

## Zpět k základům – výživa stromů

*Bruce W. Hagen*



Půda v městském prostředí a přirozené procesy, které v ní probíhají, jsou silně ovlivněny lidskými aktivitami. Půdní struktura určující provzdušnění, odvodňování i schopnost zadržovat vodu je více či méně změněna. Na obsah organických látek, dostupnost minerálů, kyselost i další charakteristiky mají vliv jak stavební činnosti, tak i nevhodné pěstební přístupy. Ovlivněna je vitalita a vzhled stromů, rychlost růstu i věk, kterého se dřeviny dožívají.

Nedostatek minerálů se projeví menšími listy, chlorózou nebo řidším olistěním. Tomu předchází zpomalený růst. Problém výživy často více souvisí s ostatními faktory – zhutněním půdy, nedostatečným provzdušněním, suchou nebo zamokřenou, příliš kyselou nebo zásaditou půdou, napadením škůdci, znečištěním ovzduší, nebo poškozením herbicidy. Většina těchto faktorů ovlivňuje růst a zdravotní stav stromů více než obsah minerálů v půdě.

Přiměřené hnojení může povzbudit růst a pomoci v péči o stromy, ale není vždy nezbytné a přínosné. Nadbytečné hnojení poškozuje kořeny i listy, zvyšuje citlivost k napadení škůdci, snižuje schopnost odolávat stresům ze změn prostředí, zvyšuje náklady na péči o dřeviny a také může kontaminovat podzemní vodu. Hnojení má svůj význam pro urychlení růstu zvláště, je-li po výsadbě nedostatečný. Ale i pro posílení zdravotního stavu dospělých jedinců za předpokladu, že víme o nedostatku některých výživových látek. Efektivní používání závlah a přihnojování je přímo závislé na tom, jak rozumíme reakcím stromů na změny těchto činitelů.

### **Zásady**

Stromy nezískávají energii pro svůj růst přímo z minerálů v půdě, ale fotosyntézou. Vzniklé cukry jsou základem pro tvorbu všech částí stromu. Během dýchání se uvolňuje energie uložená v cukrech a probíhají biochemické procesy. Minerální částice jsou základními stavebními prvky pro růst. Stromy potřebují 18 nejdůležitějších látek pro normální růst. Jsou to uhlík C, železo Fe, vodík H, mangan Mn, kyslík O, bór B, dusík N, molybden Mo, fosfor P, nikl Ni, draslík K, měď Cu, vápník Ca, zinek Zn, magnesium Mg, chlór Cl, síra S a kobalt Co. Kromě uhlíku a kyslíku jsou všechny látky přijímány kořeny s vodou. Látky přijímané ve větších množstvích (N, P, K, S, Ca, Mg) jsou hlavní výživové látky (makronut-

rienty), ostatní přijímané ve stopovém množství jsou vedlejší látky (mikronutrienty). Minerální prvky z organické hmoty, půdních částic, přihnojování, přirozeného spadu i půdní dusík jsou rozpuštěny v půdní vodě nebo uvolňovány z půdních částic. Kořeny je přijímají jako ionty. Náboj těchto iontů určuje chování částic v půdě.

#### Schopnost výměny kationtů

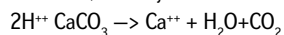
Tato schopnost je určující pro přihnojování. Kationy se vodou nevytluhují a zůstávají přístupné pro kořeny stromů. Tato schopnost závisí především na obsahu jílovitých částic a organické hmoty. Koloidní částice vážou na svůj povrch ionty. Většina půdních částic má záporně nabitý povrch. Kationy i aniony jsou vázány na místa výměny iontů stejné polaritý. Ty jsou pak přijímány kořeny. Další ionty jsou uvolňovány do půdy tak, aby byla zajištěna nábojová rovnováha. Kořeny také přijímají volné ionty přímo. Schopnost výměny je ovlivněna půdním pH. Například vodík  $H^+$  nebo hliník  $Al^{+++}$ , oba jako vedlejší látky, obsazují povrch částic v kyselé půdě. Některé základní kationy jsou potom méně dostupné. Aniony se v půdě snáze uvolňují a rozpouštějí ve vodě. Některé aniony se v půdě vyskytují přechodně jako skupiny (sloučeniny) a jsou pro rostliny obtížněji přístupné. Organická hmota je důležitým zdrojem anionů, zvláště dusíku a fosforu. Tyto vázané minerály jsou uvolňovány během rozkladu organické hmoty (proces mineralizace).

#### Půdní reakce

Půdní reakce ovlivňuje dostupnost minerálů pro rostliny, je měřítkem kyselosti nebo zásaditosti půdy. Půdní reakci určuje koncentrace hydrogenových  $H^+$  a hydroxylových  $OH^-$  iontů. Následující problémy lze spojit s kyselým půdním prostředím (nízké pH):

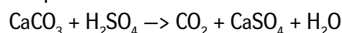
- snížená dostupnost kationtů (ionty vodíku nebo hliníku znemožňují jejich výměnu),
- zvýšená rozpustnost manganu (mangan a hliník jsou ve vyšších koncentracích toxické),
- snížená aktivita půdních bakterií (zhoršuje vázání dusíku a rozklad organických hmot),
- hydrogenidové půdy obsazují „místa výměn“ na úkor ostatních kationtů.

Přidání vápence do kyselé půdy zlepšuje její úrodnost, kationy kalcia nahrazují vodík.

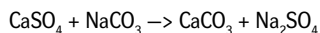


Na druhé straně v alkalických půdách (vysoké pH) bývají mnohé minerály (Zn, Fe, Mn, P) nedostupné. Typická je pro ně zvýšená toxicita, horší půdní struktura a odvádění vody i zavlažování. Nedostatečné proplachování půdy v semiaridních a aridních oblastech zanechává v půdě nadbytek kationtů (Ca, Mg, K, Na). Běžné je pH větší než 7, někdy až 10. Půdy s velkým množstvím nepropustných solí omezují růst rostlin. Nadbytek solí snižuje příjem vody, poškozují buňky kořínků. Pro snížení zasolení se často užívá sirný prach nebo granule. Síra dodaná do půdy obohacené

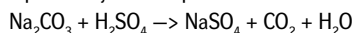
vodou se mění na kyselinu sírovou, která reaguje s vápencem na sádrovec.



Důkladně promíchaný sádrovec přidán do půdy s nadbytkem sodíku nahrazuje sodík vázaný na částice s vápníkem. Vzniklý hydroxid sodný se odstraní zavlažováním.



Kyselina sírová také reaguje přímo se sodíkem v půdě a vytváří rozpustnou formu sodíku.



V této reakci je sodík nahrazen vodíkem a uhlikový iont je eliminován. Při dostatečném obsahu vápníku lze tedy půdy zasolené nebo s nadbytkem sodíku zlepšit přidáním síry nebo kyseliny sírové, která vytvoří sádrovec. Další metodou pro zvýšení propustnosti a hlavně pro snížení pH je přidání organické hmoty nebo mulčování organickou hmotou.

#### Nedostatky ve výživě

##### Dusík

Dusík má největší vliv na růst rostlin, neboť je nejčastěji dostupný pouze v omezeném množství. Optimální úroveň často neexistuje, protože dusík je vázán na biomasu a zbytky dřeva. Z nich se uvolňuje rozpouštěním ve vodě a rychle se mění v plynnou formu. Jeho obsah zůstává relativně stálý díky atmosférickému dusíku, dusíku uvolňovanému z organické hmoty a dusíku, který je vázán na půdní bakterie. Odstraňování organických zbytků (listů apod.) může jeho hodnotu postupně snižovat. Dočasně může být také vázán během rozkladu hmoty půdními organismy.

Ačkoliv je úroveň dusíku nízká ve většině přirozených lesních ekosystémů, většina stromů roste celkem dobře a je přijatelně zelená. Zpomalením růstu mohou stromy dosáhnout zdravě vyhlížejícího olistění, jejich růst odpovídá prostředí. Zároveň růst kořenů odpovídá zajištění dostatečného zásobování. V dobře zásobené půdě zabírají kořeny menší plochu a stromy jsou více zavětvené. Průměr koruny je u těchto stromů větší než kořenový systém. V horších půdách naopak zasahují méně větvené a řidší kořeny daleko za průměr koruny, což jim pomáhá vyrovnat se s nedostatkem živin a minerálů. Zpomalený růst je normální a pro většinu stromů žádoucí. Studie ukázaly, že odolnost proti chorobám a škůdcům klesá se zrychleným růstem. Tyto stromy jsou škůdci i více vyhledávány. V opačném případě je energie využívána pro obranné mechanismy. Strom produkuje více „obrných“ chemikálií.

Příznaky nedostatku dusíku jsou poměrně řídké v městském prostředí i ve venkovské krajině. Spíše závisí na kvalitě půdy. Jeho dostupnost je zhoršena v písčitéch nebo bahnitých půdách a při nedostatku organické hmoty nebo v hůře odvodňovaných půdách. Půdní dusík je obsažen především v organické hmotě. Mikroorganismy ji rozkládají a uvolňují malé množství ve vodě

rozpuštěných iontů dusíku  $NO_3^-$  a čpavku  $NH_4^+$ . Většina čpavku je odčerpávána (při slabé vazbě), nebo vázána na jílovité částice (při silné vazbě). Ionty nitrátu jsou rozpuštěny v půdní vodě a tím snadno rozpustné pro kořeny. Mohou být ale vyplaveny silným deštěm nebo přílišnou závlahou. Přísun dusíku z ovzduší není velký a jen některé mikroorganismy jej mohou získávat a předávat rostlinám. Některé z těchto mikroorganismů žijí v půdě volně, jiné v symbióze s kořeny různých rostlin. Nezanedbatelné množství dusičnanů se také v půdě ukládá spadem, deštěm nebo sněhem. Malá množství dusičnanů vznikají také při bouřce a jsou přenášena deštěm do půdy. Při vážném nedostatku dusíku jsou nové listy zelené, ale menší. U starších listů se projeví žloutnutí. Strom přesouvá své zásoby dusíku od starého k novému, aby zajistil dostatečné olistění. Nedostatek dusíku lze upravit dusíkatými hnojivy.

##### Fosfor a draslík

Ve většině půd je těchto prvků pro normální růst stromů dostatek. Draslík může být v menším množství v půdách chudých na organickou hmotu. Fosfor pomáhají dodávat rostlinám mykorrhizní houby, takže i v chudých půdách bývá absorbován v dostatečném množství. Fosfor se udržuje při povrchu půdy. Jeho nedostatek může nastat v půdách silně kyselých nebo zásaditých, kde tvoří těžko rozpustné soli. Mulčování 5–7 cm organické hmoty v prostoru kořenů může pomoci eliminovat nedostatek dusíku, fosforu i draslíku. Kromě toho organický materiál snižuje pH a zlepšuje dostupnost běžných výživových látek. Mulčování také povzbuzuje aktivitu půdních mikroorganismů (mykorrhiza a bakterie, které vážou dusík), zlepšuje půdní strukturu, vyrovnává teplotní extrémy, snižuje erozi a výpar vody.

##### Železo

Železo je často nedostupné v zásaditých a špatně odvodňovaných půdách. Příznaky nedostatku železa jsou opačné než dusíku. Mladé listy žloutnou a zůstávají na nich zelené žilky, zatímco starší jsou tmavě zelené. Nedostatek se projevuje i zmenšením listů. Nedostatek železa lze upravit snížením pH pomocí síry nebo postupně mulčováním štěpky, listy nebo zelenou hmotou.

##### Kdy přihnojovat

Pro mladé stromky je zvýšená spotřeba minerálních látek přirozená. Ta je zajištěna, pokud není omezen růst kořenů a půda je relativně bohatá na živiny. Na mírné přihnojování mohou stromky reagovat rychlejším růstem. Dospělé stromy se na chudých půdách přizpůsobují zpomalením svého růstu. U těchto stromů může dojít ke zvýšení požadavků na minerály – především na dusík, neboť je (zvláště u velkých stromů) spotřebován. Mírné přihnojování může být v tom případě užitečné, přílišné hnojení může vést ke zvýšenému růstu a tím ke snížení odolnosti vůči škůdcům a chorobám, navíc se zvyšují náklady na péči o takový strom. Stromům, u nichž je

stres způsoben špatným provzdušněním, zastíněním nebo nemocemi kořenů, nemůže přihnojování pomoci, dokud nejsou tyto faktory změněny. Pro shrnutí – přihnojování může být vhodné v těchto případech:

- na podpoření růstu u mladých již zakořeněných stromů, pokud je třeba (nově vysazené stromy nemusí na přihnojování několik let reagovat),
- při omezeném přirozeném přísunu živin, na zpevněných plochách, při pravidelném odvážení organické hmoty, pokud jsou živiny odčerpávány podrostem a v podobných případech,
- pro upravení nedostatku jednotlivých minerálů,
- v chudých půdách pro podpoření rozvoje růstu,
- pro zlepšení zdravotního stavu a vzhledu dospělých stromů (nezapomeňte, že nadměrný růst může být škodlivý),
- při poranění kořenů nebo přesazování pro lepší doplnění a rozvoj kořenů.

### Použití hnojiv

#### Rozbor a testování

Půdní rozbor nemusí vždy určit nedostatky, protože pro mnohé druhy stromů neznáme kritické hodnoty minerálů. Chemická reakce půdy je závislá na mnoha faktorech, jako jsou místo odběru, hloubka, roční období, vlhkost a další. Analýza nám pomůže určit nadbytek (toxickou úroveň) bóru, chloridů, sodíku a zasolení, a také hodnotu pH. Kvalita půdního rozboru odpovídá kvalitě vzorku. Vzorky by měly být odebrány ve čtyřech kvadrantech a v jedné třetině průměru koruny zvnějšku.

Rozbor listů pomáhá určit obsah minerálů, ovšem opět neznáme pro mnoho druhů kritické hodnoty. Posouzení výsledků je složité. Užitečné může být porovnání listů z různých stromů jednoho druhu. Zdrojem toxických koncentrací minerálů může být i voda, proto je její testování vhodné.

#### Formy dusíku

Kořeny stromů můžou vstřebávat dusík nebo ionty nitrátu  $\text{NO}_3^-$ , čpavku  $\text{NH}_4^+$  nebo přímo jeho močovinu ( $\text{NH}_2\text{CO}$ ). Nitrát se ve vhodném roztoku snadno vyluhuje, neboť je v půdních částicích málo míst pro výměnu iontů. Dusík je vyplaven půdní vodou, a to zvláště při silném zavlažování. Ionty čpavku a močovina jsou roz-

puštěné, ale zůstávají v půdě. Jejich nadbytek může vést k překyselení půdy. Ionty čpavku jsou přeměňovány půdními mikroorganismy na ionty nitrátu v průběhu několika týdnů. Tento proces je závislý na teplotě a pH půdy a aktivitě mikroorganismů. Močovina je přeměňována na čpavek a poté na nitrátové ionty. V alkalických nebo písčitéch půdách mohou některé ionty „vyprchat“. Tomu může zabránit závlivka po přihnojení. Ionty čpavku jsou dostupnější v chladnější půdě, nitráty naopak v prohřáté půdě.

#### Kolik hnojiva

Pro okrasné stromy v zápoji se běžně doporučuje od 0,5 do 3 kg dusíku na 100 m<sup>2</sup> průměru koruny. Nižší množství je vhodné pro pomalu rostoucí dospělé stromy. Pro mladé rychle přirůstající dřeviny adoptované na stanoviště jsou nejvhodnější hodnoty 1 až 1,5 kg, více než 2 kg jsou již limitní hodnoty. Většinou se používá méně. Přihnojování může škodit rostlinám, podpořit rozšíření škůdců, snížit odolnost a zvýšit náklady. Nebezpečím je také kontaminace vody. Hnojiva je vhodné aplikovat v 1,5násobku průměru koruny kde se nachází většina kořenů stromů. Číslo na obalu hnojiva například (30-10-7) značí procentuální hmotnostní zastoupení dusíku, fosforu a sodíku v daném pořadí (platí pro USA).

#### Které období je nejvhodnější

Zásoby pro jarní růst všech částí stromů se vytvářejí v předchozím roce. Hnojivo použité v jarním období bude tedy mít větší význam spíše až v příštím růstovém období. U většiny opadavých stromů jsou budoucí výhonky založeny před klidovým obdobím a toto založení je rozhodující pro přírůstky v příští sezóně. Mnohé stromy budou prodlužovat své výhony, dokud jim to podmínky v půdě a klimatické podmínky dovolí. Hnojení proto může v roce, kdy je provedeno, znamenat větší délku přírůstků a zelenější listy, ale nové růstové pupeny vzniknou až v příštím roce.

Tradiční přístup nás vede k nepoužití hnojiv v pozdním podzimu, kdy jsou kořeny ještě aktivní a zimní deště pomůžou hnojivu v cestě ke kořenům. Ovšem dusík v dobře rozpustné formě se nevyužije, neboť jeho příjem v klidovém období je

zpomalen a většina je ho vyplavena mimo kořeny. Studie ukazují, že nejlepší příjem dusíku je na jaře a počátkem léta, kdy je jeho potřeba největší. Konec léta a počátek podzimu je vhodným obdobím pro růst v příští sezóně. V této době se zvyšuje aktivita kořenů a ukládají se zásoby. Vhodné může být i použití časně zjara z podobných důvodů, a protože je zde dostatek času pro uvolnění živin.

#### Minerální soli

Výměna vody mezi půdou a kořenovými buňkami je závislá na nasycenosti roztoku solemi. Nadbytek solí znemožní příjem vody díky osmotickým vlastnostem. Koncentrace solí v buňkách je běžně vyšší než okolní vodě. Buněčná stěna funguje jako polopropustná membrána a voda může být přijímána jen do vyrovnání potenciálů (osmóza). Je-li koncentrace solí vyšší v půdní vodě, dojde k opačnému procesu a voda bude buňkám odnímána. Dojde k poklesu tlaku v buňkách, jejich poničení, vadnutí listů a „spálení“ jejich okrajů. Nadbytečný příjem solí může mít také toxický vliv. Takto stresované stromy špatně přirůstají, nebo i odumírají, dokud se podmínky v půdě nezlepší. Pokud je k dispozici dostatek kvalitní vody, lze problém řešit zvýšenou závlivkou. „Index slanosti“ je rozhodující pro nebezpečí zasolení půdy u jednotlivých hnojiv. Je také měřítkem, nakolik nasatí hnojivo půdní vodu. Hnojivo s nižším indexem se snáze vyplaví a neohroží tolik rostliny zasolením. Celkový efekt je ovšem závislý i na množství hnojiva a jeho formě. Pomalu rozpustné formy mají tento index nižší, nebo se jejich ionty pomaleji uvolňují.

#### Závěrem

Jen málo stromů je dobře přizpůsobených pro růst ve změněných půdách ve městě. Výsledkem pak může být zhoršený růst, větší citlivost vůči škůdcům a předčasné stárnutí až zánik. K hlavním problémům patří ztuhnutí půdy (špatné provzdušnění a vododržnost), omezený prostor, špatný odvod vody, nebo příliš suchá stanoviště, příliš vysoké pH, zasolení a nedostatek organické hmoty a přirozeného mulče, konkurence ostatních rostlin a nepropustné plochy. K řešení těchto potíží se často používají hnojiva místo správného odhadnutí situace a určení všech negativních vlivů prostředí. Přitom živiny v půdě často nebývají tím hlavním problémem. Pozornost je třeba věnovat všem stresovým faktorům a problémům předcházet výběrem vhodných druhů pro dané místo, přípravou půdy a správnou technikou výsadby i následnou péčí. Hnojení zůstává důležitým nástrojem při péči o stromy v městském prostředí. Může podpořit mladé stromy v růstu a rozvoji dospělé jedince tam, kde je limitujícím faktorem nedostatek živin v půdě. Používání hnojiv bez rozmyslu a znalosti jen „pro jistotu“ může poškodit rostliny a znečistit spodní i povrchové vody.

Z originálu publikovaného v ISA Arborist News, prosinec 2000, přeložil Ivo Peřina

#### Zdroje dusíku a ostatních látek

**Anorganické, rozpustné ve vodě, rychle se uvolňující**  
 Dusičnan vápenatý – dusičnan amonný – dusičnan sodný – chlorid sodný – chlorid dusičný – fosforečnan amonný – difosforečnan amonný – síran amonný – síran sodný – superfosfát

**Organické, ve vodě nerozpustné, přeměňované půdními organismy (pomalu se uvolňující)**  
 Hnůj – vylisované hrozny – kostní moučka – zelené hnojení – jateční odpad – kompost – kaly – mořské řasy – sušená krev – rybí moučka, emulze

**Syntetické, rozpustné ve vodě nebo přeměňované půdními organismy nebo hydrolyzou**  
 Močovina (rychle rozpustná) – močovina se sírným poulakem (pomalu rozpustná) – močovina s formaldehydem (pomalu rozpustná) – močovina v dvojnásobné (pomalu rozpustná)

#### Způsoby aplikace

- injekcí do půdy – často užíváno i pro stromy v zatrávněných plochách, rozpuštěné hnojivo je ustríkáno 10–20 cm pod povrch,
- rozpuštěním v závlahové vodě,
- na list, vhodné pro stopové prvky, krátkodobý účinek, neřeší hlubší problémy,
- přimíšení k zemině během výsadby,
- injekcí do kmene, použitelné jen pro stopové prvky, zraňuje strom a má krátkodobý účinek,
- implantování hnojiva do dřev u kmenů a jejich uzavření
- opět nevhodná metoda poškozující strom a s krátkodobými účinky.

Pozn.: Poslední tři jmenovaná syntetická hnojiva jsou vhodná pro písčité půdy, které se rychle odvodňují a mají nízkou kapacitu výměny iontů.