

**VÝZKUMNÝ ÚSTAV SILVA TAROUČY PRO
KRAJINU A OKRASNÉ ZAHRADNICTVÍ, v.v.i.**
252 43 Průhonice
Česká republika

Certifikovaná metodika č. 3/2010-053

Výtisk číslo: 3

Výživa stopovými živinami v produkci hrnkových květin

Zpracovaná v rámci řešení výzkumného záměru č. 0002707301

Vypracoval:
Ing. Martin DUBSKÝ, Ph.D.
RNDr. František ŠRÁMEK, CSc.

Ředitel:
Doc. Ing. Ivo TÁBOR, CSc.

Rozdělovník:	VÚKOZ	1x
	MZe ČR	1x
	Firma Černý	1x
	odborný oponent	1x
	oponent státní správy	1x

Průhonice dne 19.11.2010

Stran: text 27

OBSAH

1	Cíl metodiky	3
2	Úvod - Stopové živiny v okrasném zahradnictví	3
2.1	Železo v pěstebním substrátu	3
2.2	Mechanismus příjmu železa	4
2.3	Zdroje železa	6
2.4	Mangan	7
2.5	Toxicita Fe a Mn	7
2.6	Zinek	8
2.7	Měď	8
2.8	Bór	9
2.9	Molybden	10
3	Vlastní popis metodiky	10
3.1	Dávkování stopových živin při základním hnojení substrátů a při přihnojování	10
3.2	Eliminace nepříznivých podmínek pro příjem stopových živin	12
3.2.1	Zásady zvyšování koncentrace Fe a Mn v hnojivém roztoku	12
3.2.2	Možnosti snížení uhličitánové tvrdosti závlahové vody	13
3.2.3	Příprava koncentrátu stopových živin	15
3.3	Výchozí stav v zahradnické firmě Černý	16
3.4	Návrh hnojivých roztoků	17
3.5	Hodnocení výživného stavu matečných rostlin	21
4	Srovnání novosti postupů	22
5	Popis uplatnění metodiky	23
6	Ekonomické aspekty	23
7	Seznam použité související literatury	23
8	Seznam publikací, které předcházely metodice	26
9	Dedikace	27
10	Jména oponentů a názvy jejich organizací	27

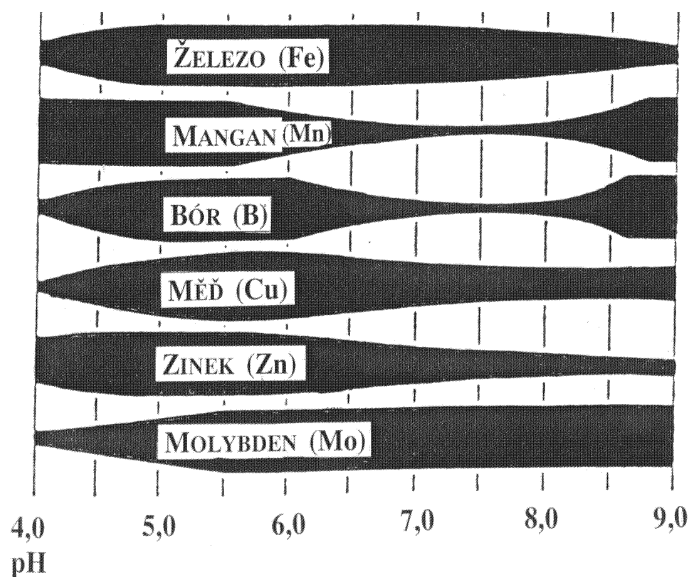
1 Cíl metodiky

Poskytnout návod pro hnojení hrnkových květin stopovými živinami. Shrnout zásady dávkování stopových živin při základním hnojení substrátů a při přihnojování hnojivými roztoky. Navrhnout praktická doporučení k eliminaci nepříznivých podmínek pro příjem stopových živin. Zpracovat systémy výživy hlavními i stopovými živinami, které eliminují nepříznivé působení vysoké uhličitánové tvrdosti závlahové vody, pro konkrétní zahradnický podnik. Vypracovat systémy výživy pro mladé rostliny pěstované v sadbovačích, hrnkové květiny pro prodej a pro matečné rostliny pro produkci osiva.

2 Úvod - Stopové živiny v okrasném zahradnictví

Pro správnou výživu rostlin stopovými prvky je důležité znát, v jakých formách se stopové živiny vyskytují v substrátu nebo v půdě, jak jsou rostlinami přijímány, za jakých podmínek dochází k blokování jejich příjmu (viz tab. 1), nebo naopak, kdy působí toxicky. Příčinou deficitu většinou není nedostatek dané stopové živiny v substrátu (půdě), ale nevhodné podmínky, které snižují její dostupnost a příjem. V organických substrátech je nutné zajistit především optimální hodnotu pH. Hodnota pH substrátu výrazně ovlivňuje příjem stopových prvků (Graf 1), doporučené optimum je hodnota pH 5,6–6,2 (Bailey 1996).

Graf 1 Vliv reakce organických substrátů na příjem živin (podle Bailey 1996), hodnota pH vodního výluhu



U okrasných rostlin pěstovaných v organických substrátech mají velký význam dvě stopové živiny, železo (Fe) a mangan (Mn), jejichž příjem podporují komplexní a chelátotvorné sloučeniny. Pěstitel by měl mít přehled o speciálních hnojivech s těmito stopovými prvky pro doplňkové aplikace.

2.1. Železo v pěstebním substrátu

V aerobních podmínkách, tj. v takových jaké běžně v pěstebních substrátech převládají, se železo vyskytuje především ve formě téměř nerozpustných hydratovaných oxidů Fe^{3+} a koncentrace anorganického Fe rozpuštěného v půdním roztoku je při neutrálním

pH velmi nízká (Römheld 1987 uvádí 10^{-17} mol/L, Marschner 1995 uvádí 10^{-15} mol/L). Pro příjem Fe rostlinami mají význam rozpustné cheláty a komplexy, které Fe vytváří s organickými látkami přítomnými v půdě. K těm především patří siderofory produkované bakteriemi a houbami, včetně mikroorganismů z kompostů (Chen et al. 1998), fyto siderofory produkované rostlinami lipnicovitými (trávami), huminové kyseliny a některé další typy organických sloučenin (org. kyseliny, fenolické látky). K deficitu železa vedou různé podmínky (tab. 1), málokdy je to jeho nedostatek v pěstebním substrátu (Mills a Jones 1996).

Tab. 1 Podmínky (Tagliavini a Rombolà 2001), které negativně ovlivňují příjem železa (Fe)

vysoká hodnota pH substrátu	špatná dostupnost Fe, narušení redukce Fe
vysoký obsah CaCO_3 v substrátu	pufrační vliv na hodnotu pH rhizosféry a apoplastu kořenů, možný přímý vliv bikarbonátu (Alhendawi et al. 1997)
špatné provzdušnění substrátu (půdy)	špatný vývoj a funkce kořenů
nízká teplota substrátu	nízká rychlost příjmu Fe
závlahová voda s vysokou uhličitánovou tvrdostí	zvyšování hodnoty pH substrátu (alkalizace)
příliš mnoho dostupných dusičnanů v substrátu	zvyšování hodnoty pH rhizosféry a apoplastu při transportu dusičnanů do nadzemních částí, stimulace vegetativního růstu a zvyšování potřeby Fe
málo organické hmoty v půdě, nízká biologická aktivita	málo železa vázaného v organických sloučeninách

Nejčastěji k němu dochází v důsledku vysokého pH a vysoké koncentrace bikarbonátu (HCO_3^-) v substrátech. V uměle připravených pěstebních substrátech se deficit Fe projevuje při vysokých dávkách vápence nebo bentonitu, který se také používá jako substrátový komponent (Beltz 2002). Mezi citlivé rostliny patří petúnie (Smith et al. 2004 a,b,c, Fisher et al. 2003, Wik et al. 2006), prvosenky a některé další. Ke zvyšování pH substrátu může docházet i postupně v průběhu kultury, pokud se používají zásaditě působící hnojiva, vysoké dávky dusičnanů a voda s vysokou uhličitánovou tvrdostí. Příjem železa je blokován při zvýšených dávkách P, Cu, Mn a Zn, nebo při jejich vyšším obsahu v půdě, Cu a Zn vytěsňují Fe z chelátů (Mills. a Jones 1991, Reed 1996).

2.2 Mechanismus příjmu železa

Znalost mechanismu příjmu má význam pro praktická opatření, jejichž cílem je zabezpečit pěstovaným rostlinám dostatečný přísun železa. Tato problematika je zevrubně zpracována v několika přehledných článcích (Marschner 1995, Guerinot a Yi 1994, Tagliavini a Rombolà 2001, Römheld 1987), ze kterých jsme v této kapitole především čerpali, v textu je dále neuvádíme.

U vyšších rostlin se vyvinuly dvě strategie příjmu Fe. Mezi rostliny se strategií I patří všechny krytosemenné rostliny vyjma lipnicovitých (trav), z mikroorganismů potom kvasinky. Rostliny se strategií I mají enzym ferrichelátoreduktázu (FCR) a vylučují do rhizosféry H^+ , které vytváří příznivé podmínky pro činnost FCR, a redukční/chelatační sloučeniny, hlavně fenoly. FCR je lokalizována v plazmalemě buněk kořenové špičky, redukuje chelátově vázané Fe^{3+} (např. z Fe-sideroforů, nebo syntetických chelátů) na Fe^{2+} , které je následně transportováno do cytoplazmy.

Příjem železa může být narušen při méně příznivých podmínkách (viz tab. 1), např. při nedostatečném okyselení prostředí rhizosféry. Rostliny, které jsou schopné přijímat Fe za nepříznivých podmínek (substráty a půdy s vyšším pH a obsahem vápence) se vyznačují

schopností zvyšovat jak aktivitu FCR, tak i vylučování H^+ za podmínek nepříznivých pro příjem, v anglické literatuře se označují jako Fe-efficient. Patří k nim třeba rody *Tagetes* (Albano a Miller 1996) a *Pelargonium* (Wik et al. 2006).

Xylémem se železo transportuje jako citrát železitý, důležitým krokem potom je opětovná redukce Fe^{3+} na Fe^{2+} ferrichelátoreduktázou lokalizovanou v plazmalemmě listu a teprve po něm následuje transport do cytoplazmy. Na karbonátových a alkalických půdách a v substrátech s vysokou hodnotou pH je u citlivých rostlin činnost tohoto enzymu narušena v důsledku vysokého pH apoplastu a v listu se vytváří pool inaktivovaného Fe. Na rozdíl od kořenové FCR se u tolerantních rostlin aktivita listové FCR při nedostatku Fe nezvyšuje (Rombolà et al 2002).

V substrátech s vysokou hodnotou pH a vysokou koncentrací bikarbonátu má také důležitou roli fosfoenolpyruvátcarboxyláza (PEPC), která inkorporuje bikarbonát do fosfoenolpyruvátu za vzniku oxaloacetátu, který je dále konvertován na malát. Oxaloacetát je také prekursorem kyseliny citrónové, která má klíčový význam pro xylémový transport Fe. Aktivita PEPC se rovněž zvyšuje v nepříznivých podmínkách především u tolerantních rostlin (Fe efficient plants) a současně se akumulují organické kyseliny.

Předpokládá se, že bikarbonát pocházející z vápence působí jako pufruční systém, který brání okyselování rhizosféry a apoplastu a tím snižuje aktivitu Fe (III)-chelátoreduktázy (Mohamed et al. 1998). Bikarbonát snižuje mobilitu Fe. Experimentální přidání bikarbonátu do živného roztoku zvyšuje podíl Fe (aplikovaného na list), které zůstává ve vodivých pletivech a snižuje množství železa na okraji listu (Mills a Jones 1996).

Strategie II se vyvinula pouze u trav, z mikroorganismů potom u bakterií a hub. Rostliny se strategií II se vyznačují vylučováním fyto sideroforů, které vytvářejí cheláty s Fe, a specifickým transportním systémem, který přenáší Fe-siderofory do cytoplazmy kořenových buněk jako celek. Při nedostatku Fe se stimuluje uvolňování fyto sideroforů i jejich příjem. Strategie II je mnohem účinnější než strategie I a není tak závislá na pH, proto trávy nejsou tak náchylné k chloróze na karbonátových a alkalických půdách jako ostatní rostliny.

Marschner 1995 uvádí jako kritickou dolní hranici pro deficit 50–150 mg Fe/kg sušiny listu, jedná se však o stanovení „celkového železa“, což nemusí vypovídat o tom, zda Fe je nebo není limitujícím faktorem. V mnoha případech existuje závislost mezi obsahem Fe a obsahem chlorofylu (Tang et al. 2006, Tagliavini et al. 2000). U petúnií se stoupajícím pH (4,5–7,5) rašelinového substrátu (rašelina a perlit 7:3) klesá obsah Fe (a také Cu) v listech a snižuje se obsah chlorofylu (Smith et al. 2004 a,b,c, Fisher et al. 2003, Wik et al. 2006). Často však korelace mezi obsahem železa a stupněm chlorózy chybí, chlorotické listy mohou dokonce obsahovat více železa v přepočtu na jednotku sušiny (Pestana et al. 2003, Mills a Jones 1991), což je dáno inhibicí růstu v důsledku jeho nedostatku. Běžné obsahy Fe v listech mnoha druhů rostlin jsou uvedeny v publikacích Mills a Jones 1991 (viz tab. 2) a Reed 1996.

Tab. 2 Obsah stopových živin v listech petúnií v mg/kg sušiny (ppm), optimum podle Mills a Jones 1996, příklady rozborů podle Dubský a Šrámek 2006b, rostliny zdravé - pH substrátu 4,9–5,5, chlorotické rostliny - pH substrátu 6,2–6,5

živina	jednotka	optimum	zdravé rostliny		chlorotické rostliny		
Fe	mg/kg sušiny	85–170	105	84	152	82	39
Mn	mg/kg sušiny	45–177	59	46	40	18	16
Zn	mg/kg sušiny	33–85	27	27	38	36	40
B	mg/kg sušiny	18–43	52	11	36	36	40
Mo	mg/kg sušiny	0,2–0,5	0,9	1,9	1,4	2,5	1,9
Cu	mg/kg sušiny	3–19	3,1	5,3	2,8	2,5	2,0

2.3 Zdroje železa

Používané sloučeniny železa můžeme rozdělit na anorganické (především sírany) a organické komplexní sloučeniny a cheláty.

Síran železnatý FeSO_4 se používá jako postřik, v mnoha případech je účinný a zvyšuje obsah chlorofylu, nemusí se to však projevit na výnosu (např. u ovocných dřevin), protože translokace do mladých listů a plodů může být nízká (Pestana et al. 2003). V půdě působí pouze tehdy (Pestana et al. 2003, Tagliavini et al. 2000, Tagliavini a Rombolà 2001), pokud se dodá spolu s organickým materiálem (kompost, hnůj, odpadní kaly, rostlinné zbytky). Siderofory produkované mikroorganismy z kompostu vážou železo i v mírně alkalických podmínkách a zlepšují jeho příjem. Zajímavou metodu představuje výsev trav do meziřadí v ovocných sadech a jejich postřik síranem železnatým (Tagliavini et al. 2000).

Z organických komplexních sloučenin jsou nejpoužívanější citráty. Např. při listových aplikacích je citrát železitoamonný v řadě případů stejně účinný jako cheláty Fe a je levnější (Tills 1987).

Cheláty jsou stabilní organické sloučeniny, které váží kationty relativně pevnou cyklickou vazbou. Slovo chelát má původ v latinském slovu „chele“, které znamená klepeta. Pro aplikaci do substrátů se používají cheláty trojmocného železa, které se vyznačují různou stabilitou, podíl vázaného železa je velmi závislý na pH substrátu nebo živného roztoku (Tills 1987, Reed 1996).

Fe-EDTA, etylendiamintetraacetát železitý je stabilní při pH pod 6,0, nad hodnotu 6,5 je stabilita velmi nízká, při pH 7,5 pouze 5 % Fe zůstává chelatizováno. Pokud se aplikuje do půdy, je málo efektivní, železo se v něm nahrazuje jinými kationty (Ca^{2+} , Zn^{2+} a Cu^{2+}), uvolňuje se a sráží (Pestana et al. 2003, De Kreij 1998, Tills 1987, Reed 1996). Především se používá jako postřik na list, patří mezi levnější cheláty a relativně málo poškozuje listy, např. méně než třeba Fe-EDDHA (Tills 1987). U petúnií je postřik Fe-EDTA (60 mg Fe/l) účinnější než postřik síranem železnatým, při vyšších koncentracích mají listy více chlorofylu, ale mohou se objevovat nekrózy, podobně jako při vyšších koncentracích Fe-DTPA (Fisher et al. 2003).

Fe-DTPA, dietyltriainpentaacetát železitý je stabilní při pH pod 7,0 nad hodnotu 7,5 pouze 60 % Fe zůstává chelatizováno (Tills 1987, Reed 1996). Při pH substrátu nad 7,0, je spíše vhodnější pro listové aplikace.

Fe-EDDHA, etylendiaminhydroxyfenylacetát železitý je velmi účinným zdrojem Fe i v půdách a substrátech s vysokým obsahem vápence, protože je stabilní i při vysokém pH, nad 9 (Tills 1987, Reed 1996).

V produkci okrasných rostlin se cheláty Fe používají především při hnojivé záливce. Naopak v ovocnářství obecně platí, že listová aplikace chelátů je účinnější a zároveň šetrnější k životnímu prostředí než aplikace do půdy. Účinnost aplikovaných sloučenin závisí na jejich schopnosti pronikat kutikulou, pohybovat se v listu. Cheláty aplikované do půdy se vyplavují záливkou nebo srážkami (především ty stabilní), ošetření se proto musí opakovat každý rok. Po příjmu Fe^{2+} chelatizační činidla zůstávají v půdě a mohou reagovat s dalšími kovy: Mn, Cu, Ni a znečišťovat spodní vodu (Pestana et al. 2003).

Příjem železa podporují i nízkomolekulární huminové kyseliny, které jsou rozpustné ve vodě. Jsou schopny uvolňovat Fe z nerozpustných anorganických sloučenin, komplexy Fe s huminovými kyselinami jsou snadno dostupným zdrojem Fe pro rostliny, např. huminové kyseliny extrahované vodou z rašeliny. Komerčně připravené huminové kyseliny, případně směsi aminokyselin se aplikují spolu s cheláty Fe, např. zlepšují příjem Fe z FeEDDHA u plodové zeleniny (Sánchez-Sánchez et al. 2005, Sánchez-Sánchez et al. 2006).

2.4 Mangan

V půdě a půdním roztoku je mangan přítomen jako kation Mn^{2+} , který je přijímán rostlinami. Vyšší obsah kationtu Mn^{2+} je hlavně při kyselé reakci substrátu, v mírně kyselých podmínkách se zvyšuje podíl Mn^{3+} a při pH nad 8 se vyskytuje i jako Mn^{4+} (Mills a Jones 1996), tyto formy jsou málo rozpustné a nemohou být využity rostlinami. Příjem manganu rostlinami je metabolicky závislý a kompetitivní. V xylému se převážně pohybuje jako Mn^{2+} a je relativně imobilní (Mills a Jones 1996).

K deficitu Mn dochází v půdách a substrátech s nízkým obsahem Mn nebo, podobně jako u Fe, s vysokým pH a obsahem uhličitanů, případně i při nadměrném hnojení dusičnany. Podle Marschner 1995 je kritická hodnota obsahu Mn v rostlině 10–20 mg Mn/kg sušiny u plně vyvinutých listů, přitom běžný obsah je v rozsahu 10–200 mg/kg sušiny. Příjem a translokaci Mn může negativně ovlivňovat železo, pokud se aplikuje ve vyšších dávkách v podobě chelátů (Roomizadeh a Karimian 1996, Ghasemi-Fasaei et al. 2003).

Mangan podobně jako železo a patří mezi málo pohyblivé prvky, které rostlina není schopna transportovat ze starších do mladých částí (reutilizovat). Proto se jejich nedostatek projevuje chlorózami mladých listů. Mezi citlivé rostliny patří petúnie, prvosenky a některé další, rozdíl se projevují i v rámci jednotlivých druhů. V řadě případů není jednoznačné, zda chlorózy způsobuje nedostatek Fe nebo Mn. Tyto dva stopové prvky je pak vhodné aplikovat společně.

Mangan se používá ve formě síranu nebo chelátu EDTA. V případě deficitu manganu je účinná listová aplikace, používá se $MnSO_4 \cdot H_2O$ nebo Mn-EDTA, někdy je potřeba ošetření opakovat, protože Mn je špatně pohyblivý floémem (Marschner 1995, Papadakis 2005). Aplikace Mn-EDTA do půdy je méně vhodná, protože Mn je v chelátu substituován Fe, Cu nebo Zn a v některých případech, např. u deficitního citrusu byla popsána účinnější aplikace síranu manganatého než Mn-EDTA. U hrnkových rostlin se při přihnojování hnojivými roztoky mangan používá převážně ve formě chelátu EDTA (tab. 4).

2.5 Toxicita Fe a Mn

Rostliny s dobrou schopností příjmu Fe (Fe efficient plants) vykazují poruchy růstu, pokud je v substrátu nadbytek železa a pokud jsou dobré podmínky pro jeho příjem. Toxicita se projevuje u některých druhů rostlin pěstovaných v rašelinových substrátech s nízkým pH, např. u pelargónií (Wik et al. 2006, Broschat a Moore 2004), u afrikánu (Albano et al. 1996, Albano a Miller 1998, Broschat a Moore 2004) a vánočního kaktusu (Ramirez a Lang 1997). U některých rostlin se toxicita Fe projevuje v substrátu s nízkým pH, i když nebylo aplikováno žádné hnojivo s Fe (Wik et al. 2006, Grantzau 2004, Grantzau 2003), v těchto případech stačí železo obsažené v rašelině, celkový obsah může být až 300 mg Fe/L (Grantzau 2004), obsah železa v přijatelné formě se pohybuje v rozmezí 12–20 mg Fe/L (tab. 2). Nadbytek železa zároveň blokuje příjem Mn.

Obsah manganu v listech, při kterém se projevuje toxicita, se u různých rostlin velice liší (např. u kukuřice 200 a u slunečnice 5300 mg Mn/kg sušiny). Nadbytek Mn může indukovat deficit Fe, Mg a Ca a naopak toxicita manganu se může omezovat zvýšenými dávkami hořčíku (Marschner 1995). Významným zdrojem Mn je kompostovaná kůra (tab. 2), která se používá jako komponent substrátů. V substrátech s vyšším podílem kůry a nižší hodnotou pH může docházet k inhibici růstu v důsledku vysokého obsahu Mn (Mahera 1991). Z okrasných rostlin se toxicita Mn projevuje např. u afrikánu *Tagetes patula* (Choi et al. 1996). Toxicita Fe i Mn má obdobné příznaky, na starších listech se objevují chlorotické skvrny, které se postupně zvětšují a mění zabarvení na červenavé, hnědé až černé. Může dojít

až k odumření listů. Toxicita Mn může být způsobena i jeho zvýšenou koncentrací v závlivkové vodě (viz níže).

2.6 Zinek

Zinek je převážně přijímán jako dvojmocný kation Zn^{2+} , při vyšším pH také jako $ZnOH^+$ (Marschner 1996), rostliny také přijímají $ZnCl^+$ a zinek z chelátů. Příjem zinku je aktivní, metabolicky kontrolovaný (Mills a Benton 1996). Xylémem se zinek pohybuje jako Zn^{2+} nebo vázaný na organické kyseliny. Poměrně hodně zinku je i ve floému, pravděpodobně tvoří komplexy s organickými sloučeninami.

Deficit zinku není u skleníkových kultur příliš obvyklý, spíše se s ním setkáváme u ovocných (Reed 1996) nebo okrasných (Sanftleben 2002) dřevin a u některých polních plodin např. u kukuřice (Alvarez a Rico 2003). K deficitu dochází na vysoce zvětrávaných kyselých půdách a především pak na vápenatých půdách, kde je často spojen s deficitem Fe. Nízká dostupnost Zn na vápenatých půdách s vysokým pH je hlavně dána jeho adsorbí na jílu a vápenec a to spíše než tvorbou málo rozpustných $Zn(OH)_2$ a $ZnCO_3$. Navíc je příjem a translokace zinku do nadzemních částí inhibován bikarbonátem, podobně jako je tomu u železa. Na rozdíl od něj je však poměrně snadné deficit napravit aplikací zinečnatých solí do půdy, např. $ZnSO_4$ (Marschner 1995). Kritický obsah Zn v listech je pod 15–20 mg/kg sušiny, k nedostatku zinku jsou rostliny různě citlivé (Marschner 1995). Sanftleben 2002 uvádí pro okrasné dřeviny minimum 20–25 mg Zn/kg sušiny listu. Deficit Zn je možné vyvolat nadbytkem fosforu (Marschner 1995).

Pokud je v půdě zinku nadbytek a jeho obsah v listech překročí 100–300 mg/kg sušiny, působí toxicky, přitom vyšší hodnota je typičtější. Základním opatřením ke snížení příjmu a toxicity zinku je zvýšení pH půdy (Marschner 1995). Vysoký obsah zinku v půdě vyvolává deficit Fe, Mn a P (Marschner 1995, Mills a Jones 1996).

Zinek se používá ve formě síranu a chelátu EDTA. Síran zinečnatý je považován za spolehlivý zdroj, některé organické cheláty Zn, např. Zn-EDTA však mohou dávat lepší výsledky (Brennan 1991).

2.7 Měď

V půdě a v substrátu se měď vyskytuje jako Cu^{2+} . Má velkou afinitu k sulfhydrylovým, karboxylovým a fenolickým skupinám a snadno vytváří komplexy s organickými látkami. V půdním roztoku je většina mědi vázaná v těchto komplexech a jejich rozpustnost a transport jsou pro příjem mědi rostlinami velmi důležité (Marschner 1995, Mills a Jones 1996, Vaněk et al. 2007). Rostliny přijímají měď jako Cu^{2+} , v xylémové šťávě a cytoplazmě je vázaná v komplexních a organických sloučeninách a je málo pohyblivá. Obsah mědi v pletivech je dobrým ukazatelem výživného stavu (Marschner 1995, Vaněk et al. 2007).

Dostupnost závisí na pH substrátu, pokud je vyšší (6,5–6 podle druhu), příjem se snižuje (Reed 1996). Ve srovnání s Fe a Mn je však vliv pH menší (Vaněk et al. 2007). Příjem Cu se také snižuje při nadbytku dusičnanů, fosforečnanů a Zn (Mills a Jones 1996).

Měď je potřebná v malém množství, proto se deficit vyskytuje zřídka (Reed 1996). U většiny druhů je indikován obsahem mědi v sušině 1–5 mg/kg (Marschner 1995). Deficit se koriguje listovou aplikací Cu ve formě anorganických solí, oxidů nebo chelátů. Dlouhodobého účinku se lépe dosáhne závlivkou (Marschner 1995). K toxickému působení dochází, pokud obsah mědi v sušině přesáhne 20–30 mg/kg. Nastává však výjimečně, pokud je v půdě nadbytek mědi, třeba v důsledku dlouhodobého používání fungicidů obsahujících

měď (např. vinice), při použití čistírenských kalů nebo prasečí a drůbeží kejdy (Marschner 1995).

2.8 Bór

Při zvětrávání hornin obsahujících B se do půdního roztoku dostává nedisociovaná kyselina boritá $B(OH)_3$, v této formě se snadno vymývá z půdy. Při vyšším pH přijímá hydroxylový ion z vody a vzniká anion $B(OH)_4^-$, který se snadno absorbuje na jílové minerály a na oxidy Fe a Al. V půdách je většina bóru asociovaná v koloidech s huminovými kyselinami (Marschner 1995).

Příjem B závisí na pH a na jeho vnější koncentraci, přijímán je převážně pasivně s transpiračním proudem jako nedisociovaná kyselina boritá, faktory které snižují transpiraci (vysoká relativní vlhkost, sucho), snižují příjem a translokaci B (Mills a Jones 1996).

Dostupnost bóru klesá se zvyšujícím se pH půdy, špatná je hlavně na vápenatých půdách a na půdách s vysokým obsahem jílu (Mills a Jones 1996, Marschner 1995). Při velkých deštích je bór vymýván z půdy jako $B(OH)_3$. V pěstebních substrátech je bór dobře přijatelný rostlinami při hodnotách pH substrátu do 6,0, vyšší hodnoty pH, >6,5 snižují příjem bóru (Reed 1996).

Distribuce v rostlině je primárně ovlivněna transpiračním proudem, v xylému se primárně pohybuje jako komplex, který vytváří s cukry, je však i pohyblivý ve floému a může být retranslokován, pouze však v omezené míře. Celkově se tedy považuje za relativně imobilní (Mills a Jones 1996, Marschner 1995). Ukazuje se však, že mobilita bóru je silně specificky závislá. Bór je velmi dobře pohyblivý v rostlinách, které produkují dostatečné množství polyolů (např. sorbitol), na které se bór váže, v ostatních špatně. Do první skupiny patří z ovocných dřevin např. jabloně, mandloně a nektarinky, do druhé smokvoň, pistácie a ořešák. U žádného z mikroelementů nebyl zjištěn tak velký rozdíl v mobilitě (Brown a Hu 1996, Brown a Shelp 1997).

Toxicita bóru připadá v úvahu v semiaridních oblastech na půdách vytvořených na sedimentech mořského původu, při použití vyššího podílu kompostů z komunálního odpadu a při používání závlivkové vody s vysokým obsahem bóru (Marschner 1995). Pokud se s toxicitou bóru setkáváme v zahradnické produkci, jedná se především o poslední jmenovanou možnost.

Nable et al. (1997) uvádí, že u citlivých druhů by koncentrace B ve vodě neměla překročit 0,2 mg/L, u mírně tolerantních 1–2 mg/L a u tolerantních 2–4 mg/L. Na obsah B ve vodě jsou citlivé např. poinzécie Ecke et al. (1990) uvádí jako normální koncentraci bóru v hnojivém roztoku pro poinzécie 0,2–0,8 mg/L. Pokud je však ve vodě 0,3–1,5 mg B/L., neměl by se už další přidávat (Anonymus, 1999). Při pěstování rostlin okrasných listem by závlivková voda neměla obsahovat víc než 0,5 mg B/L (Reed 1996).

Kritický obsah bóru v listech, kdy bór působí toxicky, je dost těžké definovat, protože existuje gradient, např. u ječmene je gradient od báze ke špičce listu od 80 do 2500 mg/kg sušiny (Marschner 1995). V travách je kritický obsah v rozmezí 5–10 mg/kg sušiny, u dvouděložných je to 80–100 mg/kg sušiny. Rozdílné nároky dvouděložných a trav jsou dány různým složením buněčné stěny (Marschner 1995).

Mills a Jones (1996) uvádějí jako normální obsah B v listech poinzecií 30–100 mg/kg sušiny před vybarvením listenů a 20–200 mg/kg sušiny po vybarvení listenů. Ecke et al. (1990) a Anonymus (1999) považují za normální 25 až 75 mg/kg sušiny listu, hodnoty pod 15 mg/kg sušiny podle nich indikují deficit a hodnoty nad 100 mg/kg sušiny toxicitu.

Pro půdní aplikace se nejčastěji používá borax ($Na_2B_4O_7 \cdot 10 H_2O$), který obsahuje 11 % B, z dalších třeba solubor ($Na_2B_4O_7 \cdot 5 H_2O$ a $Na_2B_{10}O_{16} \cdot 10 H_2O$) s 20 % B a kyselina boritá

s 17 % B. Pokud je příčinou nedostatku B vysoké pH půdy, používá se listová aplikace (borax nebo solubor).

2.9 Molybden

V půdním roztoku je molybden ve formě molybdenanu MoO_4^{2-} . V rostlině je snadno pohyblivý, jak xylémem tak floémem (Marschner 1995). Rostliny ho potřebují velmi málo, přijímají ho jako MoO_4^{2-} a přednostně translokují do listů (Mills a Jones 1996).

Deficit molybdenu se projevuje při obsahu 0,1–1,0 mg/kg sušiny listu (Marschner 1995), Podle Mills a Jones 1996 je dostatečné množství v rozmezí 0,15–0,30 mg/kg sušiny. Deficit se nejvíce vyskytuje u vikkovitých a některých dalších (květák, kukuřice) rostoucích na kyselých půdách s hydratovanými oxidy železa, které mají velkou kapacitu absorbovat molybdenan. Navíc s klesajícím pH (z 6,5 na 4,5 se snižuje disociace molybdenanu a ten vytváří polyanionty, což má za následek snížení příjmu Mo (Marschner 1995).

Příjem Mo je inhibován sírany a podporován fosforečnany. Fosforečnany nahrazují molybdenany na povrchu půdních koloidů a zvyšují tím koncentraci Mo v půdním roztoku (Mills a Jones 1996). Aplikace molybdenanu na list je vzhledem k jeho pohyblivosti v rostlině velmi vhodná. Pro poizvěcie se doporučuje (Bunt 1976) 0,05% roztok molybdenanu sodného s obsahem 197 mg Mo/L. Často je účinnější než aplikace do půdy, protože Mo může být fixován v půdě nebo je jeho příjem blokován, třeba nadbytkem síranů (Marschner 1995).

S deficitem se můžeme setkat i při pěstování rostlin v čistě rašelinových substrátech. Jednou z mála skleníkových rostlin, u které se může projevit nedostatek molybdenu, je poinzécie, *Euphorbia pulcherrima* (Ecke et al. 1990, Reed 1996, Wulster 2003). Pro poinzécie se doporučuje pH substrátu 5,8–6,5, (Kessler a Hesselein 2002), podle Röber (1994) se deficit Mo u poinzécií projevuje až při pH pod 5,5, podle Reed (1996) při hodnotách pod pH 6. Molybden je nezbytný pro redukci dusičnanů v listech (Marschner, 1995). Při deficitu Mo může být zvýšená koncentrace dusičnanů příčinou nekrotizace okrajů listů. Příznaky deficitu Mo začínají jako marginální chloróza, která se nejprve objevuje na středních listech a postupně se rozšiřuje na další listy směrem nahoru a dolů. Chloróza pak rychle přechází v nekrotizaci (Kessler a Hesselein, 2002). Různé odrůdy jsou různě citlivé k deficitu molybdenu a také příznaky se dosti liší, chlorózy se mohou objevit na okraji listů i mezi žilnatinou na větší části listové čepele (Wulster, 2003, Jungk et al. 1970, Anonymus 1999a, b). Mills a Jones (1996) uvádějí, že v listech by mělo být 0,01–0,50 mg Mo/kg sušiny před vybarvením listenů a 0,12–0,50 mg Mo/kg sušiny po vybarvení listenů. Ecke et al. (1990), Kessler a Hesselein (2002) a Anonymus (1999b) uvádějí podstatně vyšší hodnoty, podle nich je kritický obsah 0,5 mg Mo/kg sušiny a normální 1–5 mg Mo/kg sušiny listu.

Toxicita Mo se projevuje velmi zřídka, protože rostliny mohou obsahovat až 1000 mg Mo/kg sušiny (Marschner 1995), např. u poinzécií (Hammer a Basoley 1987) se ani obsah Mo 806 mg/kg sušiny listů neprojevoval poruchami růstu. Zvýšený obsah Mo ale může být toxický pro živočichy a pro lidi (Marschner 1995).

3 Vlastní popis metodiky

3.1 Dávkování stopových živin při základním hnojení substrátů a při přihnojování

Při dodržování standardních pěstebních postupů zpravidla nedochází k deficitu stopových živin. Organické komponenty používané pro přípravu pěstebních substrátů (tab. 3) mají přirozený obsah některých stopových živin. V systémech výživy (základní hnojení,

přihnojování hnojivými roztoky) se používají hnojiva (tab. 4, 5), která stopové živiny (především v chelátové formě) obsahují v dostatečném množství.

Tab. 3 Příklady obsahu stopových živin v přijatelné formě v komponentech pro přípravu substrátů a substrátech, výluh CAT 1v/5v (podle EN 13651), rozsah uváděný v literatuře a optimální hodnoty stanovené na základě vegetačních pokusů VÚKOZ

vzorek	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
	mg/L substrátu					
rašeliny	12–20	2–3	2–3,5	1,2–1,4	0,15–0,16	0–0,04
kůra	52	60	10	2,5	1	0,04
kompost	50	25	20	3,7	3	0,13
RS – rašelínový substrát	13–17	2–4	1,5–2,5	2–2,5	0,27–0,30	0,02–0,09
RS + kůra (20–30 % obj.)	25–35	18–28	6–6,5	1,6–1,8	0,30	0,002–0,005
RS + kompost (15–20 % obj.)	25–39	4–10	4–5,5	2–3,5	0,8–0,9	0,007
rozsah-literatura	-	2–150	1–70	0,5–40	0,2–1	-
optimální hodnoty	10–40	2–30	1–10	1–4	0,2–1	0,002–0,1

Tab. 4 Obsah stopových živin v hnojivech pro základní hnojení substrátů, dávky živin na litr substrátu při standardním dávkování hnojiv v g/L substrátu

stopová živina	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
hnojivo	obsah stopové živiny v hnojivu v %					
PG mix	0,09 ^E	0,16	0,04	0,12	0,03	0,2
YaraMilaComplex	0,35	0,02	0,02	-	0,015	-
Osmocote	0,45 ^E	0,06	0,02	0,56	0,02	0,025
standardní dávka	dávka stopové živiny v mg/L substrátu					
PG mix 1g/L	0,9	1,6	0,4	1,2	0,3	2
Y-Complex 2g/L	7	0,4	0,4	-	0,3	-
Osmocote 4g/L	22,5	3	1	2,8	1	1,2

^E stopová živina ve formě EDTA

Stopové živiny jsou obsaženy ve všech NPK hnojivech používaných v zahradnictví pro pravidelné přihnojování (tab. 5). K dispozici je samostatné koncentrované hnojivo se stopovými živinami Tenso Coctail (tab. 5) i dostatečný sortiment jednosložkových hnojiv (tab. 6), které lze požit pro doplnění jednotlivých stopových živin nebo pro přípravu vlastního koncentrátu.

Koncentrace stopových živin při používání NPK hnojiv nebo hnojiva Tenso Coctail je dostatečná (tab. 7) při optimálních pěstebních podmínkách, především při optimálním pH substrátu a kvalitní závlahové vodě (tab. 11).

Tab. 5 Obsah stopových živin (SŽ) v plných NPK hnojivech pro přihnojování závlahou a v koncentrátu stopových živin

hnojivo	obsah stopové živiny v %					
NPK	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
Kristalony	0,07 ^E	0,04 ^E	0,025 ^E	0,01 ^E	0,025	0,004
Universol	0,05 ^E	0,04 ^E	0,01 ^E	0,01 ^E	0,01	0,001
Poly-feed	0,1 ^E	0,05 ^E	0,015 ^E	0,011 ^E	0,02	0,007
Flory	0,075 ^E	0,05 ^E	0,01 ^E	0,03 ^E	0,02	0,001
koncentrát SŽ						
Tenso Coctail	3,84 ^D	2,57 ^E	0,53 ^E	0,53 ^E	0,52	0,13

Forma SŽ: ^E EDTA, ^D DTPA (Tenso Coctail - 2,1 % Fe-EDTA, 1,74 % Fe-DTPA)

Tab. 6 Jednosložková hnojiva se stopovými živinami (SŽ)

stopová živina	forma	obchodní název	Obsah SŽ	dodavatel
železo	síran	FeSO ₄	19 % Fe	Netafim
	chelát EDTA	FeEDTA	13 % Fe	Netafim
	chelát DTPA	FeDTPA	11 % Fe	Netafim
	chelát DTPA	Železo DTPA	40 g/L (liq.)	YARA Agri
	chelát EDDHA	Fe EDDHA	6 % Fe	Netafim
		Tenso FE	6 % Fe	YARA Agri
mangan	síran	MnSO ₄	32 % Mn	Netafim
	chelát EDTA	Mn EDTA	13 % Mn	Netafim
zinek	síran	ZnSO ₄	35 % Mn	Netafim
	chelát EDTA	Zn EDTA	15 % Mn	Netafim
měď	síran	CuSO ₄	25 % Cu	Netafim
	chelát EDTA	Cu EDTA	15 % Cu	Netafim
bór	kyselina boritá	technická H ₃ BO ₄	17 % B	více dodavatelů
	tetraboritan sodný	Bór 150	150 g/L (liq.)	YARA Agri
molybden	molybdenan sodný	Na ₂ MO ₄	39,5 % Mo	Netafim
		Molytrac 250	250 g/L (liq.)	YARA Agri

Tab. 7 Obsah stopových živin (SŽ) v hnojivých roztocích, dávka NPK hnojiv 2 g/L - přihnojování 1× týdně, 0,05 g/L– přihnojován při každé záливce

hnojivo	dávka g (ml)/L vody	obsah stopové živiny v mg/L roztoku					
		Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
Kristalon	2 g/L	1,4	0,8	0,5	0,2	0,5	0,08
Universol	2 g/L	1	0,8	0,2	0,2	0,2	0,02
Poly-feed	2 g/L	2	1	0,3	0,22	0,4	0,14
Flory	2 g/L	1,5	1	0,2	0,6	0,4	0,02
Kristalon	0,5 g/L	0,35	0,2	0,125	0,05	0,125	0,02
TensoCoctail	0,01 g/L	0,38*	0,26	0,053	0,052	0,053	0,013
Fe–DTPA (liq.)	0,01 ml/L	0,4**					

* 0,01 g Tenso Coctail dodá obdobné množství SŽ (vztaženo k Fe a Mn) jako 0,5 g Kristalonu

** 0,01 ml Fe–DTPA dodá obdobné množství Fe jako 0,5 g Kristalonu

3.2 Eliminace nepříznivých podmínek pro příjem stopových živin

Pro eliminaci nepříznivých podmínek pro příjem stopových živin (vysoká hodnota pH substrátu, vysoká uhličitánová tvrdost závlahové vody, vysoký obsah některé stopové živiny v závlahové vodě) se doporučuje:

- zvýšit koncentrace Fe a Mn v hnojivém roztoku (tab. 8)
- upravit závlahovou vodu – snížení uhličitánové tvrdosti (tab. 9)
- případně kombinovat obě výše uvedená opatření
- při vysokém obsahu Mn nebo B ve vodě připravit vlastní koncentrát stopových živin bez těchto prvků (tab. 10)

3.2.1 Zásady zvyšování koncentrace Fe a Mn v hnojivém roztoku

V zahradnické produkci se zvýšené koncentrace chelátů Fe používají především u petúnií pěstovaných v substrátu s vyšší hodnotou pH. Optimální hodnota pH substrátu pro

petúnie je 5,0–5,5. Zvýšení hodnoty pH substrátu je většinou způsobeno vysokou uhličitanovou tvrdostí závlahové vody.

V těchto případech je třeba zvýšit, oproti standardně používaným koncentracím (tab. 8), koncentraci Fe ve formě chelátů v roztoku pro přihnojování nebo při doplňkovém hnojení aplikovat vysoké dávky chelátů Fe. Účinnost chelátu Fe-EDDHA a Fe-DTPA je větší než Fe-EDTA.

Jako neúčinnější se uvádí záливka Fe-EDDHA, která při pravidelném přihnojování při každé záливce působí i při nižších koncentracích (1 mg Fe/L živného roztoku). Aplikace Fe-EDTA se projevuje pouze při vyšší koncentraci v živném roztoku (3–4 mg Fe/L). Záливka roztokem síranu železnatého s touto koncentrací se neprojevuje. Pokud se u petúnií Fe-EDDHA aplikuje do substrátu, je efektivnější než Fe-DTPA a Fe-EDTA nebo listová aplikace (síran železnatý, Fe-EDTA, Fe-DTPA). Listová aplikace Fe-chelátů může být méně účinná než jejich aplikace do substrátů díky omezené pohyblivosti Fe v rostlině. Pro listové aplikace se používají koncentrace 30–90 mg Fe/L.

Pro pravidelné přihnojování roztokem jednou týdně se koncentrace Fe zvyšují na 3–6 mg/L. Účinná je také opakovaná (např. 3×) doplňková aplikace roztoku s 30–90 mg Fe/L. Nižší koncentrace opět platí pro cheláty Fe-EDDHA a Fe-DTPA, vyšší pro chelát Fe-EDTA.

Anorganické sole železa (například síran železnatý) ani komplexní sloučeniny Fe (citráty) nejsou v podmínkách vysokého pH substrátu účinné. Spolu s cheláty Fe doporučujeme aplikovat chelát Mn-EDTA (poměr Fe:Mn = 3:1), aby nedošlo ke zhoršení příjmu manganu.

Tab. 8 Obsah stopových živin (SŽ) v hnojivém roztoku dle četnosti záливky – standardní dávkování a zvýšené koncentrace Fe a Mn, přihnojování 1× týdně (obsah N cca. 300–400 mg/l roztoku), přihnojován při každé záливce (obsah N cca. 100 mg/l), doplňková záливka roztoku s vysokou koncentrací Fe a Mn, 2–3 aplikace za vegetaci

frekvence hnojení	dávkování SŽ	obsah stopové živiny v mg/L roztoku					
		Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
1 × týdně	standardní	1–1,5	0,8–1	0,2–0,4	0,2	0,2–0,3	0,02–0,05
	+Fe (Mn)	3–6	(1–2)				
každá záливka	standardní	0,25–0,4	0,2–0,25	0,05–0,1	0,05	0,05–0,07	0,005–0,012
	+ Fe (Mn)	1–4	(0,4–1)				
doplňková záливka	Fe, Mn	30–90	10–30				

3.2.2 Možnosti snížení uhličitanové tvrdosti závlahové vody

Pro kvalitu závlahové vody je rozhodující její uhličitanová tvrdost. Rozeznáváme tvrdost síranovou, která je způsobena především sírany a chloridy vápníku a hořčíku, a tvrdost uhličitanovou, kterou působí hydrogenuhličitanové těkto dvou prvků. Síranová tvrdost má spíše příznivý vliv, je zdrojem Ca a Mg a neovlivňuje pH substrátu. Voda s vyšší uhličitanovou tvrdostí může nepříznivě zvyšovat hodnoty pH substrátu a tím snižovat přijatelnost fosforu a většiny stopových prvků (Fe, Mn, B, Zn i Cu). Poškození se projevuje hnědnutím kořenů a chlorózami. Nepříjemné je také vytváření bělošedých skvrn na listech.

Nejjednodušším a nejlevnějším způsobem je míchání tvrdé vody s vodou dešťovou. Zahradnické podniky, které používají pro záливku vodu z vlastních vrtů s vysokou uhličitanovou tvrdostí, jsou často nuceny pro její snížení používat minerální kyseliny v kombinaci s hnojením dusíkem v amonné formě.

Podle ČSN EN ISO 9963-1 se obsah hydrogenuhličitanů ve vodě stanovuje titrací vzorku vody kyselinou do pH 4,5 a udává se v mmol HCO_3^-/L jako celková alkalita, nebo též kyselinová neutralizační kapacita ($\text{KNK}_{4,5}$). Jeden mmol HCO_3^-/l odpovídá 61 mg HCO_3^-/L . Správně by se tedy uhličitánová tvrdost měla vyjadřovat jako obsah HCO_3^- v mmol/L nebo mg/l.

V zahradnické literatuře se uhličitánová tvrdost často vyjadřuje ve stupních německých (1 °N je definován jako obsah 10 mg CaO/L vody). Můžeme se setkat i s vyjádřením uhličitánové tvrdosti v mg HCO_3^-/L , tedy v ppm HCO_3^- . Jeden °N odpovídá přibližně 21,8 mg HCO_3^-/L ($^\circ\text{N} = \text{mg } \text{HCO}_3^-/\text{L} : 61 \times 2,8$). V metodice je uhličitánová tvrdost vyjadřována v mg HCO_3^-/L , v závorce jsou uvedeny °N.

Agrochemické laboratoře, které provádějí rozbor vody v rámci poradenské činnosti, hodnotu $\text{KNK}_{4,5}$ často přepočítávají i na °N, případně na obsah mg HCO_3^-/L . Přepočty $\text{KNK}_{4,5}$ na uhličitánovou tvrdost jsou:

$$\text{uhličitánová tvrdost (}^\circ\text{N)} = \text{KNK}_{4,5} (\text{mmol } \text{HCO}_3^-/\text{L}) \times 2,8$$

$$\text{uhličitánová tvrdost (mg } \text{HCO}_3^-/\text{L)} = \text{KNK}_{4,5} (\text{mmol } \text{HCO}_3^-/\text{L}) \times 61$$

Při úpravě závlahové vody je nutné počítat s tím, že citlivost k obsahu hydrogenuhličitanů není u všech rostlin stejná. Citlivé rostliny (mladé rostliny obecně, vřesovité) vyžadují vodu s tvrdostí 152–174 mg HCO_3^-/L (7–8 °N), většina hrnkových květin pěstovaných v kontejnerech snáší vodu s tvrdostí 261–326 mg HCO_3^-/L (12–15 °N), při vyšších hodnotách 370–436 mg HCO_3^-/L (17–20 °N) dochází k výraznému zvýšení hodnoty pH substrátu.

Negativní vliv vody s uhličitánovou tvrdostí do 218 mg HCO_3^-/L (10 °N), lze eliminovat používáním hnojiv s obsahem dihydrogenfosforečnanu draselného a části dusíku v amonné formě (množství 10 mg/l N-NH_4^+ v hnojivém roztoku eliminuje 43,6 mg HCO_3^-/L , 2 °N). Hodnota pH substrátu zůstává stabilní při používání vody s uhličitánovou tvrdostí 109 mg HCO_3^-/L (5 °N) a hnojení hnojivy s nízkým podílem dusíku v amonné formě (do 20 % celkového N).

U citlivých rostlin je při uhličitánové tvrdosti nad 218 mg HCO_3^-/L (10 °N) nutné stanovit množství iontů H^+ potřebných pro eliminaci iontů HCO_3^- . Zdrojem iontů H^+ jsou minerální kyseliny a amonné ionty (NH_4^+) z hnojiv. Minerální kyseliny snižují uhličitánovou tvrdost přímo v roztoku používaném pro závlahu. Z minerálních kyselin (tab. 9) se nejčastěji používá 53% kyselina dusičná, která obsahuje 156 mg N/l (dávka 0,032 ml/l vody sníží tvrdost o 21,8 mg HCO_3^-/L , 1 °N). Vzhledem k používání technické kyseliny s kolísavou koncentrací 48–55 % se doporučuje výpočty provádět na cílovou tvrdost 6–8 °N, aby se zamezilo možnosti přílišného okyselení roztoku. Hodnota pH hnojivého roztoku po aplikaci kyselin by měla být 5,5–6,0.

Tab. 9 Dávka minerální kyseliny pro snížení uhličitánové tvrdosti o 21,8 mg HCO_3^-/L , 0,36 mmol HCO_3^-/L (1 °N)

kyselina	vzorec	koncentrace			dávka ml/L vody	dodané živiny mg/L roztoku
		% hmotn.	mol/L	mol H^+/L^{**}		
dusičná	HNO_3	53 %	11,2	11,2	0,032	N - 5
		65 %	14,5	14,5	0,025	N - 5
fosforečná	H_3PO_4	75	12,1	12,1	0,030	P - 11,2 (25,6 P_2O_5)
sírová	H_2SO_4	98 %	18,3	36,6	0,0098	S - 11,5 (34,8 SO_4^{2-})
		35 %*	4,5	9,0	0,04	S - 11,5 (34,8 SO_4^{2-})

* kyselina do autobaterií, ** koncentrace účinných disociovaných vodíkových iontů

3.2.3 Příprava koncentráту stopových živin

Při přípravě koncentrátu hlavních živin z jednosložkových nebo dvousložkových hnojiv je možné vedle průmyslově připraveného koncentrátu stopových živin Tenso Coctail (viz tab. 5, 7) použít i vlastní koncentrát stopových živin připravený „na míru“ konkrétnímu zahradnickému podniku (tab. 10). V tabulce je příklad koncentrátu, kdy výsledný obsah stopových živin je obdobný jako u hnojiv Kristalon a stopové živiny jsou ve formě EDTA. Koncentrát lze modifikovat podle pěstovaných rostlin nebo přirozeného obsahu některých stopových živin v závlahové vodě. Např. pro petúnie používat stabilnější cheláty železa (EDDHA nebo DTPA), případně zvýšit koncentraci Fe a Mn.

Při použití chelátů železa je nutné, aby i Cu a Zn byly v chelátové formě, protože tyto dva prvky tvoří stabilnější cheláty a jako ionty vytěsňují Fe z chelátových vazeb. Mangan je možné použít ve formě síranu (tab. 6).

Tab. 10 Schéma přípravy koncentrátu stopových živin (SŽ), základní dávka koncentrátu pro přípravu roztoku pro pravidelné přihnojování je 0,25 ml na litr hnojivého roztoku, resp. v množství 25 ml na litr koncentrátu NPK, který se dává v množství 10 ml/L vody

forma stopové živiny	EDTA	EDTA	EDTA	EDTA	kys. boritá	molybdenan sodný
stopová živina	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
obsah SŽ v použitém hnojivu v %	13	13	15	15	17	39,5
dávka hnojiva v g/L koncentrátu SŽ	11,5	6,2	3,3	1,3	2,9	0,2
obsah SŽ v g/L koncentrátu SŽ	1,5	0,8	0,5	2	0,5	0,08
obsah SŽ v mg/L hnojivého roztoku	0,38	0,2	0,12	0,05	0,12	0,02

Při vyšších koncentracích manganu v závlahové vodě (>0,25 mg Mn/L) by se tato stopová živina neměla do koncentrátu přidávat. Při vyšším obsahu Mn ve vodě je účelné zvýšit koncentraci Fe v roztoku, tak aby poměr Fe:Mn byl 3:1. Zvýšení Fe v roztoku je vhodné především u rostlin, které se pěstují v substrátu s nižší hodnotou pH, např. u petúnií.

Toxicita Mn se u substrátů s nižší hodnotou pH může projevit okrajovými chlorózami a nekrózami mladých listů. Rovněž při použití substrátů s přídavkem kompostované kůry, která má přirozeně vysoký obsah Mn (viz tab. 2), by se mangan neměl do koncentrátu přidávat.

Pokud je koncentrace bóru ve vodě >0,3mg B/L, neměla by se používat hnojiva s touto živinou, měl by se tedy použít koncentrát bez kyseliny borité. Zvýšené koncentrace B v hnojivém roztoku mohou způsobovat okrajové nekrózy listů (*Euphorbia pulcherrima*, *Monstera*). Pro pravidelné přihnojování při každé závlaze vodou s nízkým obsahem bóru postačuje podle pokusů VÚKOZ koncentrace 0,05 mg B/L, tedy poloviční koncentrace oproti hnojivu Kristalon.

Při nižších hodnotách pH (nepříznivé pro příjem Mo) se v literatuře pro pěstování *Euphorbia pulcherrima* doporučují zvýšené dávky molybdenu. Na základě pokusů VÚKOZ postačuje standardní dávka molybdenu v základním hnojení (do 2 mg Mo/L substrátu) a koncentrace 0,02 mg Mo/L v roztoku pro přihnojování v intervalu 7–10 dní a koncentrace 0,005 mg Mo/L při přihnojování při každé závlaze, tedy čtvrtinové koncentrace oproti hnojivu Kristalon. Snížené koncentrace bóru a molybdenu jsou v hnojivých roztocích např. při použití hnojiv Universol, případně Tenso Coctail (tab. 6). Snížené koncentrace těchto dvou stopových živin je možné použít i v případě přípravy vlastního koncentrátu.

3.3 Výchozí stav v zahradnické firmě Černý

Zahradnická firma Černý šlechtí nové odrůdy rodu *Petunia* a druhů *Begonia semperflorens* a *Begonia tuberhybrida*. Vyrábí a dodává jejich osiva a dodává i výsevy a mladé rostliny.

Určitý problém představuje kvalita závlahové vody. Ve firmě je k dispozici studniční závlahová voda s vysokou uhličitánovou tvrdostí (tab. 11), kolem 460 mg HCO₃⁻/L (21 °N). Alternativu představuje pitná vodovodní voda, která má ale rovněž vyšší uhličitánovou tvrdost, 370 mg HCO₃⁻/L (17 °N) a která je výrazně dražší.

Tab. 11 Chemické vlastnosti závlahové vody – příklad kompletního rozboru závlahové vody z podniku Černý z roku 2003 a 2008, hodnocení podle Šrámek a Volf (1989)

parametr	jednotka	voda				střední obsah	vysoký obsah	studniční voda	
		pitná		studniční					hodnocení
		2003	2008	2003	2008				
EC	mS/cm	0,9	0,87	1,26	1,2	<1	>1,5	vyšší, 1–1,5	
pH		7,2	7,2	7,8	7,4	6,5–7,0	>7,5	vyšší, kolem 7,5	
KNK _{4,5}	mmol/L	6,0	5,97	6,8	7,64	1,8–3,6	>5,4	vysoká	
uhličitánová tvrdost	mg HCO ₃ ⁻ /L °N	366 16,8	364 16,7	427 19,6	466 21,4	110–220 5–10	>329 >15	vysoká	
celk. tvrdost	°N	26,6	27,1	26,6	34,7	10–20	>60	vyšší 25–35	
vápník	mg/L	164	161	229	211	35–85	>140	vysoký	
hořčík	mg/L	26,6	20	37	23	6–15	>35	vyšší, optimální	
sodík	mg/L	-	8,5	-	49	15–30	>40	vysoký	
sírany	mg/L	132	134	205	169	40–80	>180	vyšší, 170–200	
chloridy	mg/L	56,3	55	89,3	89	20–40	>80	vyšší, cca. 90	
železo	mg/L	-	0,23	-	0,08	0,02–0,1	>0,5	střední	
mangan	mg/L	-	<0,02	-	<0,02	0,02–0,1	>0,5	nízký	
zinek	mg/L	-	<0,05	-	<0,05	0,02–0,1	>1	nízký	
bór	mg/L	-	<0,1	-	0,1	<0,3*	>0,5	nízký	

* Anonymus, 1999b, 0,3–0,5 mg B/L = zvýšený obsah

KNK_{4,5} - kyselinová neutralizační kapacita, přepočtená na uhličitánovou tvrdost:

KNK_{4,5} v mmol/L × 61 = uhličitánová tvrdost v mg HCO₃⁻/L

KNK_{4,5} v mmol/L × 2,8 = uhličitánová tvrdost v °N

Základní parametry závlahové vody (hodnoty pH, EC a uhličitánová tvrdost) jsou pravidelně sledovány. V tabulce 11 jsou uvedeny kompletní rozborů z let 2003 a 2008. Obě vody mají obdobnou hodnotu pH a uhličitánovou tvrdost, studniční voda má vyšší uhličitánovou tvrdost přibližně o 87 mg HCO₃⁻/L (4 °N). Studniční voda má výrazně vyšší EC, celkovou tvrdost, obsah síranu vápníku, hořčíku a chloridů.

Pro firmu Černý je v metodice navrženo přihnojování slabými živnými roztoky při každé závlaze. Jedná se tedy o modelový případ, kdy je nutné uhličitánovou tvrdost snížit minerálními kyselinami (kyselinou dusičnou, případně fosforečnou), a u petunií, které při vyšších hodnotách pH substrátu hůře přijímají Fe a Mn, zvýšit i koncentraci těchto stopových živin v hnojivých roztocích.

Složení živných roztoků pro mladé rostliny v sadbovačích i pro matečné rostliny pro produkci osiva je navrženo pro závlahovou studniční vodu, pouze ve výjimečných případech u mladých rostlin v sadbovačích se počítá s použitím vodovodní vody.

Firma Černý používá standardní výsevni a pěstební rašelinové substráty od firmy Gramoflor s optimálním dávkováním hnojiva a s hodnotami pH na spodní hranici optimálních

hodnot pro dané kultury (matečné rostliny *Petunia* 5,3–5,5, množárenský substrát 5,5–5,6, pěstební - matečné rostliny 5,6–6,0). Pro základní hnojení substrátů se používá hnojivo PGmix14-16-18 (tab. 4) v dávce 0,5 g/L pro výsevni a množárenské substráty, resp. 1,3 g/L pro pěstební substráty. Pro matečné rostliny se používají strukturní substráty s podílem severoněmecké borkované rašeliny, které mají optimální vzdušnou kapacitu (15–20 % obj.) na nedochází u nich ke sléhávání v průběhu pěstování.

3.4 Návrh hnojivých roztoků

Roztoky pro pěstování mladých rostlin v sadbovačích

- koncentrace živin vztažena na dusík je zvolena 50 mg N/L hnojivého roztoku pro raná stadia a hnojení podle potřeby a 100 mg N/L pro pozdnější stadia a hnojení při každé zálivce
- poměr živin je zvolen N:P:K = 1:0,22:0,83 (N:P₂O₅:K₂O = 1:0,5:1), podíl fosforu je pro vegetativní růst postačující

Roztoky pro pěstování matečných rostlin pro produkci osiva - *Petunia*, *Begonia semperflorens* a *Begonia tuberhybrida*

- koncentrace živin vztažena na dusík je zvolena 100 mg N/L hnojivého roztoku pro stadium vegetativního růstu a 75 mg N/L pro generativní stadium
- poměr živin je zvolen N:P:K = 1:0,22:0,83 (N:P₂O₅:K₂O = 1:0,5:1) pro stadium vegetativního růstu a N:P:K = 1:0,35:0,44:1,66 (N:P₂O₅:K₂O = 1:0,8–1:2) pro generativní stadium
- změna roztoku je plánována při přechodu z vegetativní do generativní fáze, podle stavu porostu - v období intenzivní tvorby květů: *Petunia* 1.6.–16.6., *B. semperflorens* 15.6.–30.6. *B. tuberhybrida* 15.7.–30.7.
- navržené roztoky jsou plánovány pro hnojení při každé zálivce – intenzitu hnojení je nutné přizpůsobit průběhu počasí a stavu porostu:
 1. v letním období při každodenní zálivce by se hnojivé zálivky měly aplikovat max. 4–5× týdně (*Petunia*, *B. tuberhybrida*), resp. 3–4× týdně (*B. semperflorens*) a zbývající zálivky provést vodou nebo v tomto období přechodně snížit koncentraci roztoku o 25–50 %
 2. ke konci vegetace v období dozrávání semen (*Petunia* od poloviny září, *B. semperflorens* od poloviny října, *B. tuberhybrida* od listopadu) přihnojování uzpůsobit výživnému stavu porostu, případně obsahu živin (tab. 20) v substrátech (redukce počtu hnojivých zálivek, snížení koncentrace roztoku, hnojivou zálivku aplikovat max. 1–2× týdně)

Eliminace vysoké uhličitánové tvrdosti závlahové vody

- uhličitánová tvrdost závlahové studniční vody (počítáno s hodnotou 457 mg HCO₃⁻/L, 21 °N) je u roztoků s koncentrací 100 a 75 mg N/L (tab. 14, 15, 17, 18) snižována na cílovou uhličitánovou tvrdost 152–185 mg HCO₃⁻/L (7,0–8,5 °N) pomocí 53% kys. dusičné (množství 0,0318 ml/L zálivkové vody sníží tvrdost o 21,8 mg HCO₃⁻/L, 1 °N), 75% kyseliny fosforečné (0,025 ml/L sníží tvrdost o 21,8 mg HCO₃⁻/L, 1 °N) a dusičnanu amonného (10 mg N-NH₄⁺/L odstraní 43,6 mg HCO₃⁻/L, 2 °N), snížení uhličitánové tvrdosti na hodnoty 152–185 mg HCO₃⁻/L (7,0–8,5 °N) je pro dané kultury dostatečné
- při přípravě roztoků s nízkou koncentrací dusíku 50 mg N/L dojde u studniční vody ke snížení uhličitánové tvrdosti na hodnoty kolem 261 mg HCO₃⁻/L (12 °N), tato hodnota je pro rostliny v sadbovačích pro raná stadia dostatečná
- hodnota pH hnojivých roztoků po aplikaci kyseliny dusičné se pohybuje v rozmezí 5,5–6,2

- podíl N-NH_4^+ v roztoku je volen do 20 % (opt. pro růst rostlin), roztok s poměrem N:P:K = 1:0,35-0,44:1,66 ($\text{N:P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$ = 1:0,8–1:2) pro generativní stadium dusík v amonné formě, vzhledem k danému poměru živin, neobsahuje
- ve vodě je vysoký obsah síranů, $>150 \text{ mg SO}_4^{2-}/\text{L}$, při sestavování roztoků je minimalizováno použití síranu draselného, případně hnojiv s vyšším podílem síranů (Kristalon Hnědý)
- ve vodě je vysoký obsah Ca ($>200 \text{ mg/L}$) i Mg (rozsah 20–30 mg/L, poměr Ca:Mg = 6–6,5:1), optimum pro hnojivé roztoky je 160 mg Ca/L a 24 mg Mg/L; tedy poměr Ca:Mg = 6,5:1, Mg není nezbytné doplňovat, aplikací dusíkatého hnojiva s Mg (Magnitra) je vhodné doplnit Mg v množství kolem 6 mg Mg/L (10 mg MgO/l)
- hodnota EC vody je poměrně vysoká, EC hnojivého roztoku se bude pohybovat 1,4–1,5 mS/cm u roztoků s koncentrací dusíku 50 mg/L, resp. 1,7–1,9 mS/cm u roztoků s koncentrací 100 mg N/L

Vlastní přípravu živných roztoků

Pro přípravu hnojivých roztoků je možné minerální kyseliny kombinovat s jedno a dvousložkovými hnojivy (tab. 12, 14, 17) a koncentrátem stopových živin, Tenso Coctail (složení viz tab. 5) nebo vlastní koncentrát (složení viz tab. 10), nebo s rozpustnými NPK hnojivy se stopovými živinami (tab. 5). Pro použití ve firmě Černý byly připraveny obě varianty, pro aktuální použití byla zvolena varianta s hnojivy Kristalon (tab. 13, 15, 18), které se ve firmě běžně používají a při které odpadá použití koncentrátu stopových živin. Pro snadnou aplikaci se z hnojiv připravuje koncentrát, který se dává čerpadlem (Dosatron) v množství 10 ml/l vody (1%).

Postup při přípravě koncentrátů je jednoduchý: odvážené množství pevných hnojiv se rozpustí v cca. 7 litrech vlažné vody (v případě jednosložkových hnojiv se nejdříve rozpouští dusičnan draselný nebo síran draselný), po rozpuštění pevných složek se přidají kapalná hnojiva (Magnitra), koncentrát stopových živin a kyselina dusičná a nádoba se doplní na 10 litrů.

Přehled použitých jedno a dvousložková hnojiv a minerálních kyselin:

- kyselina dusičná (KD)- 53%, 156,4 mg N/ml
- dusičnan amonný (DA) - 34 % N (17 % N-NH_4^+)
- kyselina fosforečná (KF)- 75%, 858 mg $\text{P}_2\text{O}_5/\text{ml}$ (378 mg P/ml)
- monokalium fosfát (MKP) - Krista MKP - 34 % K_2O (28 % K), 52 % P_2O_5 (23 % P)
- dusičnan draselný (DD) - Krista K - 13 % N, 36 % K_2O (30 % K)
- síran draselný (SK) - 50 % K_2O (41 % K), 17 % S (51 % SO_4^{2-})
- Magnitra L - 94 mg N/ml, 135 mg MgO/ml (81mg Mg/ml), hmotnostní %: 7 % N, 10 % MgO (6 % Mg)

Přehled použitých rozpustných NPK hnojiv Kristalon, obsah stopových živin viz tab. 5:

- Kristalon Modrý (KM) - 19 % N (7,2 % N-NH_4^+), 6 % P_2O_5 (2,6 % P), 20 % K_2O (16,6 % K), 3 % MgO (1,8 % Mg), 3 % S (9 % SO_4^{2-})
- Kristalon Bílý (KB) - 15 % N (3,7 % N-NH_4^+), 5 % P_2O_5 (2,2 % P), 30 % K_2O (25 % K), 3 % MgO (1,8 % Mg), 3 % S (9 % SO_4^{2-})
- Kristalon Hnědý (KH) - 3 % N (0 % N-NH_4^+), 11 % P_2O_5 (4,8 % P), 38 % K_2O (31,5 % K), 4 % MgO (2,4 % Mg), 11 % S (33 % SO_4^{2-})
- Kristalon Žlutý (KŽ) - 13 % N (8,6 % N-NH_4^+), 40 % P_2O_5 (17,6 % P), 13 % K_2O (10,8 % K), 0 % MgO (0 % Mg), 0 % S (0 % SO_4^{2-})

Tab. 12 Příprava hnojivého roztoku o obsahu cca. 50 mg N/L s poměrem živin N:P:K = 1:0,22:0,83 (N:P₂O₅:K₂O = 1:0,5:1), s použitím kyseliny dusičné (KD) a jednosložkových a dvousložkových hnojiv, uhličitánová tvrdost vody = 457 mg HCO₃⁻/L (21°N)

dávka hnojiva na L vody	obsah živin v roztoku v mg/l					úbytek ° N	dávka na 10 L konc.
	celk. N	N-NH ₄ ⁺	P (P ₂ O ₅)	K (K ₂ O)	S (SO ₄ ²⁻)		
0,060 g DA	21	10,5	-	-		-2	60 g
0,22 ml KD	34,4	-	-	-		-7	220 ml
0,06 g MKP	-	-	13,8	16,9			60 g
0,07 g SK*	-	-	-	29	11,9		70 g
0,005 g Tenso Coctail**	-	-	-	-	-		5g
suma	55,4	10,5	13,8 (31,2)	45,9 (55,4)	11,9 (35,7)	-9***	

* vzhledem k vysoké dávce KD a DA byl jako zdroj draslíku použit SK

** dávkou 0,005 g Tenso Coctail/L vody se dodá obdobné množství stopových živin jako při dávce 0,25 g Kristalonu/L (vztaženo k Fe a Mn)

*** tab. 12 a 13: zbytková uhlíč. tvrdost je cca. 261 mg HCO₃⁻/L (12 ° N), resp. 152 mg HCO₃⁻/L (7 °N) při použití vodovodní vody s výchozí hodnotou 348 mg HCO₃⁻/L (16 °N)

Tab. 13 Příprava hnojivého roztoku o obsahu cca. 50 mg N/L s poměrem živin N:P:K = 1:0,22:0,83 (N:P₂O₅:K₂O = 1:0,5:1), s použitím kyseliny dusičné (KD) a hnojiv Kristalon (KM - Modrý, KŽ - Žlutý, KH - Hnědý), uhličitánová tvrdost vody = 457 mg HCO₃⁻/L (21°N)

dávka hnojiva na L vody	obsah živin v roztoku v mg/l						úbytek ° N	dávka na 10 L konc.
	celk. N	N- NH ₄ ⁺	P (P ₂ O ₅)	K (K ₂ O)	Mg (MgO)	S (SO ₄ ²⁻)		
0,22 ml KD	34,4	-	-	-			-8	230 ml
0,05 g KM	9,5	3,6	1,3	8,3	0,9	1,5		50 g
0,025 g KŽ	3,3	2,2	4,4	2,7	-			25 g
0,10 g KH*	3,0	0,0	4,8	31,5	2,4	11	-1	100 g
suma	50,2	5,8	10,6 (24,0)	42,6 (51,3)	3,3 (5,5)	12,5 (37,5)	-9***	

* celková dávka hnojiv Kristalon je 0,175 g/L vody – touto dávkou se dodá dostatečné množství stopových živin pro mladé rostliny v sadbovačích

Tab. 14 Příprava hnojivého roztoku o obsahu 100 mg N/L s poměrem živin N:P₂O₅:K₂O = 1:0,5:1 (N:P:K = 1:0,22:0,83), s použitím kyseliny dusičné (KD) a jednosložkových a dvousložkových hnojiv, uhličitánová tvrdost vody = 457 mg HCO₃⁻/L (21°N)

dávka hnojiva na L vody	obsah živin v roztoku v mg/L					úbytek ° N	dávka na 10 L konc.
	celk. N	N-NH ₄ ⁺	P (P ₂ O ₅)	K (K ₂ O)	Mg (MgO)		
0,34 ml KD	53	-	-	-		-10,5	340 ml
0,08 g DA	30	15	-	-		-3,0	80 g
0,1 g MKP	-	-	23	28			100 g
0,16 g DD	20,8	-	-	61			160 g
0,075 ml Magnitra	7	-	-	-	6		75 ml
0,01 g Tenso Coctail *	-	-	-	-	-		10 g
suma	110,8	15	23 (52)	89 (108)	6 (10)	-13,5**	

* dávkou 0,01 g Tenso Coctail/L vody se dodá obdobné množství stopových živin jako při dávce 0,5g Kristalonu/l (vztaženo k Fe a Mn)

** zbytková uhličitánová tvrdost je cca. 164 mg HCO₃⁻/L (7,5 °N)

Tab. 15 Příprava hnojivého roztoku o obsahu 100 mg N/L s poměrem živin N:P:K = 1:0,22:0,83 (N:P₂O₅:K₂O = 1:0,5:1), s použitím hnojiv kyseliny dusičné (KD) a hnojiv Kristalon (KB - Bílý, KŽ - Žlutý) a doplněním stopových živin Fe a Mn pro petúnie, uhličitanová tvrdost vody = 457 mg HCO₃⁻/L (21 °N)

dávka hnojiva na L vody	obsah živin v roztoku v mg/L						úbytek ° N	dávka na 10 L konc.
	celk. N	N- NH ₄ ⁺	P (P ₂ O ₅)	K (K ₂ O)	Mg (MgO)	S (SO ₄ ²⁻)		
0,32 ml KD	50	-	-	-			-10	320 ml
0,3 g Bílý	45	11,1	6,6	74,7	5,4	9	-4	300 g
0,08 g Žlutý*	10,4	6,9	14,1	8,6	-	-		80 g
0,018 g Fe- DTPA								18 g
0,0076 g Mn- EDTA								7,6 g
suma	105,4	18	20,7 (47)	83,3 (100)	5,4 (9)	9 (27)	-14**	

* celková dávka hnojiv Kristalon je 0,38 g/L vody, bilance stopových živin viz tab. 16

** zbytková uhličitanová tvrdost je cca. 152 mg HCO₃⁻/L (7 °N)

Tab. 16 Bilance stopových živin dodaných 0,38 g/L (tab. 15) hnojiv Kristalon (obsah stopových živin viz tab. 7) a cheláty Fe a Mn pro pravidelné přihnojování matečných rostlin petúnií

dávka hnojiva na L vody	obsah stopových živin v roztoku v mg/L					
	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
0,37 g Kristalon *	0,266	0,152	0,95	0,038	0,95	0,0152
0,018 g Fe-DTPA (11 % Fe)	2**					
0,0076 g Mn-EDTA (13 % Mn)		1**				

* roztoky hnojiv Kristalon s koncentrací 100 mg N/l mají kolem 0,3 mg Fe/L a 0,2 mg Mn/L

** pro petúnie je účelné při každá hnojivé závlaze zvýšit obsah Fe na 1–4 mg/L a Mn na 0,4–1 mg/L (viz tab. 8), při použití chelátů Fe-DTPA a Mn-EDTA je navržená výsledná koncentrace 2,3 mg Fe/L a 1,2 mg Mn/L pro pravidelné přihnojování dostatečná

Tab. 17 Příprava hnojivého roztoku o obsahu cca. 75 mg N/L s poměrem živin N:P:K = 1:0,44:1,66 (N:P₂O₅:K₂O = 1:1:2) s použitím kyseliny dusičné (KD) a jednosložkových a dvousložkových hnojiv, uhličitanová tvrdost vody = 457 mg HCO₃⁻/L (21 °N)

dávka hnojiva na L vody	obsah živin v roztoku v mg/L						úbytek ° N	dávka na 10 L konc.
	celk. N	N- NH ₄ ⁺	P (P ₂ O ₅)	K (K ₂ O)	Mg (MgO)	S (SO ₄ ²⁻)		
0,06 ml KF			22,4				-2,5	60
0,37 ml KD	57	-	-	-			-11,5	370 ml
0,05 g MKP			11,4	14,1				50 g
0,15 g DD	19,5	-	-	44,8				150 g
0,16 g SK				66,4		27		160 g
0,01g Tenso Coctail								10 g
suma	76,5	- *	33,8 (77)	125,3 (151)	- *	27 (82)	-14,0**	

* vzhledem k vysokému obsahu P a K roztok neobsahuje N-NH₄⁺ a Mg, nebyl použit dusičnan amonný a Magnitra

** zbytková uhličitanová tvrdost je cca. 152 mg HCO₃⁻/L (7 °N)

Tab. 18 Příprava hnojivého roztoku o obsahu cca. 75 mg N/L s poměrem živin N:P:K = 1:0,44:1,66 N (:P₂O₅:K₂O = 1:1:2), s použitím kyseliny dusičné (KD), kyseliny fosforečné (KF) a Kristalonu Hnědého (KH), uhličitanová tvrdost vody = 457 mg HCO₃⁻/L (21 °N)

dávka hnojiva na L vody	obsah živin v roztoku v mg/L						úbytek ° N	dávka na 10 L konc.
	celk. N	N-NH ₄ ⁺	P (P ₂ O ₅)	K (K ₂ O)	Mg (MgO)	S (SO ₄ ²⁻)		
0,03 ml KF			11				-1	30 ml
0,37 ml KD	57	-	-	-			-11,5	370 ml
0,4 g KH*	12	-	19,4	126	10	44		160 g
suma	69	-	30,4 (69)	126 (152)	10 (16)	44 (132 SO ₄ ⁻)	-12,5**	

* dávka hnojiva Kristalon je 0,4 g/L vody – touto dávkou se dodá dostatečné množství stopových živin

** zbytková uhličitanová tvrdost je cca. 185 mg HCO₃⁻/L (8,5 °N)

3.5 Hodnocení výživného stavu matečných rostlin

Základ kontroly výživy matečných rostlin představují rozborů substrátů, doplněné o rozborů vody. Pro základní hodnocení postačuje sledovat základní vlastnosti substrátů (hodnotu pH, EC) a závlivkové vody (pH, EC, uhličitanová tvrdost) a ty sledovat i během vegetace. Tato hodnocení je vhodné, především v případě vysokých hodnot EC, doplnit o stanovení obsahu přijatelných základních živin. Při dodržení výše uvedeného systému hnojení by se neměly u rostlin projevit deficity stopových živin.

Pro hodnocení chemických vlastností se v České republice používají starší metodiky VÚKOZ Průhonice (Soukup at al. 1987), tuto metodu používá agrochemická laboratoř AGRO CS, která provádí pro firmu Černý základní rozborů. Po vstupu ČR do EU začaly některé laboratoře (VÚKOZ, AGRO CS) pracovat i podle norem EN (Europäische Norm) platných od roku 2001 (tab. 19).

Tab. 19 Přehled metod stanovení obsahu přijatelných živin v organických substrátech používaných v laboratořích v České republice.

metodika stát	vyluhovací činidlo		poměr vzorek/činidlo	vzorek - navážka
	název	složení		
VÚKOZ ČR	Göhler	0,52 mol/L kyselina octová 0,05 mol/L octan sodný	w-suš./v= 1/10	vysušený na vzduchu
EU	CAT*	0,01 mol/L chlorid vápenatý 0,002 mol/L DTPA	v/v=1/5	přirozeně vlhký - navážka odpovídající objemu

* ve vyluhovacím činidle CAT, které obsahuje chelát DTPA se stanovují i stopové živiny.

Obě metody jsou použitelné pro hodnocení výživného stavu matečných rostlin. Ve vyluhovacím činidle CAT se stanovuje mírně vyšší obsah amonného dusíku, v činidle Göhler naopak mírně vyšší obsah draslíku a vyšší obsah fosforu (viz optima, tab. 20). Optimální hodnoty obsahu přijatelných živin (tab. 20) uváděné mg/100g substrátu (metodika VÚKOZ) platí pro substráty s objemovou hmotností suchého vzorku (EN 13040) 100–200 g/L, tedy pro rašelinové, resp. rašelinové substráty s jílem.

Tab. 20 Optimální hodnoty pH, EC a obsah přijatelných živin pro matečné rostliny pro produkci osiva, suma N = N-NH₄⁺ + N-NO₃⁻

metodika optimum	pH	EC mS/ cm	obsah přijatelných živin (mg/100g substrátu)				
			suma N	P	K	Mg	Ca
VÚKOZ	5,5–6,5	do 0,9	20–60	20–40	65–100	25–40	min. 600
tolerance	4,5–5,0	1,2–1,6	10–130	max.80	max.200	20–100	400–1300
			obsah přijatelných živin (mg/L substrátu)				
VÚKOZ	5,5–6,5	do 0,9	60–180	50–100	130–200	75–100	1000–2800
tolerance	4,5–5,0	1,2–1,6	20–200	max.150	max. 300	40–150	400–3000
EN	5,5–6,5	0,3–0,5	120–200	40–90	120–180	80–120	50–135*
tolerance	4,5–5,0	0,7–0,8	20–250	max.130	max. 250	50–180	20–500*

metoda VÚKOZ: pH, EC - vodní výluh w-suš./v =1/10, metody EN: pH, EC, obsah přijatelného Ca* - vodní výluh v./v =1/5, nižší hodnoty pH platí pro rod *Petunia*

Poznámky k hodnocení substrátů podle metodik VÚKOZ:

Hodnoty pH a obsah Ca a Mg - hodnoty u rašelinových substrátů mohou klesnout až na hodnoty kolem 4,5, v tomto případě je nutné posoudit obsah přijatelného Ca (měl by být alespoň na minimální úrovni), vzhledem k použité vodě s vysokým obsahem Ca i Mg by nižší hodnota pH i nižší obsah Ca neměl být na závadu, (optimální obsah přijatelného hořčíku je: 15–25 mg Mg/100 g, resp. 75–100 mg Mg/L).

Hodnota EC - u vyhnojených substrátů (s vyšším obsahem přijatelného N) před sázením se hodnoty mohou pohybovat do 1,2 mS/cm, v průběhu pěstování by mohla EC dosáhnout až hodnot kolem 1,6 mS/cm, v tomto případě je nutné stanovit i obsah přijatelných živin a ověřit, zda je zvýšený obsah solí způsoben přihnojováním (vyšší obsah živin) nebo použitou závlivkovou vodou a balastními solemi.

Obsah přijatelného dusíku - horní hranice optima jsou zpravidla u vyhnojených substrátů před sázením, v průběhu intenzivního růstu se obsah dusíku zpravidla pohybuje ve spodní polovině optima, v generativní fázi by se hodnoty obsahu N mohly pohybovat na spodní úrovni optima nebo i pod optimální úrovní (min. 20 mg N/L)

Obsah přijatelného fosforu a draslíku - hodnoty by měly být po celé pěstební období v optimu, vzhledem k poměrně vysokému obsahu P v hnojivém roztoku by se tyto hodnoty měly pohybovat v horní polovině optima. U přijatelného draslíku by se hodnoty by se měly pohybovat nad spodní hodnotou optima.

4 Srovnání novosti postupů

Předložená metodika podává souhrn poznatků o výživě a hnojení hrnkových květin stopovými živinami a o příčinách způsobujících deficity především dvou stopových živin, železa a manganu. Poznátky uvedené v metodice byly získány studiem zahraniční literatury a vyhodnocením a zpracováním výsledků vegetačních pokusů, které probíhaly ve VÚKOZ Průhonice v letech 2006–2009, a průběžných hodnocení systému výživy a kvality závlahové vody v zahradnické firmě Černý v průběhu let 2003–2009.

Metodika shrnuje zásady dávkování stopových živin při základním hnojení substrátů a při přihnojování hnojivými roztoky a obsahuje praktická doporučení k eliminaci nepříznivých podmínek pro příjem stopových živin.

V metodice jsou zpracovány systémy výživy hlavními i stopovými živinami, které eliminují nepříznivé působení vysoké uhličitanové tvrdosti závlahové vody, pro konkrétní zahradnický podnik. Systémy výživy jsou vypracovány pro mladé rostliny pěstované v sadbovačích, tak i pro matečné rostliny pro produkci osiva rodu *Petunia* a druhů *Begonia semperflorens* a *Begonia tuberhybrida*.

5 Popis uplatnění metodiky

Metodika je určena zahradnickým podnikům, které pěstují balkónové a záhonové květiny v sadbovačích i pěstebních nádobách pro přímý prodej nebo které pěstují matečné rostliny pro produkci řízků i osiva. Konkrétně je metodika vypracována pro zahradnický podnik Černý, Husova 139, 551 01 Jaroměř, který pro zálivku používá vodu s vysokou uhličitánovou tvrdostí. Metodiku mohou využít i výrobci substrátů a agrochemické laboratoře při výstupní kontrole substrátů a při kontrole zálivkové vody nebo v rámci poradenství pro pěstitele.

6 Ekonomické aspekty

Metodika umožňuje firmě Černý využít vlastního zdroje závlahové vody. Eliminace vysoké uhličitánové tvrdosti vody a správná aplikace a poměr stopových živin v živných roztocích je předpokladem pro vypěstování kvalitních, zdravých, mladých rostlin v sadbovačích rostlin, bez chloróz a pro dosažení optimálního výživného stavu matečných rostlin a maximálního výnosu osiva. U mladých rostlin v sadbovačích se eliminací výskytu chloróz a používáním kvalitních substrátů předpokládá zvýšení podílu prodejného materiálu přibližně o 10 %, u matečných rostlin se optimalizací výživného stavu, eliminací chloróz a používáním substrátů s vyšší vzdušnou kapacitou předpokládá zvýšení výnosů osiva přibližně o 5–15 %. Pro firmu Černý je to podstatný ekonomický přínos, konkrétní ekonomické údaje nejsou uvedeny, protože by mohly být zneužity konkurencí, vzhledem k obecné dostupnosti metodiky.

7 Seznam použité související literatury

- Anonymus (1999a): Poinsettia Diagnostic Key. Paul Ecke Ranch. Dostupný na: www.ecke.com/html/h_points/points_tech_diag_key.html
- Anonymus (1999b): Poinsettia Problem. Diagnostic Key, North Carolina State University. Dostupný na: www.ces.ncsu.edu/depts/hort/poinsettia/parts.html
- Albano, J. P., Miller, W. B. (1996): Iron deficiency stress influences physiology of iron acquisition in marigold (*Tagetes erecta* L.) *Journal of the American Society for Horticultural Science* 121 (3), 438-441.
- Albano, J. P., Miller, W. B., Halbrooks, M. C. (1996): Iron toxicity stress causes bronze speckle, a specific physiological disorder of marigold (*Tagetes erecta* L.) *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 121 (3), 430-437.
- Alhendawi, R. A., Romheld, V., Kirkby, E. A., Marschner, H. (1997): Influence of increasing bicarbonate concentrations on plant growth, organic acid accumulation in roots and iron uptake by barley, sorghum, and maize. *Journal of Plant Nutrition* 20 (12), 1731-1753.
- Alvarez, J. M., Rico, M. I. (2003): Effects of zinc complexes on the distribution of zinc in calcareous soil and zinc uptake by maize. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51 (19), 5760-5767.
- Bailey, D. A. (1996): Alkalinity, pH, and Acidification In: Reed D. W. (ed.) *Water, Media, and Nutrition for Greenhouse Crops*. pp 69–91, Ball Publishing, Batavia, Illinois USA.

- Beltz, H. (2002): Falsche pH-Werte in Substraten: Wie gefährlich sind sie? Deutsche Baumschule 2002 (3), 44-46.
- Brennan, R. F. (1991): Effectiveness of zinc sulfate and zinc chelate as foliar sprays in alleviating zinc deficiency of wheat grown on zinc-deficient soils in Western Australia Australian Journal of Experimental Agriculture 31(6), 831-834.
- Broschat, T. K., Moore, K. K. (2004): Phytotoxicity of several iron fertilizers and their effects on Fe, Mn, Zn, Cu, and P content of African marigolds and zonal geraniums. HortScience 39 (3), 595-598.
- Brown, P. H. Hu, H. (1996): Phloem mobility of boron is species dependent: Evidence for phloem mobility in sorbitol-rich species. Annals of Botany 77 (5), 497-505.
- Brown, P. H., Shelp, B. J. 1997: Boron mobility in plants. Plant and Soil 193 (1-2), 85-101.
- Bunt, A. C. (1976): Modern potting composts. George Allen & Unwin Ltd. 277 p.
- Cox D. A. (1988): Lime, molybdenum, and cultivar effect on molybdenum deficiency. J. Plant Nutrition 11 (5), 589-603.
- ČSN EN ISO 9963-1 (1996): Jakost vod. Stanovení kyselinové neutralizační kapacity (KNK). Část 1: Stanovení KNK4,5 a KNK8,3.
- De Kreij, C. (1998): Exchange of iron from chelate in the fertilizer against copper, manganese, and zinc in peaty substrates. Communications in Soil Science and Plant Analysis 29 (11-14), 1897-1902.
- Ecke P. Jr., Matkin O. A., Harley D. E. (1990): The Poinsettia Manual, Paul Ecke Poinsettias, Encinitas (California, USA), 267 pp.
- EN 13037 (1999): Soils improvers and growing media – Determination of pH, CEN Brussels.
- EN 13038 (1999): Soils improvers and growing media – Determination of electrical conductivity, CEN Brussels.
- EN 13040 (1999): Soils improvers and growing media – Sample preparation for chemical and physical tests, determination of dry matter content, moisture content and laboratory compacted bulk density, CEN Brussels.
- EN 13651 (2001): Soils improvers and growing media – Extraction of calcium chloride/DTPA (CAT) soluble nutrients, CEN Brussels.
- Fisher, P .R., Wik, R. M., Smith, B. R., Pasian, C .C., Kmetz-González, M., Argo, W .R. (2003): Correcting iron deficiency in calibrachoa grown in a container medium at high pH. HortTechnology 13 (2), 308-313.
- Ghasemi-Fasaei, R.; Ronaghi, A.; Maftoun, M.; Karimian, N.; Soltanpour, P. N. (2003): Influence of FeEDDHA on iron-manganese interaction in soybean genotypes in a calcareous soil. Journal of Plant Nutrition 26 (9), 1815-1823.
- Grantzau, E. (2003): Jungpflanzenballen meist wenig aufgedüngt.– Deutsche Gartenbau 2003 (42), 44-45.
- Grantzau, E. (2004): Was tun bei viel Eisen.– Deutsche Gartenbau 2004 (30), 16
- Guerinot, M. L.; Yi Ying (1994): Iron: Nutritious, noxious, and not readily available. Plant Physiology, 104 (3), 815-820.

- Hammer P. A.; Basoley D. A. (1987): Poinsettia tolerance of molybdenum. Hort. Sci 22 (6), 1284–1285.
- Chen, L.; Dick, W. A.; Streeter, J. G.; Hoitink, H. A. J. (1998): Fe chelates from compost microorganisms improve Fe nutrition of soybean and oat. Plant and Soil 200 (2), 139-147.
- Choi, J.-M.; Pak, C.-H.; Lee, C. W. (1996): Micronutrient toxicity in French marigold..Journal of Plant Nutrition. 19 (6), 901-916.
- Jungk A., Malaheb B., Wehrmann J. (1970) Molybdenum deficiency on poinsettias, a cause of leaf damage. Gartenwelt 17, 31-35.
- Kessler F. R. Jr.; Hesselein C. P. (2002): Greenhouse Production of Poinsettias. Dostupný na: www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-1222
- Mahera, M. J.; Thomson, D. (1991): Growth and manganese content of tomato (*Lycopersicon esculentum*) seedlings grown in Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) bark substrate. Scientia Horticulturae 48, (3-4), 223-231.
- Marschner, H. (1995): Mineral Nutrition of Higher Plants. 889 pp., Academic Press, San Diego.
- Mills, H.A., Jones, J. B. Jr. (1996): Plant Analysis Handbook II, pp422, MicroMacro Publishing Inc., Athens (Georgia, USA).
- Mohamed, A. A., Agnolon, F., Cesco, S., Varanini, Z., Pinton R. (1998): Incidence of lime-induced chlorosis: plant response mechanism and role of water soluble humic substances. Agrochimica 42 (6), 255-262.
- Nable O. R, Banuelos G. S., Paull J. G. (1997): Boron toxicity. Plant and Soil 193, 181–198.
- Papadakis I. E.; Protopapadakis, E.; Therios I. N.; Tsiarakoglo, V. (2005): Foliar treatment of Mn deficient ‘Washington navel’ orange trees with two Mn sources. Scientia Horticulturae 106 (1), 70-75.
- Pestana, M., Varennes, A., Araújo Faria, E. (2003): Diagnosis and correction of iron chlorosis in fruit trees: a review. Food Agric. Environ. 1 (1), 46–51.
- Ramirez, D.; Lang, H. J. (1997): Effect of applied iron concentration on growth and phylloclade marginal chlorosis of holiday cactus (*Schlumbergera* sp.). Journal of the American Society for Horticultural Science 122 (3), 438-444.
- Reed, D. W. (1996): Micronutrient Nutrition In: Reed D. W. (ed.): Water, Media, and Nutrition for Greenhouse Crops. pp 171–195, Ball Publishing, Batavia, Illinois USA.
- Röber R. (1994): Topfpflanzenkulturen. pp 686, Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Rombolà, A. D., Brüggemann, W., Lopez-Millán, A. F., Tagliavivni, M., Abadia, J., Marangon, B., Moog, P. R. (2002): Biochemical responses to iron deficiency in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). Tree Physiology 22, 869-875.
- Römheld, V. (1987): Different strategies for iron acquisition in higher plants Physiol. Plant., 70, 231-234.
- Roomizadeh, S., Karimian, N. (1996): Manganese-iron relationship in soybean grown in calcareous soils. Journal of Plant Nutrition 19 (2), 397-406.

- Sánchez-Sánchez, A., Juárez, M., Sánchez-Andreu, J., Jordá, J., Bermúdez, D. (2005): Use of humic substances and amino acids to enhance iron availability for tomato plants from applications of the chelate FeEDDHA. *Journal of Plant Nutrition* 28 (11), 1877-1886.
- Sánchez-Sánchez, A., Sánchez-Andreu, J., Juárez, M., Jordá, J., Bermúdez, D. (2006): Improvement of iron uptake in table grape by addition of humic substances. *Journal of Plant Nutrition* 29, 259–272.
- Sanftleben, H. (2002): Auf die Zinkversorgung achten. *Deutsche Baumschule* 2002(8), 50.
- Smith, B. R., Fisher, P. R., Argo, W. R. (2004a): Growth and pigment content of container-grown impatiens and petunia in relation to root substrate pH and applied micronutrient concentration. *HortScience* 39 (6), 1421-1425.
- Smith, B. R., Fisher, P. R., Argo, W. R. (2004b): Nutrient uptake in container-grown impatiens and petunia in response to root substrate pH and applied micronutrient concentration. *HortScience* 39 (6), 1426-1431.
- Smith, B. R., Fisher, P. R., Argo, W. R. (2004c): Water-soluble fertilizer concentration and pH of a peat-based substrate affect growth, nutrient uptake, and chlorosis of container-grown seed geraniums. *Journal of Plant Nutrition* 27 (3), 497-524.
- Soukup J., Fuchsová K., Pospíšilová N., Salát L., Zeman P. (1987): Vyšetřování zahradnických půd a substrátů. *Aktuality VÚOZ Průhonice*, 62 s.
- Tagliavini, M., Rombolà, A. D. (2001): Iron deficiency and chlorosis in orchard and vineyard ecosystems (Review). *European Journal of Agronomy* 15 (2), 71-92.
- Tang, C., Zheng S. J., Qiao, Y. F., Wang, G.H, Han, X. Z. (2006): Interaction between high pH and iron supply on nodulation and iron nutrition of *Lupinus albus* L. genotypes differing in sensitivity to iron deficiency. *Plant and Soil* 279, 153-162.
- Tills, A. E. (1987): Chelates in horticulture. *Professional Horticulture* 1, 120–125
- Vaněk, V. a kolektiv (2007): Výživa polních a zahradních plodin. Profi Press, s.r.o., 176 s.
- Wik, R .M., Fisher, P. R., Kopsell, D. A., Argo, W. R. (2006): Iron form and concentration affect nutrition of container-grown *Pelargonium* and *Calibrachoa*. *HortScience* 41 (1), 244-251.

8 Seznam publikací, které předcházely metodice

- Dubský M., (2006): Metody EU pro hodnocení organických substrátů. – *Zahradnictví* 98/2: 51–53.
- Dubský M., (2006a): Možnosti snížení uhličitánové tvrdosti závlahové vody.– *Zahradnictví* 98/4: 63–64.
- Dubský M., Šrámek F. (2006b): Substráty, výživa a kvalita závlahové vody. – In: Sborník referátů ze semináře Pěstování květinové sadby pro jarní prodej. Firma Černý, Jaroměř, 2–10.
- Dubský M., Šrámek F (2007a): Obsah a dostupnost stopových prvků v substrátech. – *Zahradnictví* 99/5: 56–57.
- Dubský M., Šrámek F (2007b): Komplexní sloučeniny a cheláty ve výživě okrasných rostlin. – *Zahradnictví* 99/12:48–49.

- Dubský M., Šrámek F (2008a): Eliminace chloróz u hrnkových květin. – Zahradnictví 100/1: 56–57.
- Dubský M., Šrámek F (2008b): Vliv pH substrátu a výživy stopovými prvky na výskyt chloróz u petúnií. – Zahradnictví 100/5: 59–61.
- Dubský M. (2008): Substráty a hnojiva k předpěstování květinové sadby.– In: Sborník referátů ze semináře Květinová sadba pro jarní prodej- kvalita a náklady. Firma Černý, Jaroměř, 6–8.
- Šrámek F., Volf M. (1989): Závlaha květin ve sklenících. Aktuality VÚOZ Průhonice, 55 s.
- Šrámek F., Dubský M. (2008): Chlorózy matečných rostlin petúnií a jejich eliminace, Acta Pruhoniana 89, 63–68
- Šrámek F., Dubský M. (2009): Occurrence and correction of chlorosis in young petunia plants. Horticultural Science 36 (4): 147–153.
- Šrámek F., Dubský M. (2009): Vliv různých forem železa a manganu na příjem živin a růst prvosenek *Primula vulgaris* v podmínkách vysokého pH substrátu. Acta Pruhoniana 93: 5–9.

9 Dedikace

Metodika byla zpracována ve Výzkumném ústavu Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i. v rámci řešení výzkumného záměru Výzkum neproduktivních rostlin a jejich uplatnění v krajině a sídlech budoucnosti (Kód poskytovatele: MZP, Identifikační kód VZ: 0002707301), předmětu činnosti 4, Výzkum biologických a ekologických podmínek množení a pěstování rostlin významných pro utváření zdravého životního prostředí, úkolu 4.5. Výzkum pěstebních technologií šetrných k životnímu prostředí. Cílem úkolu bylo navrhnout a ověřit systémy výživy jako prostředek optimalizace růstových procesů při pěstování dřevin v kontejnerech a hrnkových květin v substrátech se sníženým podílem rašeliny i v klasických substrátech se zřetelem na úsporu hnojiv a snížení jejich úniku do spodních vod.

10 Jména oponentů a názvy jejich organizací

Odborný oponent z oboru: Prof. Ing. Václav Vaněk, CSc, Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin.

Oponent ze státní správy: Ing. Michaela Budňáková, Ministerstvo zemědělství, odbor rostlinných komodit.