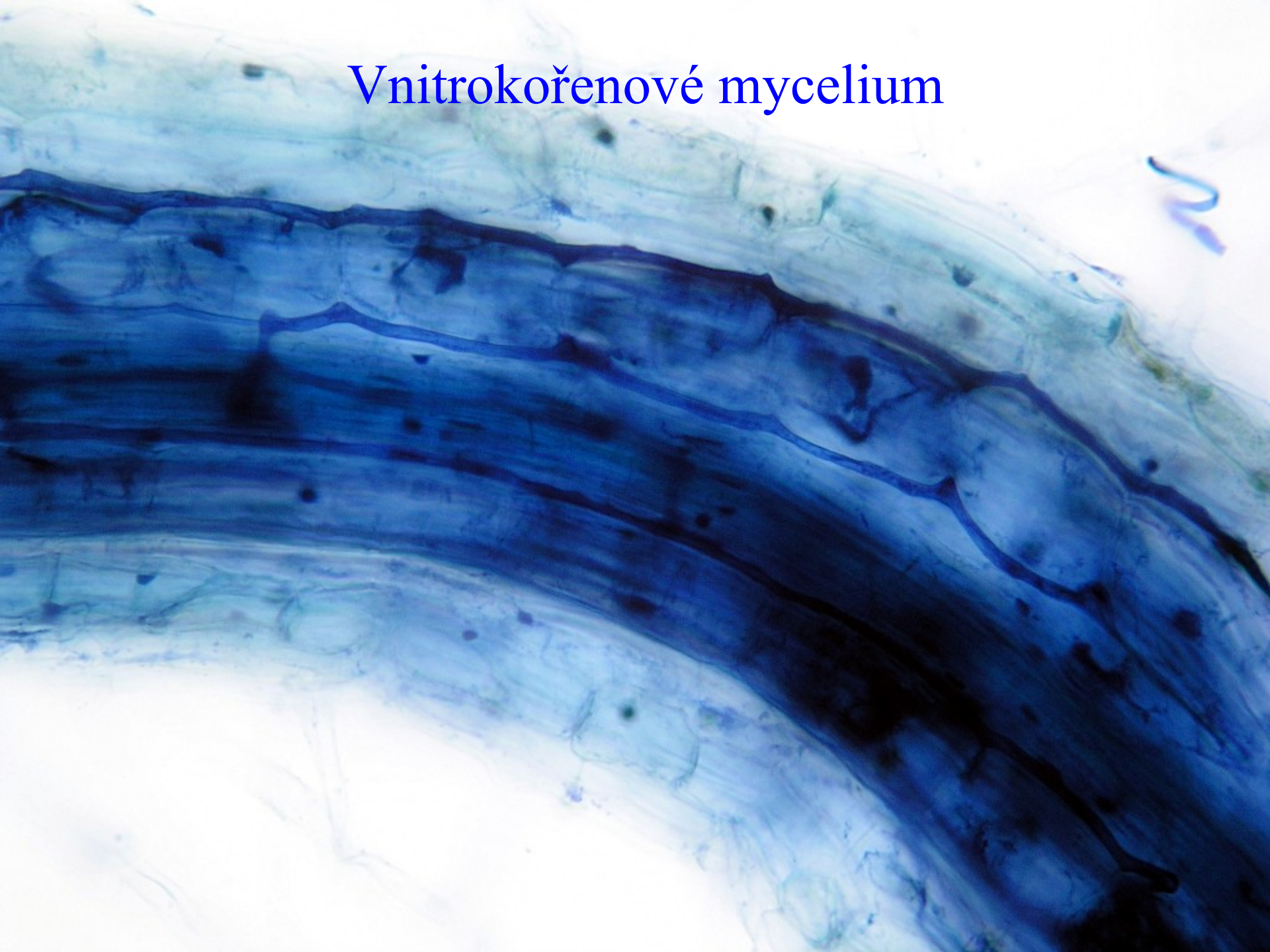


- hyfy (mycelium), pomocné buňky, spory
  - vnitrokořenové a mimokořenové mycelium
  - typicky nepřehrádkované, při kontrakci cytoplazmy z odumírajících částí mycelia se septa vytvářejí
  - mimokořenové mycelim: auxiliární (pomocné) buňky a BASy (branched absorbing structures)
    - auxiliární buňky – analog vezikulí? ; pouze u podřádu *Gigasporineae;* auxiliary vesicles, external vesicles
    - BAS - struktura analogická arbuskulím?
  - apresorium (terček): ztloustlá a zpoštěná hyfa v místě penetrace do kořene

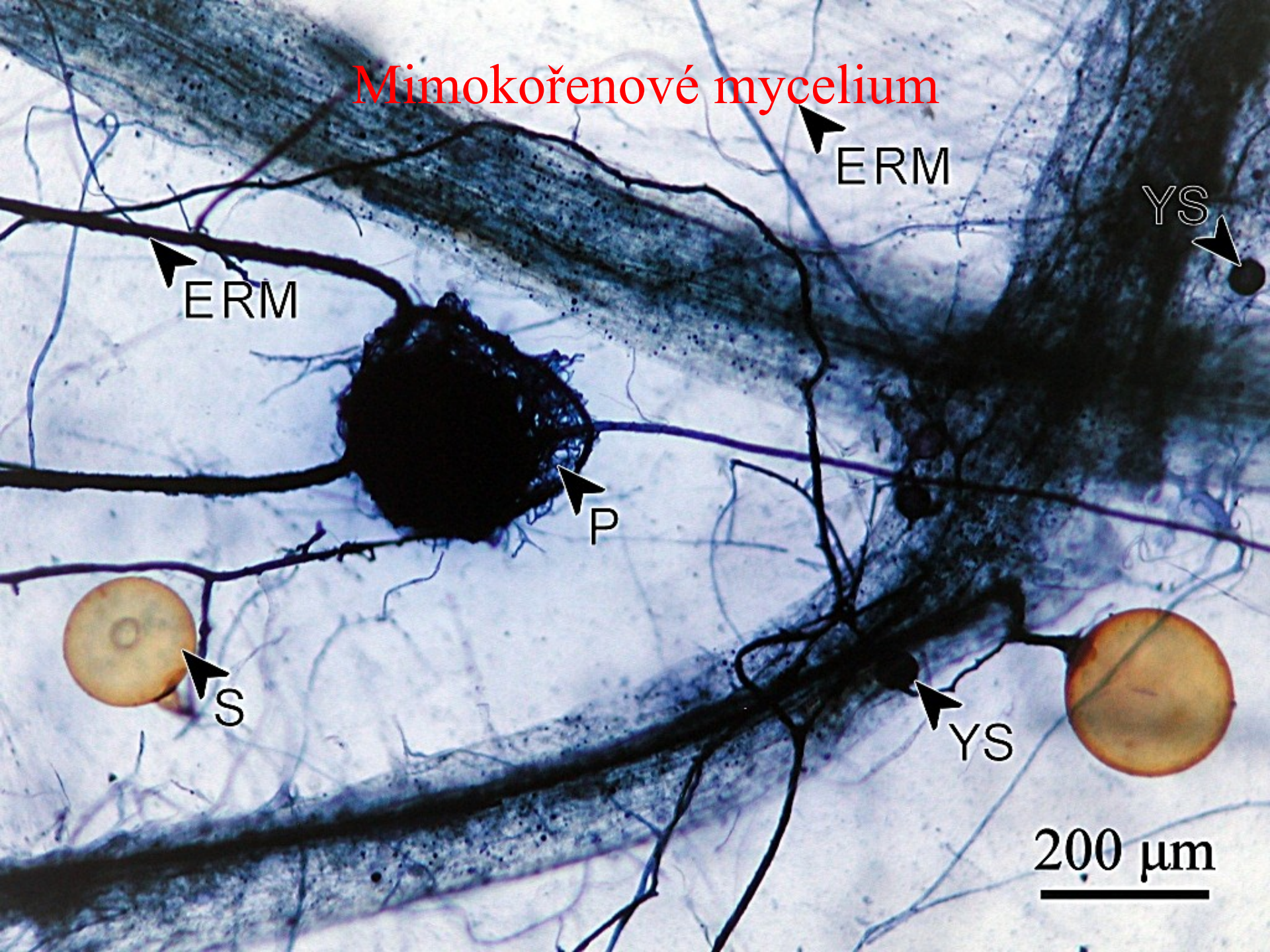
# Vnitrokořenové mycelium



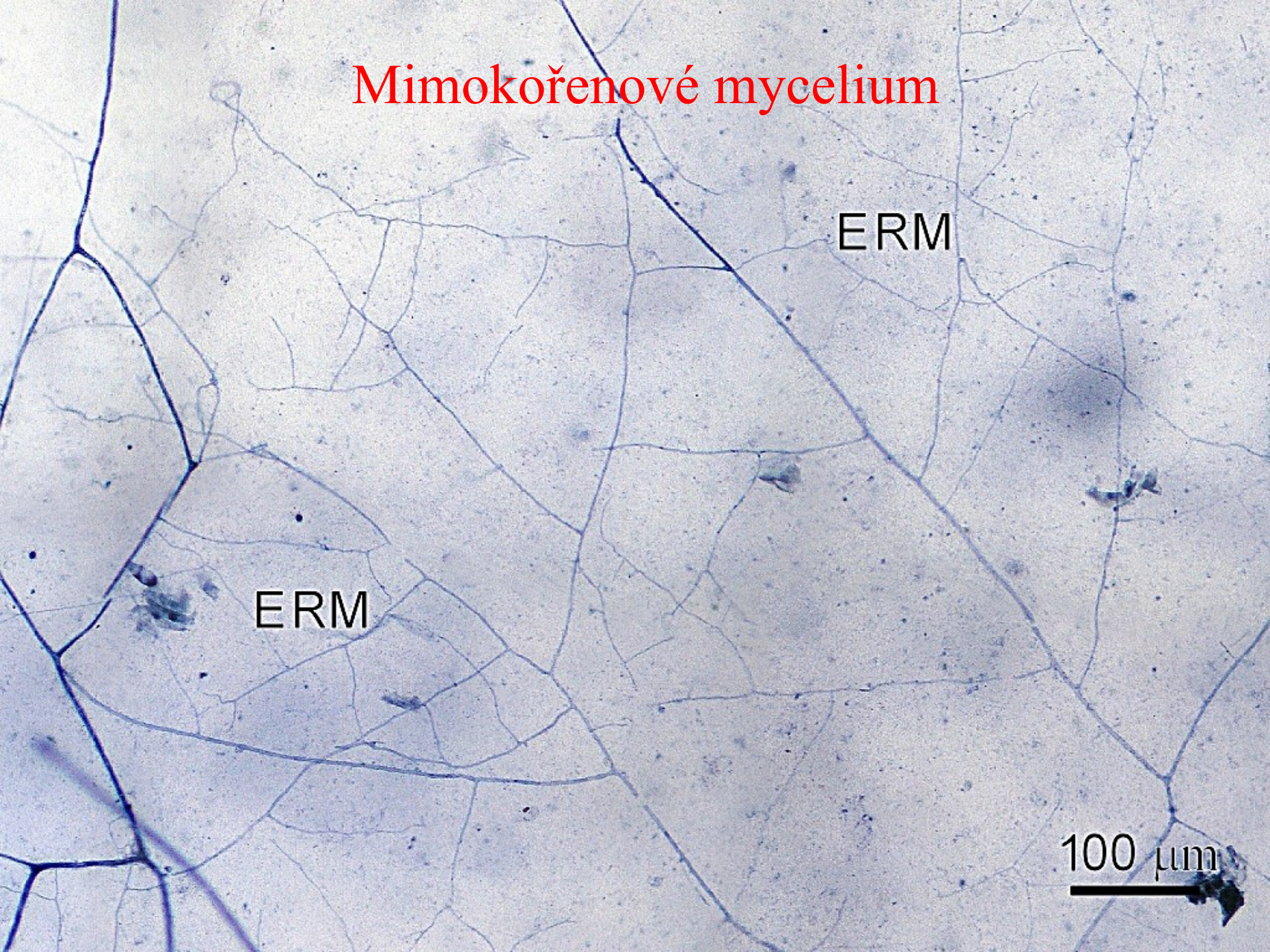
# Vnitrokořenové mycelium



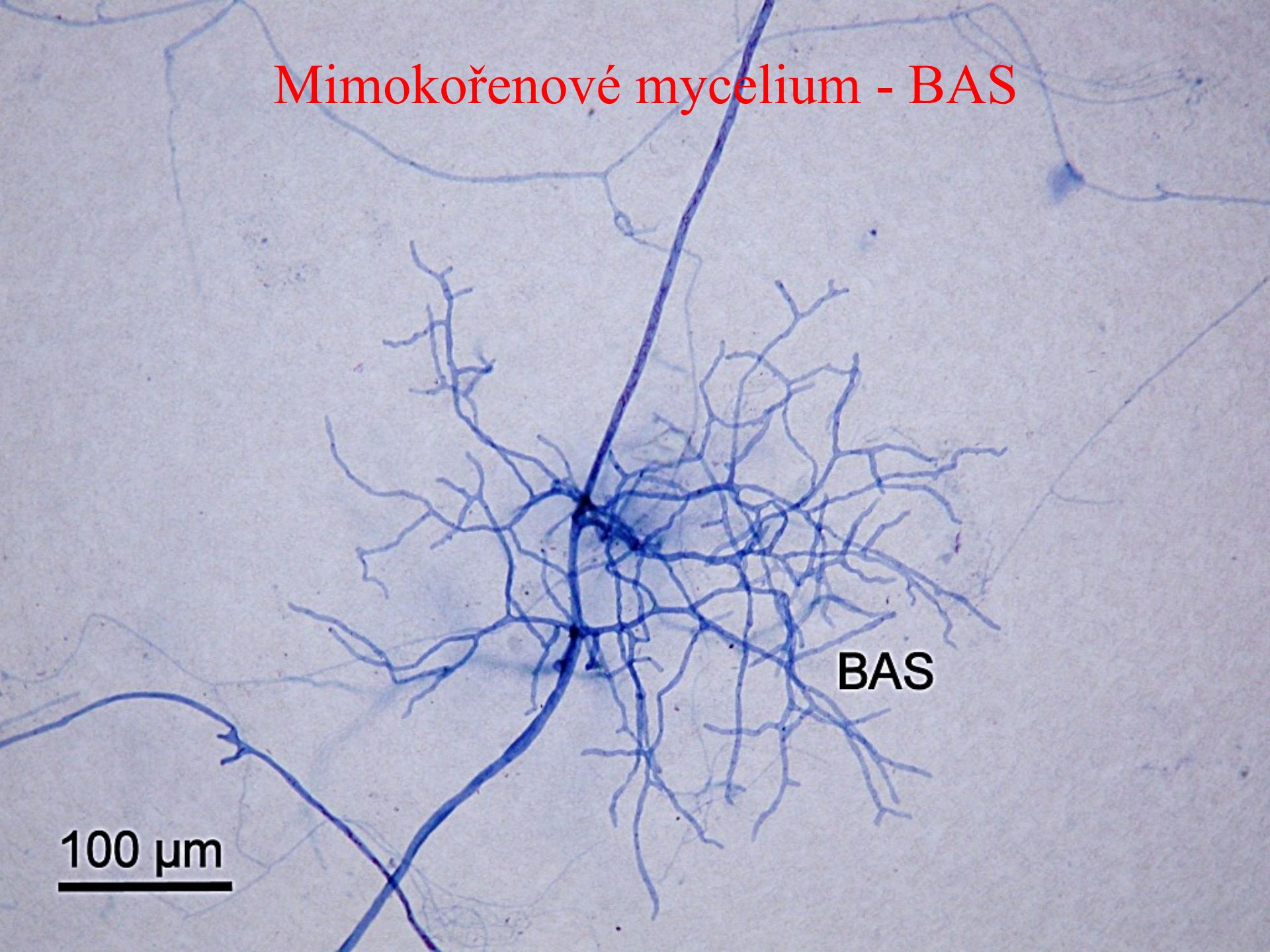
# Mimokořenové mycelium



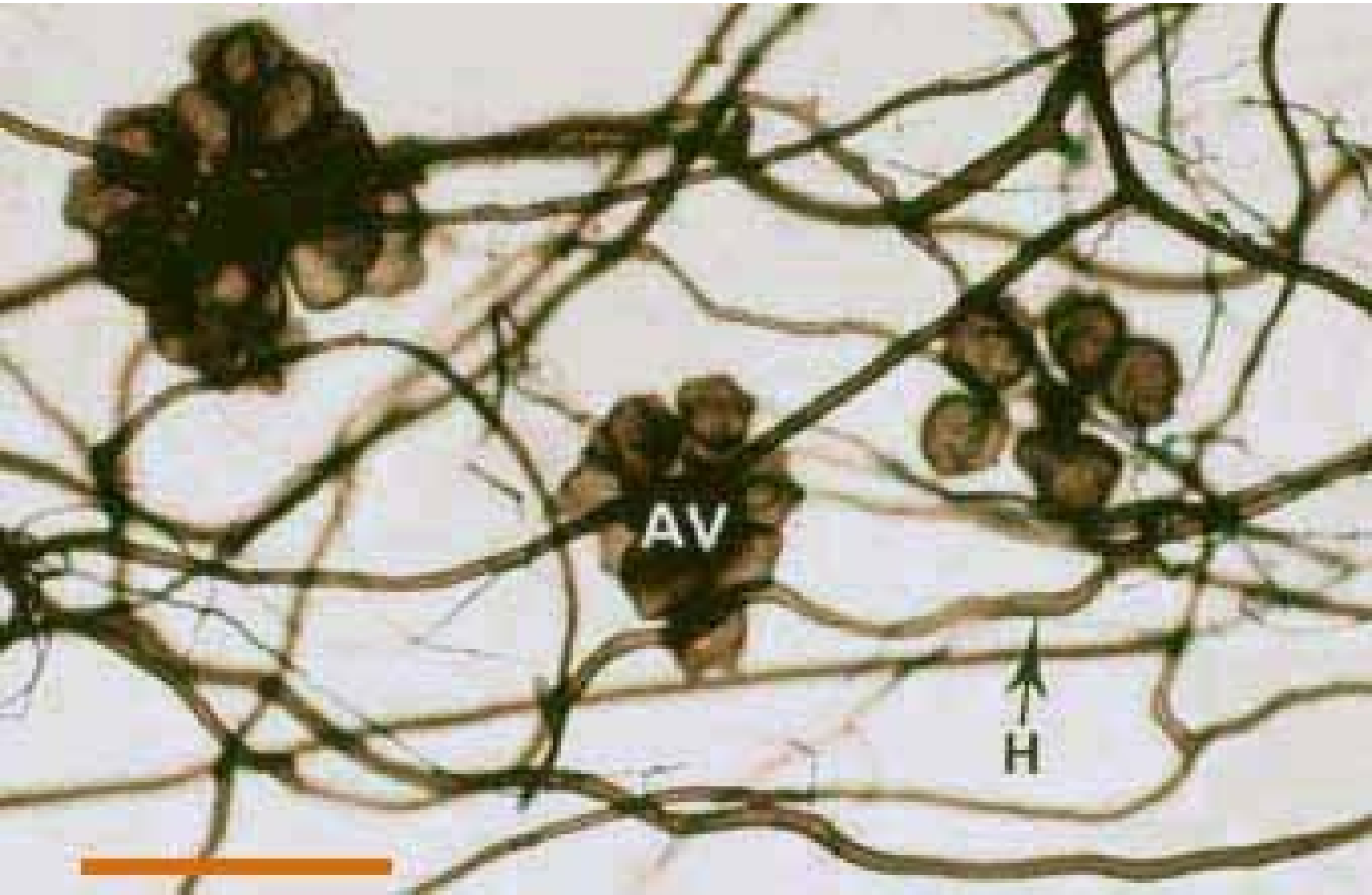
# Mimokořenové mycelium



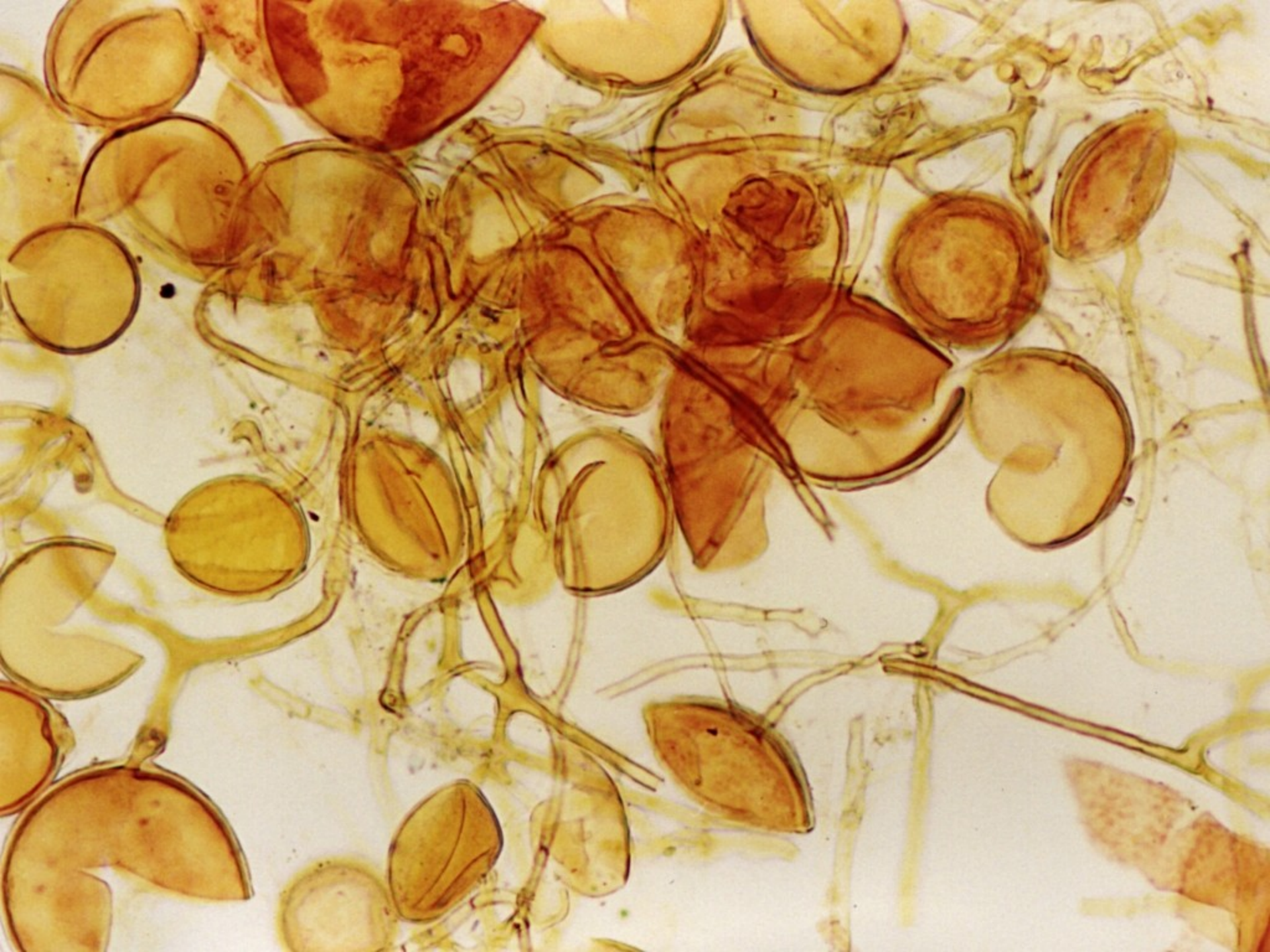
# Mimokořenové mycelium - BAS



# Mimokořenové mycelium – auxiliary cells



Spory (azygospory, chlamydospory)

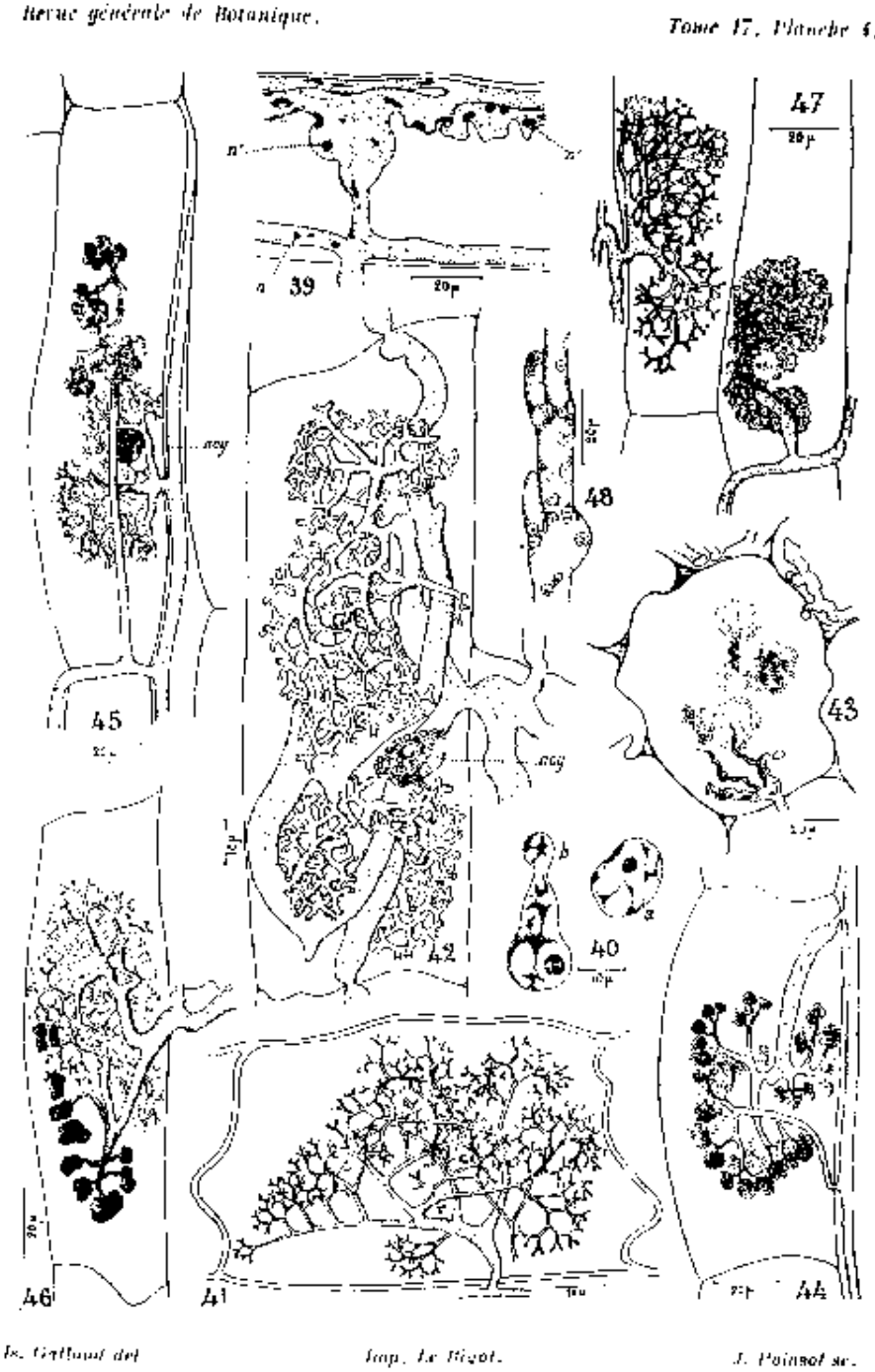


Je možné na základě morfologie vnitrokořenových struktur určit, jaký taxon houby rostlinu kolonizoval?

# ..aby to nebylo tak jednoduché…

…již v r. 1905 francouzský botanik Gallaud rozlišil dva morfotypy AM, *Arum* a *Paris*


- Gallaud I. 1905. Études sur les mycorrhizes endophytes. Revue General de Botanique **17:** 5-48, 66-83, 123-136, 223-239, 313-325, 425-433, 479-500

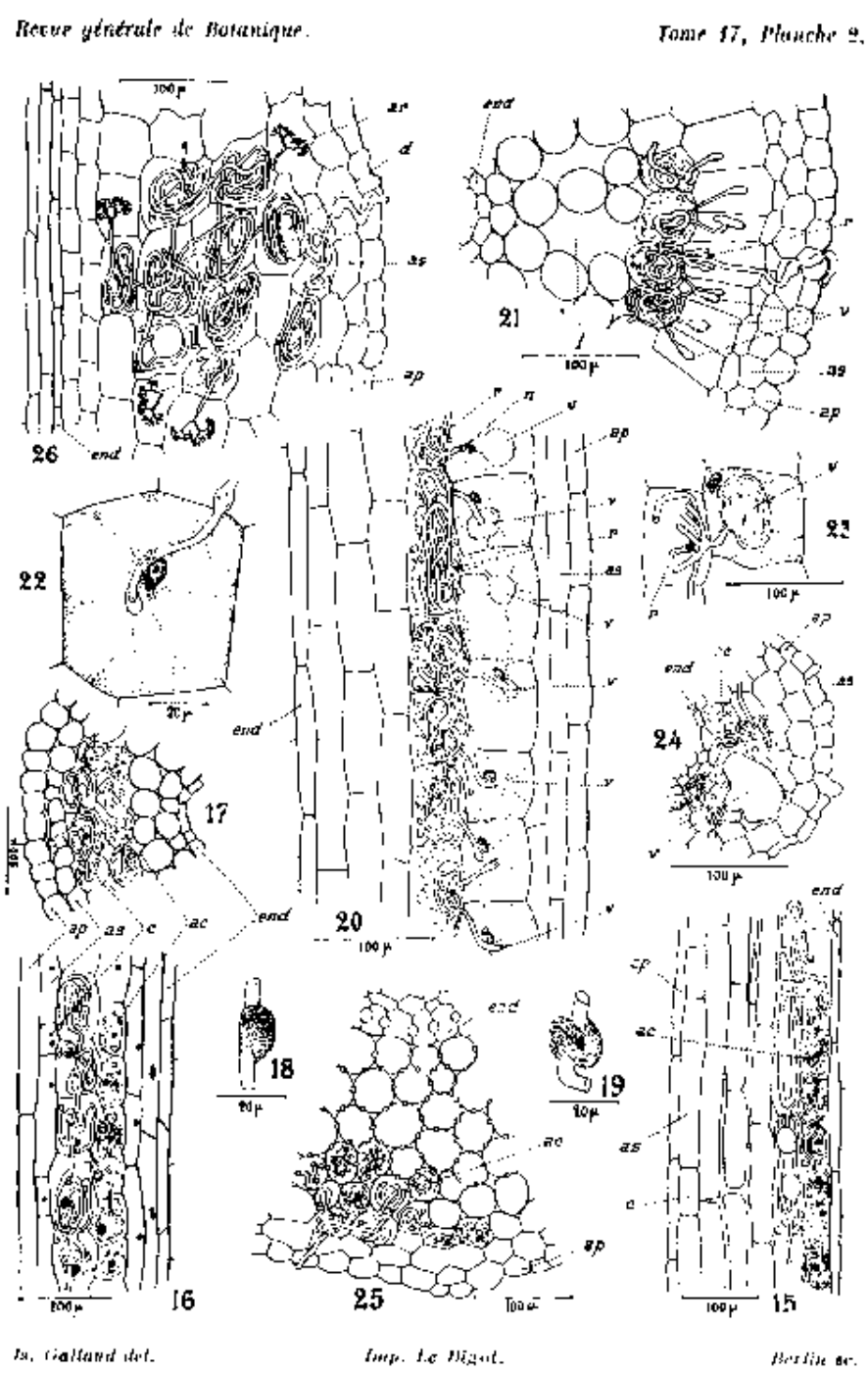



# *Arum* morfotyp

–velké laterální arbuskuly

–hyfy šířící se převážně mezibuněčnými prostorami

–charakteristické pro rostliny s velkými mezibuněčnými prostorami

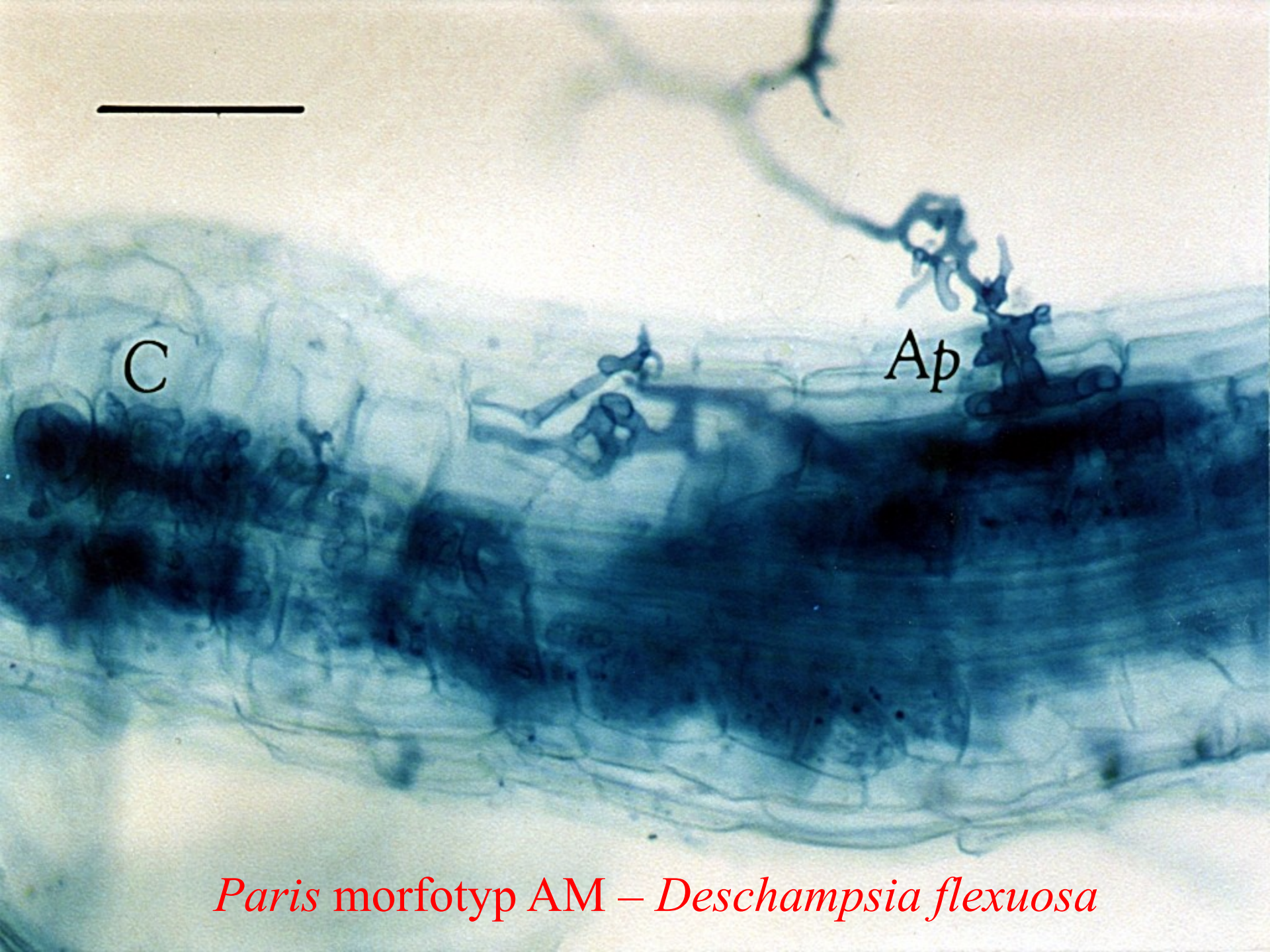



# *Paris* morfotyp

–pouze malé arbuskuly, často zcela chybí

–hyfy šířící se převážně přímo z buňky do buňky; vytvářejí v nich smyčky (klubíčka, smotky; coils)

–charakteristické pro rostliny s malými mezibuněčnými prostorami




*Paris* morfotyp AM – *Deschampsia flexuosa*

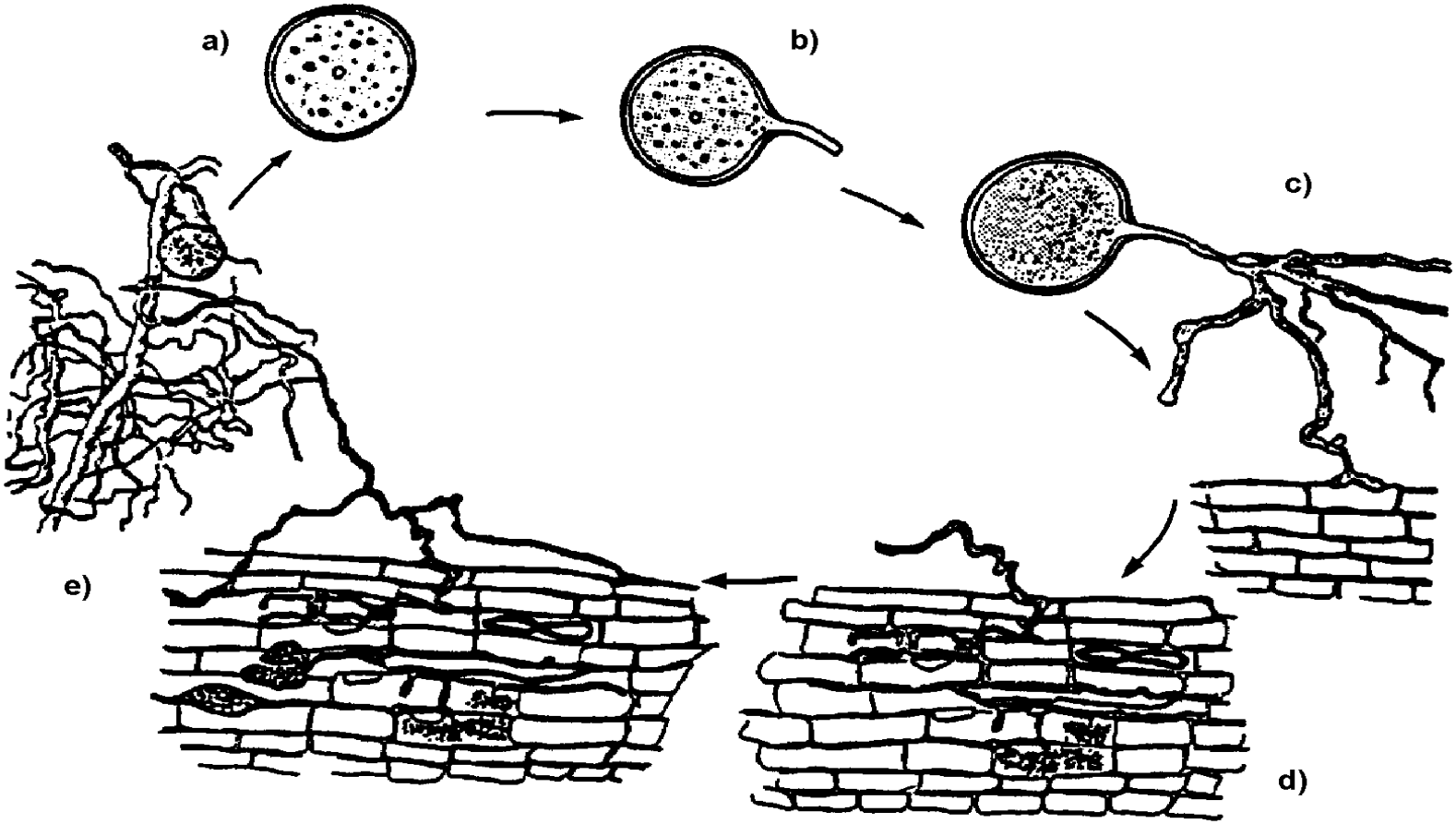
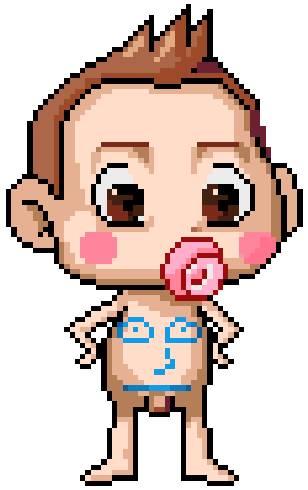
# Ale…

- je skutečně velikost intercelulár hlavním znakem určujícím, jaký morfotyp se vyvine?
- vliv ekologických podmínek na velikost intercelulár
- hraje roli i druhová identita hostitele nebo symbiotické houby?

- dodnes jsou publikovány články, jejichž základem je zjišťování výskytu toho kterého morfotypu u (planých) rostlin
- Arum je typický pro většinu zemědělských plodin – je o něm mnohem více poznatků
- Paris se vyskytuje u značné části planých druhů
- místa látkových přenosů? „arbuskulocentrismus“

- Historické srovnání:
  - první pozorování arbuskulární mykorrhizy: Nägeli 1842
  - detailní popis morfotypů AM: Gallaud 1905
  - první umělá kultivace rostlin s AM houbou a zjištění identity AM houby: Mosse 1953
  - od ca 2007: molekulárně biologické determinace hub vs. stále nevyřešené otázky ohledně morfotypů

# Životní cyklus AM hub



# …a to je pro dnešek vše