

Kořen jako základní morfologická kategorie?

Jitka Klimešová

Otazník v nadpisu tohoto článku není chybou, ale chce upozornit na fakt, že základní morfologické kategorie rostlinného těla, tedy kořen, stonk a list, jsou jen abstrakcí, vědeckou hypotézou, která má svůj vývoj a své alternativy. Má však vůbec cenu pochybovat o současném pojetí, když dostatečně popisuje pozorovanou skutečnost? Omezuje nás nějak učebnicová definice kořene v našem pochoopení růstu rostlin? To jsou otázky, na které se pokusím v tomto článku odpovědět.

Historie poznání kořene

Kořen jako jednu ze základních morfologických kategorií definoval již ve starověku Theophrastus (370–285 př. n. l.), žák a mladší kolega Aristotela. Ve svém pojednání *Historie rostlin* (*De historia plantarum*) definoval jako hlavní morfologické kategorie rostlin kořen, stonk, větev a větvičku. Dále pak rozlišoval jednoleté části rostlinného těla, jako jsou květ, list, plod a nový výhon. Za kořen Theophrastus považoval všechny podzemní části rostliny, ale dobře si uvědomoval, že některé z nich připomínají nadzemní stonky, jako např. oddenky u rákosy nebo pupeny u cibule. Navíc zařadil mezi kořeny i některé nadzemní části rostlin, jako jsou vzdušné kořeny figusu, nebo připepivé kořeny břečťanu, a povšiml si, že nenesou listy. Rozlišoval kořen hlavní, kořeny vedlejší i adventivní, i když pro ně neměl žádné zvláštní označení.

Také funkce kořenů, to je příjem živin a ukotvení rostliny, byla starověkým učencům zřejmá. Aristoteles přirovnával kořeny rostlin k tlamě zvířat. Představy o funkci listů nebo květů se tehdy značně lišily od současných, protože poznání fotosyntézy a pohlavního rozmnožování je záležitost mladší, počínající až v 17. stol. Tehdy s pomocí mikroskopu lékaři Marcello Malpighi (1628–1694) a Nehemiah Grew (1641–1712) udělali podstatný pokrok v poznání funkce listů a květů, ale také v poznání anatomické stavby kořenů, a jsou proto považováni za zakladatele rostlinné anatomie. N. Grew ve své knize *Anatomie kořenů* (*Anatomy of roots*) z r. 1673 uvádí, že kořeny mohou být trojího původu: buď

vyrůstají z radikuly semene či z nadzemního plazícího se stonku, nebo ze stonku, který se dostal nějakým způsobem pod zem. U kořenů rostoucích ze stonků si všimá skutečnosti, že na rozdíl od pupenů vyrůstají z vnitřní části stonku a nemají na průřezu dřev. Učinil tak krok k odlišení podzemních stonků a kořenů, které naznačil už Theophrastus. Protože však vývoj některých zkoumaných druhů nebyl dostatečně znám, nepodařilo se mu definovat anatomické rozdíly mezi stonkem a kořenem precizněji. Tak se stalo, že považoval cibuli za křížence mezi stonkem a kořenem a na příkladu bramborové hlízy, která kořenem není, zase mylně dokládá, že některé kořeny mohou mít dřev a nést pupeny.

Další pokrok v poznání kořenů přinesla srovnávací morfologie, jejímž zakladatelem byl básník J. W. Goethe (1749–1832). Amatéřský zájem o botaniku ho přivedl v r. 1790 k sepsání elegantního dílka *Pokus o vysvětlení metamorfózy rostlin* (*Versuch die Metamorphose der Pflanzen zu erklären*), které ovlivnilo morfologii rostlin v následujících 150 letech. Goethe viděl za bohatost forem v přírodě ideální archetyp (*Urpflanze*) a smysl morfologie viděl v hledání tohoto typu. Sám se zabýval laterálními orgány stonku od děložních listů, přes zelené listy, až po květní části, jako jsou kalich, koruna, tyčinky a pestík, a došel k závěru, že jsou všechny metamorfózou jediného univerzálního listu. Ve svém díle se sice kořenem nezabýval, ale jeho následovníci aplikovali principy srovnávací morfologie také na kořen. Rostlinné orgány odvozené z jednoho základního archetypu jsou od té doby nazývány homologickými a orgány,

které sice mají stejnou funkci, ale jsou odvozeny z různých archetypů, jsou označovány jako analogické.

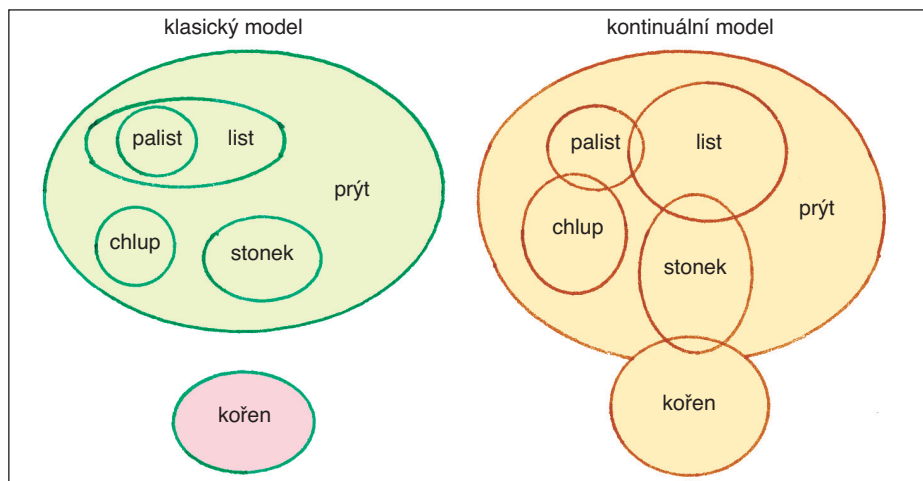
Současné pojetí homologie a analogie má evoluční význam, ale ve srovnávací morfologii ještě dlouho přetrvávalo pojetí těchto termínů, tak jak jim rozuměl Goethe. Nahrávala tomu skutečnost, že na rozdíl od zoologie máme v botanice jen málo fosilií, ze kterých by se dalo soudit na něco víc než základní trendy ve vývoji celkové morfologie rostlin. Protože první cévnaté rostliny byly složeny jen ze stonků, nevíme přesně, kde se tady kořen, tak jak ho známe u současných rostlin, vzal. Vznikl kořen ze stonku a je s ním tedy homologický, nebo je na stonku zcela nezávislou základní morfologickou kategorií? Ve srovnávací morfologii můžeme vysledovat oba názory.

Kořen je orgán nezávislý na stonku

Názor, že kořen je základní morfologická kategorie spolu s listem a stonkem, můžeme považovat za klasický. Dobře postihuje většinu případů nacházených v přírodě a odchylky, tedy orgány přechodné stavby, považuje za výjimky potvrzující pravidlo. Německý morfolog Wilhelm Troll (1897–1978), který je hlavním představitelem klasické srovnávací morfologie rostlin, ovlivnil chápání vegetativní stavby rostlinného těla svou monumentální prací *Srovnávací morfologie vyšších rostlin* (*Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen*, 1937–1943). Vycházel z předdarwinistických představ ideální rostliny a z toho důvodu ho můžeme považovat za dovršitele Goethova pojetí srovnávací morfologie. Klasická morfologie chápe rostlinu většinou staticky a nevyužívá studia ontogeneze.

Fylogenetickou interpretaci kořene jako základní morfologické kategorie reprezentuje názor současného německého anatoma a morfologa Wolfganga Hagemanna. Kořen u cévnatých rostlin podle něj mohl vzniknout podobně, jako vznikl podzemní hlízkovitý orgán některých jatrovek a kapradin, u kterých se zakládá v hloubce stonku (endogenně), proráží jeho povrchové vrstvy (primární kůru a pokožku) a slouží jako zásobárna nadbytečného uhlíku, k ukotvení rostliny a k čerpání vody a živin. Není tedy stonkového původu. Tuto teorii podporuje fakt, že boční stonky vyrůstají z povrchových tkání mateřského stonku (exogenně), ale kořeny vyrůstají jak ze stonků, tak z kořenů vyššího řádu endogenně.

Kořen je podle klasické morfologie jedním ze tří základních orgánů rostlinného těla spolu s stonkem a listem. Vyznačuje se neukončeným vrcholovým růstem (i když bychom si měli být vědomi toho, že u kořenů stejně jako u prýtlů může být růst ukončen vyčerpáním meristému), kořenovou čepičkou na vrcholu, radiální symetrií, vyrůstá z hloubi tkání, ve kterých se zakládá (endogenní původ), nemá listy ani není dělen na nody a internodia s pupeny, roste kladně geotropicky a má radiální svazek cévní. Vyrůstá buď z opačného pólu embrya než stonk, nebo vyrůstá přídatně (adventivně) ze stonků rostliny; tyto dvě skupiny kořenů se zpravidla neliší svou stavbou. Z některých uvedených pravidel existují výjimky, proto tzv. kontinuální morfologie nevede pevnou hranici mezi morfologickou kategorií stonku a kořene. Kontinuální model se v současnosti uplatňuje např. ve vývojové genetice. Podle R. Rutishausera a B. Islera kreslil S. Holeček





Theophrastus (370–285 př. n. l.) po smrti Platóna opustil Akademii a vstoupil k Aristotelovi na Lykeon, kde byl jeho žákem i nástupcem. Ve svém díle navázal na svého učitele především v biologii, napsal obsáhlá botanická pojednání *Původ rostlin* (*De causis plantarum*) a *Dějiny rostlin* (*De historia plantarum*), ze kterých se dochoval jen zlomek. Za povšimnutí stojí, že byl prvním učením, který vymezil rostliny oproti živočichům. Poukázal na skutečnost, že počet částí na rostlině je neurčitý a neustále se mění, zatímco zvířata mají od narození neměnný počet částí. Objevil tedy modulární strukturu rostlin (nahore vlevo) ♦ Angličanka Agnes Arber (1879–1960) vystudovala univerzitu v Cambridge ještě v době, kdy si ženy nemohly samy ani půjčovat knihy z univerzitní knihovny, ale musely tak učinit prostřednictvím svých mužských kolegů. Většinu života pracovala ve své soukromé laboratoři stranou akademického dění, ale bedlivě sledovala vývoj v oboru. V r. 1946 byla zvolena jako první žena v historii členem prestižní Královské společnosti v Londýně, ...za výjimečný přínos k objasnění morfologie vyšších rostlin, zvláště jednoděložných. “ Za svého vědeckého života napsala 8 knih a 218 článků. Ústředním motivem jejich pozdních prací je připomenutí, že samotná data nashromážděná při vědecké práci ani nepodporují, ani nezamítají žádnou vědeckou teorii. Výsledný obrázek je vždy dán interakcí mezi daty a modelem, skrze něž je interpretujeme (uprostřed vlevo) ♦ Německý básník J. W. Goethe (1749–1832) byl okouzlen botanikou a hledal celistvý pohled, který by mu umožnil orientovat se v bohatství tvarů. Cesta do Itálie, při které navštívil nejstarší botanickou zahradu Evropy v Padově, ho nakonec inspirovala k jeho holistickému pohledu na stavbu rostlinného těla. Byla to prý palma žumavá nízká (*Chamaerops humilis*), která ho přivedla k formulování zásad srovnávací morfologie. Orig. J. Klimešové ♦ Jako příklad morfologického jevu, který stojí na pokraji zájmů klasické morfologické školy, může sloužit adventivní odnožování z kořenů (nahore vpravo). Tvorba pupenů na kořenech byla řazena mezi takové monstrozity, jako fasciace stonku (srůst stonků), zelené zbarvení korunních lístků růže nebo listový vzhled tyčinek. Ve skutečnosti je mnoho rostlinných druhů na odnožování z kořenů zcela závislých, jako kořenoví paraziti r. zárasa (*Orobancha*) nebo mykotoxofní rostliny z cel. bruštičkovitých (*Pyrolaceae*); pro jiné tato vlastnost představuje běžný způsob klonálního růstu (na obr. luice květel) nebo vegetativní regenerace po narušení (čekanka *Cichorium intybus*). Foto J. Martínková

Kořen je orgán odvozený ze stonku

Opakovaně se v botanice setkáváme i s odlišným názorem na vznik kořene, který reprezentuje Angličanka Agnes Arber (1879–1960). Podle ní je rostlinné tělo složeno pouze z prýtlů (shoots), přičemž listy a kořeny můžeme považovat za částečné prýtle (partial shoots), které vykazují tendenci projevit svůj zcela prýtlový charakter. Tato tendence je viditelná u rostlinných orgánů, které mají přechodný charakter. Např. druhy z rodu bublinatka (*Utricularia*) se vyznačují tím, že jejich listy mají nekonečný terminální růst podobně jako stonky a mají přechodnou stavbu mezi stonkem a listem. Složené listy řeřišnice luční (*Cardamine pratensis*) mohou na vršátku tvořit pupeny a prýslec chvojka (*Euphorbia cyparissias*) nebo vrbka úzkolistá (*Epilobium angustifolium*) mají zase pupeny na kořenech. Nést pupeny je však vlastnost typická pro stonky. Z těchto důvodů Arber nevede ostrou hranici mezi morfologickými kategoriemi a její přístup je dnes označován jako kontinuální morfologie. Ta chápe morfologické struktury více dynamicky a přihlíží k jejich ontogenezi.

Fylogenetickou interpretaci názoru, že kořen je homologický se stonkem, najdeme v telomové teorii německého morfologa W. Zimmermanna (1892–1980), který se pokusil o evoluční pohled na stavbu rostliny. Za předka všech cévnatých rostlin považoval rostlinu podobnou rhyinii (vymřelý r. *Rhynia*), což byla rostlina složená pouze z vidličnatě větvených stonků. Původní stavební jednotku jejího těla nazývá telom (úsek stonku mezi dvěma větvenými označuje jako mezom a koncový úsek jako telom), ze kterého se podle jeho názoru vyvinuly ostatní orgány rostliny. Kořen interpretuje jako telom vyrůstající z prvního dichotomického větvení rostliny.

Kořeny podobají se stonkům

I když v době svého největšího rozvoje byly „klasická“ a „kontinuální“ škola rostlinné morfologie neslučitelné, dnes je někteří badatelé považují za komplementární. Je pravdou, že klasická morfologie by ke svým poznatkům rozhodně bez studia ontogeneze nedospěla (oddělit kořen od stonku, který se dostal pod zem, můžeme nejlépe sledo-



váním vývoje rostliny) a představitelé kontinuitní morfologie budovali své teorie až na základě dobře definovaných částí rostlinného těla, které poskytla klasická morfologie.

Dobrym příkladem toho, jak pojetí kořene ovlivnilo poznání jedné morfologicky zajímavé a ekologicky významné vlastnosti rostlin, je adventivní odnožování z kořenů. Ještě v 17. stol. v pracích Malpighiho a Grewa není přítomnost pupenů na kořenech považována za nic zvláštního, protože tito autoři vždy nerozlišovali podzemní stonky (oddenky) od kořene. Během 18. stol. se však ustálil názor, jak má kořen vypadat a jak se liší od stonku. Nejstarší zmínka o tom, že rostliny mohou odnožovat i z hypokotylu a z kořenů, lze asi najít v práci J. Ropera o prýsčích z r. 1824 (Enumeratio Euphorbiarum).

Ve druhé polovině 19. stol. bylo publiko-

váno několik seznamů a popisů druhů odnožujících z kořenů. Nejucelenější pojednání o této skupině rostlin zveřejnil Werner Rauh r. 1937 v práci Tvorba prýtů na hypokotylu a kořeni a její význam pro růstové formy rostlin (Die Bildung von Hypokotyl- und Wurzelsprossen und ihre Bedeutung für die Wuchsformen der Pflanzen). Ačkoli byl Rauh žákem výše zmíněného německého morfologa W. Trolla, nepoužíval ve svém výzkumu jen metody klasické morfologie, ale sledoval i ontogenezi rostlin a odnožování z kořenů stimuloval poraněním pokusných rostlin. Přesto v povědomí botaniků zůstalo odnožování z kořenů morfologickou zvláštností a horizontální kořeny nesoucí výhony jsou dodnes v literatuře občas mylně považovány za oddenky. V našich učebnicích morfologie je odnožování z kořenů zmiňováno také jen velmi zřídka,

Morfologická analýza je většinou snahou o nalezení stavebního plánu rostliny pomocí následujících známek homologie: 1) homotopie — homologické orgány často rostou v podobné nebo stejné pozici v rámci organismu s modulárním růstem; 2) kvalita — homologické orgány mají obvykle stejnou nebo podobnou funkci a skládají se ze stejných nebo podobných částí; 3) kontinuum — i když studované orgány vypadají jinak, mohou být považovány za homologické, jestliže mezi nimi existují přechodné formy. Jiný pohled na rostlinné orgány poskytuje analogie — orgány sdružuje podle jejich funkce. Na obrázku jsou pasti masožravé rostliny r. *Genlisea*, které jsou homologické listům, ale analogické kořenům. Foto L. Adamec

většinou ve spojitosti se zahradnickou praxí, kde je běžné řízkování kořenů u některých druhů, např. u maliníku. Přitom rostliny schopné odnožovat z kořenů tvoří téměř desetinu druhů naší flóry a mezi vytrvalými pleveli orné půdy jsou ještě častější. Poranění kořenového systému, ke kterému na orné půdě dochází, vede u druhů odnožujících z kořenů, jako je pcháč oset (*Cirsium arvense*), lnice květel (*Linaria vulgaris*), prýsč chvojka (*Euphorbia cyparissias*) nebo mléč rolní (*Sonchus arvensis*) k intenzivnímu vegetativnímu rozmnožování. Každý úlomek kořene druhu tvořícího adventivní pupeny na kořenech může dát vznik novému jedinci, proto je Karel Domin v příručce z r. 1925 — Rostlinné tvarosloví. Základy srovnávací a popisné morfologie rostlin — označuje za hydry mezi rostlinami.

Závěrem

Je tedy kořen základní morfologickou kategorií, nebo je odvozen ze stonku? To je otázka, která čeká na své řešení. Při vlastní práci bychom si však vždy měli být vědomi toho, že teorie, skrze níž na kořen pohlédneme, může ovlivnit interpretaci našich výsledků.

Sveřep stoklasa — starobylý plevel obilných polí

Zdeňka Lososová, Kateřina Šumberová

Dějiny kulturních rostlin jsou zároveň dějinami plevelů, které je po tisíciletí nerozlučně provázejí. Jedním ze starobylých plevelů obilných kultur je sveřep stoklasa (*Bromus secalinus*), dříve nazývaný sveřep obilný.

Jak to bylo v minulosti

Jako plevel se sveřep stoklasa vyskytoval nejčastěji v ozimém žitu, jež bylo dříve hlavní pěstovanou obilninou. Vzhledem k podobnosti mladých stébel sveřepu se žitem byl často zaznamenán až nedlouho před sklizní, po vymetání (kvetení a tvorbě klasů). Mezi lidmi tak vznikla domněnka, že se žito mění ve stoklasu, což bylo přičítáno působení zlých sil. Odstranění stoklasy bylo pro velkou produktivnost jeho obilky s obilkami žita problematické, a tak menší příměs v mouce byla asi častá. V dřívějších dobách byl vní-

mán jako sice nejedovatá, ale nežádoucí součást chleba.

Odkud se sveřep stoklasa v ČR vzal?

Podobně jako většina starobylých plevelných druhů rostlin pochází sveřep stoklasa ze stepí Blízkého východu. I když neexistují doklady o jeho záměrném pěstování, je velmi pravděpodobné, že v počátcích zemědělství byly také obilky sveřepu sklizeny a využívány pro výživu člověka. Postupně si však lidé pro pěstování začali vybírat plodiny, které pro ně měly výhodnější vlastnosti, tj. snadné pěstování, skli-

zeň a zpracování, vyšší výnos a odolnost vůči vlivům prostředí. Důležitá ovšem byla i chuťová kvalita výsledných produktů.

O tom, že stoklasa rostl na obilných polích spolu s kulturními plodinami již v dávné minulosti, svědčí archeologické nálezy této rostliny. Doklady o častém výskytu tohoto druhu plevelu v období neolitu jsou známé z Německa, Polska, Slovenska, Rumunska a z území bývalé Jugoslávie. Na území České republiky pocházejí již z mladší doby kamenné (4 500 až 2 000 př. n. l.). Z tohoto období je známo nejméně 30 druhů plevelů, vesměs z obilných polí, jejichž semena se podařilo identifikovat v archeologickém materiálu. Vedle sveřepu stoklasy to byly ještě např. druhy svízel přítula (*Galium aparine*) či pýr plazivý (*Elytrigia repens*). Zuhelnatělé zbytky obilky sveřepu byly nalezeny spolu s pšenicí dvouzrnkou a jednozrnkou na dně obilné jámy z doby bronzové v Prasklicích u Prostějova, Nesovicích nedaleko Bučovic a ze stejného období i ve Šlapanicích u Brna. V nálezech se vyskytuje dále po celý středověk až do novějších dob.

Výskyt sveřepu stoklasy u nás ve 20. století

Floristické publikace z konce 19. a první poloviny 20. stol. hodnotí sveřep stoklasu jako hojný druh obilných polí, který může