

Kořenový systém vrb podél vodních nádrží a toků

Při sníženém provzdušnění půdy (zhuštění nebo zamokřením) dochází k omezení dostupnosti kyslíku pro dýchání kořenových systémů a pro získávání dostatku energie nezbytné k zajištění jejich růstu a funkcí. [Pozn. redakce: O příjmu kyslíku kořeny u rákosu (*Phragmites*) pojednával také příspěvek v Živě 2006, 5: 201–204.] Zatímco mezi bylinami lze nalézt řadu druhů vodních (včetně ponořených – submerzních) a bahenních, mezi dřevinami s vysokým stromovým vzrůstem (megafanerofyty) je jen málo druhů schopných existence v podmínkách stagnující, trvale vysoké hladiny vody. Příčina spočívá v rozdílném růstovém typu. Stromy, úspěšné strategové v kompetici o světlo (případně o vodu v suchších podmínkách), potřebují pro budování a udržování polyfunkčního skeletu svých mohutných těl energeticky kvalitní a úsporný metabolismus, tedy výkonné aerobní dýchání všech svých orgánů, včetně (resp. zejména) podzemních. Pouze malý počet stromovitě rostoucích druhů dřevin snáší trvalé zamokření způsobující hypoxii – kdy je snížena efektivita jejich dýchání (např. u tisovců, druhů rodu tupela – *Nyssa*, ambron – *Liquidambar*, mangrovníků nebo druhů tropických zaplavovaných deštných lesů). Nacházíme u nich řadu adaptací, jako např. vzdušné či dýchací kořeny (pneumatofory), mělké kořenové systémy (do 10 cm hloubky), které jsou v nestabilních rozmáčených půdách často kombinovány s deskovitými pilíři (náběhy) nebo s kořeny chůdovitými. Jindy jde o kořeny strukturálně i funkčně připravené na pravidelně opakované změny podmínek (odliv a příliv u mangrovů) apod.

V našich lesích najdeme rozmanité půdní podmínky – zamokření půdy může být trvalého rázu, pokud voda stagnuje (blata, rašeliniště), prosperují zde keřovitě rostoucí dřeviny a na okrajích zakrslé stromy (např. smrk). Jiným případem jsou stromy lemující vodní toky. Pak i smrk ztepilý (*Picea abies*) může na nízkých březích horských bystřin s chladnou, dobře okysličenou vodou dosahovat úctyhodných výšek korun i tloušťky kmenů. Lužní lesy

s vysokou nebo kolísavou hladinou podzemní vody jsou typické záplavovým cyklem – živinami obohacené vody přicházejí s jarním táním sněhu, zatímco v létě je již půda dostatečně provzdušněná; při plně rozvinuté a funkčně výkonné listové ploše mohou kořeny pracovat bez omezení. Zde prosperují náročná společenstva tzv. tvrdého luhu s dubem letním (*Quercus robur*), jasanem (*Fraxinus*), jilmem habrolistým (*Ulmus minor*), j. vazem (*U. lae-*

vis) a olší lepkavou (*Alnus glutinosa*). Jinak tomu bývá při rovinatých říčních tocích, kde v terénních sníženinách voda zůstává delší dobu a za teplých letních dnů (omezená rozpustnost kyslíku) mohou kořenům stromů nastat podmínky hypoxie. Tehdy se časem vyvíjejí společenstva tzv. měkkého luhu se zastoupením některých druhů vrb a topolů.

Schopnost bylin, rostlin bažinných stanovišť (helofytů) a rostlin submerzních žít v podmínkách částečné hypoxie vyvolala značný zájem odborníků už dříve; dnes jsou z velké části strategie a přízpůsobení mokřadních bylin poznány, a to včetně signálů a řízení vzniku a vývinu různých aeračních systémů (např. u modelových druhů rodů šťovík – *Rumex*, rýže – *Oryza*, kukuřice – *Zea*, leknín – *Nymphaea*, stulík – *Nuphar* aj.). Také v zaplavených kořenech, ale i ve větvích zanesených půdou nebo bahnem se více vyvíjí parenchym (pletivo, tenkostěnné buňky schopné dělení) s větším objemem mezibuněčných prostor (intercelulár) zajišťující přísun kyslíku. Aerační systém v pletivech rostlin umožňuje rychlý přísun tohoto plynu, protože jeho difuze ve vodě je asi 10 000× pomalejší než v ovzduší. Pletiva s hojnými či objemnými mezibuněčnými prostorami tvoří vzdušné pletivo – aerenchym (obr. 2).

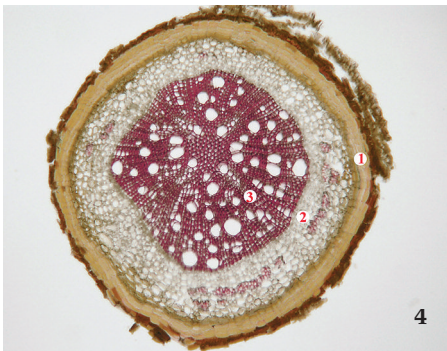
Kořeny vrb

Činnost vody, především mechanickým působením vln, je narušována stabilita břehů nádrží a vzniká zde abraze (eroze způsobená pohybem hladiny za větru). Vlivem eroze se snižuje retenční kapacita nádrží, ale často jsou ohroženy i pozemky a stavby v okolí. Ochranu břehů je možné provádět technickými opatřeními, ale výstavba betonových zdí a hrází je velmi drahá. Také esteticky a ekologicky tato díla nezapadají do volné krajiny. Proto je vhodné využívat kombinované ochrany břehů – stavebních a biologických prvků. Všeobecně platí, že břehové porosty jak keřů, tak stromovitých dřevin působí jako významný činitel proti vzniku abraze. V mnoha případech zpevňují svým kořenovým systémem břehy tak dokonale, že k abrazím téměř nedochází. Pro ochranu břehů nádrží se často využívají vrby.

Vrby jako jedny z mála dřevin obecně snášejí zaplavení kořenového systému. Jedním z druhů vysazovaných podél břehů je vrba poriční (*Salix fluviatilis*, obr. 6) ze severoamerického kontinentu, kde doprovází vodní toky v polopouštních oblastech jihozápadu USA a v Mexiku. Má dlouhou vegetační dobu, snadno zakořeňuje z řízků a je schopna konkurovat jiným dřevinám. U nás se vrba poriční využívá především proto, že ve srovnání s domácími druhy se úspěšně vegetativně množí pomocí kořenových výmladků (obr. 7) a rychle prorůstá půdu hustým kořenovým systémem. Vzhledem k tomu, že do České republiky byl dovezen pouze prašníkový klon, nehrozí její generativní šíření.

Mladé ponořené kořeny vrb jsou často zbarvené červeně – obsahují ve vakuolách exodermis (typ hypodermis, která se vyskytuje velmi často v kořenech, pod vnější vrstvou pokožky – rhizodermis) antokyany jako ochranu před přímým slunečním zářením, nebo jsou bílé díky odrazu světla





1 Větve vrby křehké (*Salix fragilis*) ponořené pod hladinou Brněnské přehrady vytvořily síť adventivních kořenů.

2 Čtyři interceluláry (mezibuněčné prostory – i) vzniklé z důvodu hypoxie především naproti floémovým skupinám zakládaného radiálního cévního kořenového svazku a dávající vznik vzdušnému pletivu – aerenchymu. Centrální válec zůstal spojen s odumírající vnější vrstvou pokožky (rhizodermis) jen úzkým pruhem parenchymu.

3 Mladé ponořené kořeny vrb jsou často červeně zbarvené antokyanem obsaženým ve vakuolách vnější pokožkové vrstvy (exodermis), bílé kvůli odrazu světla v mezibuněčných prostorách a tmavě hnědé až načernalé, kdy jsou na povrchu pokryty korkem s vnějšími odumřelými vrstvami.

4 Dále od růstového vrcholu má kořen již sekundární stavbu. Na povrchu se odlupují zbytky vnějších primárních pletiv, krycím pletivem je sekundární kůra s několika vrstvami korku (1). Korkotvorné pletivo (felogen) se zakládá ve vnější vrstvě pericyklu. Pod pericyklem se nachází vrstva lýková – floém (2) a dřevní – xylém (3).

5 Podobně jako u vrby poříční (*S. fluviatilis*) dochází i v kořenu vrby křehké ke vzniku čtyř vzdušných kanálů.

6 Vrba poříční u Brněnské přehrady

7 Vegetativní šíření vrby poříční pomocí kořenových výmladků. Snímky R. Gebauera

v mezibuněčných prostorách a tmavě hnědé až načernalé při sekundární stavbě, kdy jejich povrch pokrývá korek s vnějšími odumřelými vrstvami (obr. 3).

Bíle zbarvené kořeny vznikají jednak na přechodu prodlužovací a diferenciací zóny, asi 4–5 mm pod kořenovou špičkou, kde se z mezodermálního parenchymu začínou tvořit mezibuněčné prostory (interceluláry). Vznikají především naproti floémovým skupinám zakládaného radiálního cévního svazku a postupně se rozšiřují až do čtyř rozsáhlých kanálů; centrální válec zůstává spojen s odumírající rhizodermis jen úzkým pruhem parenchymu (obr. 2). V centrálním válci se již uzavřel kambiální kruh a dokončují se první vlny růstu sekundárního dřeva. Během dalšího tloušťkového růstu, mnohdy se zachováním čitelnosti původní tetrarchní stavby (tj. radiální cévní svazek se čtyřmi skupinami primárního dřeva a lýka), odpadnou vnější vrstvy kořenů až po endodermis. Těsně pod ní, ve vnější části pericyklu, se zakládá felogen, který dává vznik několikavrstevnému korku (obr. 4). V té době (resp. v určité vzdálenosti od terminální kořenové špičky) již kořeny ztratily schopnost přijímat minerální látky a vodu

a svou stavbou jsou funkčně připraveny převážně pouze na jejich transport, skladování zásobního škrobu, nebo se z nich případně stanou kořeny s převažující mechanickou funkcí.

Častou dřevinou v okolí vodních ploch je také naše vrba křehká (*S. fragilis*). Jde o druh velmi náročný na světlo, ale značně přizpůsobivý v požadavcích na vláhu. Bez následků snese krátkodobé záplavy během vegetačního období. Vyrovná se s kolísáním hladiny spodní vody a bez poškození přečká i její trvalý pokles po melioračních a jiných zásazích. Hůře však snáší stojatou vodu a špatné provzdušnění půdy. Výmladková schopnost na kmeni i na pařezu vytváří adventivní kořeny i přes silnou borku. Také u větví dlouhodobě ponořených ve vodě vzniká hustá síť adventivních kořenů (obr. 1). U mladých kořenů se vytvářejí, podobně jako u vrby poříční, čtyři rozsáhlé provětrávací kanály (obr. 5). Byly zjištěny i u povrchových kořenů vrby křehké, která rostla mimo dosah vodní plochy. Zřejmě jde o adaptační mechanismus, kdy se tvoří aerenchym i tehdy, když v půdě k hypoxii nedochází.

Kolektiv autorů: Milena Martinková, Luboš Úradníček, Soňa Tichá

Studium kořenů vrb podpořil výzkumný záměr MSM 6215648902.