

# Hnojení

## v zahradě


Druhé, aktualizované vydání

69

Miroslav Kalina



- zásady správného hnojení
- živiny důležité pro rostliny
- přehled minerálních hnojiv
- význam a využití organických hnojiv

 GRADA

Česká  zahrada

## Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **restně stíháno**.

*Používání elektronické verze knihy je umožněno jen osobě, která ji legálně nabyla a jen pro její osobní a vnitřní potřeby v rozsahu stanoveném autorským zákonem. Elektronická kniha je datový soubor, který lze užívat pouze v takové formě, v jaké jej lze stáhnout s portálu. Jakékoliv neoprávněné užití elektronické knihy nebo její části, spočívající např. v kopírování, úpravách, prodeji, pronajímání, půjčování, sdělování veřejnosti nebo jakémkoliv druhu obchodování nebo neobchodního šíření je zakázáno! Zejména je zakázána jakákoliv konverze datového souboru nebo extrakce části nebo celého textu, umístování textu na servery, ze kterých je možno tento soubor dále stahovat, přitom není rozhodující, kdo takovéto sdílení umožnil. Je zakázáno sdělování údajů o uživatelském účtu jiným osobám, zasahování do technických prostředků, které chrání elektronickou knihu, případně omezují rozsah jejího užití. Uživatel také není oprávněn jakkoliv testovat, zkoušet či obcházet technické zabezpečení elektronické knihy.*





Copyright © Grada Publishing, a.s.



Copyright © Grada Publishing, a.s.

# Obsah

Úvod .....	9
<b>1. Základy výživy rostlin .....</b>	<b>11</b>
1.1 Rostlinné živiny .....	11
1.2 Příjem živin rostlinami .....	12
1.3 Projevy nedostatku a nadbytku živin .....	14
1.3.1 Dusík .....	14
1.3.2 Fosfor .....	14
1.3.3 Draslík .....	15
1.3.4 Vápník .....	15
1.3.5 Hořčík .....	16
1.3.6 Síra .....	16
1.3.7 Železo .....	17
1.3.8 Bor .....	18
1.3.9 Mangan .....	18
1.3.10 Zinek .....	19
1.3.11 Měď .....	19
1.3.12 Molybden .....	19
<b>2. Půda jako zdroj výživy rostlin .....</b>	<b>21</b>
2.1. Složení půdy .....	21
2.1.1 Minerální podíl půdy .....	21
2.1.2 Organický podíl .....	22
2.1.3 Půdní atmosféra .....	22
2.2 Zrnitost a druh půdy .....	22
2.3 Agrochemické vlastnosti půdy .....	23
2.3.1 Půdní reakce .....	23
2.3.2 Stanovení obsahu přístupných živin v půdě .....	25
2.3.3 Zasolení zeminy .....	27
2.3.4 Jednodušší rozborů půdy .....	29
2.3.5 Plevel jako indikátor půdních vlastností .....	29

<b>3. Organická hnojiva a zahradnické substráty</b> .....	31
3.1 Význam a obsah humusu v půdě .....	31
3.2 Kompost .....	32
3.3 Chlévský hnůj .....	34
3.4 Močůvka .....	36
3.5 Fekálie .....	37
3.6 Zelené hnojení .....	38
3.7 Rašelina .....	40
3.8 Zahradnické substráty .....	41
<b>4. Minerální hnojiva</b> .....	43
4.1 Jednosložková tuhá hnojiva .....	44
4.1.1 Dusíkatá hnojiva .....	44
4.1.2 Fosforečná hnojiva .....	46
4.1.3 Draselná hnojiva .....	46
4.1.4 Vápenatá hnojiva .....	47
4.1.5 Hnojiva s vápníkem .....	48
4.1.6 Hořečnatá hnojiva .....	49
4.1.7 Hnojiva se sírou .....	50
4.2 Vícesložková tuhá hnojiva .....	51
4.3 Kapalná hnojiva .....	53
4.3.1 Jednosložková kapalná hnojiva .....	53
4.3.2 Vícesložková kapalná hnojiva .....	54
4.3.3 Aplikace kapalných hnojiv .....	55
4.3.4 Hnojivé výluhy vlastní výroby .....	55
4.4 Koncentráty stopových prvků .....	56
4.4.1 Hnojiva s obsahem železa .....	56
4.4.2 Hnojiva s manganem .....	57
4.4.3 Hnojiva se zinkem .....	58
4.4.4 Hnojiva s mědí .....	58
4.4.5 Hnojiva s borem .....	58
4.4.6 Hnojiva s molybdenem .....	58
4.4.7 Kombinace stopových prvků .....	58
4.5 Přepočet dávek živin na minerální hnojiva .....	59
4.6 Mísitelnost minerálních hnojiv .....	61
4.7 Nákup a skladování minerálních hnojiv .....	62

<b>5. Použití hnojiv</b> .....	64
5.1 Organické hnojení .....	64
5.2 Vápnění .....	69
5.3 Hnojení minerálními hnojivy .....	71
5.4 Hnojení stopovými prvky .....	76
5.5 Mimokořenová výživa .....	78
<b>6. Hnojení zahradních plodin</b> .....	81
6.1 Hnojení zahrady jako celku .....	81
6.2 Hnojení zeleniny .....	82
6.3 Hnojení ovocných dřevin .....	87
6.4 Hnojení révy vinné .....	91
6.5 Hnojení okrasných rostlin .....	93
6.6 Hnojení balkonových rostlin .....	94
6.7 Hnojení trávníků .....	96
6.8 Hnojení polních plodin pěstovaných v zahradě .....	99
6.8.1 Hnojení brambor .....	99
6.8.2 Hnojení pícnin .....	99
6.8.3 Hnojení máku .....	100
<b>7. Kalendář hnojení zahradních plodin</b> .....	102
<b>8. Poruchy ve výživě rostlin</b> .....	104
<b>9. Nitrátová směrnice</b> .....	109
<b>Literatura</b> .....	111
<b>Slovníček odborných názvů</b> .....	112
<b>Rejstřík</b> .....	113





## Úvod

Během krátké doby vychází již druhé, aktualizované vydání této publikace, což svědčí o zájmu zahrádkářů a drobných pěstitelů o výživu rostlin a hnojení. Vždyť kdo by nestál o zahrádku plnou pestrých květin i užitkových rostlin, zvláště když práce na zahradě slouží mnoha lidem jako forma relaxace při dnešním způsobu dosti hektického života.

Další motivací pro setrvalou oblibu pěstování ve vlastní zahradě je mínění, že ovoce a zelenina vlastnoručně vypěstované ve srovnání s velkovýrobní produkcí lépe chutnají. Často hraje roli i finanční otázka, neboť při úspěšném provozování samozásobitelského pěstování lze ušetřit dost peněz. Neméně významnou roli sehrává i estetická hodnota dobře ošetřované zahrady, proto zejména v průmyslových oblastech je poptávka po zahrádkách nadále značná.

Všechna přání a představy o úspěších v pěstování se však mohou vyplnit jen tehdy, když rostlinám poskytneme potřebnou péči, do níž patří i hnojení. To se týká úspěšného pěstování ovocných stromů a zeleniny, zkrátka však nemohou přijít ani okrasné rostliny. Napomůžeme tím eliminovat škodlivé povětrnostní vlivy, stejně jako účinek škodlivých činitelů.

Hnojení, zejména minerálními hnojivy, zůstává i dnes předmětem veřejné diskuze. Roli zde hrají hlediska ochrany životního prostředí, zvláště však mínění, že potraviny vyrobené pomocí minerálního hnojení jsou údajně nižší kvality než organicky hnojené. Je proto účelné, abychom osvětlili základy výživy rostlin a tak lépe porozuměli nutnosti hnojení.

Tato knížka je určena široké zahrádkářské veřejnosti. Populárně odbornou formou vysvětluje principy výživy rostlin a hnojení v zahradě. Poskytuje návod, jak hnojit zeleninu, ovocné plodiny a okrasné rostliny organickými a průmyslovými hnojivy. V jejím aktualizovaném vydání byly doplněny hlavně kapitoly o vápnění a hnojení sírou, u dávek minerálních živin pro jednotlivé druhy a skupiny plodin jsou uvedeny rovněž dávky jednosložkových hnojiv. Přepracována byla také kapitola o hnojení trávníků a révy vinné, nově byly zařazeny pasáže o zasolení zeminy, o hnojení máku, poruchy ve výživě rostlin a nitratová směrnice čerpající z materiálů Evropské unie.

*Ing. Miroslav Kalina, CSc.*



# 1. Základy výživy rostlin

Výživa je základní biologický proces, který udržuje život rostlin a umožňuje jejich růst a vývoj. Základem vývoje je fotosyntéza, při níž zelené rostliny využívají oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ ), vodu ( $\text{H}_2\text{O}$ ) a další minerální látky. V procesu fotosyntézy (asimilace) přeměňují sluneční energii do organických sloučenin, které ukládají do svých zásobních orgánů. Produkují tedy látky organické, energeticky bohaté (cukry, tuky, bílkoviny aj.), které slouží jako základ pro existenci živočichů a lidí.

Proces fotosyntézy lze vyjádřit takto:



Aby zelené rostliny mohly poskytnout dostatek produktů, pro které je pěstujeme, je zapotřebí jim poskytnout dobré podmínky, včetně rostlinných živin. Rostliny jsou významně ovlivňovány vnějším prostředím. Jako nejvýznamnější vnější vegetační faktory lze uvést vodu, teplo, světlo a vzduch.

## 1.1 Rostlinné živiny

Rostliny ke svému růstu a vývoji potřebují nejen uvedené vegetační faktory, ale i řadu dalších látek, které souhrnně nazýváme živinami. Jsou to vlastně běžné chemické prvky, které však mají v organismu specifickou a nezastupitelnou úlohu.

Látkové složení rostlin je rozmanité. Velmi důležitou složkou je voda, jejíž obsah závisí na druhu a stáří rostlin. Odstraníme-li sušením při  $105^\circ\text{C}$  z rostliny veškerou vodu, zbyde nám sušina. Obsah sušiny je rozhodující pro výživnou hodnotu rostlin. Sušinu tvoří především organické látky – sacharidy, k nimž patří cukry a škroby, dále tuky a bílkoviny.

Potřebné prvky získávají rostliny z těchto zdrojů:

- ✧ z ovzduší: uhlík (C), kyslík (O), částečně síru (S)
- ✧ z vody: vodík (H)
- ✧ z půdy: všechny ostatní živiny.

Uhlík, kyslík a vodík se podílejí na tvorbě organické hmoty a na fyziologických pochodech ve větších objemech. Zbývající živiny se nacházejí v sušině rostlin v malém množství. Tvoří souhrnně pouze 5–10% podíl sušiny a nazýváme

je **živinami minerálními**, protože všechny tyto prvky nacházíme také v půdních minerálech a v popelu rostlin. Minerální živiny členíme podle potřeby hnojení na:

- ❖ základní živiny: dusík (N), fosfor (P), draslík (K), vápník (Ca), hořčík (Mg), síra (S)
- ❖ stopové prvky: železo (Fe), mangan (Mn), zinek (Zn), měď (Cu), bor (B), molybden (Mo), chlor (Cl jako chlorid; zřídka nedostatek).

Některé prvky bychom měli při hnojení zohlednit kvůli jejich příznivému působení, např. sodík (Na) pro louky a pastviny.

## 1.2 Příjem živin rostlinami

Jak již bylo uvedeno, rostliny přijímají většinu živin svými kořeny ve formě iontů a jejich příjem je ovlivňován mnoha faktory. Jsou to faktory vnitřní, ovlivněné samotnou rostlinou, a dále faktory vnější, především klimatické, povětrnostní a půdní.

**Vnitřní faktory** jsou z větší části určeny dědičným základem rostliny. Charakteristickým znakem rostlinného druhu a v mnohých případech i odrůd je příjmová kapacita rostlin. Je dána především rozvojem kořenového systému. Pochopitelně bohatý kořenový systém má předpoklady pro intenzivnější příjem živin a tím lepší zásobování rostlin potřebnými živinami.

**Vnější faktory** zasahují velmi významně do příjmu živin i jejich využití na tvorbu výnosu a kvalitu produkce. Jsou to především podmínky daného stanoviště určované polohou, povětrnostními a půdními podmínkami.

Vliv průběhu počasí je často souborně označován jako vliv ročníku. Z povětrnostních podmínek má největší vliv množství dešťových srážek a jejich rozdělení. Zpravidla se zvýšenou vlhkostí půdy se zvyšuje příjem fosforu, draslíku, boru aj., zatímco za sucha se zvyšuje příjem vápníku a sodíku. Při dostatečné vlhkosti se při vyšších teplotách většinou zvyšuje příjem živin. Je to dáno vlastním příjmem živin a tím, že jsou příznivě ovlivněny biologické procesy v půdách a dochází k dostatečnému uvolňování živin z půdní zásoby.

Půdní podmínky a vlastnosti rozhodují o množství jednotlivých iontů v půdním roztoku. Je to hlavně hodnota pH, zrnitost, sorpční schopnost, pórovitost, obsah organických látek v půdě, biologická činnost a také vlastní obsah živin.

Půdní a povětrnostní podmínky zasahují do příjmu živin tak výrazně, že mnohdy působí výrazněji než vlastní hnojařské nebo pěstitelské zásahy.

Pro výživu rostlin jsou nejvýznamnější živiny, které se nacházejí v rozpustné formě v půdní vodě (roztoku), a ty, které jsou sorpčně vázány v pevné fázi půdy (výměnné na sorpčním komplexu, v chemických sloučeninách a organické hmotě) a mohou dostatečně rychle půdní roztok doplňovat.

Na půdní koloidy (jílové minerály a humusové látky – často označované jako sorpční půdní komplex) – se v našich podmínkách vážou vlivem převládajícího záporného náboje těchto koloidů hlavně kationty, jako jsou  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  aj. Naším cílem musí být, aby převažujícím kationtem byl vápník a hořčík. Tím je zajištěn dostatečný obsah Ca v půdním roztoku a také je zachována stabilita půdních částic.

Pěstitelskými zásahy a opatřeními lze do jisté míry rozpustnost některých složek usměrňovat. Např. nežádoucí vysokou rozpustnost sloučenin hliníku a železa omezíme vápněním – hodnoty pH půd nad 5,5 nedávají již předpoklady pro přechod hliníku a železa do roztoku, tím omezíme vazbu hliníku a železa na  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ , a tak se sníží tzv. zvrhávání superfosfátu. Je zároveň předpokladem postupné rozpustnosti chemicky vázaného fosforu v půdě, zvláště v kombinaci s organickým hnojením.

Organické látky spolu s mikroorganismy v půdě tvoří významnou složku ovlivňující výživu rostlin. Vlivem mineralizace může docházet k uvolňování živin, hlavně uhlíku, dusíku, fosforu a síry. Naopak může dojít k tzv. imobilizaci, to znamená poutání živin (např. dusíku při hnojení slámou) do mikrobiální biomasy a k jisté konkurenci mezi rostlinami a živou půdní složkou.

Rostliny mohou přijímat živiny všemi orgány – tedy i listy, stonky, květy a u stromů i větvemi a kmenem. Důležitým předpokladem působení jednotlivých živin je to, aby roztok zasáhl co největší plochu rostliny a zůstal tam co nejdéle dobu.

Mimokořenová výživa nemůže plně nahradit výživu kořenu, a proto je nutné ji chápat jako speciální opatření – tudíž jako:

- ✧ doplněk výživy, hlavně pro širokolisté rostliny a u speciálních kultur
- ✧ opatření pro eliminaci nepříznivých podmínek pro příjem živin kořeny při nevhodných půdních podmínkách (nedostatek vláhy, pH apod.), poškození kořenů apod. a pro překonání kritických období růstu rostlin, příp. jako prevenci před možným poškozením rostlin (např. mrazem) apod.

Hlavní výhodou mimokořenné výživy je rychlost působení a při kombinaci s přípravky na ochranu rostlin i ekonomika aplikace. Zároveň je však nutno mít na zřeteli i nutnost opakování zásahů a s ohledem na nízké koncentrace i malé množství živin, které se při mimokořenné výživě aplikuje. Při listovém hnojení je poměrně dobře přijímán dusík ve formě močoviny a dále hořčík a některé stopové prvky. Ostatní živiny pronikají do listů pozvolněji, a proto jejich příjem je nízký a více ovlivněn počasím. Zvláště obtížně je resorbován povrchem listů fosfor a molybden.

### 1.3 Projevy nedostatku a nadbytku živin

Při zrakovém posouzení („vizuální diagnostika“) je důležité především místo, na kterém jsou viditelné změny, vývojová fáze plodiny a změna barevnosti tkání. Typické příznaky nedostatku živin u zahradních plodin jsou krátce uvedeny podle jednotlivých prvků.

#### 1.3.1 Dusík

Při **nedostatku dusíku** rostliny špatně rostou, plody jsou malé a je jich málo. Listy jsou zpočátku světle zelené, později až žluté; starší listy často předčasně opadávají. U ovocných dřevin je brzděn celkový růst, tvoří se jenom slabé výhonky, listy jsou světle zelené, plody jsou malé a zůstává jich málo. Také u zeleniny a brambor je růst zpomalený (*obr. 1 v bar. příl.*), stonky jsou tenké a na listech se objevují velké žlutozelené skvrny. Při silném nedostatku může zežloutnout celá rostlina.

U okrasných rostlin je nedostatek zřetelný především na starších listech a projevuje se příznaky uvedenými u ovocných dřevin. Opadávání listů začíná na bázi výhonků. Tvorba květů je nedostatečná a květy jsou malé a často špatně vybarvené.

**Nadbytek dusíku** se projevuje bujným růstem velkých a vodnatých listů tmavě zelené až namodralé barvy. Pletiva listů a stonků jsou řídká a dřevitě části stonků špatně vyžívají. Rostliny často poléhají, prodlužuje se vegetační doba a rostliny jsou snadno napadány různými chorobami a škůdci. Kvalita sklizených produktů je nižší následkem vysokého obsahu dusičnanů a snížených skladovacích vlastností.

#### 1.3.2 Fosfor

Také při **nedostatku fosforu** zaostávají rostliny v růstu, jsou malé a zakrslé. Květy se špatně opylují a plody hůře dozrávají. Starší listy jsou šedozele

nebo modrozelené, zčásti i načervenalé a předčasně opadávají, mají zvýšenou náchylnost k chorobám. Na mnohé zelenině se na rubu listů objevuje purpurově červený odstín. Kořenové vlášení se špatně vyvíjí. Opylení a dozrávání plodů je silně zpomalené.

U okrasných rostlin jsou listy matné a kožovité. Stonky jsou slabé a mají málo postranních výhonků. Nasazení poupat a tvorba květů je silně omezena. Také vývoj kořenů zaostává. Snižuje se odolnost proti mrazu.

Se škodlivým **nadbytkem fosforu** se setkáváme zřídka. Může se projevit v rostlině nedostatkem železa či zinku, jejichž příjem může nadměrný obsah fosforu zablokovat.

### 1.3.3 Draslík

Příznaky nedostatku draslíku jsou charakteristické tím, že nejprve začnou zasychat okraje spodních listů, listové pletivo odumírá s následným usycháním, případně až opadem listů. Příznaky jsou podobné u většiny rostlin. U ovocných stromů dochází k hnědnutí listů (*obr. 2 v bar. příl.*). Zabarvení i předčasný opad listů jsou podobné příznaky jako běžné změny, které probíhají až koncem vegetace.

Zjevným příznakem nedostatku v pozdější fázi vegetace, hlavně u rostlin se širokými a velkými listy v letních měsících, je jejich předčasné vadnutí, což souvisí s horším hospodařením vodou.

**Nadbytek draslíku** se většinou projevuje u rostlin tím, že je omezen příjem hořčíku a vápníku, a může proto vyvolávat příznaky nedostatku těchto živin.

S aplikací draselných hnojiv úzce souvisí možnost škodlivého působení doprovodného iontu **chloru**. Pokud není dodržena zásada použití síranového typu hnojiv, případně není dostatečný odstup mezi hnojením a vlastní vegetací u rostlin citlivých k chloru (bobuloviny, réva vinná, jahody, plodová zelenina, cibuloviny, ale i brambory), může dojít k jejich poškození, případně ke zhoršení kvality.

Poškození listů rybízu nadbytkem chloru vykazuje podobné příznaky jako při nedostatku draslíku – dochází k okrajové spále až k opadu spodních listů.

### 1.3.4 Vápník

Při nedostatku vápníku musíme vždy rozlišovat mezi **nedostatkem v rostlinách** a **nedostatkem v půdě**. Poslední vede k okyselení půdy a tím ke komplexu příčin, které mohou negativně ovlivnit růst rostlin.

U zahradních plodin pozorujeme často nedostatek vyvolaný suchem a přehnojením dusíkem a draslíkem, které vedou k poruchám transportu vápníku v rostlině. Tím dochází k hořké **pihovitosti jablek** (*obr. 4 v bar. příl.*) a k **nekrozám špiček plodů rajčat a papriky** (*obr. 5 v bar. příl.*). Protože nedostatek vápníku v rostlinách má jen zřídka příčiny v nedostatečné zásobě vápníku v půdě (kromě silně kyselých půd), nelze jej většinou doplněním půdní zásoby odstranit. Preventivně se proti nedostatku vápníku u jablek, rajčat a papriky doporučuje postřík na list **chloridem vápenatým**.

Přímý **nadbytek vápníku** v rostlinách a jeho negativní vliv na růstové procesy není znám. Jsou však známa četná poškození vyvolaná příliš vysokým obsahem vápníku v půdě nebo dávkami vápenatých hnojiv („převápnění“), která se mohou projevit snížením příjmu hořčíku, draslíku a zejména některých stopových prvků, především železa a manganu, ale i boru. Projevují se jako **chlorózy** (žloutenky) některých ovocných dřevin a okrasných rostlin.

### 1.3.5 Hořčík

**Nedostatek hořčíku** se projevuje částečným světlezeleným zbarvením listů. Tato chloróza začíná zpravidla na starších, to znamená na nejspodnějších listech (*obr. 6 v bar. příl.*). Mezi žilnatinou čepele vznikají žlutá místa vedle tmavě zelených a chlorofyl se soustřeďuje především okolo žilnatiny. Rostliny mají zpomalený růst a opožděně kvetou. Např. u jablek jsou žlutozelené a hnědé skvrny na starších listech (*obr. 7 v bar. příl.*). Tyto listy zasychají a opadávají tak, že v pozdním létě jsou jednoleté výhonky bez listů (často po přeroubování).

Indikačními rostlinami nedostatku jsou obilniny, réva vinná, brambory, rajčata, paprika, květák, zelí, špenát, fazole, hrách a ovocné stromy.

**Nadbytek hořčíku** vzniká jen výjimečně. Potom jej doprovází nedostatek vápníku, draslíku, ale i železa, což se pak projevuje příznaky popsány u těchto živin.

### 1.3.6 Síra

Typickým projevem **nedostatku síry** je žloutnutí listů, které začíná od nejmladších listů a při trvalejším nedostatku přechází i na spodní listy. Zvláště charakteristické příznaky nedostatku jsou u brukvovitých rostlin. Nejmladší listy jsou nejprve světle zelené, později žloutnou a mají růžový nádech. Mají omezený růst do šířky, a proto se jeví jako úzké a dlouhé (*obr. 8 v bar. příl.*).

Vysoké nároky na síru má košťalová zelenina (zejména zelí), cibule, česnek, pórek, fazole a hrách, neboť vyžadují přibližně tolik síry jako fosforu.



V posledních letech u nás došlo k rozsáhlému odsíření tepelných elektráren a emise síry se snížily pod 15 kg na 1 ha za rok, což je menší množství, než jaké potřebuje většina plodin.

Na zásobování sírou musíme dbát zejména na lehkých, humusem chudých propustných půdách (vypalování síranů), při zmenšeném prokořenění v důsledku okyselení půdy, ztužení půdy a nízkých teplot, při používání vysoce koncentrovaných hnojiv bez obsahu síry a také při vyplavení v důsledku vysokých dešťových srážek.

**Nadbytek síry** v našich podmínkách je třeba posuzovat ze dvou hledisek. Vysoký obsah v půdě většinou na rostliny negativně nepůsobí. Druhé hledisko je možná toxicita oxidu siřičitého ( $\text{SO}_2$ ) z ovzduší. Mnohdy lokálně dosahované koncentrace nad 0,3 mg  $\text{SO}_2$  v 1 m<sup>3</sup> vzduchu působí již poškozením pletiv rostlin, zvláště citlivých jehličnatých stromů.

### 1.3.7 Železo

**Nedostatek železa** je nejčastěji způsoben omezením jeho příjmu z prostředí. Ve většině našich půd je pro zajištění potřeby rostlin dostatečné množství železa. Pouze v uměle připravených substrátech organického původu (některé rašeliny, jehličnatka) je jeho obsah nižší a hrozí nebezpečí nedostatku stejně jako při hydroponickém pěstování rostlin (v živných roztocích), kde jsou problémy s udržením železa v rozpustné formě.

Nedostatečné množství železa se vyskytuje především na alkalických půdách s vysokým obsahem uhličitanu vápenatého, případně po převápnění půd, hlavně po aplikaci páleného vápna – velmi častý jev v zahradách a zahrádkových osadách. Příznaky nedostatku jsou typické tím, že nejmladší listy jsou světle zelené, později žloutnou – jedná se o typickou **chlorózu**. Chlorózou často trpí broskvoň (*obr. 9 v bar. příl.*), třešně, jabloně, hrušně, švestky, slívy, réva vinná a drobné ovoce (*obr. 10 v bar. příl.*). Z okrasných rostlin nejvíce postihuje azalky, primule, hortenzie, růže, citrusy, ale i asparágus, cinerárie, gerbery, gloxinie, kalceolárie, kapradiny aj. Chlorózu (jinak také bledničku nebo žloutenku) musíme považovat za závažné onemocnění.

Je třeba uvést, že některé rostliny jsou náchylné k chloróze, která se objevuje na jaře. Příčinou je nedostatek tepla, když po probuzení vegetace přijde více podmračených a chladných dnů. Zežloutnutí rostlin bývá přechodné a samo zmizí, jakmile se zlepší povětrnostní podmínky.

**Nadbytek železa** může přicházet v úvahu jen na silně kyselých půdách, kde vysokou rozpustností sloučenin železa se může projevit až jeho toxicita (většinou současně s manganem a hliníkem).

### 1.3.8 Bor

**Nedostatek boru** se velmi často projevuje v latentní formě snížením kvality produkce. Dvouděložné rostliny mají vyšší nároky na bor než jednoděložné. Zjevné příznaky nedostatku boru se projevují zpomalením růstu vegetačního vrcholu. S rostoucím nedostatkem odumírá vrchol nebo vrcholové listy, rostlina krní. Nedostatek boru je nejčastěji vyvolán silným vápněním a zvýrazněn suchým počasím.

Nejčastější příznak nedostatku boru se nazývá **srdéčková hniloba**. Vyskytuje se u řep, celeru a brukvovitých bulevnatých rostlin. U květáku se zpomaluje růst nejmladších listů, takže nezakrývají růžici a ta hnědne.

U ovocných stromů se deficit boru projevuje nepravidelným růstem plodů. U jablek je to křencení a u hrušek kaménčitost. Nedostatek B zřejmě způsobí u peckovin, hlavně broskví, špatný vývin pecek a jejich praskání, které se projevuje i praskáním plodů.

U révy vinné při nedostatku boru se v hroznu nevyvíjejí některé bobule, takže hrozen je neúplný. Podle stupně nedostatku je větší či menší podíl bobulí malých, případně naprosto chybějících (*obr. 11 v bar. příl.*).

**Nadbytek boru** se projevuje poškozením vrcholových listů – jejich okraje zasychají a celý list postupně žlutne. Dochází k němu jen nevhodným hnojením, případně pěstováním rostlin v květináčích s vysokým obsahem boru. Podobné příznaky vyvolává nadbytečná zálivka.

### 1.3.9 Mangan

**Nedostatek manganu** vzniká spíše nevhodnými stanovištními podmínkami než jeho nepřítomností v půdě. Na karbonátových nebo převápněných půdách přechází mangan do forem těžko dostupných pro rostliny.

Nedostatek se projevuje na mladých a středně starých listech drobnými chlorotickými skvrnami (jako mozaika). Tyto příznaky lze snadno zaměnit s příznaky některých viróz nebo poškození sviluškami. Objevují se také drobné hnědé skvrny (rajče, fazole). Nedostatek manganu vyvolává zřejmě také zvýšený výskyt obecné strupovitosti hlíz brambor. Je to důsledek omezeného příjmu manganu po vápnění.

**Nadbytek manganu** se může vyskytnout jen v silně kyselých půdách a u rostlin nesnášejících kyselá stanoviště. Reakce rostlin na nadbytek manganu bývá dosti podobná jako při jeho nedostatku.

### 1.3.10 Zinek

K rostlinám, které poměrně snadno trpí **nedostatkem zinku**, patří kukuřice, réva vinná, ovocné stromy a fazole. Při jeho nedostatku se na listech objevují mezi žilnatinou světlé až bílé skvrny.

U ovocných stromů je brzděn růst letorostů, mladé výhonky snadno namrzají a předčasně odumírají. Listy i větvičky jsou nahloučené (omezen růst do délky). Listy jsou menší, úzké, šedo zelené, někdy chlorotické a předčasně opadávají. U révy vinné se také tvoří menší listy, mají žlutavé skvrny. Tvoří se více nových a slabých výhonů.

**Nadbytek zinku** a případně jeho toxické působení v přirozených podmínkách jsou ojedinělé. Nadměrný příjem lze omezit vápněním.

### 1.3.11 Měď

**Nedostatek mědi** se může projevit na lehkých kyselých půdách, dále na půdách s vysokým obsahem organické hmoty (rašelinných stanovištích). Ve většině našich půd je však obsah mědi dostatečný, zvláště tam, kde se po delší dobu používaly měďnaté přípravky (chmelnice, vinice aj.).

U ovocných stromů při nedostatku mědi odumírají letorosty, na okrajích listů se objevují chlorózy a nekrózy, listy jsou deformované. Oddaluje se plodnost stromů po výsadbě, je značně omezena násada květů a tím i výnos ovoce. Ze zeleniny jsou velmi citlivé na její nedostatek salát a špenát, ale i červená řepa, mrkev, vodnice a cibule.

**Nadbytek mědi** je u rostlin ojedinělý. Je totiž v půdě velmi silně sorbována, takže nepřechází ani při velkém přísunu do půdy do půdního roztoku a není dále transportována do nadzemních orgánů ve větším množství.

### 1.3.12 Molybden

Vysoké nároky na molybden mají brukvovité rostliny, zejména květák (*obr. 12 v bar. příl.*) a kapusta. Typickým příznakem nedostatku molybdenu je stáčení listů do lžicovitého (člunkovitého) tvaru, což je zvláště markantní u vrcholových listů růžičkové kapusty.

U kvěťáku dochází při výraznějším nedostatku molybdenu k vyslepnutí, které se vyznačuje tím, že rostlina nevytváří zdužnatělé květenství – růžice. Tento jev je podpořen také nedostatkem dusíku. Dobrým indikátorem nedostatku molybdenu na stanovišti je růžičková kapusta. Prvotním příznakem je již

zmíněné lžicovité utváření listů. Při silnějším nedostatku je omezena tvorba růžiček, ty jsou nekompaktní, neuzavírají se a pro konzum jsou nepoužitelné.

**Nedostatek molybdenu** se projevuje také u vikvovitých rostlin (luskovin, jetelovin), které si zajišťují převážnou část dusíku činností hlízkových bakterií. Omezená fixace vzdušného dusíku se projevuje na rostlinách světlejším zabarvením (nedostatek dusíku) a v produktech je výrazně méně bílkovin. Tyto příznaky mohou být vyvolány nejen nedostatkem molybdenu, ale také špatnými podmínkami pro rozvoj hlízkových bakterií (kyselé stanoviště), což jsou většinou podmínky omezující přijatelnost molybdenu.

**Nadbytek molybdenu** a jeho toxické působení jsou málo pravděpodobné a v běžných podmínkách velmi vzácné.

Je opravdu těžké jednoznačně stanovit nedostatek určitého prvku v rostlině nebo dokonce v půdě pouze na základě zrakového posouzení. Příznaky nedostatku jsou si podobné, takže rozeznat je může jen velice zkušený odborník.