

HODNOCENÍ RŮSTU A VÝŽIVNÉHO STAVU ŠKOLKAŘSKÉHO MATERIÁLU *PRUNUS* A *THUJA* PŘI POUŽITÍ RŮZNÝCH PĚSTITELSKÝCH SUBSTRÁTŮ A SYSTÉMŮ HNOJENÍ

T. Meisl

Došlo: 18. října 2005

Abstract

MEISL, T.: *The evaluation of the growth and nutrition conditions of the garden nursery material *Prunus* and *Thuja* according to the use of various cultivating substrates and systems of fertilization.* Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2006, LIV, No. 1, pp. 31–46

The influence of different peat-based cultivating substrates and the system of fertilization on the nutrition conditions and growth characteristics of garden nursery material *Prunus kurilensis* 'Brillant' and *Thuja occidentalis* 'Smaragd' were observed during a three-year experiment. Three kinds of substrates were tested: peat + pumice (pemza) proportioned 8:2, fermented bark + peat + clay proportioned 4:4:2, fermented bark + peat + clay proportioned 4:4:2. Two fertilizers were used: granular controlled-release fertilizer – Osmocote, and watersoluble with irrigation – Kristalon.

A higher content of macroelements was observed in the leaves of *Prunus*. The only exception was potassium, the quantity of which was demonstrably higher in the assimilative organs of *Thuja*. On the contrary, *Thuja* had a higher content of trace elements except for copper and iron. The highest contents of nitrogen, potassium, and iron were statistically proved in leaves of woods grown in the substrate of peat and pumice due to its higher sorption capability. A better nutrition conditions in almost all nutrients were observed at plants where the gradually effective Osmocote was applied. The exceptions were calcium, molybdenum and iron, the content of which was, on the contrary, higher where Kristalon with irrigation were used.

Physical characteristics of the growing substrates that contained bark were significantly worse at the end of the experiment. This was even intensified by clay. The substrate containing peat and pumice were less stable.

The best growth was observed in woods grown in the substrate of peat and pumice, ie where peat was not substituted by bark, and, at the same time, expanded clay was used instead of classic clay. Higher values of growth characteristics were demonstratively observed after the Osmocote fertilizer was applied.

The results of the experiment reveal that pumice should be recommended, pemza with a high sorption capability and the stabilization of pH as a suitable component of growing substrates and also peat as a classic component of most substrates. If the systems of fertilization are compared, the gradually effective granular Osmocote should be used at the beginning of the growing season instead of soluble Kristalon with irrigation.

Thuja, *Prunus*, macronutrients, micronutrients, growing substrates, fertilizers, growth characteristics

Pěstování dřevin v kontejnerech je v okrasném zahradnictví a především v okrasném školkařství velmi rozšířenou technologií a nabývá v současné době na významu. Pouze použití vysoce kvalitního, plnohodnotného, zdravotně nezávadného a živinami optimálně zásobeného substrátu může zajistit pěstovaným dřevinám požadované podmínky k růstu i v omezeném prostoru kontejneru po delší časové období.

Základní složku většiny používaných pěstebních substrátů tvoří rašelina. Používá se buď samostatně, nebo v kombinaci s dalšími komponenty, v České republice nejvíce s kompostovanou kůrou. Těžba rašeliny se z ekologických důvodů celosvětově omezuje a podobný trend platí i v České republice: na konci osmdesátých let se těžilo 250 tis. t ročně, v polovině devadesátých let 50 tis. t a nyní asi 30 tis. t. V současnosti se k nám dováží kvalitní vrchovištní rašelina z pobaltských států za cenové relace tuzemské rašeliny (SUCHAN, 1997). To však nic nemění na skutečnosti, že se rašelina stává stále vzácnější a vlivem nákladů na dopravu dražší surovinou. Proto se projevuje snaha její podíl v pěstebních substrátech snížit (substráty na bázi rašeliny) nebo nahradit zcela, samozřejmě při zachování jejich kvality. Jako alternativní komponent se nejvíce používá kompostovaná kůra v objemu do 50 objemových % (DUŠEK, 1993; VYDLÁK, 2001).

Pro zlepšení fyzikálních a chemických vlastností substrátů, a tím i zlepšení růstu je vhodné využívat kromě rašeliny doplňkové materiály na minerální bázi – např. pumice, což je hornina sopečného původu s vysokou pórovitostí.

Mezi tradiční substráty školkařské praxe řadíme rašelinokůrový substrát s podílem jílovitých částic (do 20 %), které stabilizují hodnotu pH a částečně omezují vyplavování živin.

Kromě volby vhodného substrátu je důležitým faktorem úspěšného pěstování i uplatňovaný systém hnojení. Účelné využití hnojiv je v současné školkařské praxi na nedostatečné úrovni. Jedním z důvodů je nedostatek domácích zkušeností s vhodnými formami intenzivní výživy. Kvalitní hnojiva používaná při pěstování okrasných rostlin musí splňovat požadavek dobré přístupnosti dodávaných živin rostlinám. Z tohoto hlediska bychom měli volit hnojiva s pohotovými živinami bez balastních látek.

Obecně lze používaná hnojiva rozdělit na hnojiva pro základní hnojení a hnojiva pro přihnojování během vegetace. V rámci první skupiny jsou za klasická a dosud za nejpoužívanější hnojiva považována rozpustná minerální hnojiva přimíchávaná do substrátů během přípravy. Používají se vícesložková bezchloridová hnojiva s obsahem stopových prvků v práškové nebo granulované formě.

V současné době se i v ČR rozšiřuje ve školkařské praxi používání zásobních hnojiv s dlouhodobým

účinkem. Tato hnojiva můžeme rozdělit na dvě skupiny: hnojiva s pozvolným uvolňováním a hnojiva s řízeným uvolňováním.

Hnojiva s pozvolným uvolňováním jsou založena na použití málo rozpustných sloučenin při jejich výrobě. Veškerý dusík, nebo jeho podstatná část je ve formě kondenzátů močoviny s různými aldehydy. Fosfor a draslík se v těchto hnojivech vyskytují jako málo rozpustný podvojný fosforečnan hořečnatodraselný (KMgPO_4). Hnojiva s podílem této sloučeniny mají i vysoký obsah hořčíku. Uvolňování živin z těchto hnojiv ovlivňuje více faktorů, jako jsou vlhkost, teplota, biologická aktivita a hodnota pH substrátu.

Hnojiva s řízeným uvolňováním jsou granule rozpustných hnojiv potažené polopropustnou membránou. Po aplikaci hnojiva do substrátu pronikne do granulí voda a nastane postupné uvolňování živin přes obal. Rychlost uvolňování je ovlivněna pouze teplotou půdy a tloušťkou obalu. Hnojiva této skupiny se liší především látkou použitou na obal a obsahem živin. Patří sem např. hnojivo Osmocote s třemi formami dusíku.

Při použití kůrorašelinových substrátů nebo substrátů s jílem je nutné zohlednit biologickou sorpci dusíku na fermentovanou kůru, případně sorpci kationů, především draslíku, na jílových minerálech a doplnit výživu dalšími hnojivy (ŠRÁMEK, DUBSKÝ; 2001).

Většinu z hnojiv pro základní hnojení substrátů lze použít i pro přihnojování během vegetace na povrch substrátu. Ve fóliových krytech i na venkovních plochách, kde jsou možnosti hnojení závlivky, řadíme mezi hnojiva pro přihnojování kapalná a rozpustná tuhá hnojiva vhodná pro přípravu živných roztoků.

Dříve se pro přípravu živných roztoků používaly jednosložková nebo dvousložková kapalná nebo rozpustná tuhá hnojiva, případně plná kapalná hnojiva s vyrovnaným poměrem živin a stopovými prvky (např. Vegaflor). Nyní má pěstitel vedle těchto hnojiv k dispozici speciální řady rozpustných hnojiv se stopovými prvky s různými poměry živin. Na počátku vegetace se používají hnojiva s vyšším podílem fosforu, v průběhu vegetace s vyrovnaným poměrem dusíku a draslíku a ke konci vegetace s vyšším podílem draslíku. Hnojivou závlivku lze doplnit postřikem, tzn. listovou výživou (ŠRÁMEK, DUBSKÝ; 2001).

Cílem práce bylo posoudit vliv tří rozdílných pěstitelských substrátů na bázi rašeliny a dvou systémů hnojení na růstové charakteristiky a výživný stav školkařského materiálu *Thuja* a *Prunus*.

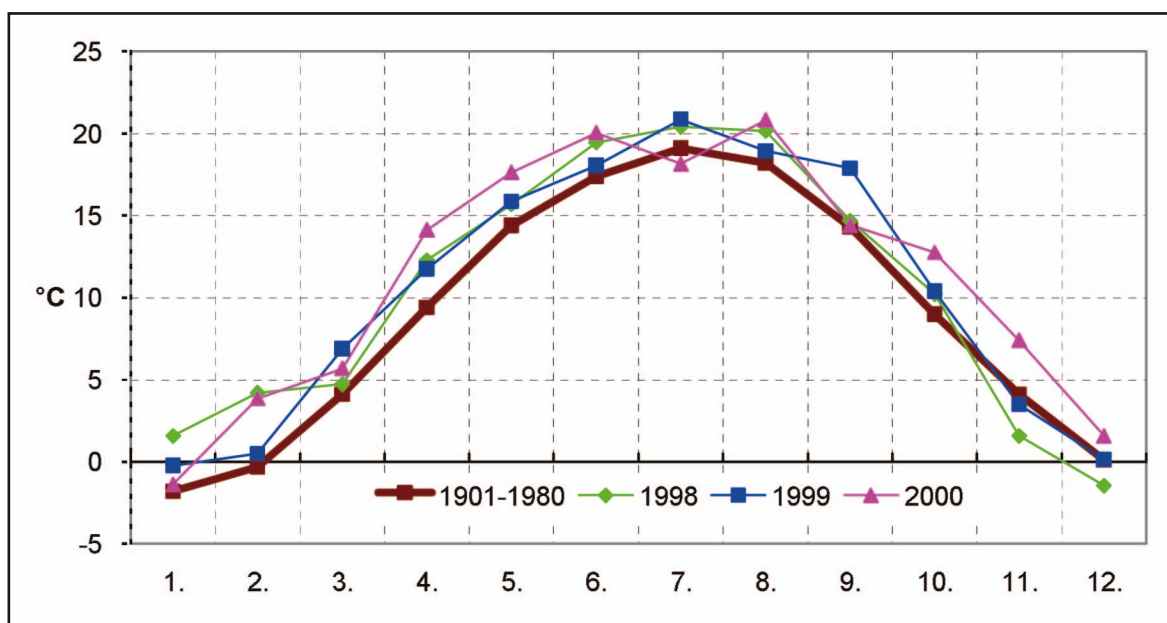
MATERIÁL A METODIKA

Pokusy byly založeny v Lednici na Moravě na pozemku Ústavu šlechtění a množení zahradnických rostlin Zahradnické fakulty Mendelovy zemědě-

ské a lesnické univerzity v Brně, v nadmořské výšce 164 m n. m.

Podle agroklimatické rajonizace se jedná o makrooblast teplou, oblast převážně teplou se sumou aktivních teplot větší než 2800 °C, podoblast převážně suchou s hodnotou klimatického ukazatele zavlažení v rozmezích 150–100 mm, okresek s $T_{\min}$ nad -18 °C. Tento okresek má nejpriznivější podmínky pro přezimování kultur. Pouze jedenkrát až dvakrát za 10 let se zde vyskytuje absolutní minimum pod -20 °C, které je škodlivé pro ozimy a teplomilné ovocné druhy (ROŽNOVSKÝ, LITSCHMANN; 2002).

Průměrná roční teplota v této oblasti je 9 °C, průměrná teplota za vegetační období 15,3 °C. Na základě dlouhodobého teplotního normálu je možno leden označit jako nejchladnější měsíc, s průměrnou roční teplotou $-1,8$ °C a červenec jako nejteplejší měsíc, s průměrnou teplotou 19,1 °C. Dlouhodobý srážkový normál činí 516,6 mm, srážkový úhrn za vegetačního období je podle normálu 324,4 mm. Délka vegetačního období trvá průměrně 175 dnů. Větry vanou většinou od severozápadu a jihovýchodu, jsou vysušné, což společně s vyššími teplotami způsobuje značnou výparnost.



1: Průběh teplot v jednotlivých měsících let 1998–2000 (Mendeleum, Lednice)

Experimenty byly založeny podle pokusnických zásad Ehrenbergerové (1995) a Stávkové (1989). Do

pokusu bylo zařazeno 12 variant (viz Tab. I).

I: Schéma pokusu

var. č.	školkařský materiál	pěstitelský substrát	systém hnojení
1	<i>Prunus kurilensis</i> 'Brillant'	RPu	Osmocote - 4 g.l ⁻¹
2			Kristalon - 8 g.l ⁻¹
3		RKPu	Osmocote - 4 g.l ⁻¹
4			Kristalon - 8 g.l ⁻¹
5		RKJi	Osmocote - 4 g.l ⁻¹
6			Kristalon - 8 g.l ⁻¹
7	<i>Thuja occidentalis</i> 'Smaragd'	RPu	Osmocote - 4 g.l ⁻¹
8			Kristalon - 8 g.l ⁻¹
9		RKPu	Osmocote - 4 g.l ⁻¹
10			Kristalon - 8 g.l ⁻¹
11		RKJi	Osmocote - 4 g.l ⁻¹
12			Kristalon - 8 g.l ⁻¹

Vysvětlivky:

RPu – rašelina + pumice v poměru 80:20 % obj.

RKPu – fermentovaná kůra + rašelina + pumice v poměru 40:40:20 obj. %

RKPu – fermentovaná kůra + rašelina + minerální zemina (sprašová hlína) v poměru 40:40:20 % obj.

Osmocote – hnojivo Osmocote Exact Hi Start

Kristalon – hnojivo Kristalon modrý

Komponenty v substrátech tvořily:

Rašelina vrchovištní: Tvoří se ve vyšších polohách na prameništích podzemní vody s malým obsahem minerálních látek, a proto je zpravidla chudá na živiny, bývá kyselá až silně kyselá. Hrubovláknitá nerozložená rašelina má ze všech materiálů používaných k přípravě zahradnických substrátů nejvyšší objem účinných pórů, kolem 50–53 % kapilárních (vodní kapacita) a 40 % nekapilárních (vzdušná kapacita). Vlhkost 50–65 %, obsah spalitelných látek nejméně 90 %, nasákavost (podle hmotnosti) nejméně 9krát, dřevité příměsi nejvýše do 3 % hmotnosti, stupeň rozložení 25 %.

Fermentovaná kůra: Do jisté míry nahrazuje nedostatek rašeliny. Čerstvá kůra obsahuje kolem 95 % organické hmoty. Vlivem nevhodného chemického složení, tj. vysokého podílu uhlíku (přes 40 %) proti dusíku (necelé 0,5 %), se kůra jen velmi pomalu rozkládá. Pro urychlení rozkladu organické hmoty se při kompostování přidávají živiny. Reakce kůry se pohybuje v kyselé až slabě kyselé oblasti, záleží na druhu kůry a stupni rozkladu. Na živiny je kůra velmi chudá. Fyzikálními vlastnostmi se nejvíce blíží rašelině. Objemová hmotnost činí 150–200 g.l⁻¹. Významnou vlastností kůry je velká poréznost a vzdušnost, čímž

vyniká především kůra borová. Naproti tomu má však nižší vodní nasáklivost (Soukup et al., 1979). Konkrétní vlastnosti použité kůry udává Tab. II a III.

Procento kapilárních pórů (vodní kapacita) = 28 %, procento nekapilárních pórů (vzdušná kapacita) = 57 %. V pokusech bude použita směs kůry smrkové a borové. Fyzikální vlastnosti této směsi byly zjištěny před započítáním pokusů.

Pumice: Nový materiál, jde o sopečný materiál s vysokou pórovitostí. Stabilizuje pH, je mírně zásadité povahy. Všechny fyzikální a chemické vlastnosti byly zjištěny před započítáním pokusů (viz Tab. II a III).

Jíl: Fyzikální a chemické vlastnosti jílu byly zjištěny před započítáním pokusů (viz Tab. II a III).

Fyzikální vlastnosti byly stanoveny podle Nováka (VALLA et al., 1980). Metoda byla upravena tak, že na Kopeckého válečky o objemu 100 ml byly umístěny plastové nástavce, válečky včetně nástavce se plnily vzorkem a shora sytily vodou, po slehnutí substrátu (48 h) byly nástavce s přebytkem substrátu odstraněny a byl proveden standartní rozbor.

Chemické vlastnosti byly stanoveny podle metody VÚKOZ (SOUKUP et al., 1987).

II: Fyzikální vlastnosti použitých komponentů

komponent	objemová hmotnost (kg.m ⁻³)	pórovitost (% obj.)	maximální kapilární kapacita (% obj.)	minimální vzdušná kapacita (% obj.)	kapilární póry (% obj.)	semikapilární póry (% obj.)	nekapilární póry (% obj.)
Rašelina	290	80,2	55,4	24,8	32,8	32,6	14,8
Kůra	300	82,3	45,5	36,8	34,9	18,0	29,4
Jíl	1140	56,4	44,0	12,4	33,4	15,0	8,0
Pumice	400	84,0	36,1	47,9	33,3	9,3	41,4

Stanovené chemické vlastnosti (Tab. III) u použitých komponentů byly standardní. U kompostované kůry byl zjištěn přirozeně vyšší obsah přijatelného draslíku, nízký obsah všech živin byl stanoven u jílu a pumice.

Vhodné pH měly rašelina, kůra, jíl i pumice. Většina komponentů obsahovala přibližně stejné množství dostupných živin jak rašelina. Hodnoty pH se u testovaných komponentů pohybovaly v rozmezí 4,4–7,3.

III: Chemické vlastnosti použitých komponentů

komponent	objemová hmotnost (kg/m ³)	pH/H ₂ O	vodivost (mS/cm)	obsah makroelementů v mg/100 g				
				N-NH ₄	N-NO ₃	P(P ₂ O ₅)	K(K ₂ O)	Ca(CaO)
Rašelina	290	4,40	0,44	14,1	12,0	1,3 (3,0)	21,6 (26,0)	128 (180)
Kůra	300	6,01	0,26	4,2	2,5	7,4 (17,0)	70,5 (85,0)	457 (640)
Jíl	1140	6,82	0,12	1,0	4,0	0 (0)	9,1 (11,0)	243 (340)
Pumice	400	7,30	0,04	0,7	1,6	1,7 (4,0)	11,6 (14,0)	272 (380)

Pro pěstování dřevin v kontejnerech bylo použito těchto směsí substrátů (před změřením pH doplněno mletým vápencem, 3 kg.m⁻³): *pumice + rašelina v poměru 8:2, fermentovaná kůra + rašelina + minerální zemina (sprašová hlína) v poměru 4:4:2, fermentovaná kůra + rašelina + pumice v poměru 4:4:2*. Výsledné pH všech substrátů se pohybovalo v rozmezích 5,7–6,1. Na počátku pokusu bylo provedeno hod-

nocení fyzikálně chemických vlastností a chemických vlastností substrátů použitých v experimentech (viz Tab. IV a V). Substrát s částečnou náhradou rašeliny kůrou plus nový komponent pumice měl dobré fyzikální vlastnosti a příliš se nelišil od kontrolního substrátu připraveného z rašeliny, kůry a jílu. Všechny varianty se vyznačovaly vysokou pórovitostí a maximální kapilární kapacitou.

IV: Fyzikální vlastnosti substrátů

substrát	objemová hmotnost (kg.m ⁻³)	pórovitost (% obj.)	maximální kapilární kapacita (% obj.)	minimální vzdušná kapacita (% obj.)	kapilární póry (% obj.)	semikapilární póry (% obj.)	nekapilární póry (% obj.)
RKJi	460	76,5	48,1	28,4	35,9	10,6	30,0
RKPu	430	79,2	46,8	32,4	34,3	23,3	21,6
RPu	410	79,5	47,9	31,6	31,8	21,3	26,4

Pozn: RKJi – rašelina, kůra, jíl; RKPu – rašelina, kůra, pumice; RPu – rašelina

V: Chemické vlastnosti substrátů

substrát	pH/H ₂ O	vodivost (mS/cm)	obsah makrolementů v mg/100 g				
			N-NH ₄	N-NO ₃	P(P ₂ O ₅)	K(K ₂ O)	Ca(CaO)
RKJi	5,7	0,38	12,5	10	4,8 (11,0)	61,4 (74,0)	1001 (1400)
RKPu	5,8	0,27	11,3	9	7,0 (16,0)	42,3 (51,0)	1158 (1620)
RPu	6,1	0,36	13,0	12	1,7 (4,0)	19,9 (24,0)	622 (870)

Pozn: RKJi – rašelina, kůra, jíl; RKPu – rašelina, kůra, pumice; RPu – rašelina

Pro zabezpečení výživy dřevinám byly zvoleny dva systémy hnojení – v prvním případě bylo aplikováno dlouhodobě působící hnojivo Osmocote Exact Hi Start a ve druhém případě byly živiny dodávány formou vodorozpuštěného hnojiva Kristalon modrý společně se závlahou.

Složení hnojiva Osmocote Exact Hi Start udává tab. VI. Osmocote Exact Hi Start je charakterizován jako granulované hnojivo, jehož granule jsou potaženy polopropustnou membránou, a tím je dosaženo pozvolného uvolňování živin. Výrobce uvádí pětiměsíční až šestiměsíční účinek tohoto hnojiva. Hnojivo Osmocote Exact Hi Start bylo aplikováno v prvním roce zapracováním do celého objemu substrátu a v dalších letech 1–2 cm pod povrch substrátu na počátku vegetační sezony (březen) v dávce 4 g.l⁻¹ substrátu.

Složení hnojiva Kristalon modrý udává tab. VI. Obsahuje všechny živiny ve vodorozpuštěné formě a stopové prvky v chelátové vazbě, čímž jsou okamžitě přijatelné pro rostliny. Kristalon byl aplikován společně se závlahou v pravidelných 10–14denních intervalech. Vodivost živného roztoku byla na úrovni 2,50–3,0 mS (dávka Kristalonu 2 g.l⁻¹). Doba závlahy se pohybovala podle klimatických podmínek v rozmezí 5–10 minut. Koncové 1–2 minuty byly rostliny zavlažovány čistou vodou. Závlaha byla ve všech variantách prováděna pomocí automatizovaného zavlažovacího zařízení DGT Volmatic s kapilárním rozvodem. Přidávání hnojiva do závlahové vody bylo ukončeno v měsíci srpnu. Celková aplikovaná dávka hnojiva za jednu sezonu činila 8 g na každý litr substrátu.

VI: Obsah živin v použitých hnojivech a celková aplikovaná dávka živin

	Osmocote Exact Hi Start		Kristalon modrý	
	obsah živiny (%)	dávka živiny (g.l ⁻¹)	obsah živiny (%)	dávka živiny (g.l ⁻¹)
Celkový dusík jako N	15,0	0,60	19,0	1,52
Dusičnanový dusík jako N	7,1	0,28	11,8	0,94
Amonný dusík jako N	7,9	0,32	7,2	0,58
Fosforečnan rozpustný ve vodě jako P (P₂O₅)	-	-	2,6 (6,0)	0,21 (0,48)
Fosforečnan rozpustný v neutrálním citranu amonném jako P (P₂O₅)	4,4 (10,0)	0,17 (0,40)	-	-
Draslík jako K₂O	8,3 (10,0)	0,33 (0,40)	16,6 (20,0)	1,32 (1,60)
Hořčík jako MgO	1,8 (3,0)	0,07 (0,12)	1,8 (3,0)	0,14 (0,24)
Bór	0,020	0,0008	0,025	0,0020
Měď	0,035	0,0014	0,010	0,0008
Železo	0,090	0,0036	0,070	0,0056
Mangan	0,010	0,0004	0,040	0,0032
Molybden	0,016	0,0006	0,004	0,0003
Zinek	0,010	0,0004	0,025	0,0020
Síra jako S (SO₃)	-	-	1,2 (3,0)	0,09 (0,24)

Každá varianta byla založena ve čtyřech pokusných dílcích, přičemž každý pokusný dílec obsahoval 15 rostlin, což je 60 rostlin ve variantě.

Pro vegetační pokusy byly použity dvouleté řízkovance dřevin *Thuja occidentalis* 'Smaragd' (materiál pocházel z rakouské firmy Baumschule Reiter) předpěstované v 9cm květináčích a *Prunus kurilensis* 'Brilant' (VÚOZ Průhonice) ze sadbovačů kopparforst 5,8 cm. Rostliny byly po tři roky pěstovány v kontejnerech (typ BC, standardní školkařské použití, firma Pöpellman) o objemu 5 litrů. Kontejnery byly umístěny na zasakovacích záhonech na vrstvě písku krytého černou propustnou fólií.

Na začátku pokusu byly vybrány k výsadbě stejně silné rostliny. Rostliny *Thuja occidentalis* 'Smaragd' byly zakráčeny na stejnou výšku 16 cm pro všechny varianty. Rostliny *Prunus kurilensis* 'Brilant' byly zakráčeny na stejnou výšku 12 cm a počet výhonů byl redukován na dva, tj. stejné množství pro všechny varianty.

Během vegetace byly prováděny odběry vzorků rostlinného materiálu. U *Prunus kurilensis* 'Brilliant' byly odebrány z každé rostliny vždy tři čtvrté plně vyvinuté listy a u *Thuja occidentalis* 'Smaragd' vždy tři mladé výhony pod vrcholem v pravidelných čtrnáctidenních intervalech. Ve vzorcích rostlinné hmoty (vždy jeden souhrnný vzorek za variantu) byly zjišťovány obsahy vybraných živin (z makroelementů N, P, K, Ca, Mg a z mikroelementů B, Mo, Cu, Mn, Zn, Fe).

Konkrétně u *Prunus kurilensis* 'Brilliant' byla v pokusném roce 1998 analýza obsahu živin v listech prováděna od třetího týdne června do druhého týdne října. Mezi jednotlivými odběry byly desetidenní až čtrnáctidenní intervaly. Celkově byla provedena listová analýza 12krát.

V roce 1999 byly odběry pro analytické práce na obsah živin v listech prováděny od třetího týdne května do prvního týdne října. Mezi jednotlivými odběry byly časové intervaly přibližně 14 dní a v souhrnu byla analýza provedena celkem 16krát.

V posledním pokusném roce 2000 byly odběry zajišťovány od prvního týdne června do posledního týdne září, mezi odběry byly 14–17denní intervaly, což představovalo 14krát provedenou analýzu.

U *Thuja occidentalis* 'Smaragd' byla v pokusném roce 1998 analýza obsahu živin ve výhonech *Thuja occidentalis* 'Smaragd' prováděna od třetího týdne července do druhého týdne října. Mezi jednotlivými odběry byly čtrnáctidenní intervaly. Celkově byla provedena listová analýza 7krát.

V roce 1999 byly odběry pro analytické práce na obsah živin ve výhonech listech prováděny od konce května do prvního týdne října. Mezi jednotlivými odběry trvaly časové intervaly přibližně 14 dní a v souhrnu byla analýza provedena celkem 16krát.

V posledním pokusném roce 2000 byly odběry za-

jistiťovány od prvního týdne června do posledního týdne září, mezi odběry byly 14–17denní intervaly, což znamenalo 14krát provedenou analýzu. Analýza byla uskutečňována u obou dřevin vždy ve třech opakováních.

Obsahy jednotlivých makroživin a stopových prvků byly stanoveny metodou OES-ICP po předchozí mineralizaci rostlinné hmoty (Zbiral, 1994)

Každoročně na konci vegetace byla měřena výška rostlin u *Thuja occidentalis* 'Smaragd' a u *Prunus kurilensis* 'Brilant' byl měřen počet výhonů, délka nejvyššího výhonu a šířka celé rostliny.

Dosažené výsledky byly vyhodnoceny statisticky vícefaktorovou analýzou variance a průkaznost rozdílů byla zjišťována pomocí mnohonásobného porovnávání za použití Tuckeyova testu pomocí software Statistica v. 7.0.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Průměrné obsahy jednotlivých makroelementů v listech *Prunus kurilensis* 'Brilliant' a ve výhonech *Thuja occidentalis* 'Smaragd' spolu se směrodatnými odchylkami a průkazností rozdílů mezi variantami pokusu udává tabulka VII.

Při srovnání obsahů jednotlivých makroelementů mezi oběma školkařskými materiály je možné pozorovat průkazně vyšší obsahy všech makroživin s výjimkou draslíku u *Prunus kurilensis* 'Brilliant'.

Obsah celkového dusíku v listech *Prunus kurilensis* 'Brilliant' činil u všech variant substrátů a hnojení za celé tři roky 3,03 % v sušině. BERGMANN (1988) a REED (1996) hodnotí tento obsah jako průměrný, přičemž by nemělo docházet k chlorózám a výraznému zpomalení růstu. Obsah celkového dusíku ve výhonech *Thuja occidentalis* 'Smaragd' činil u všech variant substrátů a hnojení za celé tři roky 2,10 % v sušině. Tento obsah hodnotí BERGMANN (1988) a REED (1996) jako optimální. Během sledování byl u obou dřevin prokázán průkazný rozdíl mezi použitými systémy hnojení na obsah celkového dusíku ve výhonech. Lepších hodnot bylo dosahováno při použití hnojiva Osmocote. Při použití Kristalonu docházelo ve většině případů pravděpodobně k vyplavování živin ze substrátu díky vodorozpustné formě živin (u dusíku převaha nitrátové formy) a každodenní záливce nebo docházelo k biologické sorpci dusíku (DUBSKÝ et al., 1999) při použití substrátu, v němž byla použita pravděpodobně nedostatečně kompostovaná kůra. Hnojivo Osmocote dokázalo dobře pokrýt biologickou sorpci dusíku v substrátech s kůrou. Tato skutečnost se projevila při statistickém hodnocení rozdílů mezi použitými substráty. Vyšších hodnot bylo dosahováno při použití substrátu z rašeliny a pumice (RPu) oproti substrátům s částečnou náhradou rašeliny kompostovanou kůrou.

Hodnocení obsahu fosforu v listech, resp. ve výhonech, přineslo zjištění, že průměrný obsah v sušině za sezony 1998–2000 představoval 0,29 % u *Prunus kurilensis* 'Brillant' a 0,23 % u *Thuja occidentalis* 'Smaragd'. BERGMANN (1988) uvádí hodnoty obsahu fosforu pro rod *Prunus* 0,18–0,35 %. REED (1996) uvádí hodnoty obsahu fosforu pro jehličiny 0,20–0,60 %. PROCHÁZKA (1998) uvádí, že koncentrace fosfátů bývá v buňce udržována na poměrně stálé hladině, při dostatku je fosfát hromaděn ve vakuolách. Ačkoliv listové analýzy prokázaly dle BERGMANN (1988), že rostliny byly dobře zásobeny fosforem, podařil se zjistit průkazný rozdíl mezi použitými systémy hnojení, kdy lepší zásobení rostlin fosforem poskytuje hnojivo Osmocote. Tento poznatek koresponduje s tvrzením ALARCÓN et al. (1997), kteří upozornili, že odběr nitrátů je ve vztahu k fosforečnanům, a tedy že spotřeba závisí na dusičnanech. Mezi typy použitých substrátů RKPu a RPu nebyl pozorován statisticky průkazný rozdíl.

Průměrná hladina draslíku v listech *Prunus kurilensis* 'Brillant' činila 1,82 % a ve výhonech *Thuja occidentalis* 'Smaragd' 1,85 %. BERGMANN (1988) uvádí hranice optimálního obsahu draslíku v listech pro *Prunus* mezi 1,60 a 2,00 % a pro *Thuja occidentalis* mezi 0,90–2,00 %. GOMEZ et al. (1996) konstatuje, že NO_3^- v živném roztoku zvyšuje koncentraci draslíku v listech, což by poukazovalo na možnost vlivu použitých systémů hnojení. Celkově byl prokázán rozdíl mezi použitými systémy hnojení a použitými typy substrátů. I přes vyšší obsah draslíku v hnojivu Kristalon byl průkazně vyšší obsah tohoto prvku nalezen v listech rostlin hnojených hnojivem Osmocote. Průkazně vyšší byl také obsah draslíku v listech, resp. ve výhonech rostlin pěstovaných na substrátech s obsahem pumice, díky její vyšší sorpční schopnosti. Vyšší obsah draslíku v kůře se po smíchání s ostatními komponentami (zejména fixací draslíku jilem) v listových analýzách neprojevil.

Průměrná hladina vápníku za všechny pěstební sezony dosahovala v sušině listů *Prunus kurilensis* 'Brillant' 1,80 % a v sušině výhonů *Thuja occidentalis* 'Smaragd' 0,90 %, přičemž nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl mezi použitými substráty a hnojivy. Neprůkaznost rozdílů lze vysvětlit tím, že v obou použitých hnojivech se vápník nenachází. Ovšem vyšší obsah vápníku v substrátech s minerálním komponentem pumice zjištěný chemickou analýzou se v obsazích vápníku v listech *Prunus* ani *Thuja* nepromítl. REED (1996) považuje tyto hodnoty pro obsah vápníku za optimální. Obsah vápníku v substrátech mohla do značné míry ovlivnit i tvrdá závlivková voda, bohatá na Ca a Mg. Při vysokém obsahu organických látek v substrátu dochází k poutání vápníku fyzikálně-chemicky na povrch organických koloidů (RICHTER et al., 1994).

Sledování podílu hořčíku v listech, resp. ve výhonech přineslo zjištění, že průměrná hodnota za všechny sezony v sušině *Prunus kurilensis* 'Brillant' představovala 0,44 % a v sušině *Thuja occidentalis* 'Smaragd' 0,23 %. Tento údaj odpovídá optimálním úrovním Mg publikovaným již dříve (BERGMANN, 1988; REED, 1996). Vliv použitého substrátu se v obsahu hořčíku významně neprojevil. Naopak i přes stejné obsahy hořčíku v použitých hnojivech byl obsah hořčíku po aplikaci hnojiva Osmocote významně vyšší. RŮŽIČKA (1996) uvádí, že příjem hořčíku je ovlivňován pH substrátu. Při nižším pH je příjem hořčíku nižší. To se v případě použitých substrátů nepodařilo prokázat. Všechny hodnoty u všech variant byly přibližně stejné. MARSCHNER (1995) se domnívá, že při dlouhodoběji vysoké hladině Ca je zablokován příjem Mg. V případě listových analýz se nepodařilo zjistit výrazně nižší hladiny obsahu Ca, které by tomuto antagonismu napovídaly.

Průměrné obsahy jednotlivých mikroelementů v listech *Prunus kurilensis* 'Brillant' a ve výhonech *Thuja occidentalis* 'Smaragd' spolu se směrodatnými odchylkami a průkazností rozdílů mezi variantami pokusu udává tabulka VIII.

Při srovnání obsahů jednotlivých mikroelementů mezi oběma školkařskými materiály je možné pozorovat průkazně vyšší obsahy všech mikroživin s výjimkou mědi a železa u *Thuja occidentalis* 'Smaragd'. Peterson (1982) hodnotí celkově obsah mikroelementů v asimilačních orgánech jehličin jako vyšší než u listnatých dřevin. To se potvrdilo jak v případě analýz, tak i vizuálním hodnocením.

Stopový prvek bór byl v listech *Prunus kurilensis* 'Brillant' průměrně zastoupen v množství 49,89 mg.kg⁻¹ a ve výhonech *Thuja occidentalis* 'Smaragd' v množství 54,78 mg.kg⁻¹. REED (1996) tento obsah hodnotí jako optimální. STYER (1997) uvádí, že při vzrůstu pH nad 6,5 dochází k omezení příjmu bóru. Tento jev vzhledem k pH substrátu nebyl pozorován. Průkazný rozdíl v obsahu bóru v listech, resp. výhonech obou dřevin byl nalezen pouze mezi použitými systémy hnojení. Hnojivo Osmocote mělo významný vliv na zvýšení obsahu B v listech.

Průměrná hladina molybdenu v listech *Prunus kurilensis* 'Brillant' činila pro všechna vegetační období 0,25 mg.kg⁻¹. Daný obsah popisuje BERGMANN (1988) jako optimální. Ve výhonech *Thuja occidentalis* 'Smaragd' činil obsah molybdenu 0,33 mg.kg⁻¹, což je podle REEDA (1996) obsah optimální. Obecně platí, že přijatelnost molybdenu je vyšší na půdách zásaditých než na půdách kyselých. Zde je možná tvorba těžce rozpustných oxidů (RICHTER et al., 1994). Jelikož byly substráty kyselejší povahy, je patrné, že by se měl omezit příjem Mo. Tato skutečnost se však statisticky průkazně ve vlivu substrátů neprojevila.

Průměrná hladina mědi v listech *Prunus kuri-*

lensis 'Brillant' dosahovala za sledované období 9,54 mg.kg⁻¹ a ve výhonech *Thuja occidentalis* 'Smaragd' 9,48 mg.kg⁻¹. BERGMANN (1988) a REED (1996) považuje tento obsah mědi za optimální. Vztah mědi a vápníku je komplexní a souvisí s pH pěstebního média. Afinita karbonátů vede často k deficienci mědi v půdách s alkalickou reakcí, a proto může v těchto podmínkách stav vylepšit dodání jílu (KABATA-PENDIAS, PENDIAS; 1985). Během pokusů se nepodařilo zjistit větší obsah mědi v listech v případě použitého substrátu, který obsahoval jíl. V pokusech zařazené substráty neměly průkazný vliv na obsah mědi v listech, resp. výhonech. Byl však prokázán zřejmý vliv mezi použitými systémy hnojení a průkazně vyšší obsah mědi v listech, resp. výhonech obou dřevin bylo dosaženo po aplikaci hnojiva Osmocote.

Analýza obsahu manganu v listech přinesla zjištění, že jeho průměrný podíl ve všech variantách se u *Prunus kurilensis* 'Brillant' pohyboval na úrovni 86,50 mg.kg⁻¹ v sušině. BERGMANN (1988) uvádí toto zastoupení jakožto optimální. U *Thuja occidentalis* 'Smaragd' se jeho obsah v sušině výhonů pohyboval kolem 264,32 mg.kg⁻¹. Podle REEDA (1996) je toto zastoupení již nadbytečné, ovšem vizuálně nebyly pozorovány žádné symptomy nadbytku. Průkazný rozdíl v obsahu manganu byl zjištěn v závislosti na použitém hnojivu. Přesto, že obě použítá hnojiva obsahují chelátově vázané stopové prvky, průkazně vyšší obsah manganu v listech, resp. výhonech byl zaznamenán po aplikaci hnojiva Osmocote.

Průměrný obsah zinku v listech *Prunus kurilensis* 'Brillant' činil za všechny varianty 43,03 mg.kg⁻¹ v sušině a v asimilačních orgánech *Thuja occidentalis* 'Smaragd' 83,78 mg.kg⁻¹ v sušině. BERGMANN (1988) a REED (1996) uvádí toto zastoupení jako optimální. Na obsah zinku měl průkazný vliv systém hnojení, přičemž vyšší zásobení rostlin zinkem bylo dosaženo po aplikaci hnojiva Osmocote.

Průměrná hladina železa činila u *Prunus ku-*

rilensis 'Brillant' pro všechna vegetační období 135,25 mg.kg⁻¹ a u *Thuja occidentalis* 'Smaragd' 133,86 mg.kg⁻¹. Daný obsah popisuje REED (1996) jako optimální. SCAIFE, TURNER (1995) charakterizuje, že při pH nad 7 nastává omezení příjmu. Železo je málo mobilní, proto se nedostatek projeví nejdříve na nových listech v podobě intervenálních chloróz. KABATA-PENDIAS, PENDIAS (1985) uvádějí, že příjem a transport železa je ovlivňován reakcí půdy, koncentrací vápníku a fosforu a poměrem některých těžkých kovů. Z analýz bylo patrné, že rostliny velmi citlivě reagovaly na množství dodaného železa a kvantitativně se tento stav odrážel v sušině listů, resp. výhonů. Mezi použitými systémy hnojení byly zjištěny průkazné rozdíly. Signifikantně vyšší obsah železa byl zaznamenán výjimečně při použití hnojiva Kristalon. Také mezi použitými druhy pěstitelských substrátů byly zjištěny významné rozdíly. Množství železa stanoveného v asimilačních orgánech pěstovaných dřevin bylo nejnižší u substrátu z rašeliny, kůry a jílu (RKJi). Průkazně vyššího obsah železa vykazovaly rostliny pěstované na substrátu z rašeliny, kůry a kde byl jíl nahrazen pumicí a signifikantně nejvyšší obsah železa byl zjištěn u rostlin pěstovaných na substrátu pouze z rašeliny a pumice, kde se spojilo pozitivní působení rašeliny bez náhrady kůrou a pumice oproti jílu.

Obecně lze konstatovat, že obsah makroelementů v asimilačních orgánech obou dřevin byl průkazně vyšší po aplikaci hnojiva Osmocote oproti hnojivu Kristalon s výjimkou vápníku, který v těchto hnojivech nebyl obsažen. Také v případě obsahu stopových prvků je možné pozorovat jejich vyšší koncentrace po aplikaci hnojiva Osmocote oproti Kristalonu. Výjimku tvoří pouze molybden, kde nebyl zaznamenán průkazný vliv hnojiv, a železo, jehož obsah byl průkazně vyšší po aplikaci Kristalonu spolu se zálivkou. V obou případech se projevil pozitivně pozvolný účinek granulovaného hnojiva Osmocote aplikovaného na počátku vegetace.

VII: Průměrné obsahy makroelementů v rostlinách *Prunus kurilensis* 'Brillant' a *Thuja occidentalis* 'Smaragd' a průkaznost jejich rozdílů podle Tuckeye

faktor	úroveň faktoru	n	% v sušině				
			N	P	K	Ca	Mg
školkařský materiál	<i>Prunus</i>	378	3,028 ± 0,007	0,290 ± 0,002	1,824 ± 0,006	1,802 ± 0,003	0,441 ± 0,002
	<i>Thuja</i>	378	2,099 ± 0,013	0,233 ± 0,001	1,850 ± 0,005	0,898 ± 0,003	0,226 ± 0,001
rok	1998	252	2,529 ± 0,033	0,263 ± 0,002	1,839 ± 0,007	1,350 ± 0,029	0,334 ± 0,007
	1999	252	2,575 ± 0,032	0,261 ± 0,002	1,839 ± 0,007	1,347 ± 0,028	0,331 ± 0,007
	2000	252	2,586 ± 0,031	0,261 ± 0,002	1,835 ± 0,006	1,352 ± 0,029	0,336 ± 0,007
	RKPu	252	2,507 ± 0,035	0,260 ± 0,002	1,875 ± 0,006	1,350 ± 0,029	0,331 ± 0,007
pěstitelský substrát	RPu	252	2,669 ± 0,029	0,263 ± 0,002	1,885 ± 0,005	1,355 ± 0,029	0,336 ± 0,007
	RKJi	252	2,514 ± 0,031	0,262 ± 0,002	1,753 ± 0,005	1,345 ± 0,029	0,333 ± 0,007
	Osmc	378	2,680 ± 0,022	0,275 ± 0,002	1,852 ± 0,005	1,350 ± 0,023	0,339 ± 0,006
systémy hnojení	Krys	378	2,447 ± 0,028	0,249 ± 0,002	1,823 ± 0,006	1,350 ± 0,024	0,328 ± 0,006

VIII: Průměrné obsahy mikroelementů v rostlinách *Prunus kurilensis* 'Brillant' a *Thuja occidentalis* 'Smaragd' a průkaznost jejich rozdílů podle Tuckeye

faktor	úroveň faktoru	n	mg.kg ⁻¹					
			B	Mo	Cu	Mn	Zn	Fe
školkařský materiál	<i>Prunus</i>	378	49,89 ± 0,31 a	0,249 ± 0,003 a	9,535 ± 0,066 a	86,50 ± 0,28 a	43,03 ± 0,17 a	135,25 ± 0,58 a
	<i>Thuja</i>	378	54,78 ± 0,15 b	0,325 ± 0,002 b	9,484 ± 0,044 a	264,32 ± 0,74 b	83,78 ± 0,17 b	133,86 ± 0,53 a
rok	1998	252	52,30 ± 0,32 a	0,288 ± 0,004 a	9,611 ± 0,069 a	176,47 ± 5,70 a	63,57 ± 1,30 a	134,42 ± 0,78 ab
	1999	252	52,36 ± 0,34 a	0,286 ± 0,004 a	9,479 ± 0,070 a	174,44 ± 5,61 a	63,32 ± 1,31 a	132,64 ± 0,64 a
	2000	252	52,35 ± 0,34 a	0,288 ± 0,004 a	9,438 ± 0,068 a	175,32 ± 5,65 a	63,32 ± 1,30 a	136,60 ± 0,59 b
	RKPu	252	52,43 ± 0,35 a	0,284 ± 0,004 a	9,487 ± 0,069 a	175,06 ± 5,63 a	63,54 ± 1,30 a	134,40 ± 0,84 b
pěstitelský substrát	RPu	252	52,24 ± 0,32 a	0,291 ± 0,004 a	9,511 ± 0,068 a	176,36 ± 5,68 a	63,53 ± 1,32 a	138,41 ± 0,64 c
	RKJi	252	52,33 ± 0,33 a	0,286 ± 0,004 a	9,531 ± 0,070 a	174,81 ± 5,65 a	63,14 ± 1,29 a	130,86 ± 0,40 a
systémy hnojení	Osmc	378	54,89 ± 0,15 b	0,288 ± 0,003 a	9,800 ± 0,055 b	177,10 ± 4,59 b	64,08 ± 1,03 b	130,38 ± 0,58 a
	Krys	378	49,78 ± 0,30 a	0,286 ± 0,003 a	9,219 ± 0,054 a	173,73 ± 4,63 a	62,73 ± 1,10 a	138,73 ± 0,44 b

Také vlastnosti použitých pěstebních substrátů se během experimentu měnily. U substrátů, kde byla použita kůra, docházelo během pěstování k slehávání, zvětšovala se objemová hmotnost substrátu, snižovala pórovitost s minimální vzdušnou kapacitou. Vlivem biologické sorpce dusíku docházelo k rozkladu kůry. Nejvíce se tato skutečnost projevila při použití

jílu. U variant kde bylo použito komponentu pumice nedocházelo k tak výrazným změnám ve fyzikálních vlastnostech. Byla zachována především pórovitost a minimální vzdušná kapacita substrátů (tab. IX). Nejméně podléhal změnám fyzikálních vlastností substrát RPu složený pouze z rašeliny a pumice.

IX: Fyzikální vlastnosti substrátů na konci pokusu

substrát	objemová hmotnost (kg.m ⁻³)	pórovitost (% obj.)	maximální kapilární kapacita (% obj.)	minimální vzdušná kapacita (% obj.)	kapilární póry (% obj.)	semikapilární póry (% obj.)	nekapilární póry (% obj.)
RKJi	494	67,8	48,1	19,7	36,4	10,2	21,2
RKPu	456	71,7	47,6	24,1	32,7	22,7	16,3
RPu	431	76,4	48,9	27,5	33,8	20,3	19,3

Pozn: RKJi – rašelina, kůra, jíl; RKPu – rašelina, kůra, pumice; RPu – rašelina

Druhým cílem experimentu bylo posoudit vliv různých substrátů a systémů hnojení na růstové charakteristiky, tzn. výšku rostlin u *Thuja occidentalis* 'Smaragd' a výšku a šířku rostlin a počet výhonů u *Prunus kurilensis* 'Brillant'.

Průměrné hodnoty růstových charakteristik spolu se směrodatnými odchylkami a průkazností rozdílů mezi variantami pokusu udává tabulka X.

X: Průměrné hodnoty růstových charakteristik u *Prunus kurilensis* 'Brillant' a *Thuja occidentalis* 'Smaragd' a průkaznost jejich rozdílů podle Tuckeye

faktor	úroveň faktoru	n	Prunus 'Brillant'			Thuja 'Smaragd'
			výška rostlin	šířka rostlin	počet výhonů	výška rostlin
rok	1998	366	29,3 ± 0,1 a	26,0 ± 0,1 a	5,0 ± 0,0 a	31,9 ± 0,1 a
	1999	366	44,3 ± 0,1 b	45,1 ± 0,1 b	16,8 ± 0,1 b	61,8 ± 0,1 b
	2000	366	59,4 ± 0,1 c	63,4 ± 0,1 c	32,9 ± 0,1 c	86,1 ± 0,1 c
pěstitelský substrát	RKPu	366	43,8 ± 0,7 a	44,6 ± 0,8 a	17,5 ± 0,6 a	59,3 ± 1,2 a
	RPu	366	45,4 ± 0,6 b	45,4 ± 0,8 b	18,5 ± 0,6 b	61,2 ± 1,2 b
	RKJi	366	43,8 ± 0,6 a	44,5 ± 0,8 a	18,6 ± 0,6 b	59,3 ± 1,2 a
systémy hnojení	Osmcote	549	45,7 ± 0,5 b	46,2 ± 0,7 b	18,8 ± 0,5 b	61,9 ± 1,0 b
	Kristalon	549	42,9 ± 0,5 a	43,4 ± 0,6 a	17,6 ± 0,5 a	57,9 ± 0,9 a

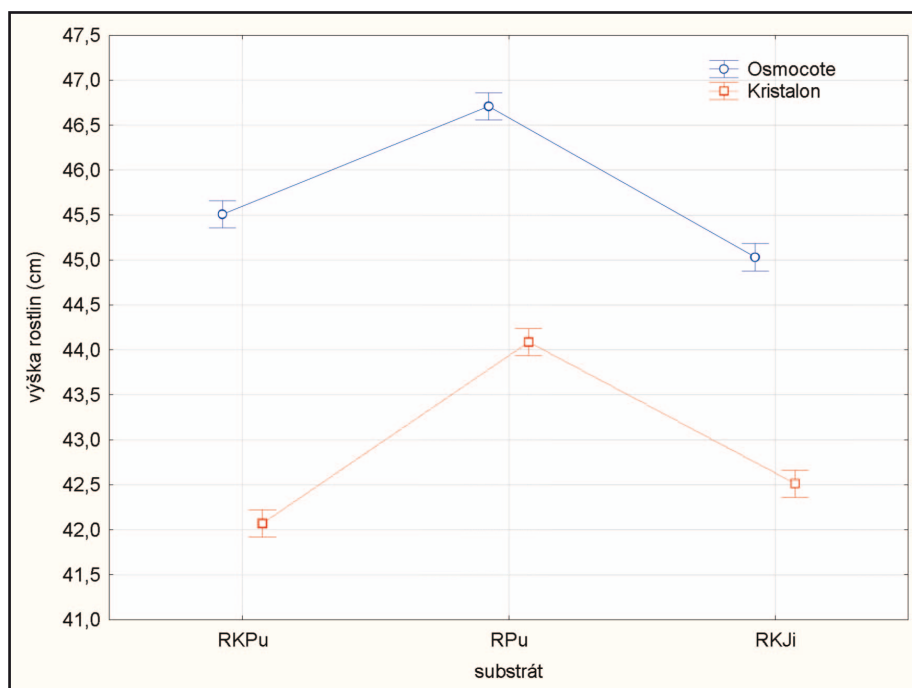
Výška rostlin u *Thuja occidentalis* 'Smaragd', výška a šířka rostlin a také počet výhonů u *Prunus kurilensis* 'Brillant' byl statisticky významně ovlivněn všemi sledovanými faktory, tj. ročníkem, druhem pěstitelského substrátu i systémem hnojení.

Během let sledování postupně všechny sledované

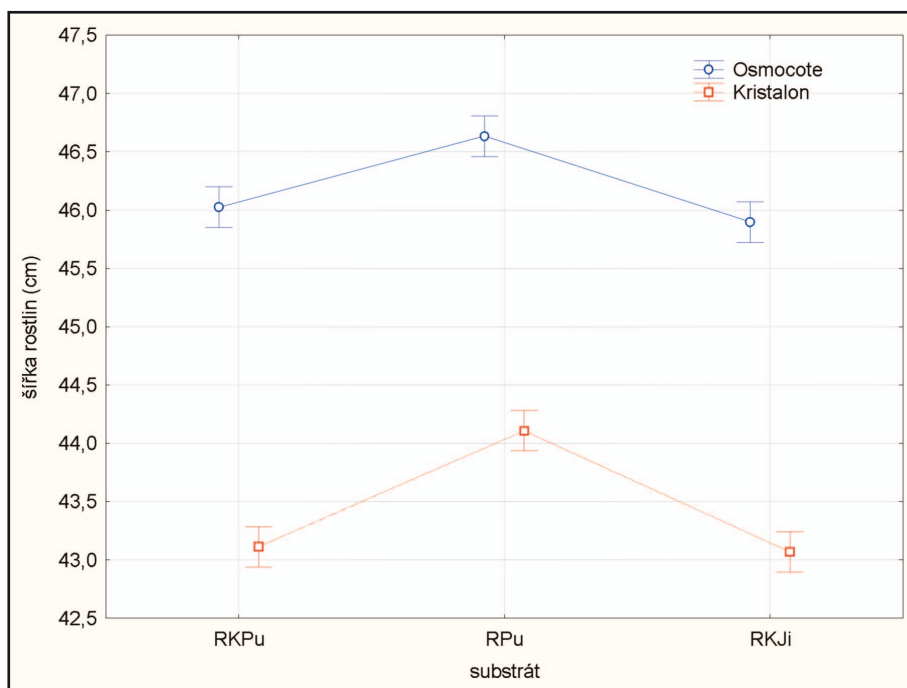
charakteristiky průkazně narůstaly, což je přirozené. Při srovnání pěstitelských substrátů je možno konstatovat, že nejlépe se na růstu obou dřevin projevilo použití substrátu pouze z rašeliny a pumice, tzn. bez náhrady rašeliny kůrou a současně použití expandovaného jílu oproti jílu, resp. minerální zemině (viz grafy 2, 3, 4,

5). Také systém hnojení se signifikantně projevil v růstových charakteristikách obou dřevin. Vyšší hodnoty všech sledovaných ukazatelů byly zjištěny po aplikaci

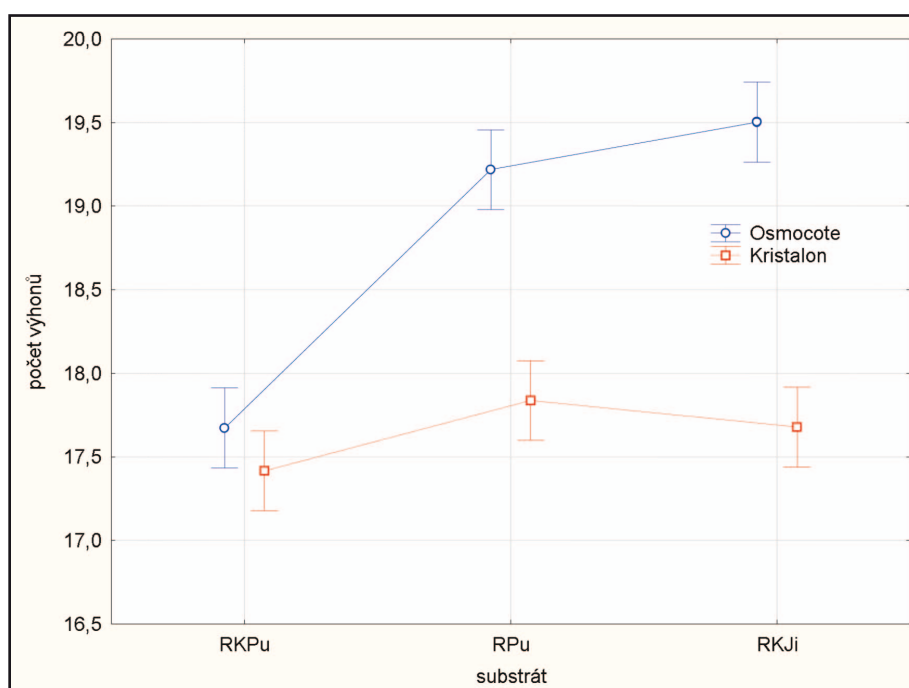
hnojiva Osmocote. V obou případech se tedy příznivě projevil pozvolný účinek granulovaného hnojiva Osmocote aplikovaného na počátku vegetace.



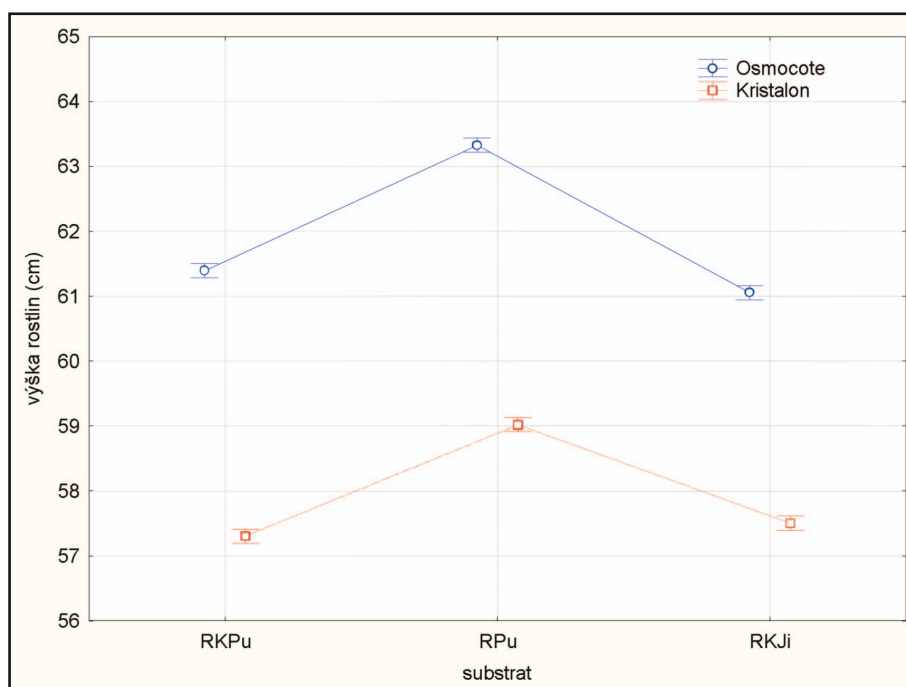
2: Průměrné výšky rostlin *Prunus kurilensis* 'Brillant' za všechny roky sledování (1998–2000)



3: Průměrné šířky rostlin *Prunus kurilensis* 'Brillant' za všechny roky sledování (1998–2000)



4: Průměrné počty výhonů *Prunus kurilensis* 'Brillant' za všechny roky sledování (1998–2000)



5: Průměrné výšky rostlin *Thuja occidentalis* 'Smaragd' za všechny roky sledování (1998–2000)

ZÁVĚR

Z dosažených výsledků obsahů jednotlivých makroelementů, stopových živin, změn fyzikálních vlastností použitých substrátů a růstových charakteristik dvou školkařských materiálů *Prunus kurilensis* 'Brillant' a *Thuja occidentalis* 'Smaragd' lze učinit následující shrnující body.

- Průměrné obsahy makroelementů i stopových živin v asimilačních orgánech *Prunus kurilensis* 'Brillant' a také *Thuja occidentalis* 'Smaragd' se nacházejí v rozpětích udávaných v literatuře jako optimální. Výjimku tvoří mangan, jehož množství u *Thuja* bylo vyhodnoceno jako nadbytečné, ovšem bez vizuálních příznaků na rostlinách.
- Obsahy makroelementů i stopových živin byly statisticky průkazně ovlivněny všemi sledovanými faktory, tj. druhem dřeviny, ročníkem sledování, pěstitelským substrátem a také systémem hnojení.
 - Vyšší obsah makroelementů byl zjištěn v listech *Prunus kurilensis* 'Brillant' s výjimkou draslíku, jehož množství bylo průkazně vyšší u asimilačních orgánů *Thuja occidentalis* 'Smaragd'.
 - Vyšší obsah stopových prvků byl zjištěn v asimilačních orgánech *Thuja occidentalis* 'Smaragd' s výjimkou mědi a železa.
 - Ročník se průkazně projevil v obsahu živin pouze u dusíku železa, přičemž nejvyšší obsahy byly zjištěny v posledním roce sledování.
 - Statisticky průkazně nejvyšších obsahů dusíku, draslíku a železa bylo dosaženo v listech dřevin pěstovaných na substrátu z rašeliny a pumice, díky jeho vyšší sorpční schopnosti.
 - Lepší výživný stav téměř u všech živin vykazovaly rostliny po aplikaci pozvolně působícího

hnojiva Osmocote. Výjimku tvořil pouze vápník, který není v obou hnojivech obsažen, molybden a železo, jehož obsah byl naopak vyšší po aplikaci Kristalonu spolu se závlahou.

- Fyzikální vlastnosti použitých pěstebních substrátů se během experimentu měnily. U substrátů s kůrou docházelo k slehávání, zvětšovala se objemová hmotnost substrátu, snižovala pórovitost s minimální vzdušnou kapacitou a vlivem biologické sorpce dusíku docházelo k rozkladu kůry, a to nejvíce při použití jíl. Nejméně podléhal změnám fyzikálních vlastností substrát složený pouze z rašeliny a pumice.
- Růstové charakteristiky dřevin (výška a šířka rostlin, počet výhonů) byly statisticky významně ovlivněny ročníkem, druhem pěstitelského substrátu i systémem hnojení.
 - Nejlepší růst vykazovaly obě dřeviny při pěstování v substrátu z rašeliny a pumice, tzn. bez náhrady rašeliny kůrou a současně při použití pemzy, hornina sopečného původu, oproti jílu, resp. minerální zemině.
 - Průkazně vyšší hodnoty byly zjištěny po aplikaci hnojiva Osmocote.

Na základě uvedených závěrů je možné doporučit pumici, horninu sopečného původu s vysokými sorpčními schopnostmi a stabilizaci pH, jako vhodný komponent pěstitelských substrátů a také rašelinu, jako klasickou součást většiny používaných substrátů. Při srovnání dvou systémů hnojení vykazuje lepší výsledky aplikace pozvolně působícího granulovaného hnojiva Osmocote na začátku vegetace oproti používání vodorozpustného hnojiva Kristalon společně se závlahou.

SOUHRN

V tříletém nádobovém pokusu byl sledován vliv rozdílných pěstitelských substrátů na bázi rašeliny a systému hnojení na výživný stav a růstové charakteristiky školkařského materiálu *Prunus kurilensis* 'Brillant' a *Thuja occidentalis* 'Smaragd'. Byly testovány tři pěstitelské substráty: RPu (rašelina + pumice (pemza) v poměru 8:2), RKPu (fermentovaná kůra + rašelina + pumice v poměru 4:4:2) a RKPu (fermentovaná kůra + rašelina + jíl v poměru 4:4:2) a dvě hnojiva: granulované s pozvolným účinkem – Osmocote a vodorozpustné spolu se závlahou – Kristalon.

Vyšší obsah makroelementů byl zjištěn v listech *Prunus* s výjimkou draslíku, jehož množství bylo průkazně vyšší u asimilačních orgánů *Thuja*. Naopak u *Thuja* byl zjištěn vyšší obsah stopových prvků s výjimkou mědi a železa. Statisticky průkazně nejvyšších obsahů dusíku, draslíku a železa bylo dosaženo v listech dřevin pěstovaných na substrátu z rašeliny a pumice, díky jeho vyšší sorpční schopnosti. Lepší výživný stav téměř u všech živin vykazovaly rostliny po aplikaci pozvolně působícího hnojiva Osmocote. Výjimkou tvořily pouze vápník, molybden a železo, jehož obsah byl naopak vyšší po aplikaci Kristalonu spolu se závlahou.

Fyzikální vlastnosti pěstebních substrátů s kůrou byly po skončení experimentu výrazně horší, což bylo ještě umocněno jílem. Nestabilnější byl substrát složený z rašeliny a pumice.

Nejllepší růst vykazovaly obě dřeviny při pěstování v substrátu z rašeliny a pumice, tzn. bez náhrady rašeliny kůrou a současně použití expandovaného jílu oproti klasickému jílu. Průkazně vyšší hodnoty růstových charakteristik byly zjištěny po aplikaci hnojiva Osmocote.

Podle výsledků experimentu lze doporučit pumici, expandovaný jíl s vysokými sorpčními schopnostmi a stabilizací pH, jako vhodný komponent pěstitelských substrátů a také rašelinu, jako klasickou součást většiny používaných substrátů. Při srovnání systému hnojení lze doporučit pozvolně působícího granulovaného hnojiva Osmocote na začátku vegetace oproti používání vodorozpustného hnojiva Kristalon společně se zálivkou.

Thuja, *Prunus*, makroelementy, mikroelementy, pěstitelské substráty, hnojiva, růstové charakteristiky

LITERATURA

- ALARCÓN, A. L., MADRID R., EGEA C.: Hydric and nutrient element nutrition of a tomato crop on rockwool: Ionic interrelationships. *Journal of Plant Nutrition*, 1997, 20 (12): 1811–1828.
- BERGMANN, W.: Ernährungstorungen bei Kulturpflanzen. Verlag G. Fischer Jena, 1988, 762 p.
- DUBSKÝ, M., KLVÁČEK, S., ŠRÁMEK F.: Substráty pro pěstování sadebního materiálu. In: MAUER, O., RESOLY, W., JURÁSEK, A. (eds.): Pěstování a užití krytokořenného sadebního materiálu. Sborník referátů z mezinárodní konference v Trutnově 26.–28. 5. 1999, 1999, s. 45–63.
- DUŠEK, V.: Využití drcené kůry a štěpky k zlepšení kvality rašelinových substrátů. *Lesnická práce*, 1993, 72 (10): 299–300.
- EHRENBERBEROVÁ, J.: Zakládání a hodnocení pokusů. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 1995, 109 s.
- GOMÉZ, I., PEDREÑO, J. N., MORAL, R., IBORRA, M. R., PALACIOS, G., MATAIX, J.: Salinity and nitrogen fertilisation affecting the macronutrient content and yield of sweet pepper plants. *Journal of Plant Nutrition*, 1996, 19 (2): 353–359.
- KABATA-PENDIAS, A., PENDIAS, H.: Trace elements in soils and plants. CRC Press, Florida, 1985, 3. ed., 315 p.
- MARSCHNER, H.: Mineral Nutrition of Higher Plants, Academic Press, London, 1995, 887 p.
- PETERSON, J. C.: Monitoring and managing nutrition-Part IV-foliar analysis. *Ohio Florists' Association Bulletin*, 1982, No. 632, June, 38–42.
- PROCHÁZKA, S., MACHÁČKOVÁ, I., KREKULE, J., ŠEBÁNEK, J.: Fyziologie rostlin, Academia Praha, 1998, 484 s.
- REED, D. W.: A Grower's Guide to Water, Media, and Nutrition for Greenhouse Crops, Ball Publishing, Batavia, 1996, 307 p.
- RICHTER, R., HLUŠEK, J., HRIVNA, L.: Výživa a hnojení rostlin, (I. obecná část), VŠZ Brno, 1994, 171 s.
- ROŽNOVSKÝ, J., LITSCHMANN, T.: Všeobecný klimatologický popis. [on-line], 2002, citováno 15. 10. 2005. Dostupné na: <http://www.zf.mendelu.cz/klima/vseob.html>
- RŮŽIČKA, K.: Hořčík – nepostradatelná živina pro rostliny a zvířata. *Úroda* 5, 1996, s. 23.
- SCAIFE, A., TURNER, M.: Diagnosis of mineral disorders in plants. Vol 2. J.B.D. Robinson, ed. New York, Chemical Publishing, 1984, 278 p.
- SOUKUP, J., MATOUŠ, J., BOWER, R., KAUFMANN, H. G., NACHLINGER, Z.: Výživa rostlin, substráty, voda v okrasném zahradnictví. SZN Praha, 1979, 279 s.
- SOUKUP, J., FUCHSONOVÁ, K., POSPÍŠILOVÁ, N., SALÁT, L., ZEMAN, P.: Vyšetřování zahradnických půd a substrátů. *Aktuality VÚOZ Půhoniče*, 1987, 62 s.
- STÁVKOVÁ, J.: Biometrika a polní pokusnictví. Vysoká škola zemědělská v Brně, Brno, 1989, 158 s.
- STYER, R. C.: Key factors of water, substrate and nutrition. *FloraCulture International*, Batavia, January 1997, 12–15.
- SUCHAN, F.: Nové zdroje rašeliny a možnosti rozvoje výroby pěstebních substrátů. *Informace pro zahradnictví*, 1997, 11: 16–17.
- ŠRÁMEK, F., DUBSKÝ, M.: Systémy hnojení dřevin v kontejnerech, Závěrečná zpráva projektu EP9252 1999–2001. *VÚKOZ*, 2001, 53 s.
- VYDLÁK J.: Kůrový humus - významná surovina na výrobu substrátů. – *Informace pro zahradnictví – příloha Substráty, sadbovače*. 2/2001: 3.
- ZBÍRAL, J.: Jednotné pracovní postupy. Analýza rostlinného materiálu. SKZÚZ Brno, 1994.

Adresa

Ing. Tomáš Meisl, Ústav šlechtění a množení zahradnických rostlin, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Valtická 337, 691 44 Lednice