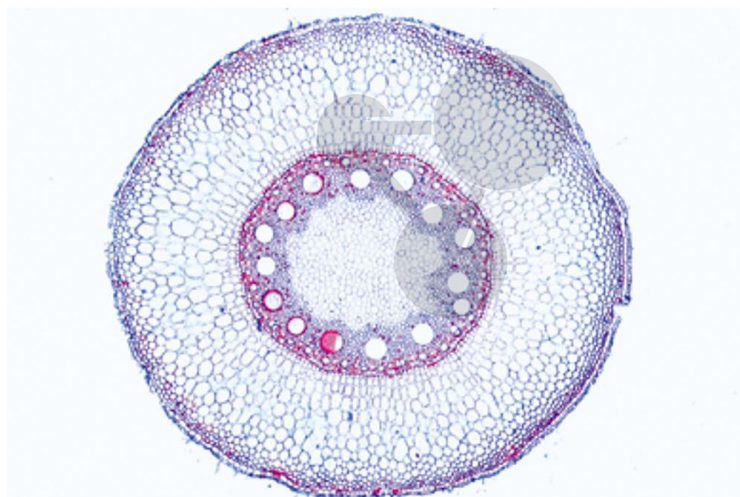
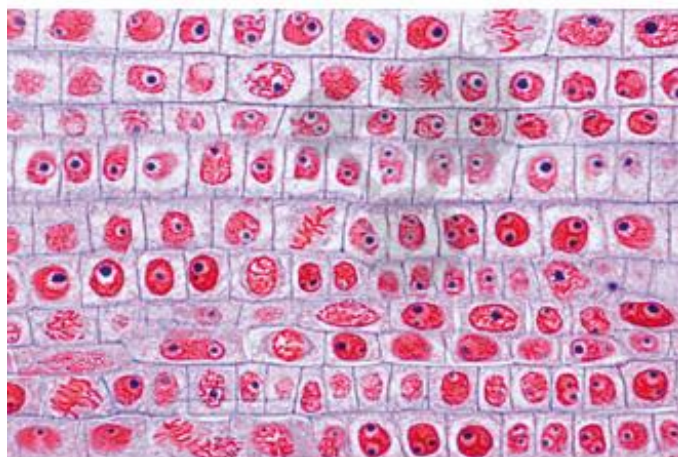


Kvetoucí rostliny: kořen, 15 preparátů
Obj. číslo 114.3071



POKYNY PRO PRÁCI S MIKROKOPICKÝMI PREPARÁTY

1. Pozorování preparátu vždy začínejte při nejmenším zvětšení resp. s nejmenším objektivem. Příslušný objektiv proto umístěte těsně nad preparát a ostře jej nastavte tak, že otočíte mikrošroubem mikroskopu nahoru (tedy pryč od preparátu). Tím zamezíte poškození preparátu a optiky mikroskopu.
2. Když jste si již udělali obecný přehled o preparátu, umístěte nejzajímavější místa preparátu do středu zorného pole a pozorujte je pak při silnějším zvětšení.
3. Protože největšími nepřáteli preparátů jsou prach, horko a sluneční světlo, měly by se mikroskopické preparáty po použití vrátit zpět do krabičky a uchovávat v chladu a suchu., nejlépe ve vodorovné poloze.
4. Zvláštní pozornost je třeba věnovat preparátům, jejichž krycí sklíčko je opatřeno lakovým kroužkem. Z důvodu zachování struktury jsou uschovány v polotekutém nevysychajícím médiu (většinou glycerinová želatina), proto bychom se neměli krycích sklíček dotýkat.
5. Vzhledem k možnému nebezpečí poranění zlomením skla nepatří preparáty do rukou dětí.

ÚVODNÍ POZNÁMKY K TEXTOVÝM SEŠITŮM

Průvodní texty jsou dodávány při objednání kompletních sérií a řad. Mají sloužit k tomu, aby se použití a vyhodnocení našich učebních materiálů při výuce nebo samostudiu ještě zefektivnilo. Textové sešity, částečně opatřené obrázky a kresbami, přinášejí popis morfologických struktur, čímž se podstatně usnadní hledání a objevení důležitých míst v preparátu nebo diapoziitivu. Kromě toho informují o systematických a fyziologických souvislostech a obecných biologických principech a poskytují podněty k interpretaci a didaktickému vyhodnocování objektu ve výuce, aniž bychom se ve všech případech chtěli zabývat přesným složením příslušných řad mikroskopických preparátů a diapoziitivů. Platí to zejména pro série mikroskopických preparátů, v jejichž složení se mohou objevit malé změny oproti verzi uvedené v katalogu.

Pro další studie doporučujeme nově vydanou „Doprovodnou příručku s texty a obrázky“ od Dr. Karl-Heinricha Meyera (obj. č. T8500), ve které je podrobně popsáno 175 preparátů a diapoziitivů mediálního systému Mikroskopická biologie na základě 175 detailních obrázků opatřených číselnými kódy. Mnohé kresby a obrázky, které jsou v této knížce obsaženy, se mohou použít k dalšímu objasnění a vyhodnocení mikroskopických preparátů obsažených v předložené sérii. Doprovodná příručka je k dostání v několika cizích jazycích.

Naše výrobky:

- mikroskopické preparáty ze všech oblastí
- barevné diapoziitivy (originální snímky)
- řady diapoziitivů z biologie, fyziky a chemie
- transparentní fólie pro zpětný projektor
- mediální systém mikroskopická biologie ABCD
- multimediální balíčky pro učitele a žáky
- interaktivní CD ROM pro biologii
- naskicované listy pro biologii člověka
- kapesní příručky pro výuku a samostudium

Vyžádejte si naše podrobné katalogy s obrázky.

Veškerá práva, zejména právo na rozmnožování, rozšiřování a překlad, jsou vyhrazena. Žádná část díla se nesmí bez písemného svolení vydavatele v jakékoli formě (fotokopii, mikrofilmem nebo jiným způsobem) elektronicky reprodukovat či zpracovávat, rozmnožovat nebo rozšiřovat.

78001d Kořenová špička cibule (*Allium cepa*), podélný řez, buněčné dělení (mitózy) ve všech stádiích. Čtyřnásobné barvení

Buňky se rozmnožují buněčným dělením, které je současně dělením jádra, mitózou. Při mitóze se buněčné jádro dělí na dvě dceřiné buňky, které získávají identický genetický materiál ve formě stejných sad chromozómů. Jednotlivé fáze tohoto procesu lze najít v preparátu podélného řezu kořenovou špičkou cibule.

- a. Interfáze. Jádro je obklopeno buněčnou membránou. Ta obsahuje **chromatinovou síť**, v níž leží **dvě jadérka**. Jádro je metabolicky aktivní: řídí buněčné dýchání, tvorbu a odbourávání enzymů, především však zdvojnásobení genetické substance, které nás zde zajímá, a to zdvojnásobením chromatid. Jádro je ve své pracovní formě.
- b. Profáze I. Chromatinová síť se zhušťuje vytvářením spirál, jadérka mizí.
- c. Profáze II. **Chromozómy** se postupně objevují jako jasně rozlišitelné útvary. Vypadají jako **podélně rozštěpené**, protože obě chromatidy leží těsně vedle sebe. **Buněčná membrána** mizí.
- d. Metafáze. Chromozómy se seřadily uprostřed buňky tak, že tvoří **ekvatoriální rovinu**. Vždy dva sesterské chromozómy vzniklé podélným dělením ještě společně visí na **kinetochoru**. Ten leží u každé dvojice na jiném místě, takže vznikají různě dlouhá raménka. Na nich a po celé délce lze rozeznat chromozóm. Počet a tvar chromozómů je u buněk stejného druhu identický. Liší se u různých druhů. Ke kinetochoru jsou připevněna **vlákna dělicího vřeténka**, která se na pólech buňky sbíhají. Nyní se dělí také kinetochor.
- e. Anafáze I. Vlákná dělicího vřeténka se zkracují. **Mikrotubuly** mezi dceřinými kinetochory současně odtlačují oba chromozómy od sebe, takže ty rychleji putují k opačným pólům. **Dceřiné chromozómy** vzniklé „podélným dělením“ putují obvykle k **opačným pólům**.
- f. Pozdní anafáze nebo raná telofáze.
- g. Telofáze I. Chromozómy se nacházejí na pólech, u cíle (řec. telos). Protahují se a ztrácejí svou formu. Jak se mikrotubuly zahušťují, vzniká uprostřed buňky **dělicí buněčná stěna**.
- h. Telofáze II. Chromozómy se opět přetvářejí v chromatinovou síť. Znovu se objevuje jadérko. **Oddělující se stěna** dorůstá až do stran a nyní odděluje obě dceřiné buňky. Jádro se nakonec opět obklopuje buněčnou membránou. Z **transportní formy**, v níž se jádro nacházelo ve fázích profáze až telofáze, nyní opět vzniká **forma pracovní**. Během telofáze tedy z podstatné části probíhají opačné procesy než v profázi.

78002c Kořen kukuřice (*Zea mays*), příčný řez, typický kořen jednoděložné rostliny

Kořen jednoděložných a dvouděložných a rovněž kořen a klíček jednoděložných se liší **uspořádáním** cévních svazků. **Stavba a účel** jednotlivých částí jsou však do velké míry stejné. Náčrtek ukazuje poloschématický pohled z nadhledu (A) a dále detailně zvětšený střední válec (B) v průřezu kořenem kukuřice.

Kořen je na vnější straně pokryt jednovrstvou **rhizodermis**. Ta se svými kořenovými vlásky slouží k příjmu živin, brzy však odumírá. Na její místo nastupuje **exodermis**. Prostřednictvím ukládání suberinu vytvářejí její buňky kutikulu (kutikulární tkáň vzniká dodatečným korkováním primárních trvalých buněk). Drobnější nez korkovatělé

průduchové buňky jsou rozptýleny více či méně nepravidelně. Směrem dovnitř pak následuje **kůra** utvářená velkými parenchymatózními zásobními buňkami. Jejich nejvnitřnější vrstva, **endodermis (5)** tvoří výrazné ohraničení směrem ke střednímu válci. V řadě jejích buněk, které jsou kvůli nahromaděné celulóze ztlustělé do tvaru podkovy směrem ke střednímu válci, se před cévními svazky nacházejí **průduchové buňky**. Směrem dovnitř následuje dále **pericykl** nebo **kambium (7)**, vrstva buněk schopných dělení. Buněčné dělení probíhá pouze zde. Některé z buněk oddělených směrem dovnitř se diferencují v **sítkové buňky**, živé, podélně protáhlé buňky, jejichž úlohou je vedení asimilátů směrem dolů. Tyto buňky **tvoří floém**, lýko. Jiné buňky se diferencují v mrtvé **cévy** vedoucí vodu směrem vzhůru. Vytvářejí **xylém**, dřevo. Několik cév o velkém průměru obklopuje centrální část, **dřeň**, která je vyplněna volnější tkání velkých buněk.

78009c Kořen kosatce (*Iris*), příčný řez, typický kořen jednoděložné rostliny

I tento preparát ukazuje typickou stavbu kořene jednoděložné rostliny. Na příčném řezu je nápadná mocně rozvinutá primární **kůra** obklopující **střední válec** obalený vrstvou **endodermis**. – Jakmile rhizodermis odumře, přebírají buňky na vnější straně primární kůry funkci krycí tkáně a vytvářejí **exodermis**. Jejich stěny jsou sice mírně zkorkovatělé a kutikulované, jsou však natolik vodopropustné, že buněčný obsah zůstává naživu.

78018c Kořen pryskyřníku (*Ranunculus repens*), příčný řez, typický kořen dvouděložné rostliny

Vývoj kořenů byl předpokladem pro osídlení souše rostlinami. Kořeny **zakotvují, přijímají** vodu s rozpuštěnými solemi, vedou ji do klíčku a slouží k ukládání asimilátů. Proto musejí **růst**. Všechny tyto děje jsou spojeny s **transportem látek**. Pro transport na delší vzdálenosti se proto vyvinuly speciální vedoucí orgány, další předpoklad pro osídlení souše.

Ve vedoucích orgánech nalezneme mrtvé, podélně protáhlé buňky s různě ztuženými stěnami, tedy cévy. Ty vedou vodu směrem nahoru a společně vytvářejí **dřevo, xylém (1)**. Živé, podélně protáhlé buňky, jejichž vzájemně hraničící stěny jsou protkány otvory jako sítko, tedy sítkové buňky (preparáty 645d, 743d, diapozitivy 55.24, 55.92), vedou asimiláty směrem dolů. Tvoří **lýko, floém (2)**. Mezi těmito dvěma radiálně uspořádanými částmi se nachází jednobuněčná vrstva buněk schopných dělení, **kambium (3)**. Ty společně vytvářejí **střední válec (1–3) kořene**. Ten je obklopen vrstvou **endodermis (4)**, nejvnitřnější vrstvou parenchymu kůry. Buněčné stěny endodermis jsou ztlustělé nahromaděním korku, resp. celulózy, a proto nepropouštějí vodu. Průnik vody umožňují pouze neztlustělé **průduchové buňky (5)** před paprsky lýka. Silná **vrstva parenchymu kůry (6)** je zásobní tkání s četnými **mezibuněčnými prostory (7)** umožňujícími provzdušnění. Buňky této tkáně obsahují **škrobová zrna (8)**.

Směrem ven je kořen v oblasti kořenových vlásků ohraničen jednovrstvou epidermis. – Pouze kořenové vlásky a epidermis přijímají vodu a soli v ní rozpuštěné. – Starší části kořene mají vícevrstvou **exodermis (9)** se zkorkovatělými buněčnými stěnami, které nepropouštějí vodu.

Poznámka: ruční výroba řezů rostlinných částí je velmi snadná. Obzvláště vhodné jsou části stonku a kořene, které za účelem dosažení vhodné konzistence předem na několik dní naložíme do silného (cca 90%) alkoholu. Aby části rostlin při řezání držely, stiskneme

je mezi podélně naštípnuté kousky dřenež bezu nebo korku, které předtím vhodně poněkud vydlabeme dle tloušťky stonku určeného k řezání. Listy lze řezat v několika vrstvách současně. K vlastnímu řezání použijeme ostrou břitvu nebo žiletku. Nyní se pokusíme táhlým pohybem vytvořit co nejtenčí řez, přičemž bychom měli pokud možno využít celou délku použitého nástroje. Nástroj a řezaný objekt je vhodné při řezání zvlhčit alkoholem: řezná plocha nesmí v žádném případě vyschnout. Řezy sejmeme z nástroje jemným štětcem a přeneseme je do misky s vodou. Díky změně povrchového napětí se hezky rozvinou. Poté je můžeme opět pomocí štětce přenést do kapky vody na podložní sklíčko a překrýt krycím sklíčkem. Přebytečnou vodu odsajeme po straně krycího sklíčka filtračním papírem a můžeme preparát vložit pod mikroskop. I v případě fragmentovaných řezů lze při mikroskopickém pozorování v destilované vodě obvykle velmi dobře pozorovat buněčnou stavbu částí rostlin a na rozdíl od trvalých preparátů také nesvraštělé buněčné stěny a buněčný obsah. – Ruční řezání vyžaduje zpočátku trochu cviku. Dobrý výsledek lze dosáhnout s použitím ručního mikrotomu.

78003c **Zdřevnatělý kořen čilimníku (Sarothamnus), příčný řez**

Mikropreparát ukazuje příčný řez několikaletým kořenem čilimníku. Lze velmi rozlišit **dřevo** (červená) a **lýko** (modrá). Mezi nimi se nachází nyní kruhovitě a vícevrstvě **kambium**. Zde dochází k buněčnému dělení. Dřevem procházejí **dřeňové paprsky** ve směru poloměru od centrálně uloženého **primárního xylému** prvního roku. Přírůstky v **sekundárním xylému** jsou jasně ohraničeny **letokruhy**. V návaznosti na dřeňové paprsky se někdy tangenciálně rozšiřují **paprsky floémové** vně kambia. Na periferii řezu lze pozorovat odlupující se kousky **primární kořenové kůry a endodermis**. K odlupování dochází vlivem sekundárního růstu do šířky.

78004c **Kulový kořen smetanky lékařské (Taraxacum) s mléčnicemi, příčný řez**

U živočichů probíhá vylučování produktů látkové výměny a exkrementů neustále. Rostliny se mohou nepotřebných látek zbavovat buď opadem listů, nebo olupováním kůry. Odhlédneme-li od vydávání kyslíku, oxidu uhličitého a vody, může rostlina dále zcela vyměšovat látky pocházející z látkové výměny tak, že tyto aktivně vyměšuje ze žlázových buněk a tkání, v nichž vznikly. Poslední možností je ukládání těchto látek i mimo stavební buňky ve vakuolách a poté jejich odstraňování prostřednictvím odlučování celé tkáně, v níž tyto látky vznikly. V takovém případě mluvíme o vylučování.

Zvláštním typem vylučovacích buněk jsou **mléčnice**. Rozlišujeme mléčnice nečláňkované a čláňkované. První typ představují rozvětvené rourky, jejichž délka může dosahovat mnoha metrů. Mají hladkou elastickou **celulózní stěnu**, která je silnější než stěna buněk, které ji obklopují. **Nečláňkované mléčnice** jsou navíc vystlány **vrstvou protoplazmy** s četnými **buněčnými jádry** a obsahují **mléčnou tekutinu**, která při poranění mléčnic vytéká a na vzduchu se rychle sráží. Nečláňkované mléčnice najdeme u prýscovitých.

Čláňkované mléčnice jsou buněčné komplexy. Vznikají při rozpouštění dělicích stěn mezi exkrečními buňkami. Dokončené rourky se od čláňkovaných liší jen velmi málo, anastomózují však výrazněji a vytvářejí síť. Najdeme je u rostlin jako hadí mord (viz diapozitiv D739), smetanka lékařská, máky, kaučukovník a banánovník. Rourky obsahují éterické oleje, kaučukovou pryskyřici, kaučuk a škroby.

78006d Kořenové hlízky bobu obecného (*Vicia faba*) se symbiotickými bakteriemi vázajícími dusík, příčný řez

Bakterie rodu *Rhizobium* žijí symbioticky na kořenech motýlokvěťých rostlin (např. fazol, lupina, hrách). Kořeny nejprve napadají jako parazité. Hostitelské buňky se jim brání, zvětšují se a jejich jádra se stávají tetraploidními. Dochází ke vzniku kořenových hlízek s **ostrůvkovitě izolovanými buňkami**, které byly infikovány bakteriemi. **Bakterie** se nejprve živí na úkor hostitele, brzy však následkem reakcí hostitele mění svou podobu. Stávají se velkými zaoblenými **bakteriody**. Nyní získávají od hostitele asimiláty a odevzdávají mu dusíkaté sloučeniny. Protoplasty napadených buněk jsou nakonec rozpuštěny a bakterioidy, které se v nich nacházejí, jsou hostitelem stráveny při zužitkování cenných dusíkatých sloučenin. Jakmile hostitelská rostlina odumře, dostanou se tyto dusíkaté sloučeniny ve formě zeleného hnojení do půdy společně s bakteriemi, které pak napadají další motýlokvěťé rostliny.

Vzdušný dusík, který jiné rostliny nedokážou využít, redukuje hlízkové bakterie pomocí enzymu nitrogenázy na ionty amoniaku. Redukovaný ferment ferredoxin k tomu poskytuje šest elektronů a ATP potřebnou energii. (Ferredoxin hraje roli při transportu elektronů během fotosyntézy).

Podle Quispela přesahuje biologická fixace dusíku pouze prostřednictvím hlízkových bakterií motýlokvěťých rostlin v objemu 14 - 35 - 10⁶ t/rok celkovou průmyslovou fixaci pomocí Haber-Boschova procesu (aj. metod) o objemu 30 - 10⁶ t/rok. Celková biologická fixace dusíku představuje 63 - 68 - 10⁶ t/rok.

Zelené hnojení ve formě pěstování vojtěšky, lupiny, jetele a dalších motýlokvěťých rostlin je dlouho známé a velmi cenné. V biologicko-dynamickém zemědělství se upřednostňuje před průmyslovými hnojivy. – V symbióze s bakteriemi vázajícími dusík nežijí pouze motýlokvěťé rostliny. Jasan, olše nebo rakytník mají na svých kořenech symbioticky žijící aktinobakterie, které rovněž vážou dusík a způsobují vytváření nejrůznějších ztlustělých forem.

78007d Kořenové hlízky orseje (*Ranunculus ficaria*), příčný řez. Tvorba zásobního škrobu během podzimu

U některých rostlin dochází k vytváření **kořenových hlízek**, které se sice z vnějšího pohledu mohou podobat hlízám (hlízy bramboru!), z hlediska vnitřní stavby (přítomnost kořenové čepičky, absence základů listů) jsou však skutečnými, ač **metamorfovanými kořeny**. Představují silné **zásobní orgány**, obsahující obrovské množství **organických zásobních látek (škroby aj.)** a jsou tvořeny téměř výlučně zásobním parenchymem.

78011d Kořenové hlízky olše (*Alnus*) se symbiotickými aktinomycety, příčný řez

Podobně jako bakterie ze skupiny *Rhizobium*, které vážou dusík a žijí na kořenech motýlokvěťých rostlin, lze také u listnatých stromů nalézt bakterie s podobnou úlohou. Jedná se o bakterie rodu **Actinomycetes**. Žijí symbioticky v **kořenových hlízkách** olše a asimilují zde volný dusík ze vzduchu. - Preparát ukazuje tenký řez touto kořenovou hlízkou s bakteriemi (srov. preparát č. 78006d).

78010d Kořen s endotrofní mykorhizou hlísníku (Neottia) nebo jiné vstavačovitě rostliny, příčný řez

Určité tkáně kořene někdy vytvářejí životní společenstva s bakteriemi či houbami. Vzhledem k tomu, že toto soužití alespoň částečně přináší výhody jak kořenu, tak mikroorganismům, jedná se o **symbiózu**. V případě symbiotického soužití kořenů s houbovými hyfy mluvíme o **mykorhize**, přičemž rozlišujeme mykorhizu ektotrofní a endotrofní. Pokud hyfy ovíjejí kořeny a v koncovém stadiu vývoje prorůstají pouze do mezibuněčných prostor vnější vrstvy buněk, jedná se o ektotrofní mykorhizu. Při mykorhize endotrofní pronikají hyfy přímo do hostitelských buněk. U hlísníku se jedná o vnější buňky primární kůry. Zde se hyfy bohatě rozvíjejí v určitou vrstvu (vrstva hostitelských buněk houby) a živí se na úkor hostitelských buněk. Hyfy pak infikují buňky kůry další vrstvy (trávicí vrstva). I zde vzniká nejprve husté hyfové pletivo, které je však brzy hostitelskou buňkou stráveno až na hyfovou stěnu. Vzhledem k tomu, že hlísník nemá žádné chloroplasty, živí se úkor houby.

78008d Cizopasný kořen kokotice (Cuscuta), podélný řez. Savé kořeny (haustoria) v hostitelské tkáni

Stejně jako všechny výhradně parazitické rostliny vykazuje i kokotice kromě téměř absolutní absenci chlorofylu i další zvláštní znaky. **Savé orgány** označované jako **haustoria** umožňují tomuto parazitovi proniknout až do vodivých drah hostitelské rostliny a živit se jejich obsahem. V haustoriích rovněž dochází ke vzniku vodivých prvků, které se napojují na sítkovce a cévy hostitelské rostliny.

78013d Kořenová špička s kořenovými vlásky, celkový pohled nebo řez

Necháme-li ve vlhkém prostředí (Petriho miska s vlhkým filtračním papírem) vyklíčit semena obilnin nebo hořčice, můžeme ve vzdálenosti 5 – 10 mm od špičky kořínku brzy pozorovat vývoj kořenových vlásků v podobě bílého chmýří, které v proudu vzduchu rychle sléhá. Vlázky se objevují v místě, kde ustává růst buněk.

Kořenový vlásek se vyvíjí jako **vychlípenina buňky epidermis** v té její polovině, která se nachází dále od kořenové špičky. Jádro putuje do vychlípeniny a zůstává ve špičce kořenového vlásku. Na lepkavém povrchu vlásku ulpívají **půdní částice**. Ty jsou obklopeny **vrstvičkou vody**. **Půdní vzduch** je rozptýlen.

Tloušťka kořenových vlásků je různá. U některých rostlin vytváří každá buňka epidermis jeden vlásek, u jiných má vyrůstající vlásek ochrannou zónu, kvůli níž může další vlásek vyrůstat až v určitém odstupu. Kořenové vlázky i buňky epidermis, z nichž vyrůstají, nemají kutikulu. Jedná se o orgány, jimiž rostlina přijímá vodu. Dosahují délky 0,1-8 mm a podstatně zvětšují absorpční plochu (např. u hrachu až na 12násobek).

Kapilární, adsorpční, bobtnací a osmotické síly zadržují vodu v půdě. Sací síla rostliny pochází z cukru, solí a organických kyselin a je silnější než síly působící v půdě.

Kořenové vlázky mají životnost pouze několik málo dní. Ovlášená zóna za kořenovou špičkou proto stále více proniká určitou válcovitou oblastí půdy, z níž odebírá živné soli.

Rostliny, které mají k dispozici dostatek vody, např. vodní a bahenní rostliny, kořenové vlázky nevytvářejí.

78014d Kořenová špička kukuřice se statolity (Zea mays), podélný řez.

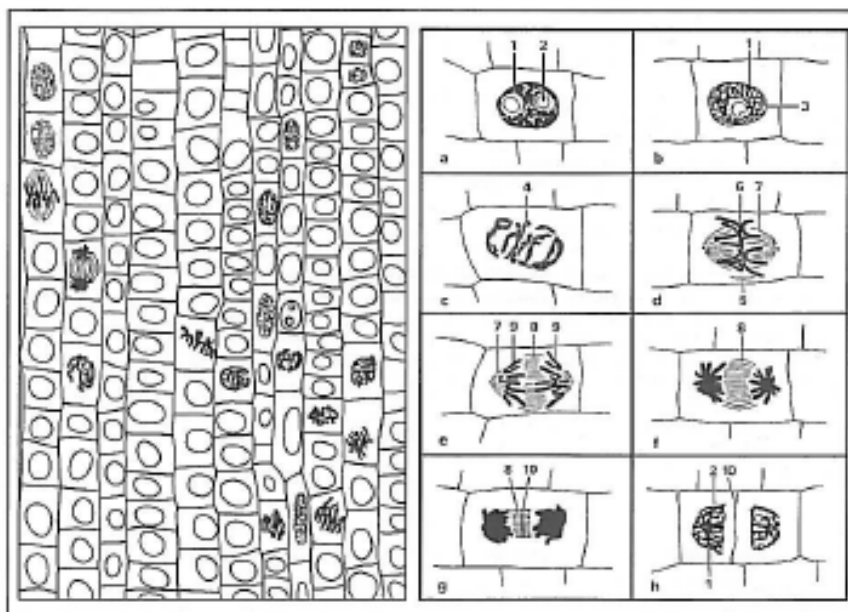
U některých rostlin obsahují některé buňky kořenové čepičky škrobová zrna. Ta označujeme jako **statolity**, neboť zodpovídají za vnímání gravitace. Preparát byl ošetřen speciálním barvením, při němž téměř všechny sacharidy vykazují barevnou reakci. Proto jsou na podélném řezu zbarvena nejen škrobová zrna, ale i buněčné stěny.

78021c Vzdušný kořen monstery (Monstera), příčný řez

Monstera je popínavá rostlina náležející k áronovitým, pochází z Jižní Ameriky. Na dlouhých řapících nese typické velké listy s otvory. Ačkoli i v našich podmínkách vytváří vzdušné kořeny, neslouží tyto již k přijímání vody ze vzduchu, neboť při pokojovém pěstování má rostlina dobrou zálivku. Příčný řez proto nezobrazuje typický vzhled kořenu. **Dřeň** v centrální části je obklopena **radiálními vodivými svazky**. Kolem centrálního válce se nachází vrstva **endodermis**. V silné **kůře** rostou **sklereidy vlásků** hvězdicovitě do mezibuněčných prostor. **Exodermis** odděluje kůru od **velamenu**, který zde má tloušťku pouze několika buněk. Jedná se o tkáň určenou k přijímání vody.

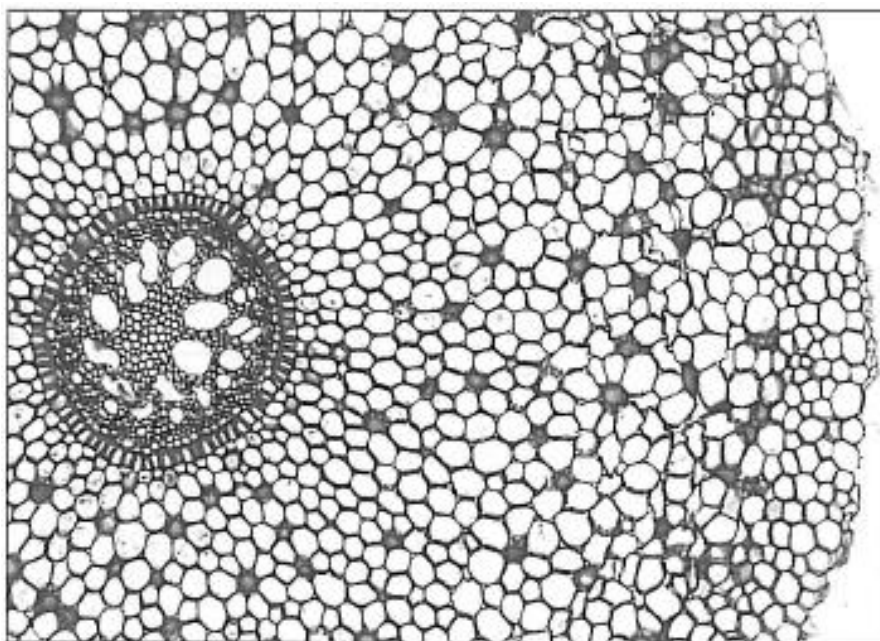
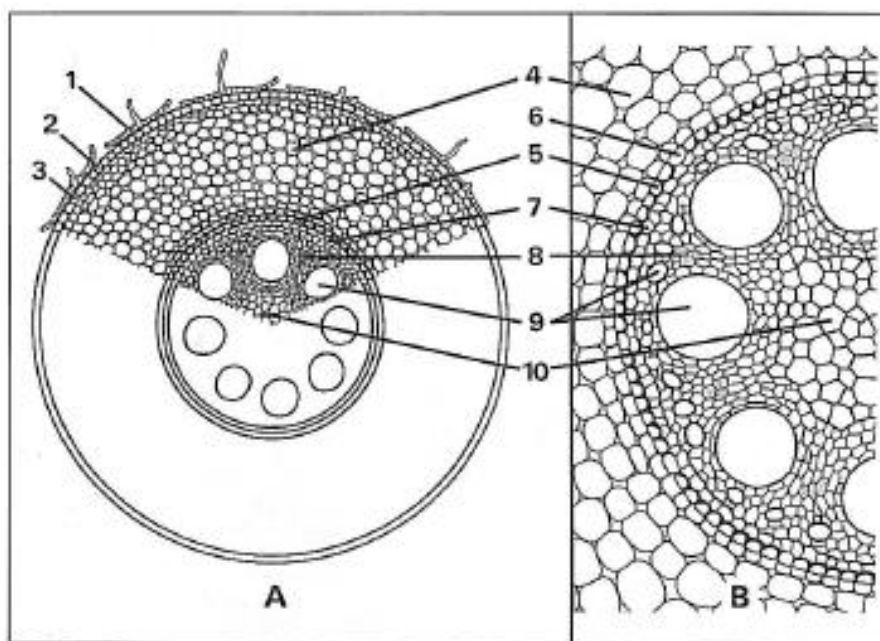
78027c Kořen vodní rostliny, vodní mor (Elodea), příčný řez

U vodních rostlin dosahují mezibuněčné prostory mezi parenchymatickými buňkami neobyčejně velkých rozměrů, což je obzvláště důležité pro provzdušnění rostliny. Také kořen vodního moru vykazuje v parenchymové tkáni tyto mezibuněčné prostory, které vyplňují prostor kolem jednoduše utvářeného centrálního vodivého svazku. Vzhledem k tomu, že na kořeny vodních rostlin nepůsobí na rozdíl od kořenů rostlin suchozemských mechanický tlak, jsou jejich kořeny z vnější strany obaleny pouze tenkou vrstvou epidermis.



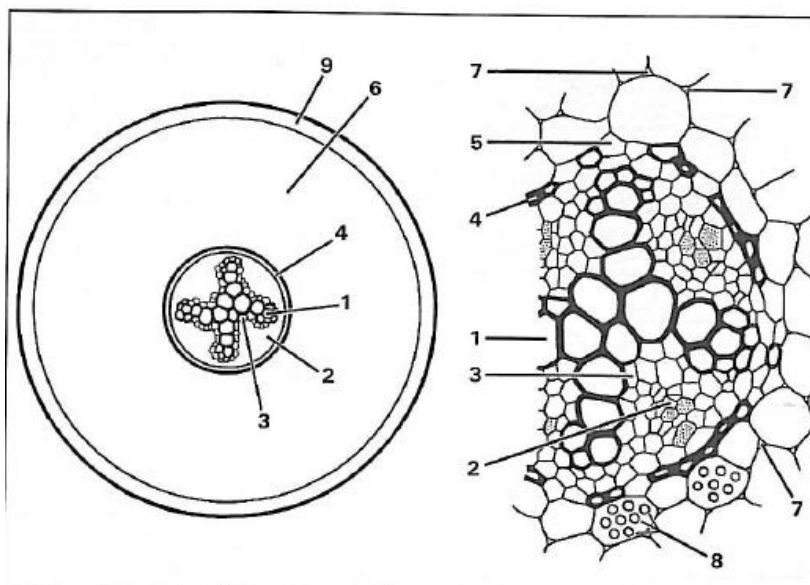
78001d Kořenová špička cibule (Allium cepa), podélný řez, buněčné dělení

78002c

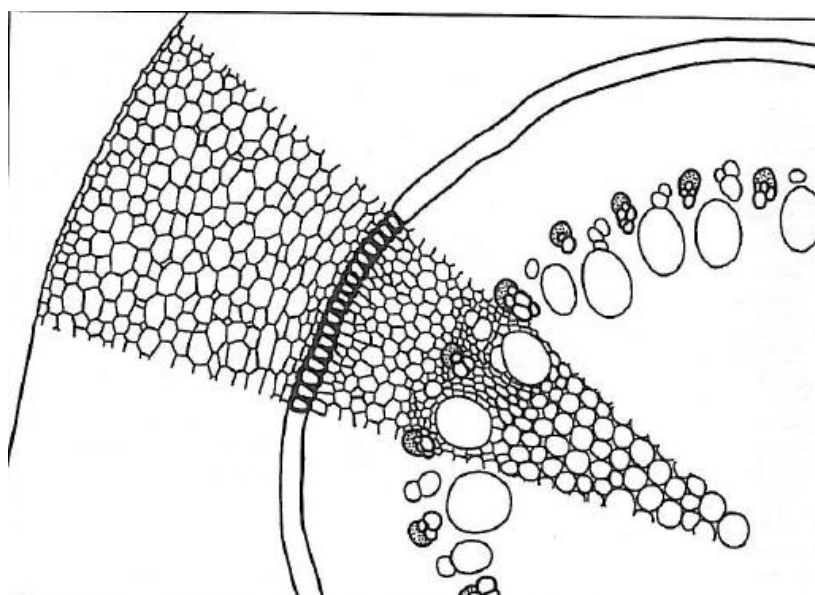


78009c

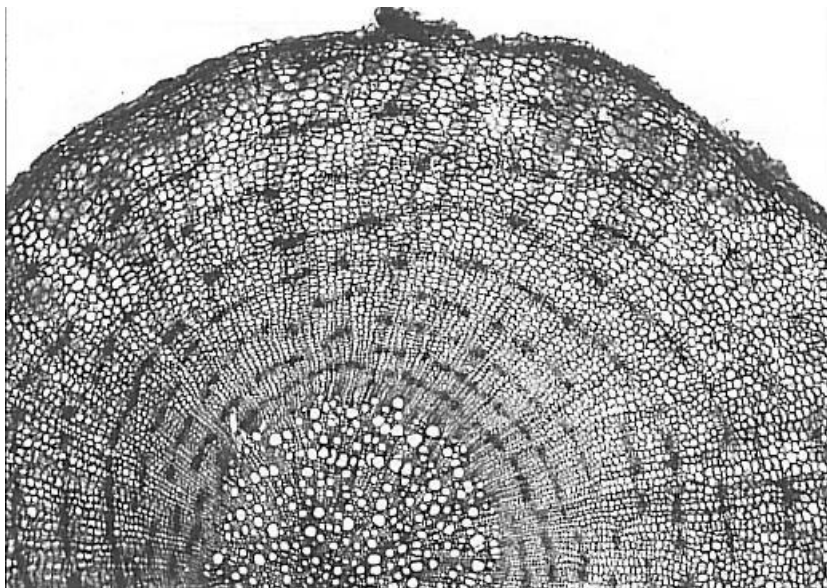
Kořen kosatce (Iris), příčný řez, typický kořen jednoděložné rostliny



78018c Kořen pryskyřníku (*Ranunculus repens*), příčný řez, typický kořen dvouděložné rostliny

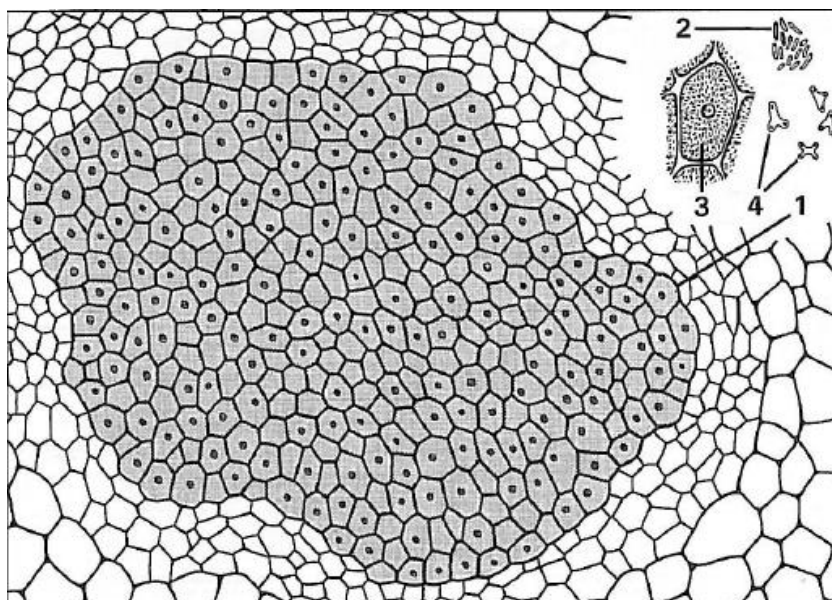


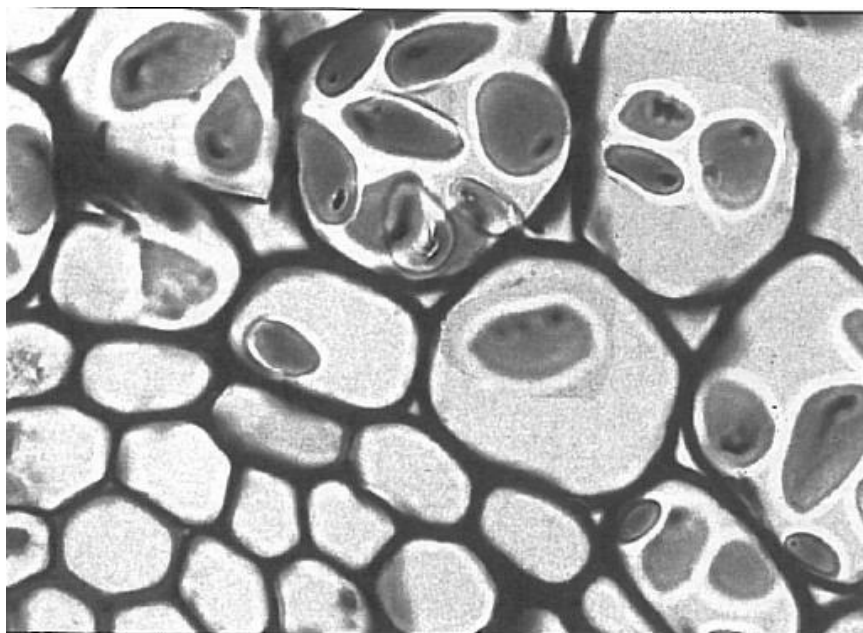
78003c Zdřevnatělý kořen čilimníku (*Sarothamnus*), příčný řez



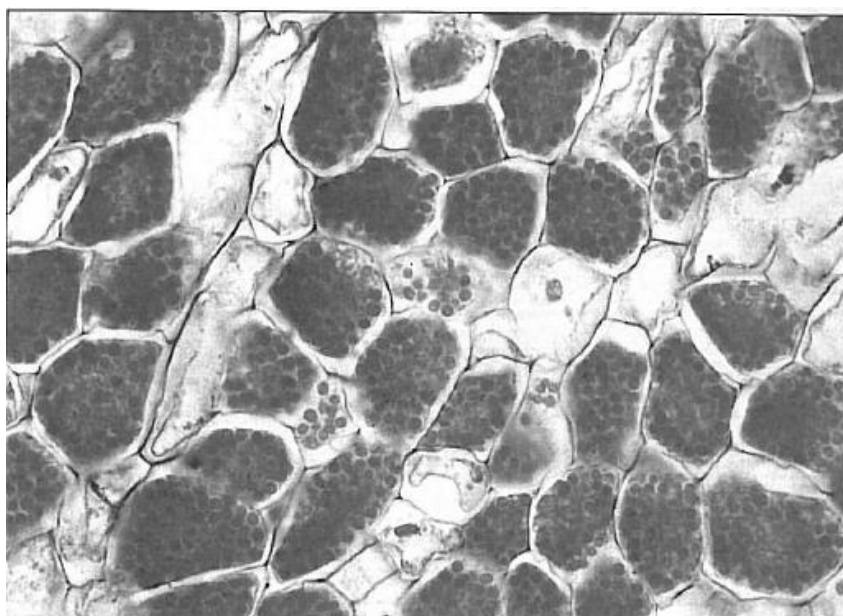
78004c Kůlový kořen smetanky lékařské (*Taraxacum*) s mléčnicemi, příčný řez

78006d Kořenové hlízky bobu obecného (*Vicia faba*) s bakteriemi vázajícími dusík, příčný řez

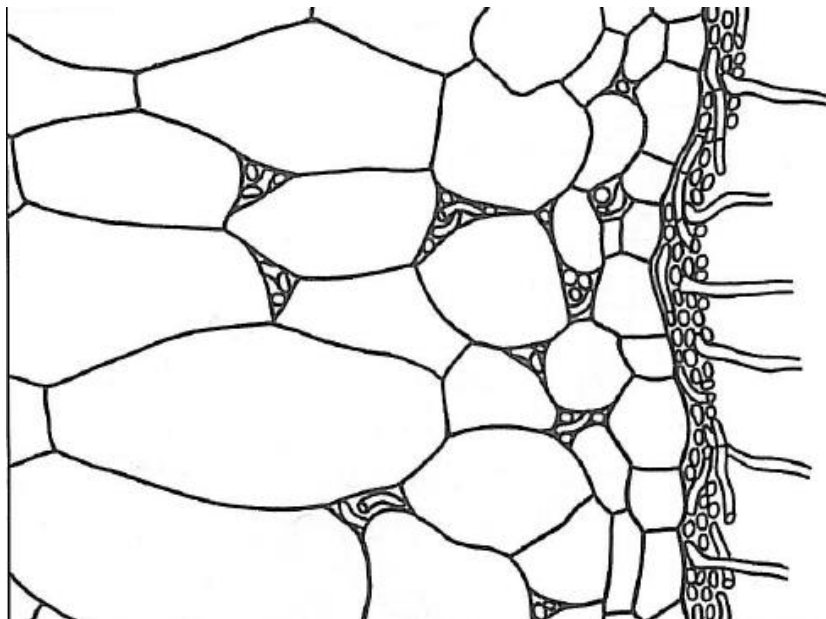




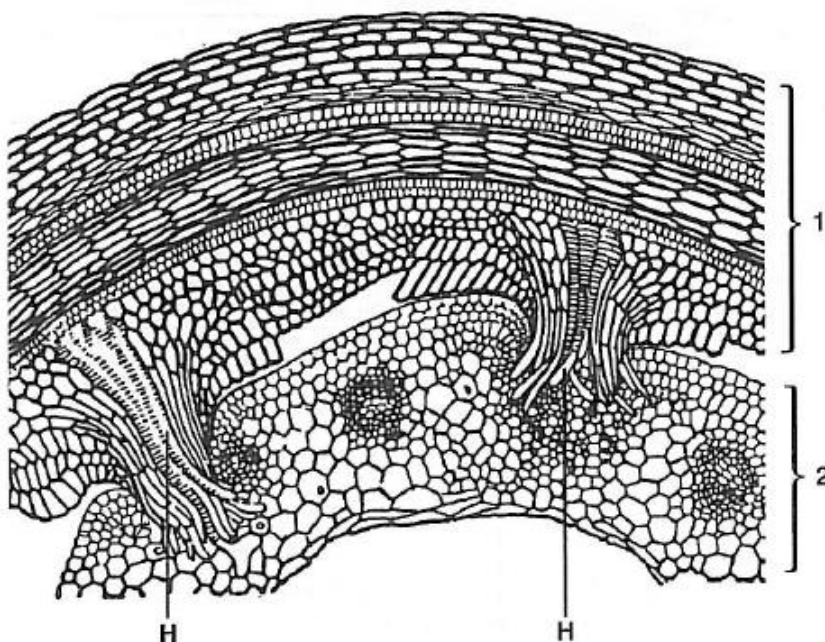
78007d Kořenové hlízky orseje (*Ranunculus ficaria*), příčný řez. Zásobní škrob



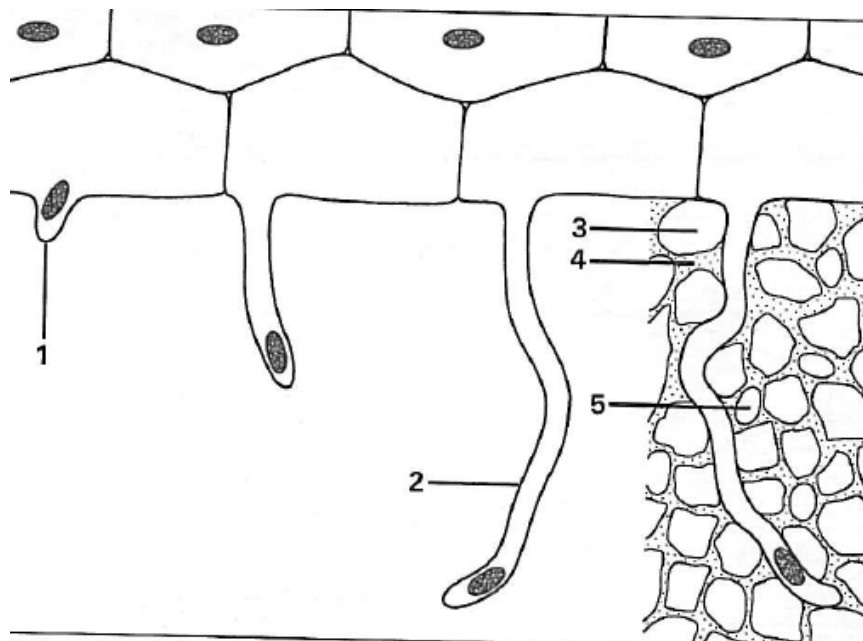
78011d Kořenové hlízky olše (*Alnus*) se symbiotickými aktinomycety, příčný řez



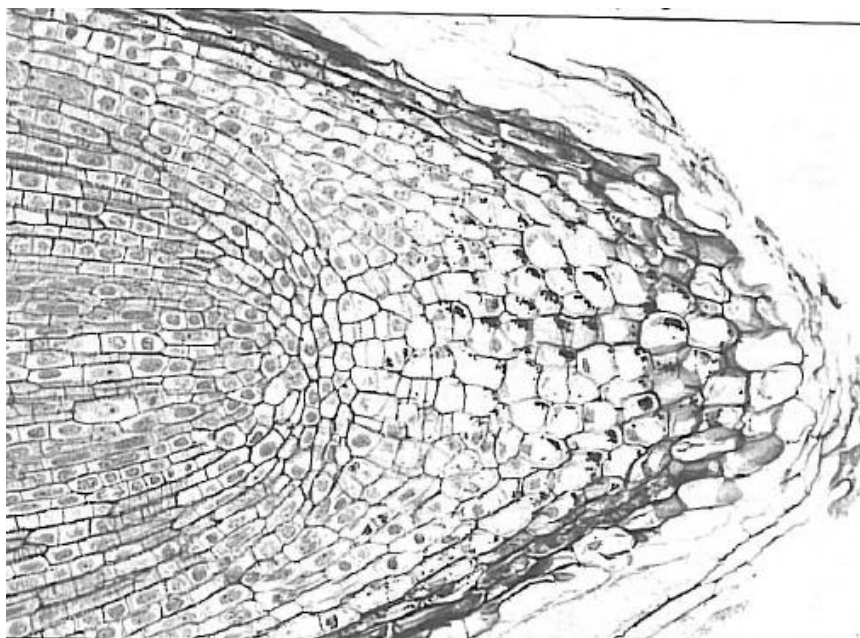
78010d Kořen s endotrofní mykorhizou hlísníku (Neottia) příčný řez



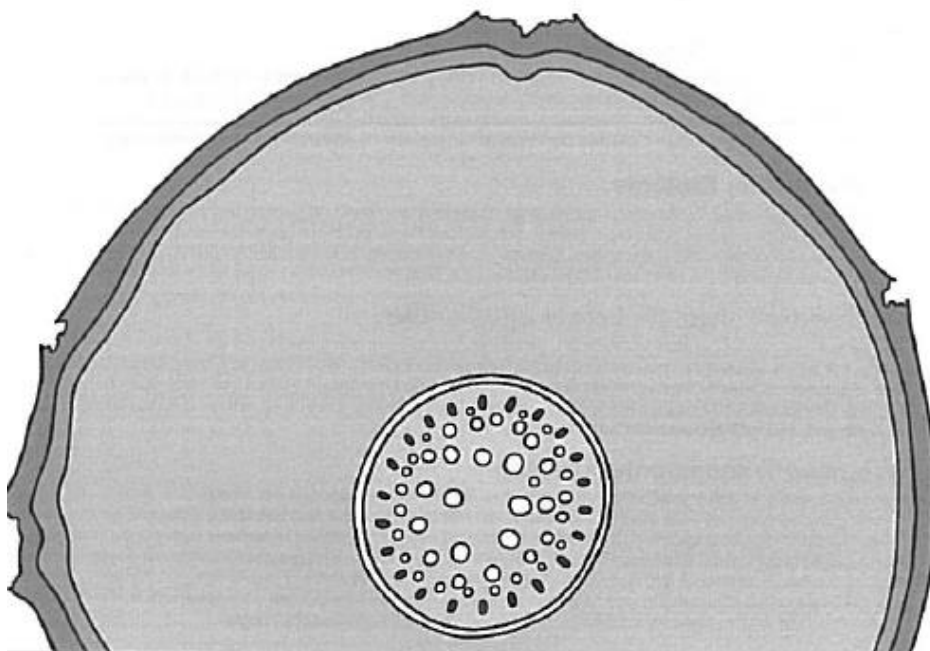
78008d Cizopasný kořen kokotice (Cuscuta), podélný řez. Savé kořeny (haustoria)



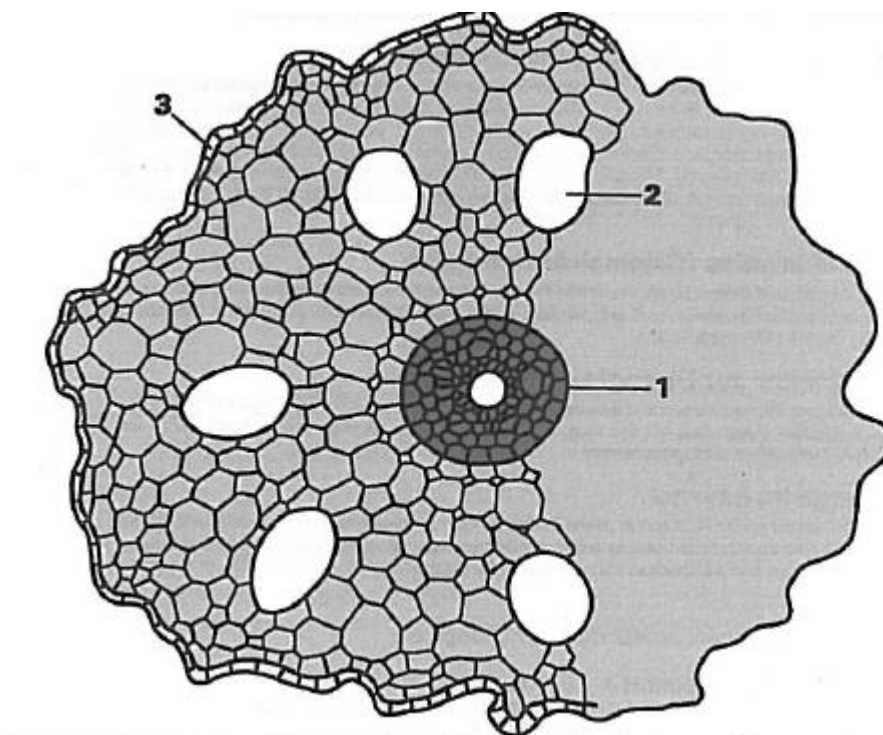
78013d Kořenová špička s kořenovými vlásky



78014d Kořenová špička kukuřice se statolity (Zea mays), podélný řez



78021c Vzdušný kořen monstery (Monstera), příčný řez



78027c Kořen vodní rostliny, vodní mor (Elodea), příčný řez