

Meristémy

Kořenový meristém

Rostlinná embryologie

Mgr. Hana Cempírková, Ph.D.

Klasifikace pletiv podle původu:

(Nägeli 1858)

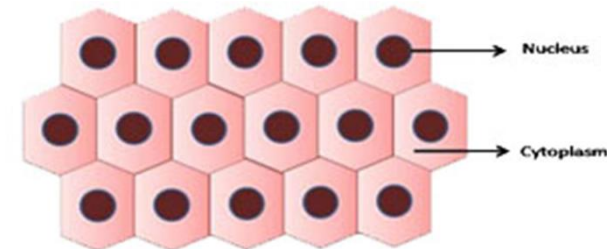
1. dělivá (meristémy)

2. trvalá

cytologie meristémů

- parenchym (buňky izodiametrické, protáhlé, destičkovité)
- nebo prosenchym (buňky protáhlé, na koncích zašpičatělé)
- buňky:
 - malé rozměry
 - velké jádro a jadérko
 - tenká buněčná stěna
 - hustá cytoplazma (pouze provakuoly)
 - bez intercelulár

A typical meristematic tissue



Klasifikace meristémů

difúzní (v rané fázi vývoje celá rostlinná embryo = **protomeristém** -
embryonální meristémy

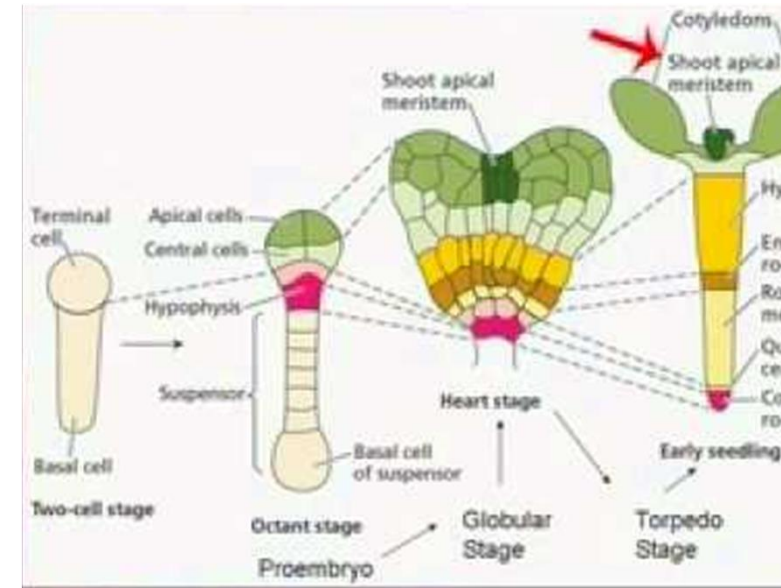
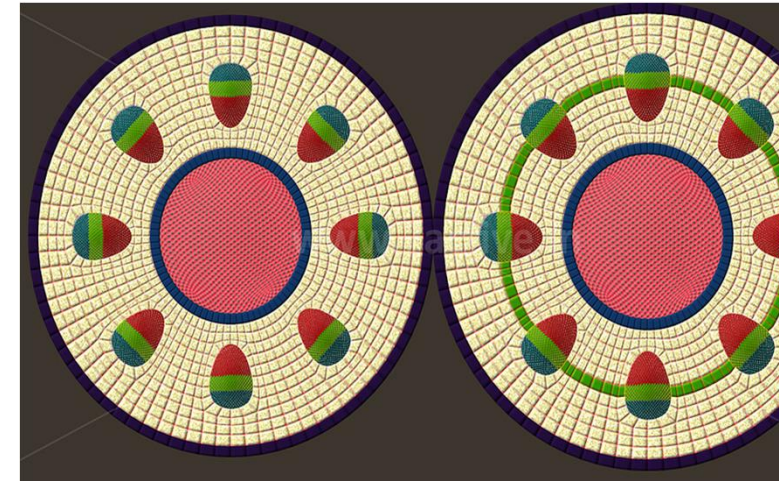
lokální (jen malá část pletiv, specifická poloha v rostlině)

primární meristémy apikální (vrcholové) meristémy kořene a stonku

interkalární (vmezeřený) meristém

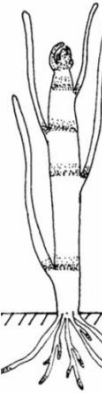
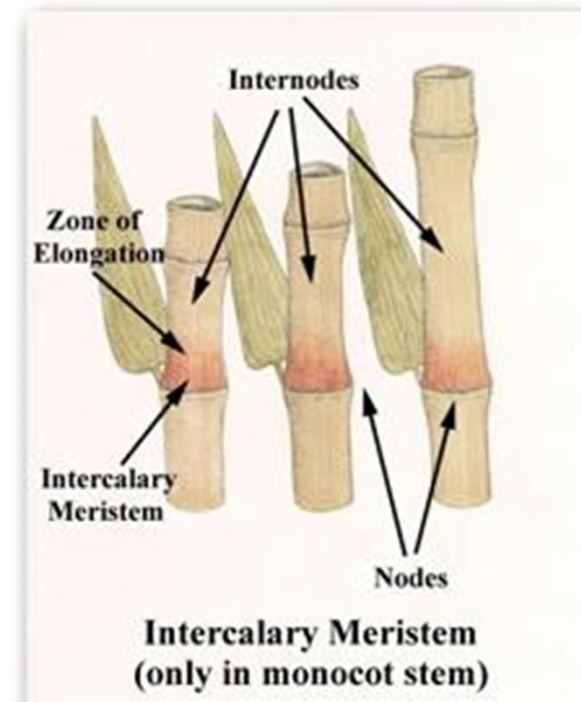
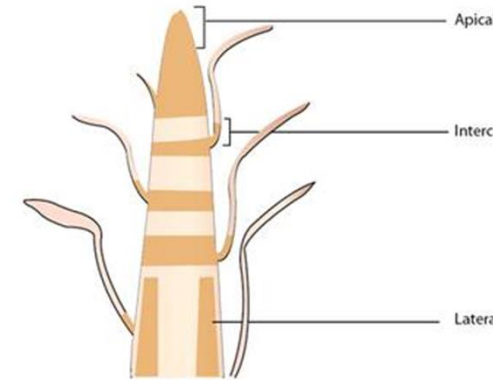
sekundární meristémy - kambium, felogen = sekundární tloušťnutí
stonků a kořenů

latentní meristém - přetrvávající meristém (pericykl/perikambium)
- tvorba vedlejších či adventivních kořenů



Klasifikace vegetativních meristémů podle polohy

- apikální meristém (vzrostlý vrchol stonku)
- subapikální meristém (vzrostlý vrchol kořene)
- laterální meristémy (okraj mladých listů, kambium, felogen)
- interkalární meristém (meristém kořenové čepičky, báze listů, kolénka trav, přesličky)



Meristémy v průběhu ontogeneze



protomeristém = dělivé pletivo v raném vývoji embrya - dělí se všechny buňky

později je dělení buněk omezeno pouze na malé oblasti, ve kterých si buňky zachovávají schopnost dělení (**apikální meristémy** = **primární meristémy**)

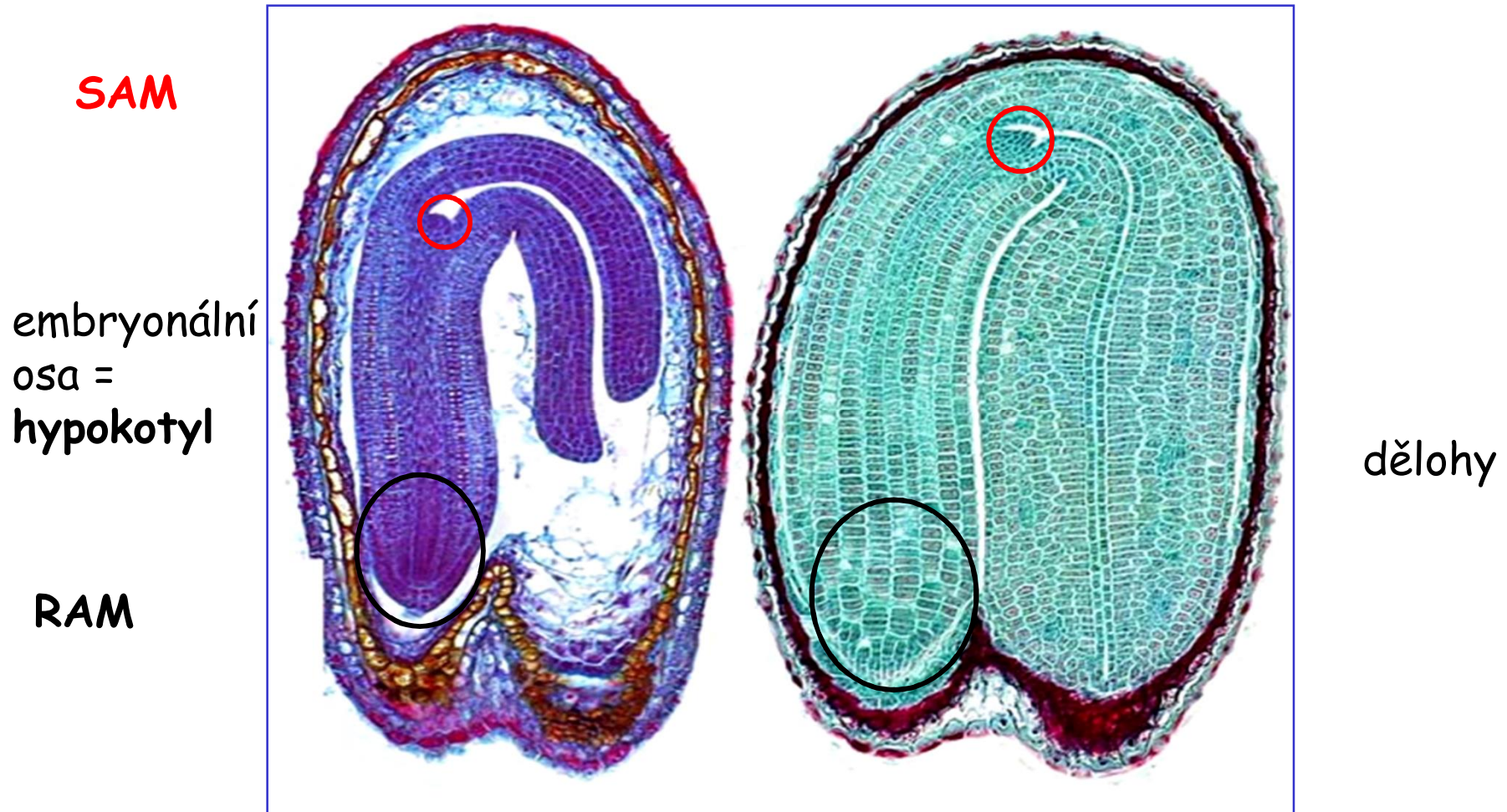
apikální meristémy začínají svou aktivitu po ukončení embryonálního vývoje, jejich činností vznikají:

1. buňky, které po diferenciaci vytvářejí rostlinné tělo (**organogeneze**)
2. buňky, které zajišťují vlastní **sebereprodukcí**

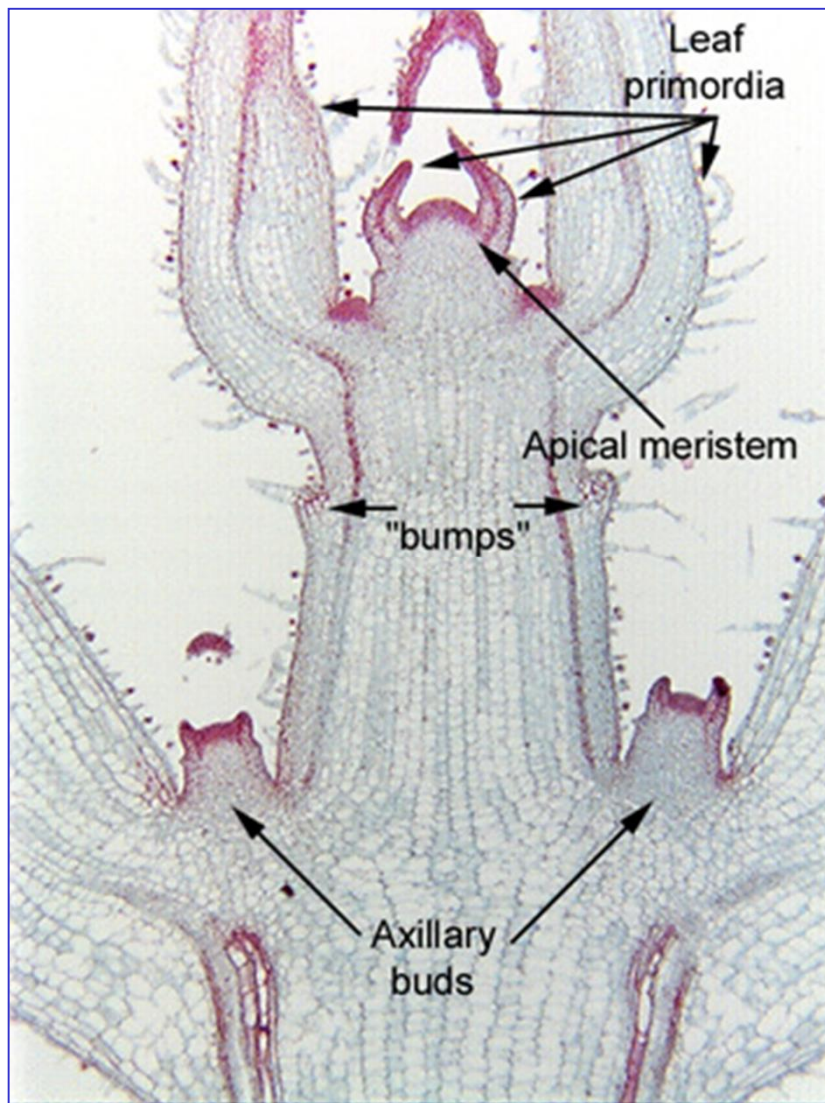
sekundární meristémy - **kambium** (produkce sekundárního xylému a floému) a **felogén** (tvorba sekundárních krycích pletiv)

Primární meristémy - založeny již v embryu

<http://botit.botany.wisc.edu>



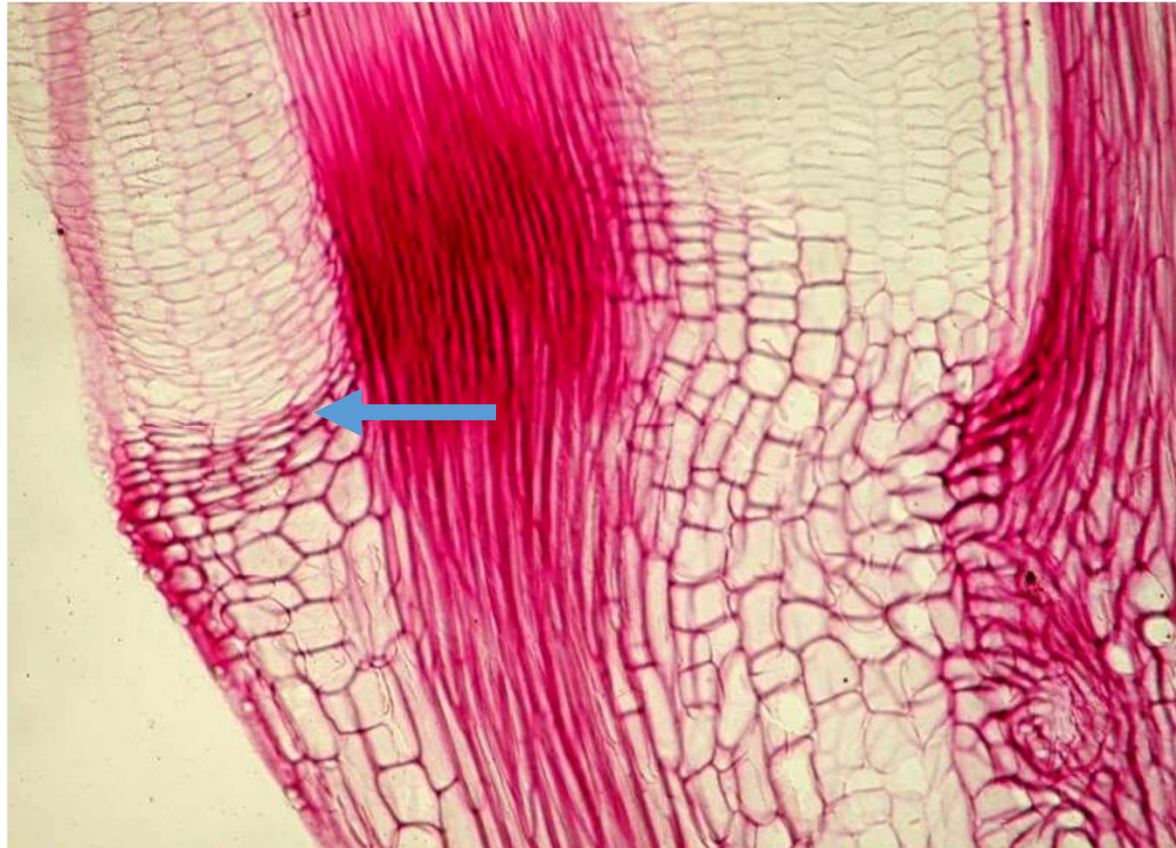
Lokalizace primárních meristémů prýtu



podélný řez apexem
stonku *Coleus*

<http://www.esb.utexas.edu/mauseth/webchab6apmer/6.1-1.htm>

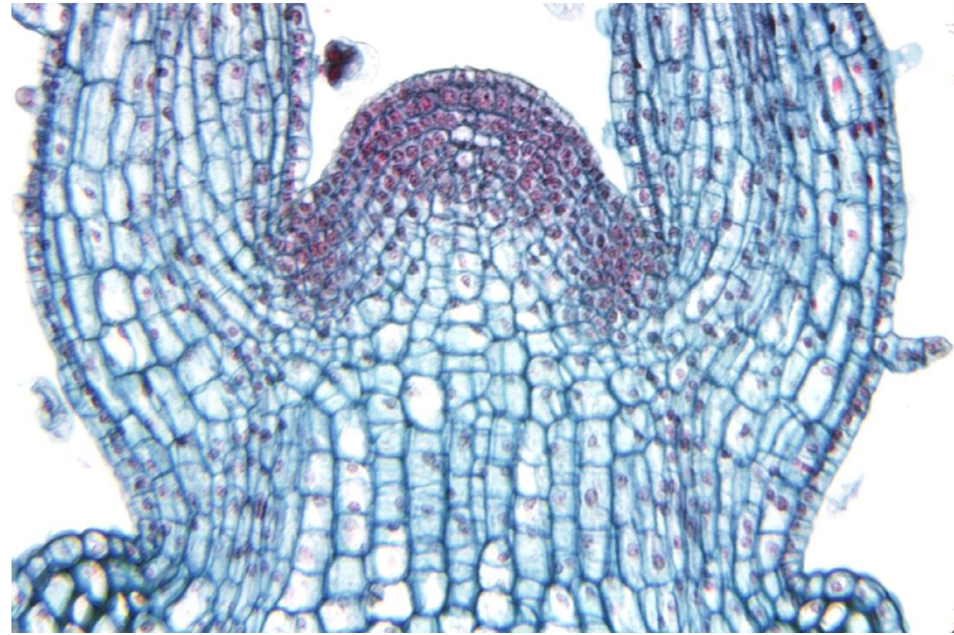
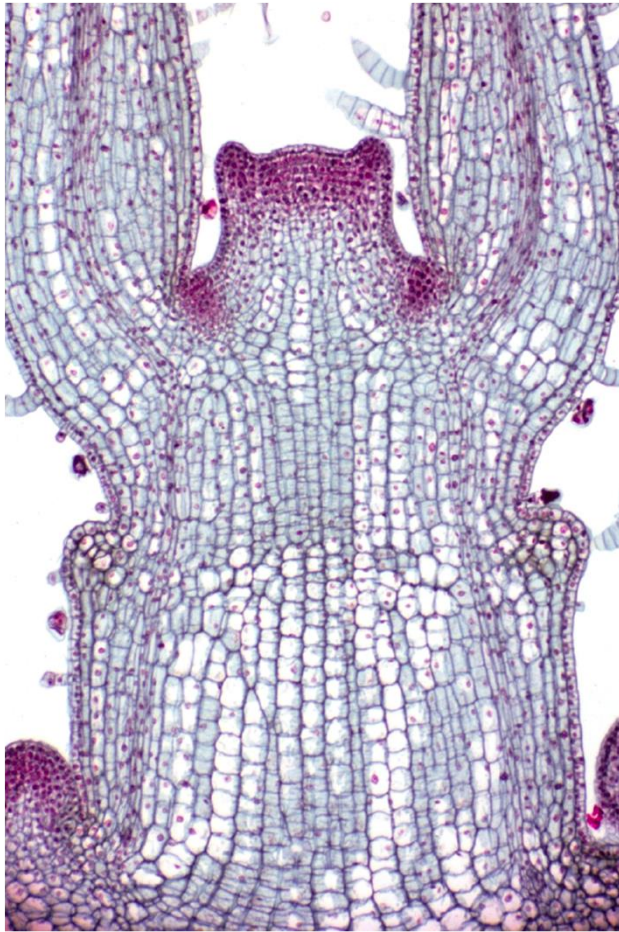
Interkalární meristém ve stéble pšenice (*Triticum*)



zóny dělivého pletiva vmezeřené mezi pletiva trvalá - např.
interkalární meristémy těsně nad kolénky trav

<http://botany.upol.cz/atlas/atomie/atomieCR15.pdf>

Prýtový apikální meristém *Coleus*



patrný charakter meristematických buněk

Primární apikální meristémy

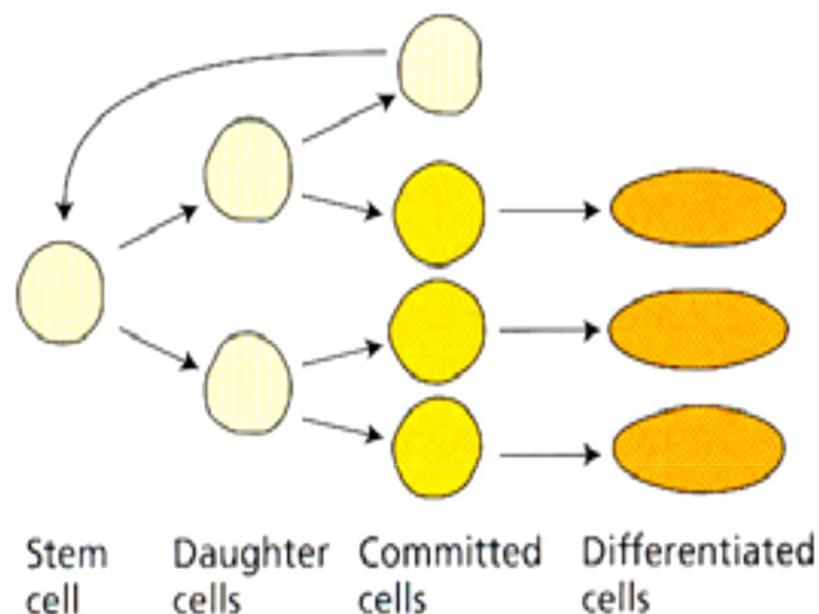
Princip zachování embryonálního charakteru meristému:
část buněk nenastoupí cestu diferenciace, ale zachovává si dělivou schopnost po celou dobu existence vegetativního meristému



kmenové buňky (stem cells)

= nediferencované buňky; dříve **iniciály**

Po rozdělení si jedna dceřiná buňka zachová charakter buňky kmenové a druhá nastoupí diferenciační dráhu



Kořen a kořenový apikální meristéma (RAM)

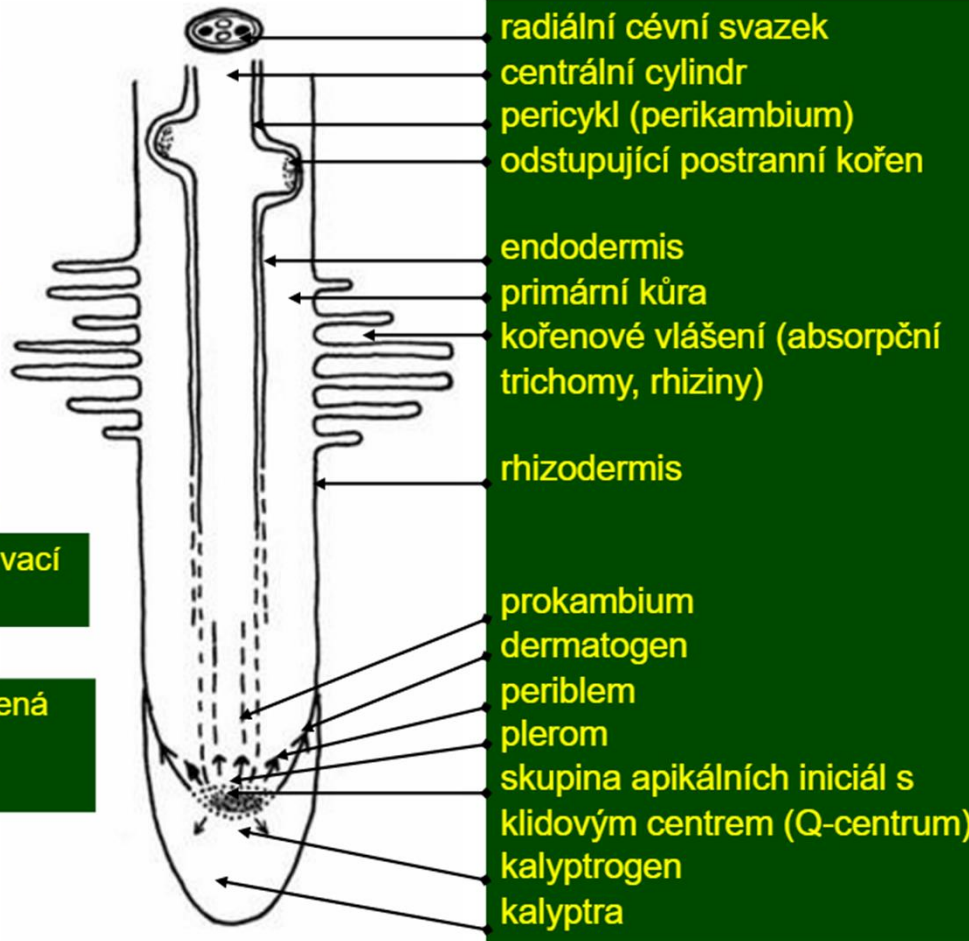
Zóna s plně diferencovanými trvalými pletivy, vznik postranních kořenů vznikají z pericyklu

Absorpční zóna s kořenovým vlášením, počátek diference primárních trvalých pletiv

Elongační zóna, prodlužovací růst buněk

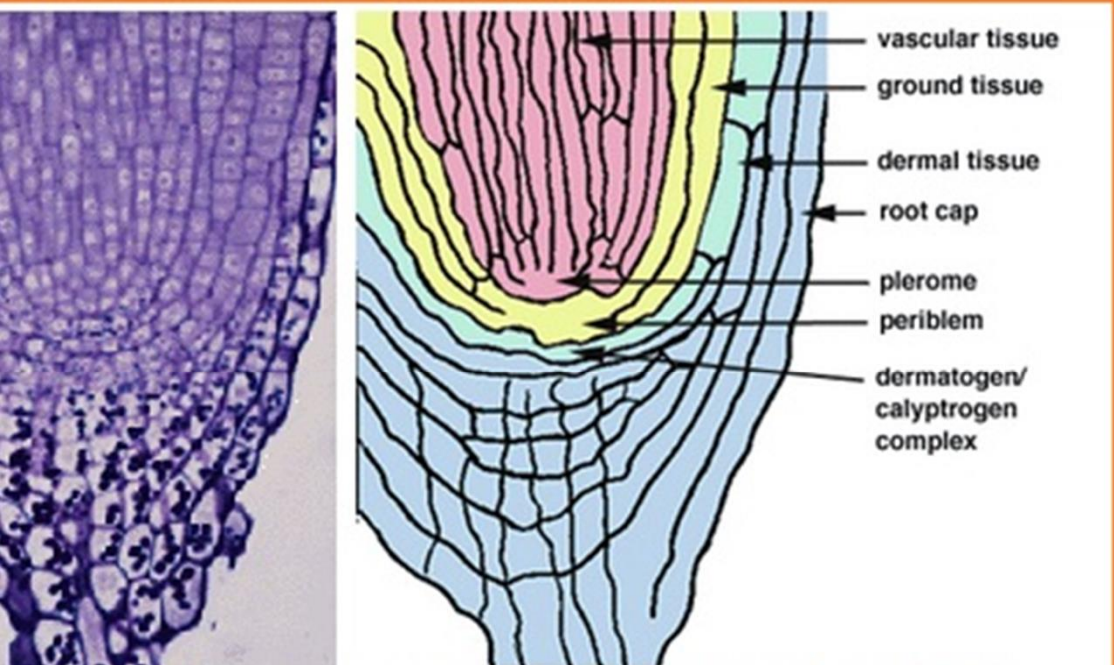
Meristematická zóna tvořená primárními apikálními meristémy

Kalyptra

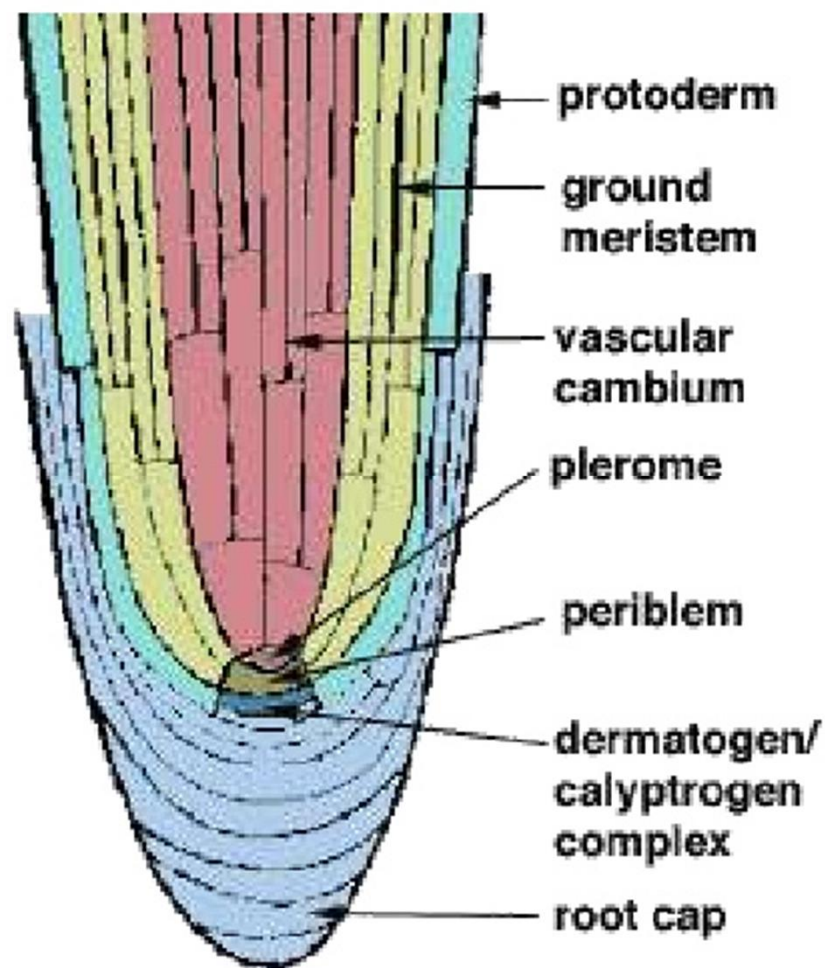


histogenová teorie: vypracovaná v r. 1870 Hansteinem.

Označuje iniciály apikálního meristému, ze kterých vznikají buď diferenciující se vylučující pletivo, jako histogeny. Rozeznává 3 hlavní histogeny: **dermatogen** dávající vznik pletivům krycím, **periblem**, dávající vznik pletivům základním a **plerom**, dávající vznik pletivům vodivým. V kořenu navíc rozlišuje **kalyptrogen**, dávající vznik kořenové epice. Vzhledem k tomu, že diferenciace pletiv vodivých a základních probíhá ve značné vzdálenosti od iniciál, je vymezení histogenů, zejména u apikálních meristémů stonku, problematické. V současné době se tento termín používá pouze v nich, kterých případech pro popis kořenových meristémů.



Line drawing courtesy of Dr. David **TEORI HISTOGEN**



Diferenciace primárních trvalých pletiv kořene (► Primární apikální meristémy kořene - dermatogen, periblem, plerom, popř. kalyptrogen).



Podélný řez vrcholkem kořene kapradě samce (*Dryopteris filix-mas*).

dermatogen

plerom

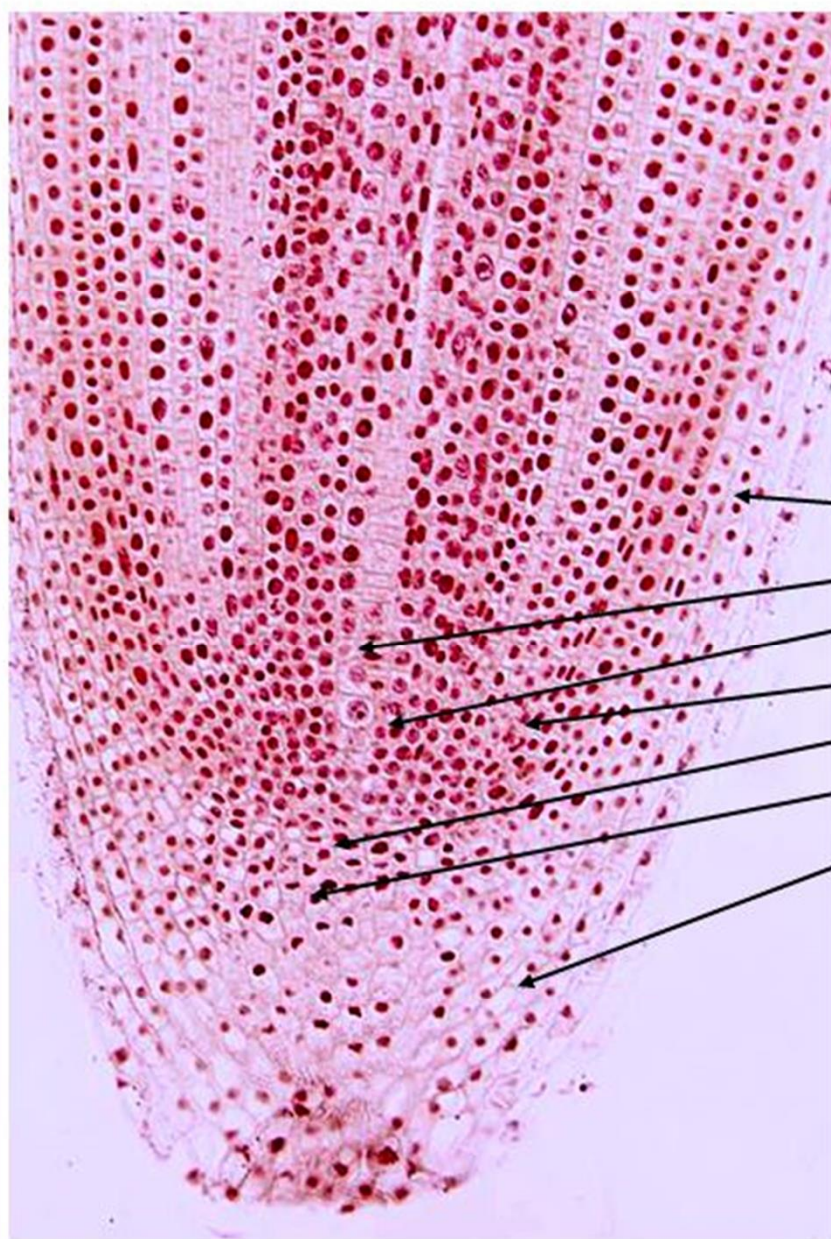
periblem

dělicí se terminála

kalyptrogen

kalyptra

Buňky primárních meristémů vznikají ve spirálním pořádku na bočních plochách tetraedrické terminály.

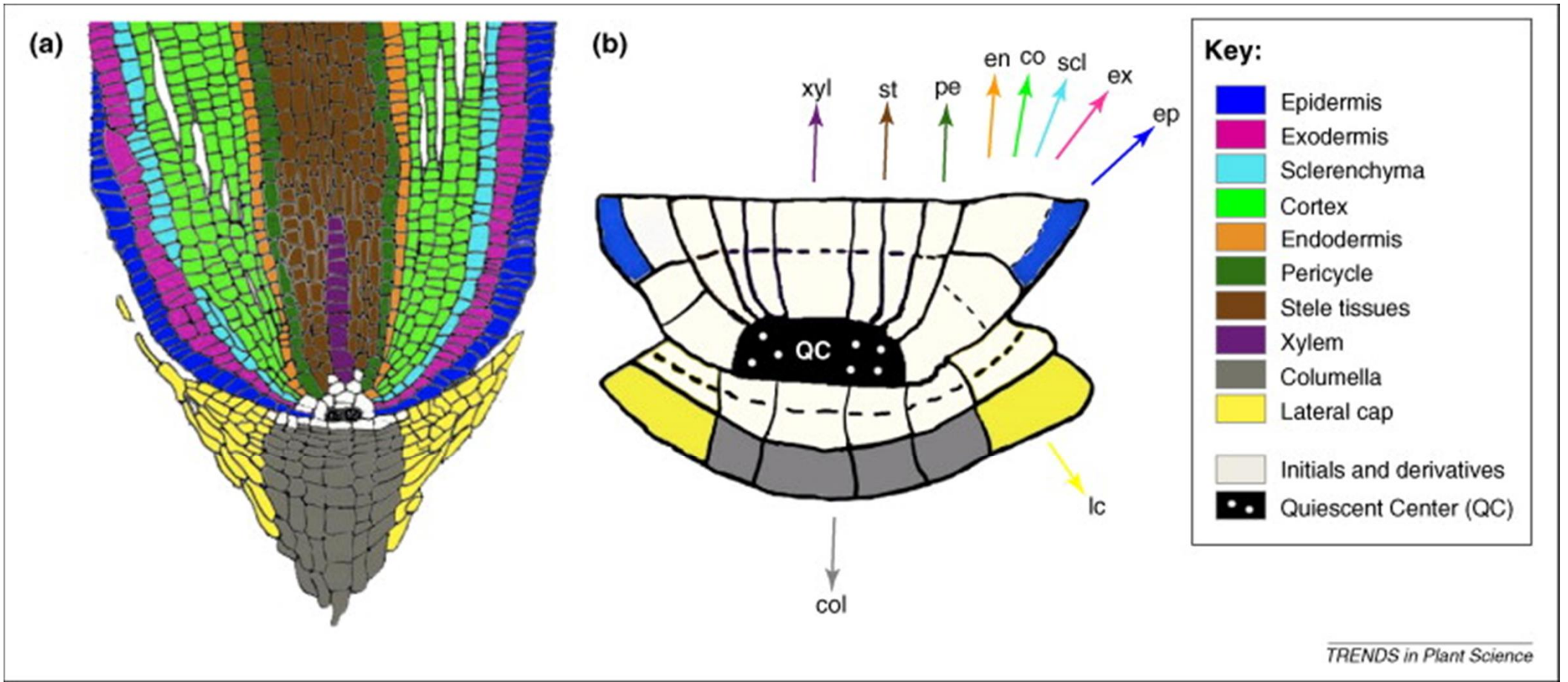


Podélný řez apexem kořene česneku cibule (*Allium cepa*) s apikálními meristémy a kalyptrou.

dermatogen
prokambium (základ vodivých pletiv)
plerom
periblem
skupina iniciál (s Q centrem)
kalyptragen
kalyptra (čepička)

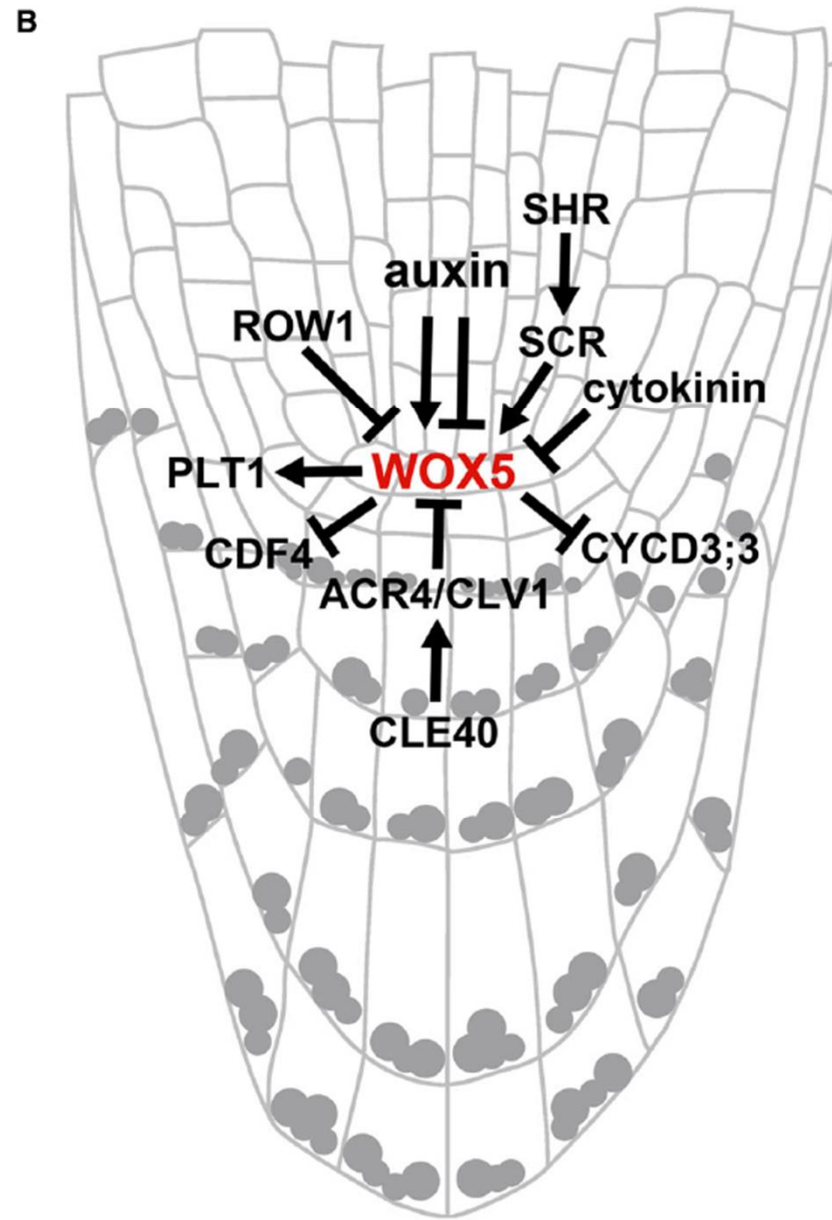
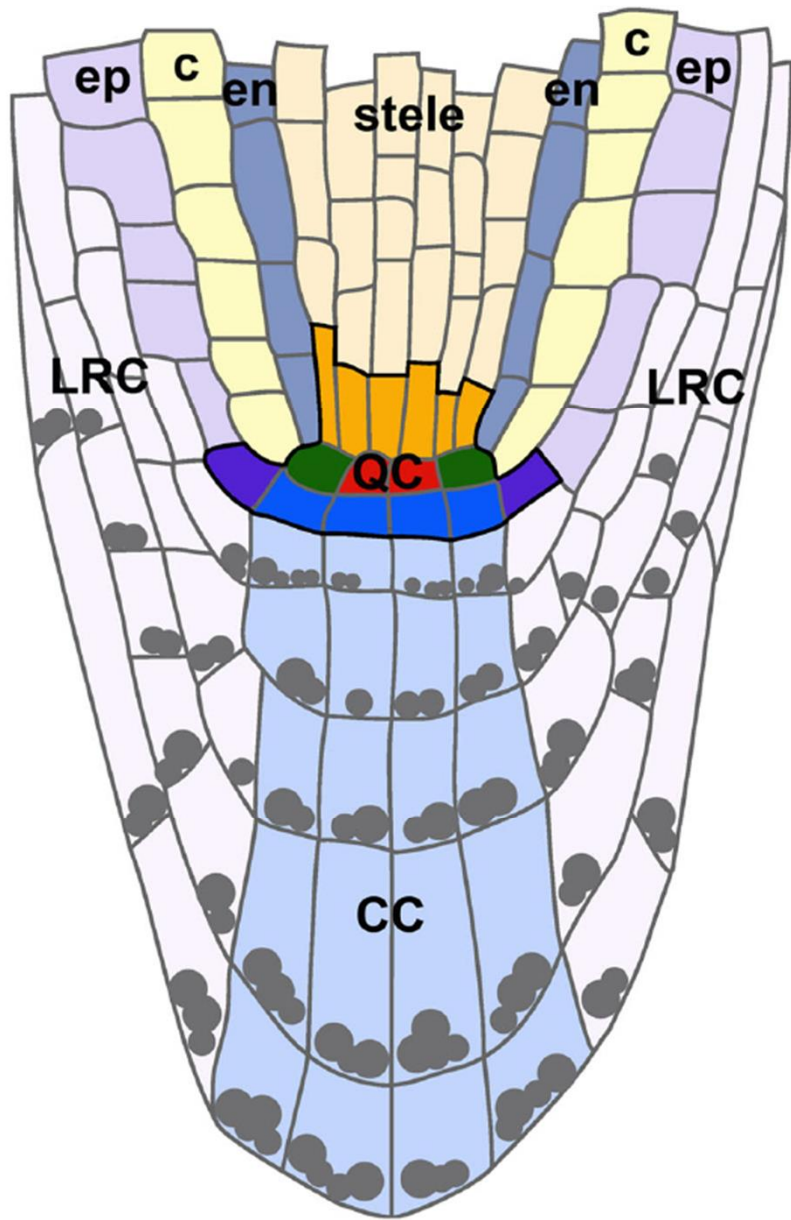
RAM

- RAM (root apical meristem) tvoří buňky ve dvou směrech (SAM pouze v jednom): vlastní kořen (ale bez postranních pupenů) a buňky kořenové čepičky
- Iniciály = kmenové buňky tvoří dvě buňky – novou iniciálu a dceřinou buňku, která se dále vyvíjí
- Iniciály obklopují skupinu několika (4 až 7 u Arabidopsis, 800 až 1200 u kukuřice) mitoticky méně aktivních buněk, tzv. quiescent centre (QC)
- QC reguluje diferenciaci sousedících buněk (inhibuje diferenciaci sousedních iniciál) a při občasném dělení doplňuje přesunuté iniciály
- Správná lokalizace a vnímání auxinového maxima jsou důležité pro organizaci RAM
- Vliv reaktivních forem kyslíku (ROS)



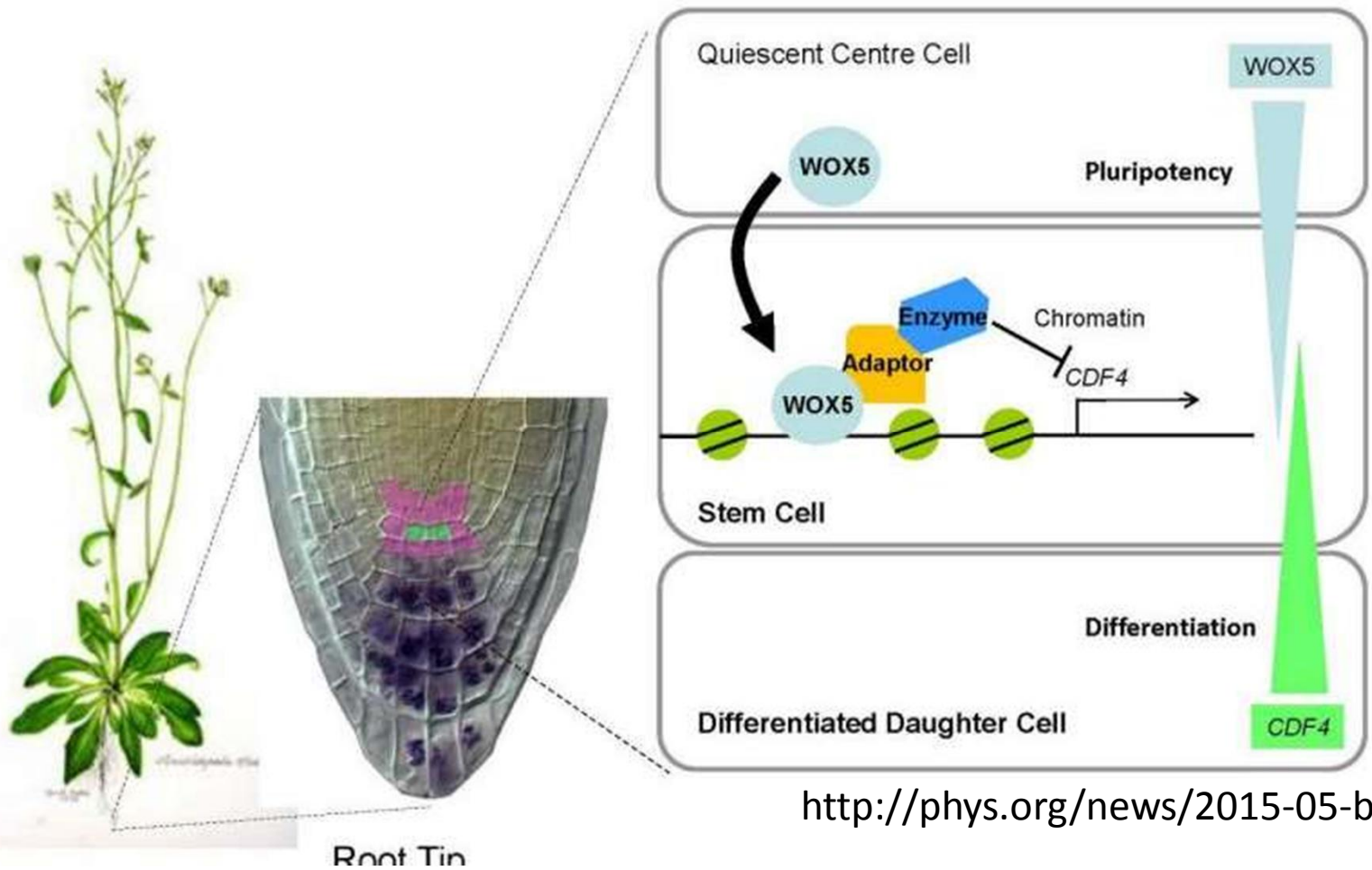
Coudert et al. 2010

Transkripční faktor WUSCHEL-RELATED HOMEODOMAIN 5 (WOX5)



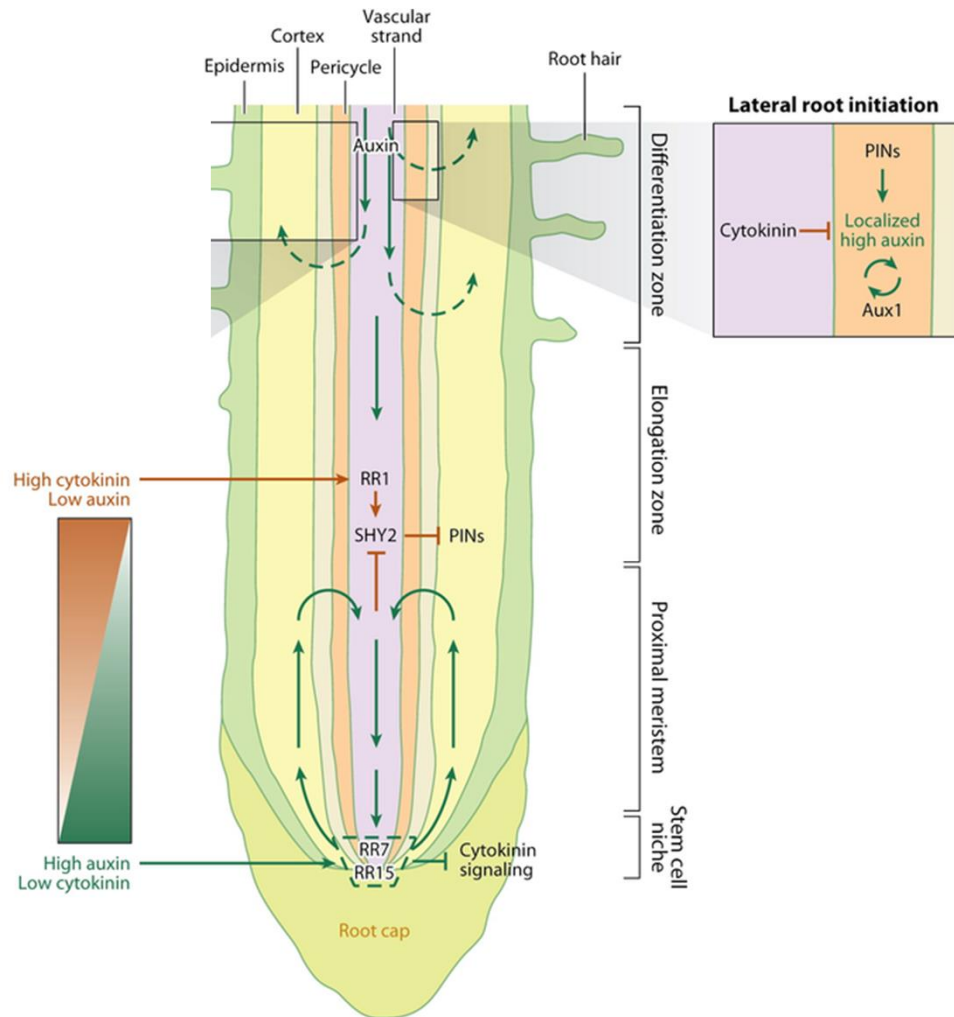
Arabidopsis meristematic zone organization and regulation of WOX5 expression in the QC.

(A) Schematic representation of an Arabidopsis meristematic zone. The stem cell niche (outlined in black) contains QC cells (red), the cortex/endodermis initials (green), stele initials (orange), lateral root cap/epidermis initials (purple), and CSCs (blue). ep, epidermis; c, cortex; en, endodermis; LRC, lateral root cap; CC, columella cells. Gray dots indicate starch granules. (B) Regulatory model highlighting the complex interplay of phytohormones, TFs, and signaling peptides on WOX5 expression levels in the stem cell niche. Arrows indicate positive, barred lines indicate negative regulations.



<http://phys.org/news/2015-05-biologists-roots-stem-cells.html>

Where the concentration of WOX5 is high enough, the stem cell niche is able to maintain pluripotent stem cells. Where the concentration of WOX5 is too low, the concentration of CDF4 rises and the cells differentiate into root tissue.

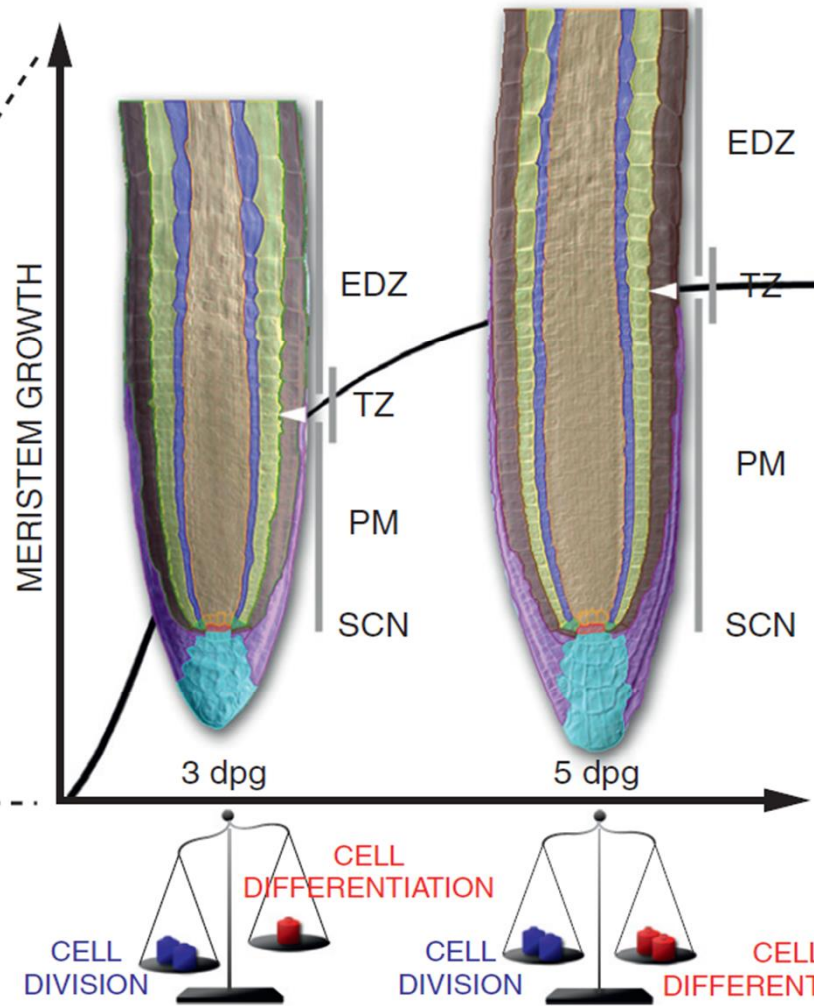
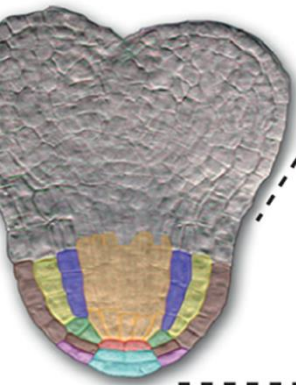


The roles of auxin and cytokinin during root meristem development

The root apical meristem is divided into the stem cell niche where the quiescent center resides, the proximal meristem where cell division occurs, the elongation zone where cells expand, and the differentiation zone where the specialized structures of cells emerge. As a result of **auxin transporters (PINs)**, auxin traverses down the root and accumulates at the tip in the region of the **stem cell niche**. A cycle of auxin flow is apparent in the proximal meristem region but reduced in the elongation zone, likely through **cytokinin suppression of PINs**. A gradient of hormone importance of cytokinin and auxin is established with high auxin at the stem cell niche and high cytokinin signaling at the transition zone between the proximal meristem and the elongation zone. This gradient is maintained at least in part through antagonisms between auxin and cytokinin that are facilitated by auxin induction of RR7 and RR15 (that suppress cytokinin signaling) and cytokinin induction of SHY2 (that suppresses PIN expression). In lateral roots, localized accumulations of auxin in the pericycle mark the site where the lateral root emerges. Cytokinin can suppress lateral root emergence by blocking the localized accumulation of auxin, probably through the suppression of PINs.

Lateral Root Cap
 Epidermis
 Cortex
 Endodermis
 Stele
 Cortex/Endodermis Stem Cells
 Quiescent centre
 Columella

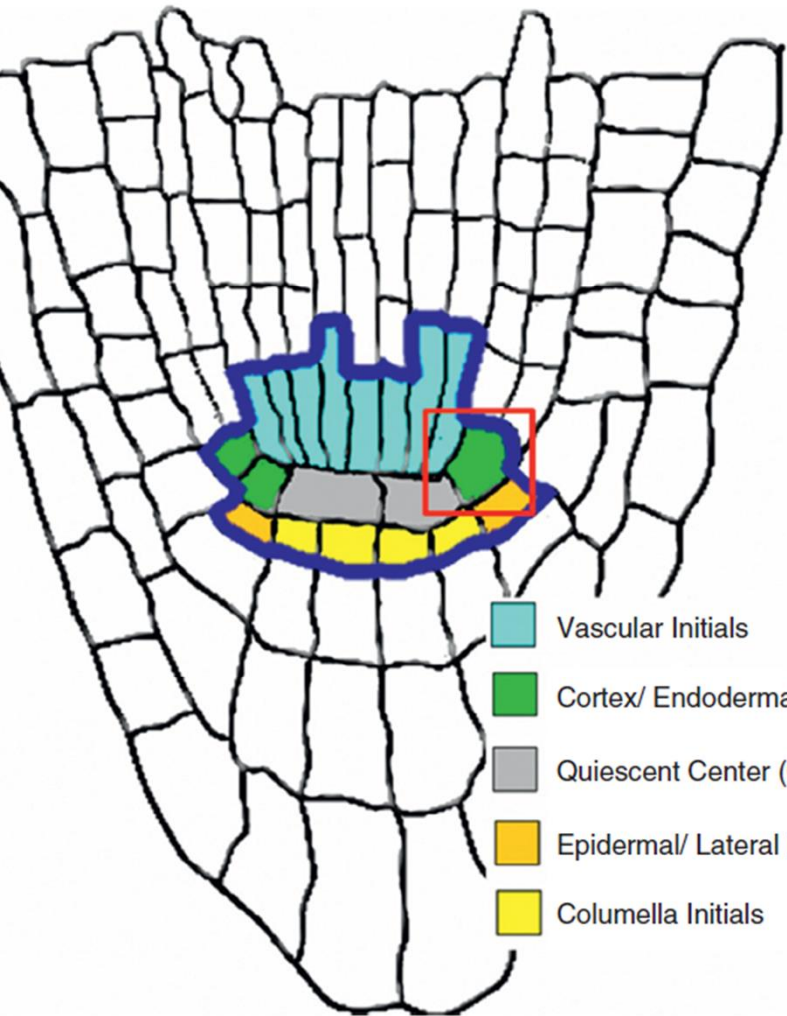
Heart Stage Embryo



Arabidopsis root meristem development and growth. Schematic illustration of Nomarski differential contrast interference images showing tissue organization in the heart stage embryo and developing root meristem of Arabidopsis. (Left) Embryonic fate map highlighting the origin of the root meristem. Different tissues are represented in false colors, as indicated in the legend.

(Right) Diagram representing post-embryonic root meristem growth over time. At early stages of root development (3 days post-germination, dpg), root meristem size (represented by the white arrowhead) rapidly increases because of a prevalence of cell division over cell differentiation, thus allowing growth of the root meristem. At 5 dpg, final root meristem size (white arrowhead) is achieved by an increase in the rate of cell differentiation that equals the rate of cell division. This balance will be maintained for all the plant lifespan, ensuring continuous root growth. SCN, stem cell niche; PM, proximal meristem; EDZ, elongation/differentiation zone; TZ, transition zone.

Current Opinion in Plant Biology



- Vascular Initials
- Cortex/ Endodermal Initials (CEI)
- Quiescent Center (QC)
- Epidermal/ Lateral Root Cap Initials
- Columella Initials



Schematic of a longitudinal section of the Arabidopsis root tip with each stem cell type differentially colored. Inset: asymmetric cell division of CEI. The combinatorial action of auxin, SHR and SCR restrict ACD in space and time by activating CYCD6. Auxin acts downstream of SHR and SCR in augmenting CYCD6 expression. CYCD6 together with a heterodimeric partner cyclin-dependent kinase (CDK), through phosphorylation, inhibits the activity of RBR. RBR represses CEI division by forming a ternary complex with SHR and SCR.

Kořenové vlásky

- Vznik z buněk rhizodermis = trichoblastů (atrichoblasty = buňky, ze kterých nevznikají kořenové vlásky)
- Nejdřív viditelné jako malé „zduření“ apikální strany podlouhlé pokožkové buňky
- Pak vrcholový růst podobný růstu pylové láčky
- Proces vyžaduje gradient Ca^{2+} , transport váčků GA a fúzi váčků s plasmatickou membránou

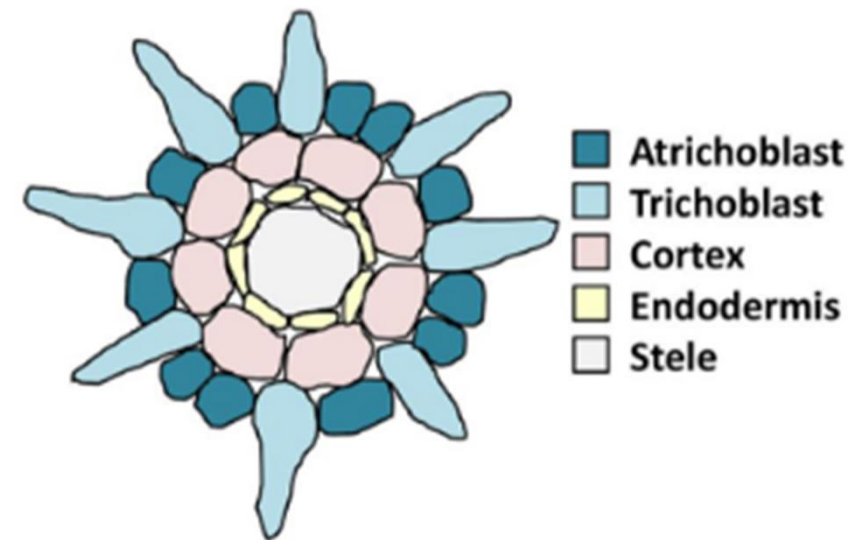
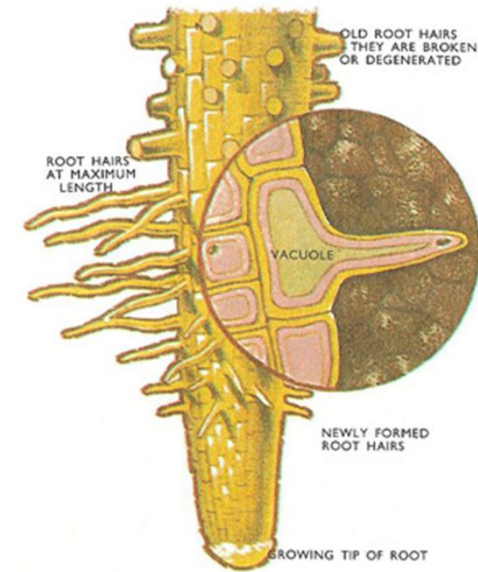
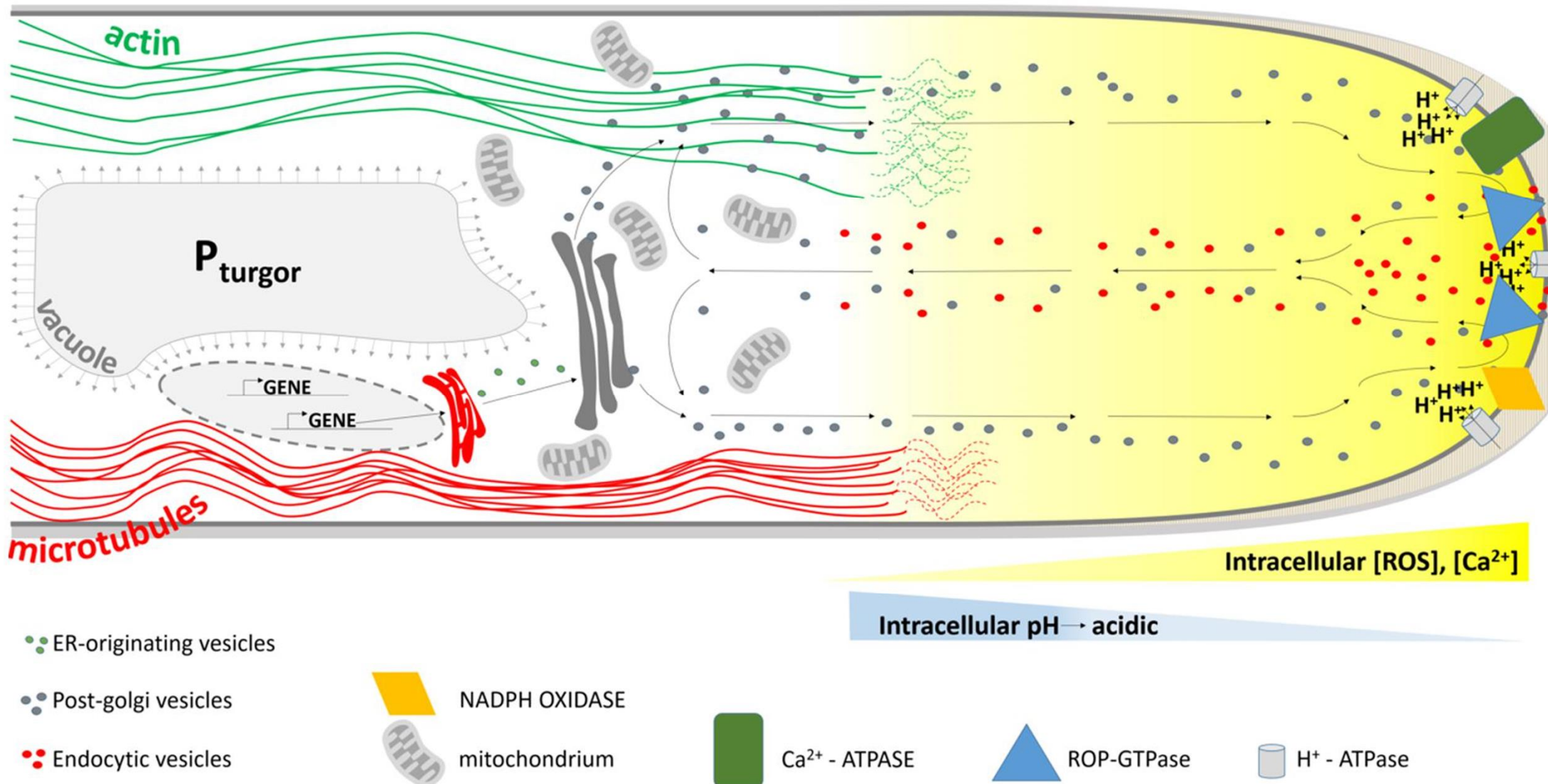


FIGURE 5. Schematic representation of the cytoarchitecture within the growing root hair apex. The tip is characterized by membrane-bound vesicles originating from the ER and Golgi apparatus delivering new cell wall material to the growing tip. Together with endocytotic vesicles that are formed at the extreme tip they display a reverse fountain-like organization. ROP proteins are predominantly localized to the tip, together with hyperpolarization-activated Ca^{2+} -ATPases and NADPH oxidases. The latter are responsible for the formation of a tip-focused calcium and ROS gradient (yellow gradient). A tip-focused pH gradient is also present. Microtubules (red lines) run along the length of the hair and control the cell's growth direction, whereas actin cables (green) allow for polar vesicle trafficking.

Balcerowicz et al. 2015



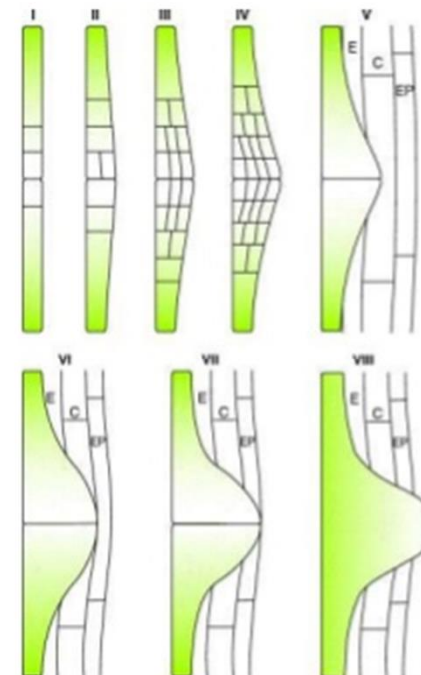
Tvorba laterálních kořenů

- Z pericyklu (mezi endodermis a cévními svazky)
- Buňky před xylémovými póly (Pericycle Founder Cells, PFCs) jsou blokovány v G2 fázi buněčného cyklu a později mohou znovu spustit cyklus a tvořit postranní kořeny
- Buňky před floémovými póly nejsou schopny tvořit postranní kořeny

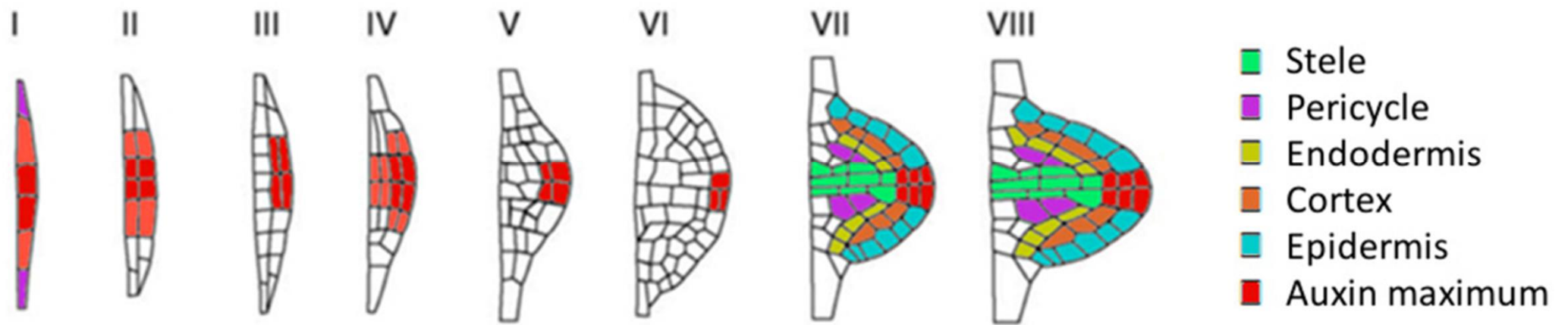
Lateral root development (LRD) is initiated when **pericycle cells** which are **adjacent xylem pole cells** become primed to **form founder cells**, which have a different developmental fate from the parent cells. This process takes place **behind the root apical meristem (RAM)** in the **basal meristem** and is dependent on **both temporal oscillations of auxin and a mechanical stimulus**. (Johnstone, 2011. Péret, Rybel et al, 2009)

Lateral root primordia (LRP) develop through the **endodermis cortex and then epidermis** in **8 conventional stages**. In **stage I** event of LRD, **2 pericycle founder cells undergo simultaneous polarized asymmetric divisions**, daughter cells continue to divide accompanied by a series of mitotic divisions by flanking pericycle cell files. Following radial expansion, **central daughter cells divide periclinally**, creating a primordium consisting of an **inner and outer layer**, this stage of development is termed **stage II**. After stage II, the root divides **periclinally and anticlinally** until a **dome shape** is formed and the primordium **emerges**.

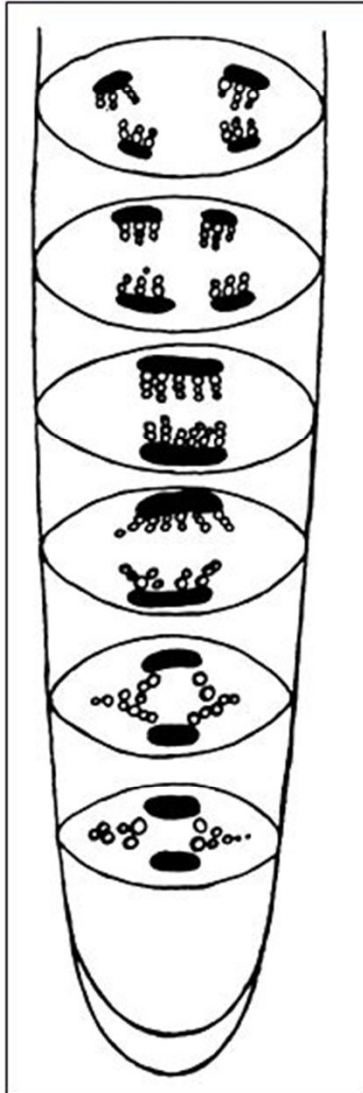
(Johnstone, 2011. Péret, Rybel et al, 2009)



Vliv auxinu na tvorbu laterálních kořenů

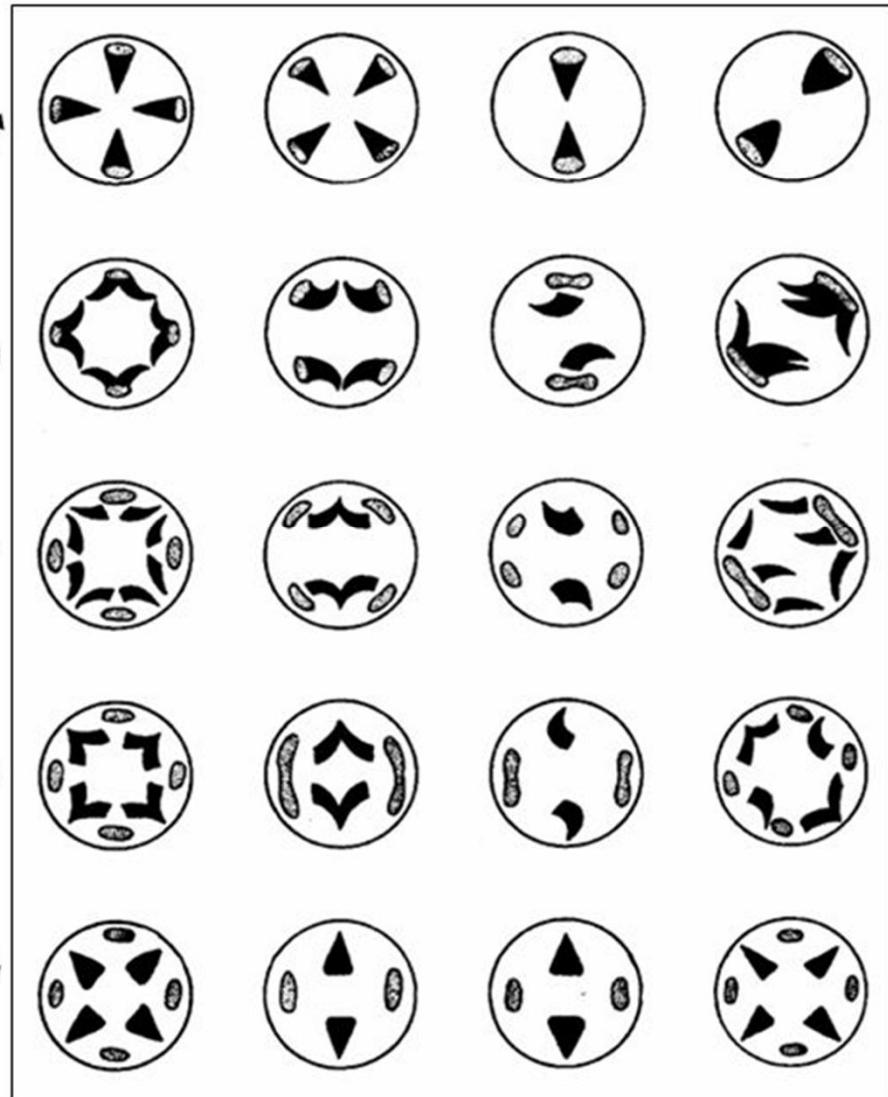


Příklad změny cévních svazků v hypokotylu - diarchní radiální cévní svazek kořene se mění v kolaterální cévní svazky stonku.



stonek
hypokotyl
kořen

Příklady uspořádání cévních svazků v kořeni, hypokotylu a stonku



Cévní svazek v kořeni: tetrarchní diarchní diarchní tetrarchní

<http://phys.org/news/2015-05-biologists-roots-stem-cells.html>

Inbox (23) - hana.cempirkova@g... x Biologists demonstrate how sign... x www.esb.utexas.edu x +

← → ↻ https://phys.org/news/2015-05-biologists-roots-stem-cells.html ☆ ⌵ ⌵

Aplikace Plant Biotechnology Biotechnologie a GM Ginkgo - DS September-2016-cal Robust and highly in Rostlinné explantáty Nutrivita - Výživová Plant tissue culture Plant Propagation by Boty e-shop CANIS boty "bezvobotky" cz BOTIČKÁRNA.CZ | O: »

This website uses cookies to ensure you get the best experience on our website. More info

PHYS ORG Nanotechnology ▾ Physics ▾ Earth ▾ Astronomy & Space ▾ Technology ▾ Chemistry ▾ Biology ▾ Other Sciences ▾

f t r e m search 🔍 👤

Home » Biology » Cell & Microbiology » May 29, 2015

Biologists demonstrate how signals in plant roots determine the activity of stem cells

May 29, 2015, University of Freiburg

0
Like
G+
Tweet
submit
reddit
Favorites
Email
Print
PDF

Root Tip

- Stem Cells
- Quiescent Centre
- Differentiated Root Cap

The quiescent center in the root of the rock cress generates signals, thanks to which stem cells remain pluripotent and only certain daughter cells differentiate. Credit: Photograph by Working Group Laux

The roots of a plant are constantly growing, so that they can provide the plant with water and minerals while also giving it a firm anchor in the ground. Responsible for these functions are pluripotent stem cells. In order to avoid differentiation and to remain pluripotent, these stem cells are dependent on signals from their neighbouring cells. These signals are generated by only a small group of slowly dividing cells in the so-called quiescent centre inside the root. An international consortium under the leadership of Prof. Dr. Thomas Laux, a biologist from the

With only 1 µL of sample needed

See it in action invitrogen by Thermo Fisher Scientific

Featured Last comments Popular

- Humans delayed the onset of the Sahara desert by 500 years @ 21 hours ago 11
- This wild plant could be the next strawberry @ 20 hours ago 8
- A wrench in Earth's engine @ 15 hours ago 1
- Dog intelligence 'not exceptional' Oct 01, 2018 9

Cold Spring Harb ...ppt SAM growth and d...pdf making leaves.pdf hormone signaling...pdf SAM regulation re...pdf maize SAM and e...pdf Zobrazit vše

13:29 2.10.2018