

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

Certifikovaná metodika č. 1/2009-053

Výtisk číslo: 2

Pěstební substráty s přidavkem odpadní minerální plsti
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
	BB Com s.r.o.	1x
	odborný oponent	1x
	oponent státní správy	1x

Průhonice dne 29.10.2009

Stran: text 21

OBSAH

1	Cíl metodiky	3
2	Vlastní popis metodiky	3
2.1	Současný stav výroby pěstebních substrátů v ČR	3
2.2	Metoda hodnocení základních chemických vlastností substrátů	4
2.3	Metoda hodnocení potenciální fixace - imobilizace dusíku	5
2.4	Metoda hodnocení fyzikálních vlastností substrátů	5
2.5	Dávkování plsti při přípravě pěstebních substrátů	7
2.5.1	Organické substráty	7
2.5.2	Substráty s minerálními komponenty	11
2.6	Fyzikální vlastnosti substrátů s plstí	14
2.7	Shrnutí	18
3	Srovnání novosti postupů	18
4	Popis uplatnění metodiky	19
5	Seznam použité související literatury	19
6	Seznam publikací, které předcházejí metodice	20
7	Dedikace	21
8	Jména oponentů a názvy jejich organizací	21

1 Cíl metodiky

Poskytnout kompletní návod pro přípravu pěstebních substrátů s podílem drcené hydrofilní minerální plsti a upřesnit metody hodnocení chemických a fyzikálních vlastností výchozích komponentů a výsledných směsí.

Vypracovat kritéria použití drcené minerální plsti pro přípravu organických pěstebních substrátů i substrátů s vyšším podílem minerálních komponentů. Stanovit optimální přídavek minerální plsti do substrátu s ohledem na jeho chemické a především fyzikální vlastnosti a stanovit vhodné kombinace minerální plsti s rašelinou, dalšími organickými i minerálními komponenty, hnojivy a vápencem na úpravu hodnoty pH substrátu.

2 Vlastní popis metodiky

2.1 Současný stav používání a výroby pěstebních substrátů v ČR

V zahradnické produkci v České republice se používají především pěstební substráty vyrobené z kvalitních světlých vrchovištních rašelin, dovážených z Pobaltí nebo Běloruska, které jsou charakteristické vláknitou strukturou a nízkým stupněm rozložení. Rašelina se používá samostatně nebo v kombinaci s dalšími organickými nebo minerálními komponenty. Z organických komponentů se používá především kompostovaná kůra a kompost (hlavně tzv. zelený kompost, kompostovaný odpad vzniklý při údržbě zeleně - tráva, listí, dřevní štěpka). Z minerálních komponentů pak různé jíly a sprašové hlíny.

Alternativní organické komponenty se při cenové dostupnosti kvalitních vrchovištních rašelin používají k úpravě a optimalizaci chemických a fyzikálních vlastností substrátů, nikoli jako prostá náhrada rašeliny. Jejich podíl se při přípravě substrátů snižuje. Kompostovaná kůra se pouze přidává do školkařských kontejnerovacích substrátů v podílu 15–30 % obj. Komposty se používají při výrobě „hobby“ substrátů a při přípravě pěstebních substrátů u pěstitelů v podílu 10–25 % obj.

Relativně nízký podíl kompostované kůry v substrátech je dána její vyšší cenou (vyšší než u rašeliny) a menší dostupností na trhu (část kůry se spaluje, tříděná kůra se používá na mulčování). Komposty jsou jediným organickým alternativním komponentem, který se nevyužívá i jako palivo. Jejich podíl v pěstební směsi je však omezen vysokým obsahem rozpustných solí (včetně solí balastních). Nejčastěji se jedná o vysoký obsah draslíku, vápníku a někdy i fosforu (Wilson et al. 2002). Kvalitní zelené komposty se mohou použít i v relativně vysokých dávkách 40–50 % obj. Základní hnojení a dávku vápence na úpravu pH je nutné přizpůsobit podílu a vlastnostem použitého komponentu. U těchto substrátů je velmi důležitá výstupní kontrola chemických vlastností. Při použití kůry a kompostu mohou být limitující jejich fyzikální vlastnosti, ve srovnání s rašelinou mají nižší schopnost zadržet vodu, nižší vodní kapacitu.

Obsah vzduchu v substrátech je možné zvýšit kombinací rašeliny s průmyslově vyráběnými dřevními vlákny (Cultifibre, Toresa, Pietal) i odpadními dřevními vlákny (Šrámek, Dubský 2006, Schäfer et al. 2003). U těchto směsí je ale nutné počítat s imobilizací dusíku v důsledku použití komponentu s vysokým poměrem C/N. Ve školkařských substrátech se častěji používají kokosová vlákna, která jsou ve směsi s rašelinou stabilnější a imobilizace dusíku nemusí být tak výrazná. Dřevní a kokosová vlákna se používají v množství 10–15 % obj.

K imobilizaci dusíku rovněž dochází u nedostatečně zkompostované kůry nebo kompostů s vyšším podílem štěpky nebo pilin (vyšší poměr C/N). Proto je potřebné vypracovat systémy výživy, které by případný úbytek dusíku kompenzovaly. U substrátů s komposty je nutné systém výživy přizpůsobit i vyššímu obsahu draslíku.

Do organických substrátů se přidávají i minerální komponenty (kvalitní jíly – bentonity, zeolity), které ve směsi s rašelinou zvyšují kationtovou výměnou kapacitu a upravují hydrofyzikální vlastnosti substrátů. Jemné jíly mírně snižují podíl vody lehce dostupné pro rostliny, hrubé jíly navíc mohou mírně zvyšovat vzdušnou kapacitu substrátu. Jemné jíly se používají v dávkách 20–40 kg/m³ (cca. 2–4 % obj.), hrubé jíly v dávkách 40–200 kg/m³ (cca. 4–20 % obj.).

Vedle organických pěstebních substrátů se používají i substráty s vyšším podílem minerálních komponentů (zeminy, sprašové hlíny apod.), především při pěstování dřevin v kontejnerech pro výsadbu biokoridorů v krajině, při předpěstování dřevin a trvalek pro extenzivní výsadby a do větších nádob pro mobilní zeleň. Minerální komponenty v množství 30–60 % objemových se kombinují s organickými (rašelina, kompostovaná kůra, komposty). Oproti rašelinovým substrátům se používají nižší dávky vápence na úpravu pH, nebo se vápenec neaplikuje vůbec. Nižší bývají i dávky hnojiv, především v případě aplikace kompostu. Hodnota pH je ovlivněna použitým minerálním komponentem, případně kompostem (Dubský a Šrámek, 2006). Tyto substráty mají oproti organickým vysokou objemovou hmotnost a výrazně nižší obsah lehce dostupné vody pro rostliny. Rostliny v nich nerostou tak intenzivně a jsou lépe adaptované na stresové podmínky po výsadbě. Z důvodu vysoké objemové hmotnosti a nákladům na přepravu nemají výrobci tyto substráty v nabídce, pěstitelé si je tedy připravují sami.

Hydrofilní minerální plst se využívá jako pěstební medium při hydroponickém pěstování rostlin (zelenina, květiny k řezu). Pro přípravu substrátů je možné použít drcený odpad, který vzniká při výrobě sadbových buněk a pěstebních kostek plsti pro předpěstování rostlin pro výsadbu na pěstební rohože z plsti, případně nadrcením těchto rohoží nestandardních vlastností. Pro přípravu substrátů je možné využít i použitou plst po ukončení hydroponické kultury. Vzhledem k malému rozšíření hydroponického pěstování v ČR je metodika zaměřena na využití odpadní plsti z výroby. V ČR vyrábí hydrofilní minerální plst i výrobky z ní firma SAINT-GOBAIN ORSIL s.r.o., Častolovice. Pěstební kostky a rohože z plsti vyrábí firma BOMAT spol. s r.o., Nový Bydžov, ta má v nabídce i drcenou plst pod obchodním označením Agrodrť. Značná část produkce výrobků z hydrofilní plsti se z ČR vyváží.

Minerální plst má některé fyzikální vlastnosti srovnatelné s rašelinou, malou objemovou hmotnost a vysokou pórovitost, díky níž má větší vodní kapacitu než jiné alternativní komponenty (Fonteno, 1996, Bougoul et al. 2005). V plsti ale převládají póry nekapilární a většina vody je vázána velmi slabými silami. V chemických vlastnostech se od rašeliny odlišuje především v hodnotě pH, její reakce je mírně kyselá až neutrální. Dále v obsahu některých živin (Ca, K), které jsou vyšší. Hodnota elektrické vodivosti spolu s obsahem N a P jsou srovnatelné s rašelinou.

Pěstební substráty s plstí mají v nabídce jen dvě české firmy, výrobce substrátů BB Com s.r.o. (pěstební rašelinový substrát pro trvalky s podílem 10 % obj. odpadní hydrofilní plsti) a firma Pasič spol. s r.o. Dolní Životice, která dováží substrát od německého výrobce Klasmann-Deilmann GmbH, který ale obsahuje hydroföbní minerální plst (cca. 20 % obj. plsti pod obchodním označením Grodan 20 UB).

2.2 Metody hodnocení základních chemických vlastností substrátů

Pro hodnocení chemických vlastností substrátů s minerální plstí jsou vhodné metody platné v Evropské unii (EUROPÄISCHE NORM, zkratka EN). Tyto metody jsou založeny na stanovení objemové hmotnosti (OH) substrátu s přirozeným obsahem vody (EN 13040) na počátku rozboru. OH slouží pro výpočet navážky vzorku odpovídající 60 ml vzorku. Hodnoty

pH (EN 13037) a EC (EN 13038) se stanovují ve vodním výluhu 1v:5v (navážka odpovídající 60 ml vzorku + 300 ml vyluhovacího činidla). Obsah hlavních přijatelných živin (dusík v nitrátové a amonné formě, P, K a Mg, případně i stopových živin Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo) se stanovuje podle EN 13651 ve vyluhovacím činidle CAT (0,01 mol/l chlorid vápenatý, 0,002 mol/l DTPA) ve stejném vyluhovacím poměru 1v:5v. Obsah přijatelného vápníku je možné stanovit ve vodním výluhu spolu s hodnotami pH a EC. Obsah přijatelných živin se doporučuje udávat (Vaněk, 2001) v prvcích (P, K, Mg, Ca), ne v oxidech (P_2O_5 , K_2O , MgO , CaO).

2.3 Metody hodnocení potenciální fixace - imobilizace dusíku

V pěstebních substrátech s alternativními organickými komponenty se v důsledku mikrobiální činnosti mohou objevit problémy s úbytkem (imobilizací) pro rostliny přijatelného dusíku. Příznaky deficitu se projevují především na počátku vegetace. Mezi rizikové komponenty patří především nekvalitně zkompostovaná kůra, upravovaný dřevní odpad - dřevní vlákna, štěpka i piliny a dále komposty s dřevní štěpkou, tedy komponenty s vysokým poměrem C/N (poměr uhlíku k celkovému dusíku).

Při použití alternativních organických komponentů se doporučuje laboratorní stanovení potenciální imobilizace. Ve VÚKOZ Průhonice byla ověřena německá metodika VDLUFA „Stanovení potenciální fixace - imobilizace dusíku u organických materiálů“ z roku 1997 (Hoffman 1997). Při rozboru se ke vzorku komponentu nebo substrátu nasyceném na 80 % vodní kapacity přidává v přepočtu 1000 mg N/l ve formě roztoku dusičnanu amonného a vzorek se inkubuje po dobu 10 a 20 dní při teplotě 25 °C. Na základě stanovení obsahu přijatelného dusíku (amonná i nitrátová forma) ve vyluhovacím činidle CAT před a po inkubaci se určí jeho potenciální imobilizace. Pro posouzení stability komponentů i substrátů je rozhodující změna obsahu přijatelného dusíku po 20 dnech inkubace. Pro komposty a substráty se za mezní považuje úbytek (imobilizace), případně přírůstek (mobilizace, mineralizace organicky vázaného dusíku) 150 mg přijatelného dusíku na litr substrátu, pro kompostovanou kůru je mezní hodnota 100 mg/l. Pokud se minerální plst kombinuje pouze s rašelinou k imobilizaci dusíku nedochází.

2.4 Metody hodnocení hydrofyzikálních vlastností substrátů

Hydrofyzikální vlastnosti charakterizují poměr vody a vzduchu v substrátu a dostupnost vody pro rostliny. Doporučená metoda vychází z evropské normy EN 13 041 pro hodnocení hydrofyzikálních vlastností organických substrátů. Metoda přebírá velikost válečků (výška 5,3 cm, průměr 10 cm, objem 416 cm³), způsob plnění válečku substrátem a základní sycení vzorku. Pro hodnocení hydrofyzikálních vlastností substrátů s vysokým podílem minerálních komponentů (30–60 % obj.) a vysokou objemovou hmotností se doporučuje použít standardní pedologické válečky o objemu 100 cm³ (výška 4,6 cm, průměr 5,3 cm).

Norma EN 13 041 definuje základní hydrofyzikální vlastnost substrátu - obsah vody (vyjádřený v % obj.) při vodním potenciálu -1 kPa (podtlak 1 kPa) označovanou jako kontejnerovou kapacitu. Podle normy EN 13041 se váleček plní substrátem o definované vlhkosti (odstavec 7.1). Váleček (naspodu zajištěný gázou) s nástavcem stejné výšky se naplní vlhkým substrátem a sytí se vodou v nádrži, postupně odspodu pomalým zvyšováním hladiny na úroveň jeden cm pod horní okraj nástavce (odstavec 7.2). Po 24 hodinách v sytící nádrži se nasycený váleček se umístí na pískový tank (odstavec 7.3) s nastaveným podtlakem 1 kPa

(nastavuje se jako 10cm rozdíl vodních sloupců). Po ustavení rovnováhy (minimum 48, maximum 72 hodin) se odstraní nástavec, seřízne přebytečný substrát a stanoví se obsah vody.

Pro komplexní hydrofyzikální rozbor je nutné na pískovém tanku stanovit retenční křivky, které charakterizují závislost vlhkosti substrátu na vodním potenciálu v rozsahu $-0,25$ kPa (nasyčený vzorek) až -10 kPa, což odpovídá podtlaku $0,25$ až 10 kPa, který se nastavuje jako rozdíl vodních sloupců $2,5$ až 100 cm. Pro toto stanovení je nutné postup definovaný v normě EN 13 041 upravit. Po ustanovení rovnováhy (po 48 hodinách) na pískovém tanku s podtlakem 1 kPa (odstavec 7.3) se neodstraňuje nástavec a zařazuje se ještě jedno sycení podle odstavce 7.2. Po vypuštění sytící nádrže se vzorek nechá jednu hodinu ustálit, poté se odstraní nástavec, seřízne se substrát a váleček se umístí na pískový tank s nulovým rozdílem hladin, na vzorek působí podtlak $0,25$ kPa, což odpovídá rozdílu hladin $2,5$ cm (výška středu válečku nad hladinou).

Pro výpočet retenčních křivek je nutné postupně stanovit objem vody v substrátu při podtlaku $0,25$, $0,5$, 1 , 2 , 3 , 5 a 10 kPa. Po úplném ustálení rovnováhy při daném potenciálu se váleček se substrátem zváží. Při podtlaku $0,25$ a $0,5$ kPa ustálení rovnováhy u organických substrátů trvá cca. 5 dní, při podtlaku $1-3$ kPa cca. 14 dní a při podtlaku 5 a 10 kPa cca. 21 dní. Obsah vody při daném potenciálu se vypočítá tak, že se od této hodnoty odečte hmotnost válečku a hmotnost vysušeného substrátu (EN 13 041, odstavec 8.6), která se stanoví po ukončení měření, kdy se vzorek vysuší. Zároveň se stanoví se objemová hmotnost suchého (OHS) vzorku (EN 13 041, odstavec 8.2).

Pórovitost (P) v % obj. se vypočítá z objemové hmotnosti o (g/cm^3) a specifické hmotnosti pevných částic s (g/cm^3): $P = 100(s-o)/s$ (EN 13 041, odstavec 8.5). Norma EN 13 041 stanovuje specifickou hmotnost výpočtem z obsahu spalitelných látek a obsahu popela (odstavec 8.4). Přesně se specifická hmotnost stanoví pomocí pyknometru (Valla et al. 1980). Pro organické substráty je vhodná navážka 5 g, pro substráty se zeminou 10 g vzorku. Vzorek se nasype do malé porcelánové misky a přelije destilovanou vodou. Za stálého míchání se povaří 5 min. Vychladlá suspenze se kvantitativně vpraví do pyknometru o objemu 100 cm^3 , který se doplní destilovanou vodou a otevřený se nechá $20-30$ min temperovat ve vodní lázni na teplotu 20 °C. Potom se uzavře zátkou, osuší a zváží. Specifická hmotnost s (g/cm^3) se vypočítá: $s = N_s/(P_v+N_s-P_s)$, kde P_v (g) je hmotnost pyknometru s destilovanou vodou, P_s (g) je hmotnost pyknometru se suspenzí, N_s (g) je navážka vzorku přepočítaná na sušinu. Dále se vypočítá vzdušná kapacita, která je definována (EN 13 041, odstavec 8.7) jako objem pórů vyplněných vzduchem při potenciálu -1 kPa (rozdíl mezi pórovitostí a obsahem vody při potenciálu -1 kPa).

Retenční křivky charakterizují, jak pevně je voda v substrátu poutaná. Při zvyšujícím se podtlaku na pískovém tanku obsah vody v substrátu klesá, voda je v substrátu poutána většími silami a z hlediska rostlin se stává obtížněji dostupnou. Z průběhu retenčních křivek lze stanovit kategorie vody podle dostupnosti rostlinám (tab. 1) (Verdonck at al. 1983, Prasad, O'Shea 1999). Voda, která se uvolní do potenciálu -1 kPa, představuje vodu gravitační, která po zálivce volně odečte. Obsah vody při potenciálu -1 kPa se označuje jako kontejnerová (vodní) kapacita, která charakterizuje schopnost substrátu zadržet vodu.

Kromě vodní a vzdušné kapacity je z pěstebního hlediska důležitý obsah vody snadno dostupné pro rostliny (tab. 1). To je množství, které se ze substrátu uvolní při změně vodního potenciálu z -1 do -10 kPa, tato kategorie se ještě dělí na vodu lehce a hůře dostupnou. Lehce dostupná voda se uvolní při změně vodního potenciálu z -1 do -5 kPa a představuje hlavní podíl snadno dostupné vody. Hůře dostupná voda se ze substrátu uvolní při změně vodního potenciálu z -5 do -10 kPa, pohybuje se kolem 5 % obj, někdy bývá označovány i jako vodní pufrovací kapacita.

Obtížně dostupná voda se uvolní při změně vodního potenciálu z -10 do -1500 kPa, zbývající obsah vody je pro rostliny nedostupná. Pro stanovení obsahu vody při potenciálu v

rozsahu -10 až -1500 kPa se používá přetlaková komora. Toto stanovení se standardně pro stanovení retenčních křivek substrátů nepoužívá. Pro vyhodnocení hydrofyzikálních vlastností organických substrátů i substrátů s minerálními komponenty postačuje rozsah vodního potenciálu $-0,25$ až -10 kPa. Obsah vody při potenciálu -10 kPa se pak pro zjednodušení označuje obtížně dostupná voda.

Tab. 1: Kategorie vody podle dostupnosti rostlinám charakterizované vodním potenciálem.

vlastnost/jednotka % obj.	charakteristika
pórovitost (P)	část objemu substrátu vyplněná vodou a vzduchem
vzdušná kapacita (VzK)	objem pórů vyplněných vzduchem při potenciálu -1 kPa (podtlak vodního sloupce 10 cm)
kontejnerová kapacita (KK)	objem pórů vyplněných vodou při potenciálu -1 kPa (10 cm)
snadno dostupná voda (SDV)	obsah vody mezi potenciály -1 a -10 kPa (10 a 100 cm)
lehce dostupná voda (LDV)	obsah vody mezi potenciály -1 a -5 kPa (10 a 50 cm)
hůře dostupná voda (HDV)	obsah vody mezi potenciály -5 a -10 kPa (50 a 100 cm)
obtížně dostupná voda (ODV)	obsah vody mezi potenciály -10 kPa (100cm) a -1500 kPa ($-1,5$ MPa)
nedostupná voda (NV)	obsah vody při potenciálu -1500 kPa ($-1,5$ MPa)

2.5 Dávkování plsti při přípravě pěstebních substrátů

Dávky minerální plsti do pěstebních substrátů jsou odvislé od vlivu tohoto komponentu na chemické a hydrofyzikální vlastnosti výsledných směsí. V této kapitole jsou uvedeny doporučené dávky plsti a jejich vliv na základní hnojení organických substrátů i substrátů s minerálními komponenty a na jejich chemické vlastnosti. Vliv na hydrofyzikální vlastnosti je popsán v kapitole číslo 2.6.

2.5.1 Organické substráty

Optimální chemické vlastnosti (hodnoty pH, EC a obsah přijatelných živin, viz tab.5) se zajistí dávkováním jednotlivých komponentů, hnojiv a vápence na úpravu pH. Základní hnojení pěstebních substrátů vychází z jejich složení a z náročnosti rostlin na živiny. Pro hnojení rašelinových substrátů se nejvíce používají prášková rozpustná NPK hnojiva např. PG MIX (14 % N, 16 % P_2O_5 , 18 % K_2O , 0,7 % MgO + stopové živiny). Pro rašelinové pěstební substráty se používají dávky 0,8–1,5 g/litr (0,8–1,5 kg/m³). Standardní dávkou 1 g/l, která je vhodná pro většinu rostlin, se na litr substrátu dodá: 140 mg N, 70 mg P a 150 mg K. Pro pěstební substráty do větších kontejnerů jsou vhodná i granulovaná NPK hnojiva, např. YaraMilaComplex – dříve Hydrocomplex (12 % N, 11 % P_2O_5 , 18 % K_2O , 2,7 % MgO + stopové živiny), která se používají v dávkách 1,5–2 g/l substrátu. Standardní dávkou pro kontejnerovací substráty 2 g/l, se na litr substrátu dodá: 240 mg N, 96 mg P a 300 mg K.. V případě granulovaných hnojiv se volí vyšší dávky živin než u práškových hnojiv.

Výše uvedená NPK hnojiva obsahují i stopové živiny: PG mix (0,09 % Fe, chelát EDTA, 0,16 % Mn, 0,04 % Zn, 0,12 % Cu, 0,03 % B, 0,2 % Mo) a YaraMilaComplex (0,35 % Fe, 0,02 % Mn, 0,02 % Zn, 0,015 % B). Dávkou hnojiva PG mix 1g/l substrátu se do substrátu dodá v mg/l: 0,9 Fe, 1,6 Mn, 0,4 Zn, 1,2 Cu, 0,3 B, 2 Mo, dávkou hnojiva YaraMilaComplex 2g/l substrátu se do substrátu dodá v mg/l: 7 Fe, 0,4 Mn, 0,4 Zn, 0,3 B. Pro rašelinový substrát je z hlediska dodání stopových živin vhodnější hnojivo PG mix, (vyšší

obsah Mn a Mo), ale i granulované hnojivo YaraMilaComplex je pro dodání hlavních stopových živin použitelné.

Při přípravě rašelinových substrátů se dále přidává vápenec v množství 3–6 g/l použité rašeliny, podle požadavku na výslednou hodnotu pH. Standardní dávka 6 g/l se používá pro většinu rašelinových substrátů, dávka 3 g/l se používá např. u substrátu pro petúnie. Dávky vápence se snižují při použití minerálních komponentů, např. bentonitů i v případě použití alternativních organických komponentů. Uvedené dávky vápence v metodice platí pro jemně mletý dolomitický vápenec s obsahem 85 % CaCO₃ a 5 % MgCO₃, velikost částic pod 0,5 mm, který se v ČR standardně používá.

Vzhledem k obsahu přijatelných živin v plsti (tab. 2) není nutné měnit u rašelinových substrátů s plstí základní hnojení (tab. 3). Je pouze nutné snížit, vzhledem k neutrální až slabě zásadité reakci plsti, dávku vápence, která by měla být 5–6 g na litr použitého objemu rašeliny.

Vzhledem k obsahu draslíku a fosforu v kompostech a draslíku v kůře se pro základní hnojení těchto substrátů používají jednosložková dusíkatá (LAV 27,5 % N, dusičnan amonný 35 % N, síran amonný 21 % N), fosforečná hnojiva (superfosfáty, např. jednoduchý 18 % P₂O₅, fosmag 26 % P₂O₅), případně dvousložková NP hnojiva (např. 26 % N-14 % P₂O₅) bez stopových živin. Draslík se doplňuje pouze u rašelinokůrových substrátů při nízkém podílu kůry, lze použít síran draselný (50 % K₂O) nebo i granulované NPK hnojivo (např. YaraMilaComplex) ve snížené dávce a v kombinaci s dusíkatým hnojivem. Množství stopových živin dodaných komposty nebo kompostovanou kůrou je pro rostliny dostačující, stopové živiny není potřeba přidávat.

Tab. 2: Chemické vlastnosti organických komponentů a minerální plsti. OHS - objemová hmotnost vysušeného vzorku, pH, EC a Ca: *vodní výluh 1v/5v, N, P, K Mg: CAT 1v/5v, příklady rozborů komponentů z vegetačních pokusů VÚKOZ.

komponent	OHS g/l	pH*	EC* mS/cm	mg/l					
				N-NH ₄	N-NO ₃	P	K	Mg	Ca*
rašelina	60–110	3,5– 4,2	0,03– 0,06	20–60	5–15	2–5	10–20	50–80	5–20
kompostovaná kůra	250– 300	5,3– 8,0	0,1–0,5	30– 150	10– 300	5–20	100–500	60– 260	10– 190
kompost	350– 500	8,0– 9,0	0,9–1,1	50– 150	50– 250	50– 80	2000– 3500	80– 200	60– 150
minerální plst	60–110	8,0– 9,0	0,04– 0,06	10–25	5–10	2–4	20–30	30–60	20–35
<i>příklady</i>									
rašelina-2005	63	4	0,05	72	12	5	12	73	11
rašelina-2006	100	3,9	0,05	51	12	2	12	51	26
kůra-2005	257	8	0,17	44	11	6	166	86	64
kůra-2006	295	5,3	0,51	137	275	17	461	260	141
kompost-2005	389	8,2	0,91	53	109	62	1951	79	88
kompost-2006	482	8,6	1,11	55	145	57	3486	189	110
plst-2005/2006	101	9	0,05	25	8	3	30	49	25

Přídavek drcené hydrofilní minerální plsti do rašelinových substrátů se může, dle výsledků vegetačních a laboratorních pokusů provedených ve VÚKOZ, pohybovat v rozmezí 10–35 % obj. V této metodice (tab. 3) se doporučuje rozpětí 15–25 % obj.

U pěstebních organických substrátů s alternativními organickými komponenty, kompostovanou kůrou nebo kompostem, je nutné na základě obsahu živin a hodnot pH těchto

komponentů (viz tab. 2) zvolit jejich optimální dávku, podle které se upraví základní hnojení a dávky vápence.

Vzhledem k obsahu draslíku a fosforu v kompostech a draslíku v kůře se pro základní hnojení těchto substrátů používají jednosložková dusíkatá (LAV 27,5 % N, dusičnan amonný 35 % N, síran amonný 21 % N), fosforečná hnojiva (superfosfáty, např. jednoduchý 18 % P₂O₅, fosmag 26 % P₂O₅), případně dvousložková NP hnojiva (např. 26 % N-14 % P₂O₅) bez stopových živin. Draslík se doplňuje pouze u rašelinokůrových substrátů při nízkém podílu kůry, lze použít síran draselný (50 % K₂O) nebo i granulované NPK hnojivo (např. YaraMilaComplex) ve snížené dávce a v kombinaci s dusíkatým hnojivem. Množství stopových živin dodaných komposty nebo kompostovanou kůrou je pro rostliny dostačující, stopové živiny není potřeba přidávat.

Tab. 3: Doporučené dávkování hydrofilní minerální plsti pro přípravu organických substrátů: R-P rašelinový s plstí, RK-P rašelinokůrový s plstí, RKZ-P rašelinokůrový s kompostem a plstí, RZ-P rašelinový s kompostem a plstí.

substrát	rašelina % obj.	kůra % obj.	zelený kompost % obj.	plst % obj.	dávky živin v mg/l substrátu.			vápenec g/l sub
					N	P	K	
R-P	75–85	-	-	15–25	140– 240	70– 100	150– 300	4–5
RK-P	60–75	15–20	-	10–20	140– 200	70– 100	80– 100	3–4
RKZ-P	55–65	10–15	10–15	10–15	110– 140	30– 70	-	0–1
RZ-P	60–75		10–15	15–25	110– 140	30– 70	-	0–2

použitá hnojiva: R-P: nižší dávka hnojivo PGmix (14 % N, 16 % P₂O₅, 18 % K₂O), vyšší dávka hnojivo YaraMilaComplex (12 % N, 11 % P₂O₅, 18 % K₂O), RZ-P: LAV- ledek amonný s vápencem (27,5 % N), SP - superfosfát (18 % P₂O₅), RKZ-P: LAV, SP a SK - síran draselný (50 % K₂O).

Podle dávky kůry a kompostu se snižuje dávka vápence. Při použití samotné kompostované kůry je dávka vápence 5–6 g/l použité rašeliny, při použití kompostu nebo u kombinace kompostu a kůry je dávka vápence 2–3 g/l použité rašeliny. U kompostů s vysokou hodnotou pH nebo u substrátů s nízkým podílem rašeliny se vápenec nepřidává.

Přídavek drcené hydrofilní minerální plsti do organických substrátů s alternativními komponenty se může, dle výsledků vegetačních a laboratorních pokusů provedených ve VÚKOZ, pohybovat v rozmezí 10–35 % obj. Pro zajištění optimálních fyzikálních vlastností směsí s plstí je v této metodice opět doporučeno užší rozpětí 15–25 % obj. (tab. 3), Minerální plst je možné v těchto směsích používat jako náhradu rašeliny. Při použití kůry, která má vyšší podíl nekapilárních pórů a vyšší vzdušnou kapacitu je doporučen nižší přídavek plsti (10–20 % obj.) než u rašelinových substrátů, záleží stupni rozložení a třídění kompostované kůry. Výraznější snížení podílu plsti (10–15 % obj.) je doporučeno při kombinaci kůry a kompostu, a to tak, aby nedošlo ke snížení podílu rašeliny pod 50 % obj. Při kombinaci rašeliny s kompostem se může použít stejná dávka plsti (15–25 obj.) jako v případě rašelinového substrátu.

Obdobně jako u rašelinových substrátů s plstí není nutné měnit u těchto směsí základní hnojení (tab. 3). Snižuje se pouze dávka vápence. Při kombinaci rašelina/kůra se dávka vápence se volí 3–4 g na litr použitého objemu rašeliny, při kombinaci rašelina/kůra/kompost

nebo rašelina/kompost se dávka vápence se volí 2–3 g na litr použitého objemu rašeliny, podle hodnoty pH kompostu a jeho dávky.

V tabulce 4 jsou uvedeny příklady složení organických substrátů s plstí hodnocených ve vegetačních pokusech VÚKOZ a jejich základní hnojení. Ve vegetačních pokusech byly testovány i poměrně vysoké podíly minerální plsti, chemické vlastnosti substrátů (tab. 5) ovlivňovaly především použité komponenty (viz tab. 2).

Tab. 4: Příklady složení organických pěstebních substrátů s minerální plstí hodnocených v rámci pokusů VÚKOZ: R-P rašelínový s plstí, RK-P rašelinokůrový s plstí, RKZ-P rašelinokůrový s kompostem a plstí, RZ-P rašelínový s kompostem a plstí.

substrát	rašelina	kůra	zelený kompost	plst	dávky živin v mg/l sub.			vápenec g/l sub
					N	P	K	
R-P-2005	75	-	-	35	140	70	150	4
RK-P-2005	25	40	-	35	140	70	80	1
RZ-P-2005	40		25	35	100	-	-	0
RKZ-Pa-2006	70	10	10	10	140	70	-	3
RKZ-Pb-2006	40	20	20	20	110	70	-	1,5

použitá hnojiva – viz tab. 3.

Tab. 5: Příklady chemických vlastností substrátů, složení viz tab. 4. OHS - objemová hmotnost vysušeného vzorku, pH, EC a Ca: *vodní výluh 1v/5v, N, P, K Mg: CAT 1v/5v.

substrát	OHS g/l	pH*	EC* mS/cm	N- NH ₄	N- NO ₃	P	K	Mg	Ca*
R-P-2005	108	5,9	0,3	149	54	32	170	119	49
RK-P-2005	163	6,9	0,38	98	69	32	195	125	131
RZ-P-2005	135	6,1	0,31	131	62	55	411	121	37
RKZ-Pa-2006	382	6	0,34	75	122	36	324	144	102
RKZ-Pb-2006	328	6,2	0,39	85	117	57	560	115	74
optimum-pěstební substrát		5,5– 6,5	0,3–0,4	120–200		40– 90	120– 180	80– 160	40– 120
optimum – substrát s kompostem		5,5– 7,3	0,35– 0,5	120–200		40– 90	120– 300	80– 160	40– 120

Dávkování živin při základním hnojení a vyhodnocování rozborů, je relativně jednoduché u rašelinových substrátů s plstí. U substrátů s alternativními organickými komponenty je nutné věnovat pozornost především dusíku a draslíku.

I přes relativně vysoký obsah přijatelného dusíku v kompostech (tab. 2) jsou při základním hnojení doporučeny dávky dusíku srovnatelné s rašelinovými substráty v rozsahu 110–140 mg/l (tab. 3). Po smíchání kompostu s rašelinou, případně i kůrou může dojít k mírné imobilizaci dodaného dusíku. Při aplikaci výše uvedené dávky se obsah přijatelného dusíku stanovený v substrátech s komposty pohybuje kolem horní hranice optimálního rozsahu pro pěstební substráty (200 mg/l). Hodnota přijatelného dusíku v těchto substrátech by u rostlin citlivých na obsah solí (např. *Impatiens*) neměla překročit hodnotu 300 mg/l.

Pokud se pro přípravu pěstebních substrátů používá dobře zkompostovaná kůra, není nutné zvyšovat dávku dusíku při základním hnojení, dávka 140 mg/l N u doporučených dávek kůry 15–20 % obj. (tab. 3) postačuje. Tato dávka postačuje i při použití kvalitně zkompostované kůry v dávce 40 % obj. (tab. 5, vzorek RK-P-2005). U kůry kompostované bez přídatku dusíku s poměrem C/N 60–80 se vhodné doplnit dusík v dávce 350 mg N na l

komponentu. Vzhledem k výraznější biologické sorpci N na počátku vegetace jsou vhodnější formy dusíku s rychlejším účinkem (nitratový, amonný).

U substrátů s přidavkem kompostů, i při aplikaci relativně nízkých dávek 10–15 % obj., obsah přijatelného draslíku většinou přesahuje horní hranici optimálního rozsahu pro rašelinové substráty (180 mg/l). Optimální obsah přijatelného draslíku v substrátech s přidavkem kompostů je pod 300 mg/l (tab. 5, vzorek RKZ-Pa-2006), limitní hodnota je 500 mg/l. Použití substrátů s vyšší podílem kompostů (20–25 % obj.) s obsahem přijatelného draslíku vyšším než 500 mg/l je rizikové u rostlin citlivých na zvýšený obsah solí. Rovněž optimální hodnoty pH a EC jsou u substrátů s komposty mírně vyšší než u rašelinových (tab. 5).

Při použití vyluhovacího činidla CAT se v substrátu se obsah přijatelného fosforu nestanoví jako suma dodaného fosforu v přijatelné formě. V substrátu dochází ke vzniku méně rozpustných sloučenin fosforu působením Ca^{2+} a Fe^{3+} iontů i vyšší hodnoty pH (nad 5,0). I při dodání 70 mg fosforu na litr substrátu se substrátu se obsah přijatelného fosforu může pohybovat na spodní úrovni optima nebo mírně pod optimem, a to především při použití přidavku kompostované kůry nebo minerální plsti. Obsah přijatelného fosforu 20–30 mg/l je u těchto typů substrátů dostatečný.

U substrátů s kompostem doporučený přídavek fosforu (tab. 3) závisí na dávce zeleného kompostu a jeho obsahu přijatelného fosforu. I při relativně vysokém obsahu fosforu v kompostu (tab. 2) a vyšší dávce kompostu je účelné fosfor aplikovat v dávce 30–70 mg/l. I tak obsah přijatelného fosforu zpravidla nepřesáhne horní hranici optimálního rozsahu v substrátech (tab. 5, vzorek RKZ-Pb-2006).

Při výstupní kontrole substrátů s přidavkem minerální plsti je nutné stanovit minimálně hodnoty pH a EC, u substrátů s přidavkem kompostu je nutné stanovit i obsah přijatelného draslíku. Pro ověření dávky hnojiv při přípravě substrátů a pro optimalizaci výživy v průběhu pěstování je však účelné stanovit také obsah všech přijatelných živin.

Při doporučených kombinacích rašeliny, minerální plsti, případně kompostované kůry a kompostu (tab. 3) není nutné provádět laboratorní hodnocení imobilizace dusíku. To by bylo účelné v případě nových neověřených kombinací rašeliny a minerální plsti s komponenty na bázi dřevního odpadu (vlákna, piliny) nebo s vyšším podílem kůry. Tyto kombinace ale nejsou v současné době pro přípravu pěstebních substrátů aktuální.

2.5.2 Substráty s minerálními komponenty

Při přípravě těchto substrátů se jako minerální komponenty nejčastěji používají různé skrývkové zeminy a sprašové hlíny z podorničních vrstev, které neobsahují semena plevelů. Tyto zeminy se doporučuje používat při přípravě pěstebních substrátů v množství 30–50 % obj. Je možné použít i tzv. zahradní zeminy z nabídky firem připravující komposty, jedná se o směs skrývkových a výkopových zemín s podílem 20–40 % obj. kompostů. Tyto zeminy je možné, vzhledem k jejich nižší objemové hmotnosti, pro přípravu pěstebních substrátů používat ve vyšším podílu 40–60 % obj., neměly by se ale již kombinovat s komposty. Příklady chemických vlastností zemín jsou uvedeny v tabulce 6.

Zeminy se při přípravě pěstebních substrátů (tab. 7) kombinují s rašelinou, kompostovanou kůrou a komposty. U substrátů s vyšším podílem minerálních komponentů je možné část organických komponentů (především rašelinu a kompostovanou kůru) nahradit drcenou minerální plstí v množství 10–20 % obj. Vzhledem k tomu, že fyzikální i chemické vlastnosti substrátu jsou ovlivněny především použitou zemínou, je v této metodice doporučen vyšší podíl minerální plsti – 20 % obj., který byl ověřen ve vegetačních pokusech.

Tab. 6: Chemické vlastnosti minerálních komponentů, OHS - objemová hmotnost vysušeného vzorku, pH, EC a Ca: *vodní výluh 1v/5v, N, P, K Mg: CAT 1v/5v, příklady rozborů minerálních komponentů z vegetačních pokusů VÚKOZ.

komponent	OHS g/l	pH*	EC* mS/cm	N-NH ₄	N-NO ₃	P	K	Mg	Ca*
				mg/l					
skrývkové zeminy sprašové hlíny	900– 1200	5,5– 9,0	0,03– 0,2	10–30	5–20	2–5	20–40	5–60	5–50
zahradní zeminy	650– 900	6,0– 8,5	0,2–0,7	40– 150	50– 250	20– 130	150– 550	100– 250	30– 300
<i>Příklady – skrývkové zeminy</i>									
zemina-2006	958	8,0	0,14	31	21	2	27	53	44
spraš-2006	1120	5,6	0,04	18	6	5	35	8	19
spraš-2009	1200	8,9	0,09	11	5	2	28	15	35
<i>Příklady –zahradní zeminy</i>									
zemina-2006	650	6,4	0,67	69	225	125	548	186	165
zemina-2007	698	6,5	0,33	94	143	85	170	197	119
zemina-2008	775	7,5	0,40	38	29	44	432	98	32

Tab. 7: Doporučené dávkování hydrofilní minerální plsti a kombinace organických komponentů při přípravě substrátů s minerálními komponenty se skrývkovou zemínou nebo sprašovou hlínou (Ma) nebo zahradní zemínou (Mb): MxR-P - substrát s rašelinou a plstí, MxRK-P - substrát s rašelinou, kůrou a plstí, MaRKZ-P - substrát s rašelinou, kůrou, kompostem a plstí.

substrát	zemina, spraš % obj.	zahradní zemina	rašelina	kůra	zelený kompost	plst	dávký živin v mg/l			vápenec g/l sub
							sub.			
							N	P	K	
MaR-P	30–50	-	30–50	-	-	20	180– 240	70– 100	225– 300	0–3
MbR-P	-	40–60	20–40	-	-	20	110– 140	50– 70	-	0–1,5
MaRK-P	30–50	-	15–25	15– 25	-	20	180– 240	70– 100	80– 120	0–3
MbRK-P	-	40–60	10–20	10– 20	-	20	110– 140	50– 70	-	0–1,5
MaRKZ-P	30–50	-	0–10	0–10	20–30	20	90– 140	50– 70	-	0–1,5

použitá hnojiva: MaR-P: YaraMilaComplex (12 % N, 11 % P₂O₅, 18 % K₂O), MaRK-P: LAV- ledek amonný s vápencem (27,5 % N), SP - superfosfát (18 % P₂O₅), SK - síran draselný (50 % K₂O), ostatní směsi: LAV a SP.

Dávkování kompostů je, obdobně jako u organických substrátů, výhradně závislé na jejich chemických vlastnostech. Oproti organickým substrátům lze použít vyšší dávky kompostů, 15–30 % obj. Zeminy a především sprašové hlíny mají dostatečnou kationtovou výměnnou kapacitu, aby eliminovaly vysoký obsah draslíku, případně dalších kationů (NH₄⁺, Na⁺) v kompostech. Nižší dávka 15–20 % obj. je vhodná pro komposty s vyšším obsahem přijatelného draslíku, kolem 3000 mg/l (např. kompost 2006 – tab. 2), vyšší dávka 30 % obj. pro komposty s obsahem K do 2000 mg/l (např. kompost 2005 – tab. 2).

Dávkování živin při základním hnojení substrátů s minerálními komponenty a vyhodnocování rozborů jsou obdobné jako u organických substrátů (kapitola 2.5.1.). Vzhledem k vyšší kationtové sorpční kapacitě substrátů se zemínami a sprašovými hlínami je

možné používat vyšší dávky živin, především v kationtové formě (K^+ , NH_4^+) oproti substrátům organickým. Základní hnojení je jednoduché při kombinaci zemina – rašelina – plst (tab. 7). Je možné použít 1,5–2 g granulovaného NPK hnojiva (např. YaraMilaComplex).

U substrátů s podílem kompostů, zahradních zemin s přidavkem kompostu a kůry je nutné živiny, především draslík a dusík, dávkovat podle obsahu těchto živin v použitých komponentech. Při použití kompostů a zahradních zemin s přidavkem kompostu se pro základní hnojení se používají pouze dusíkatá a fosforečná hnojiva. Dávky vápence na úpravu pH závisí především na hodnotě pH použité zeminy, případně dávce kompostu. U substrátů s komposty se vápence na úpravu pH používá ve výjimečných případech, při nízkých dávkách kompostu a nízké hodnotě pH zeminy.

Tab. 8: Příklady složení pěstebních substrátů s minerálními komponenty se zeminou (Mz) nebo sprašovou hlínou (Ms) s plstí hodnocených v rámci pokusů VÚKOZ: MxRK-P substrát s rašelinou, kůrou a plstí, MxKZ-P substrát s kůrou, kompostem a plstí, MxZ-P substrát s kompostem a plstí.

substrát	zemina	rašelina	kůra	kompost	plst	dávky živin v mg/l sub.			vápence g/l sub
						N	P	K	
% obj									
MsR-P-2006	40 (spraš)	40	-	-	20	240	100	300	2,5
MsKZ-P-2006	40 (spraš)	-	20	20	20	140	70	-	1,5
MzKZ-P-2006	40 (zem.)	-	20	20	20	140	70	-	0
MzZ-P-2005	50 (zem.)	-	-	30	20	90	-	-	0

použitá hnojiva – viz tab. 7.

Tab. 9: Příklady chemických vlastností substrátů s minerálními komponenty, složení viz tab. 8. OHS - objemová hmotnost vysušeného vzorku, pH, EC a Ca: *vodní výluh 1v/5v, N, P, K Mg: CAT 1v/5v.

substrát	OHS	pH*	EC*	N-NH ₄	N-NO ₃	P	K	Mg	Ca*
				mg/l					
	g/l		mS/cm						
MsR-P-2006	534	6,4	0,45	151	111	34	220	125	50
MsKZ-P-2006	555	7,1	0,24	97	55	16	369	188	69
MzKZ-P-2006	628	6,9	0,36	121	125	29	602	166	81
MzZ-P-2005	679	7,0	0,47	53	122	18	448	132	130
optimum- substrát		6,0–	0,3–0,4	120–200		40–	120–	80–	40–
min. komponenty		7,5				90	180	160	120
optimum – substrát		6,5–	0,4–0,5	120–200		40–	120–	80–	40–
s min. komponenty a kompostem		7,5				90	300	160	120

Hodnocení rozborů je jednoduché u substrátů s minerálním komponentem, rašelinou a plstí (např. MsR-P-2006, tab. 9). Obsah přijatelných živin v substrátu a hodnota EC jsou ovlivněny pouze dávkou hnojiva, u modelového příkladu byla zvolena maximální dávka hnojiva YaraMilaComplex 2 g/l substrátu, takže hodnota EC a obsah přijatelného dusíku a draslíku byla na horní hranici optimálních hodnot. U přijatelného fosforu byl opět nižší obsah oproti dodanému množství, vzhledem k tvorbě méně rozpustných sloučenin ve směsi použitých komponentů.

Při použití zelených kompostů mají substráty zpravidla vyšší obsah přijatelného draslíku. Optimální hodnota při použití kompostů je <300 mg/l K. Pro výsadbu jsou vhodné ještě substráty s obsahem přijatelného draslíku 500–600 mg/l, jejich použití je ale rizikové u rostlin citlivých na zvýšený obsah solí.

Obsah stanoveného přijatelného draslíku je ovlivněn i sorpční kapacitou použité zeminy. Kationtová výměnná kapacita (KVK) sprašových hlín se pohybuje v rozmezí 130–200 mmol/kg, skrývkové a výkopové zeminy mají zpravidla KVK poloviční. Minerální plst má KVK velmi nízkou. Při použití spraše (tab. 9, vzorek MsKZ-P-2006) s KVK 180 mmol/kg byl obsah přijatelného draslíku výrazně nižší než u obdobného substrátu se skrývkovou zeminou (tab. 9, MzKZ-P-2006) s KVK 70 mmol/kg. Podíl kompostů je tedy nutné korigovat i podle použitých minerálních komponentů, u lehčích zemín je vhodnější nižší podíl, v případě substrátu MzKZ-P-2006, by bylo vhodnější 15 % obj. kompostu.

Optimální hodnoty pH jsou u substrátů s minerálními komponenty vyšší než u organických substrátů, pohybují se kolem neutrální hodnoty.

2.6 Fyzikální vlastnosti substrátů s plstí

Drcená hydrofilní minerální plst má některé fyzikální vlastnosti, objemovou hmotnost, pórovitost částečně i kontejnerovou-vodní kapacitu (tab. 10, graf 1) podobné rašelině. Má však větší podíl nekapilárních pórů, a tak po záливce rychleji ztrácí vodu. Tyto vlastnosti jsou patrné i při hodnocení fyzikálních vlastností v laboratorních podmínkách na pískovém tanku. Plst má ve srovnání s rašelinou vyšší podíl snadno dostupné vody (LDV + HDV) vyšší vzdušnou kapacitu a výrazně nižší obsah obtížně dostupné vody (tab. 10, graf 1). Při zvyšujícím se vodním potenciálu (graf 2) rychleji ztrácí vodu.

Plst má výrazně vyšší kontejnerovou - vodní kapacitu a obsah lehce dostupné vody (LDV) ve srovnání s alternativními organickými komponenty (kůra, kompost). Vzhledem k těmto vlastnostem přidavek minerální plsti může ovlivnit fyzikální vlastnosti pěstebních směsí.

Přídavek plsti ovlivňuje hydrofyzikální vlastnosti rašelinových substrátů. Jako modelový příklad je zvolen rašelinový substrát s 35 % obj. minerální plsti (vzorek R-P-2005, tab. 4). Přídavek plsti zvyšuje VzK a LDV a naopak snižuje ODV (tab. 10, grafy 1, 3). Substrát těchto vlastností je pro pěstování rostlin v nádobách použitelný, byl odzkoušen ve vegetačních pokusech, pro profesionální rašelinové pěstební substráty je ale v metodice doporučována dávka minerální plsti max. 25 % obj. (tab. 3), kdy nejsou rozdíly oproti čistým rašelinovým substrátům tak výrazné.

Přídavek minerální plsti obdobně ovlivňuje substráty s alternativními organickými komponenty (tab. 10, graf 1, 3). Jako modelový příklad je zvolen rašelinokůrový substrát s kompostem a 20 % obj. plsti (vzorek RKZ-Pb-2006, tab. 4), ve kterém plst nahradila adekvátní část rašeliny v původní směsi (RKZ). Substrát s těmito vlastnostmi byl opět odzkoušen ve vegetačních pokusech, pro tyto směsné substráty s alternativními komponenty je ale opět doporučena nižší dávka plsti, 10–15 % obj. (viz tab. 3), která by se mohla bez výraznějšího ovlivnění fyzikálních vlastností používat do hobby substrátů s kůrou a komposty.

Fyzikální vlastnosti organických substrátů s plstí není nutné laboratorně hodnotit, pokud se jedná o ověřené kombinace uvedené v tabulce 3. Naopak účelné by mohlo být hodnocení substrátu určeného pro produkci ve velkých školkách, kdy je možné na základě měření vlhkosti substrátu upravovat četnost záливky. Fyzikální vlastnosti by se také měly ověřovat v případě kombinací minerální plsti s různě tříděnými rašelinami nebo novými alternativními organickými komponenty.

Fyzikální vlastnosti substrátů s minerálními komponenty jsou výrazně ovlivněny vyšším podílem zemín. Ve srovnání s organickými substráty mají vysokou OH, nízkou P, KK i LDV, ta může být nižší o 10–20 % obj. (tab. 10, graf 1). To je hlavní faktor limitující růst

v těchto substrátech. Rostliny lehce dostupnou vodu dříve spotřebují a nerostou tak rychle jako v organických substrátech, které mají nejen vysoký obsah snadno dostupné vody, ale i vysokou vzdušnou kapacitu. Rostliny předpěstované v substrátech minerálními komponenty jsou lépe adaptované na vodní deficit, který může nastat při přepravě a především po výsadbě na stanoviště.

V této metodice se doporučuje 20% přídavek minerální plsti do substrátů s minerálními komponenty (tab. 7), přičemž tímto množstvím je možné nahradit rašelinu, nebo jiný organický komponent. Při porovnání fyzikálních vlastností substrátů s minerálními komponenty a plstí (MzZ-P, MzKZ-P) se substráty, ve kterých nebyla rašelina nahrazena plstí (MzRZ, resp. MzRKZ), je patrné, že 20% přídavek plsti mírně zvyšuje obsah lehce dostupné vody a naopak mírně snižuje obsah vody obtížně dostupné (graf 1, 4). Substráty s plstí se tedy příliš neliší od substrátů s vyšším podílem organických komponentů.

Hlavní nevýhodou substrátů s minerálními komponenty a s plstí je vysoká objemová hmotnost, která omezuje přepravu substrátů na větší vzdálenosti a komplikuje manipulaci s výpěstky. Tyto substráty mají pouze místní význam, fyzikální vlastnosti není nutné u nich pravidelně ověřovat.

Tab. 10: Příklady fyzikálních vlastností komponentů, porovnání organických substrátů s plstí (viz tab. 3) a substrátů s minerálními komponenty s plstí (viz tab. 8) se substráty bez plsti (řádek nad daným substrátem).

vzorek	P	VzK	KK	5 kPa	LDV	HDV	ODV	OHS	SH	Sp.1.
	% obj.							g/l	g/ml	%
<i>komponenty</i>										
plst-2005	95,2	21,2	74,0	7,3	66,7	0,5	6,8	122	2,55	2,3
kůra-2005	82,3	27,5	54,9	39,4	15,5	1,4	38	328	1,86	56,3
kompost-2005	73,0	7,6	65,4	41,8	23,6	0,8	41,0	556	2,06	37,3
<i>organické substráty</i>										
R (rašelina)	93, 4	6,8	86, 7	44,0	42,7	2,6	41,5	105	1,60	85,0
R-P-2005	92, 9	10	82, 9	37,2	45,7	1,0	36,2	131	1,85	61,3
RKZ	88, 9	7,7	81, 2	49,2	32,0	5,7	43,5	216	1,89	56,7
RKZ-Pb-2006	88, 6	9,0	79, 6	42,7	36,9	5,1	37,6	222	1,97	
<i>substráty s minerálními komponenty</i>										
MzRZ	68, 0	10,7	57, 3	29,3	28,0	3,0	26,3	810	2,54	11,6
MzZ-P-2005	66, 5	9,4	57, 1	26,7	30,4	4,0	22,7	837	2,54	10,1
MzRKZ	71, 9	10,6	61, 3	38,7	22,6	2,5	36,2	696	2,43	16,5
MzKZ-P-2006	72, 7	14,0	58, 7	30,4	28,3	2,4	28,0	694	2,47	16,8

P - pórovitost vypočítaná z objemové hmotnosti suchého vzorku (OHS podle EN 13 041) a specifické hmotnosti (SH)

VzK - vzdušná kapacita

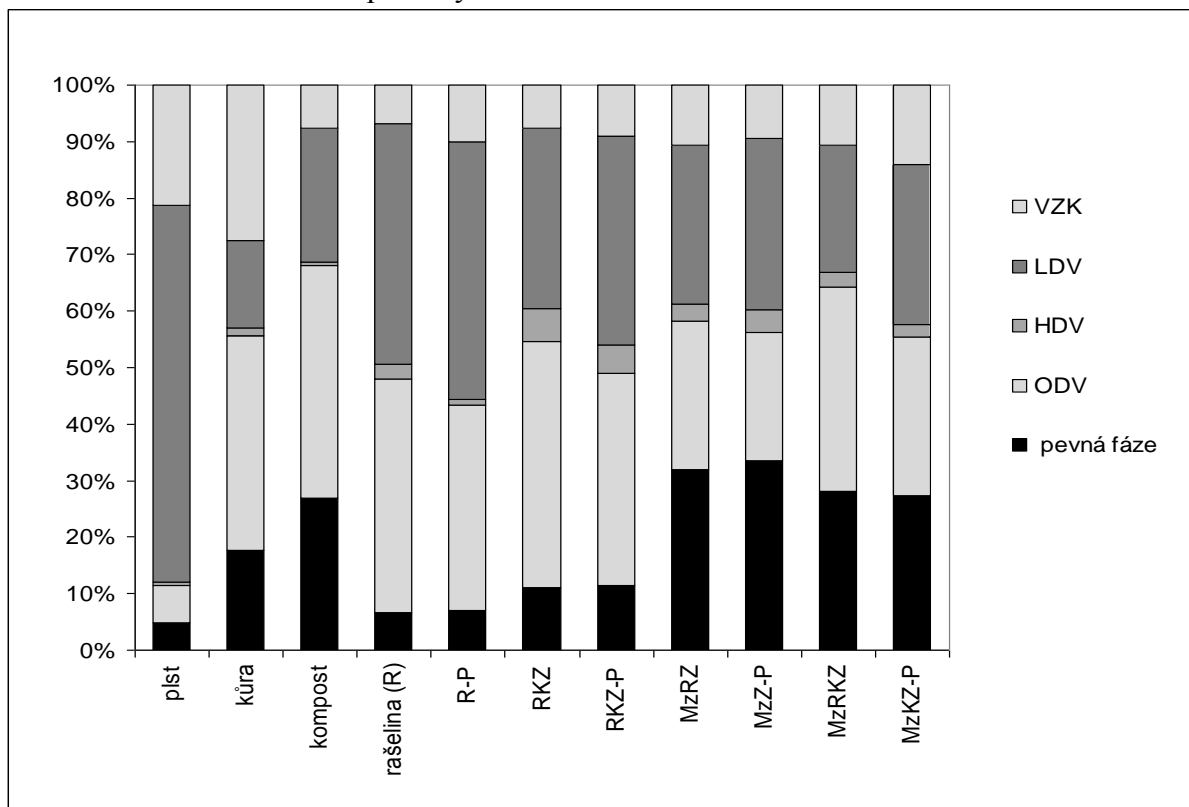
KK - kontejnerová (vodní) kapacita, při podtlaku 1 kPa

5 kPa - obsah vody při podtlaku 5 kPa

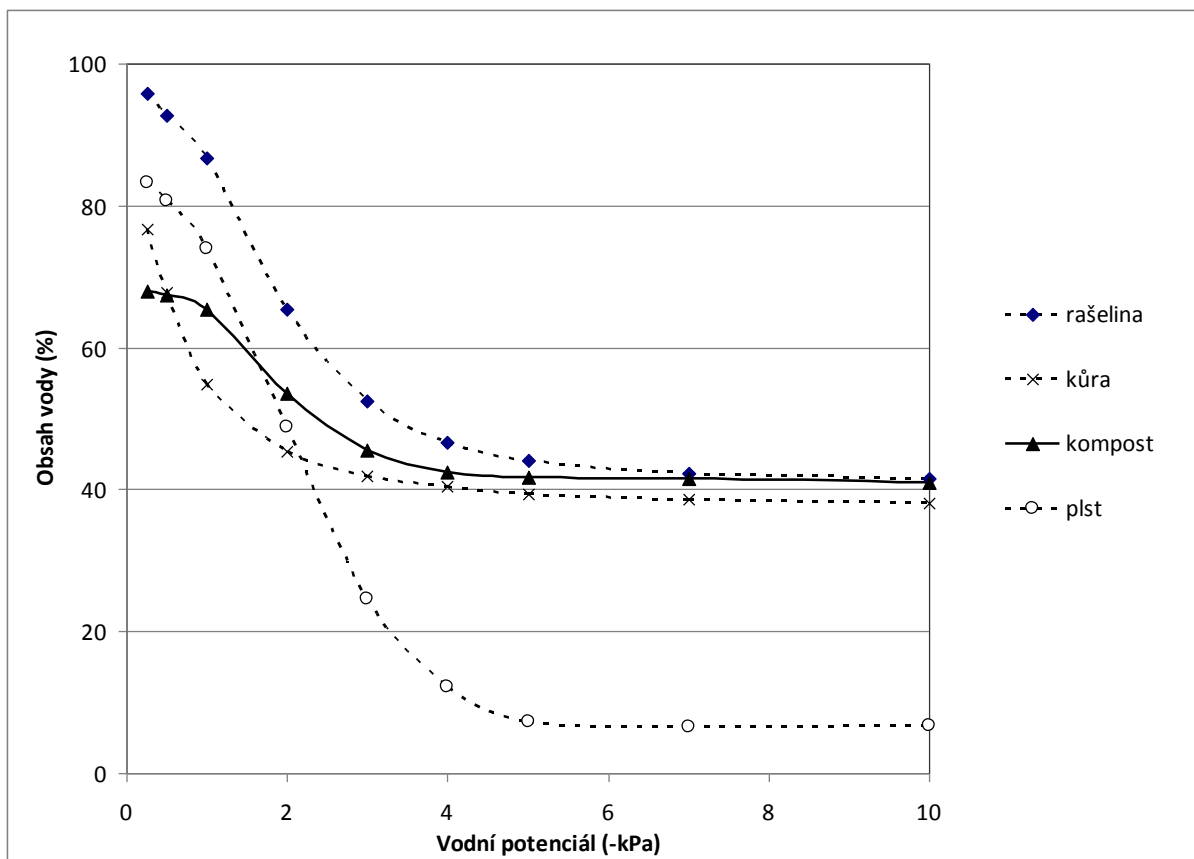
LDV - lehce dostupná voda (rozdíl v obsahu vody při podtlaku 1 a 5 kPa)
 HDV - hůře dostupná voda (rozdíl v obsahu vody při podtlaku 5 a 10 kPa)
 ODV - obtížně dostupná voda (obsah vody při podtlaku 10 kPa)
 Sp.l. – obsah spalitelných látek.

Poznámka: při hodnocení OHS podle EN 13 041 vycházejí vyšší hodnoty (slehnutý vzorek ve válečku) oproti normě EN 13040 (vzorek mírně stlačený), orientační přepočít je možný podle rovnice: $OHS (EN 13040) \times 1,25 = OHS (EN 13041)$.

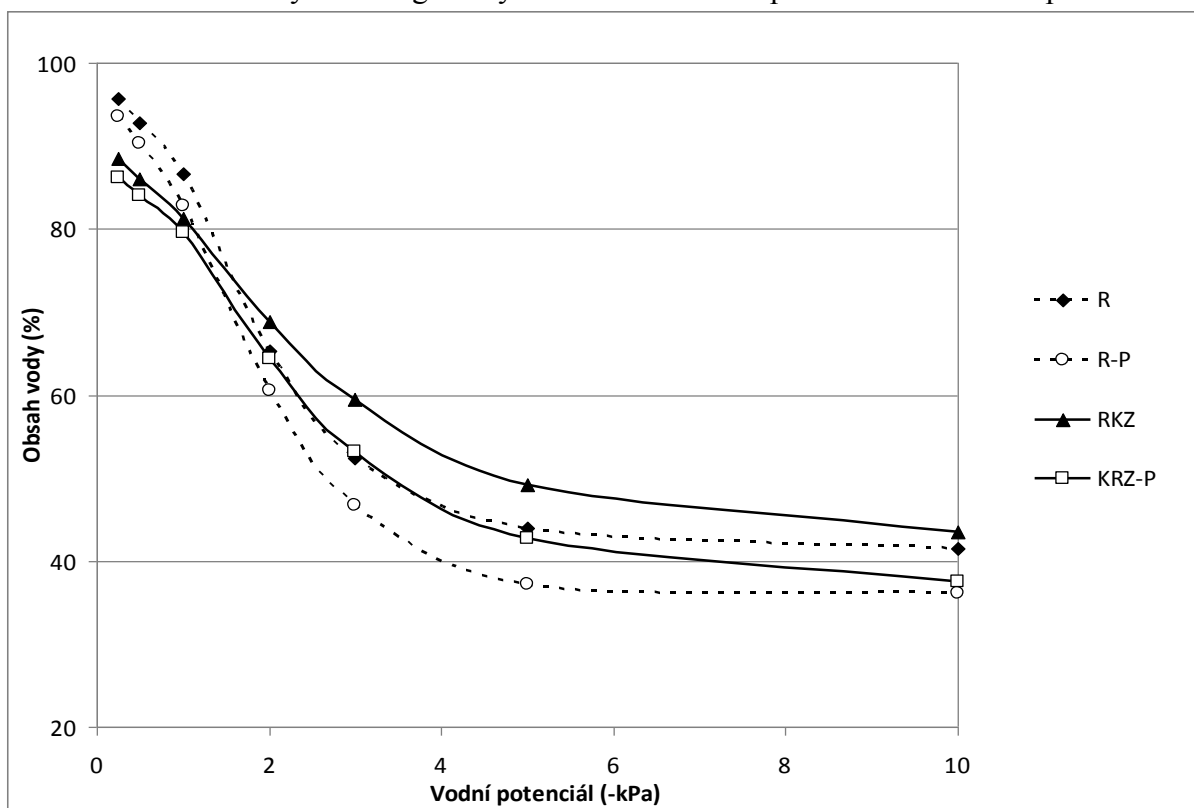
Graf 1: Kategorie vody podle dostupnosti rostlinám u komponentů, organických substrátů a substrátů s minerálními komponenty.



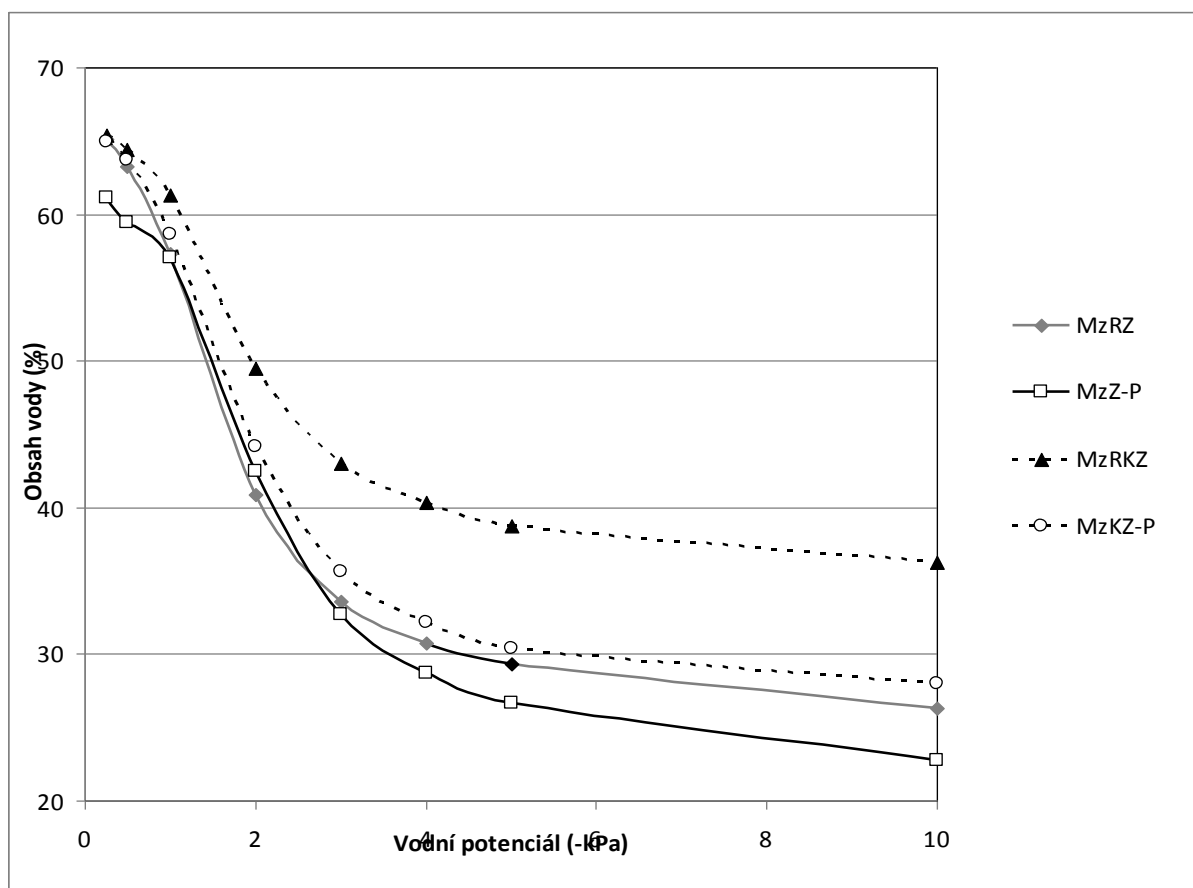
Graf 2 Retenční křivky organických komponentů a minerální plsti.



Graf 3: Retenční křivky dvou organických substrátů bez a s přidavkem minerální plsti.



Graf 4: Retenční křivky dvou substrátů se zeminou bez a s přidavkem minerální plsti.



2.7 Shrnutí

Podíl drcené hydrofilní minerální plsti v rašelinových substrátech se může, dle výsledků vegetačních a laboratorních pokusů provedených ve VÚKOZ, pohybovat v rozmezí 10–35 % obj. S ohledem na fyzikální vlastnosti směsi je této metodice doporučeno užší rozpětí, 15–25 % obj.

V rašelinových substrátech s alternativními organickými komponenty může minerální plst částečně nahradit rašelinu. Při použití kůry, která má vyšší podíl nekapilárních pórů a vyšší vzdušnou kapacitu, je doporučen nižší podíl plsti (10–20 % obj.) než v rašelinových substrátech, záleží na stupni rozložení a třídění kompostované kůry. Výraznější snížení podílu plsti (10–15 % obj.) je doporučeno při kombinaci kůry a kompostu, a to tak, aby nedošlo ke snížení podílu rašeliny pod 50 % obj. Při kombinaci rašeliny s kompostem se může použít stejná dávka plsti (15–25 obj.) jako v případě rašelinového substrátu.

V organických substrátech nemá přídavek plsti vliv na základní hnojení substrátů. Snižuje se pouze dávka vápence. Při kombinaci rašelina/kůra se dávka vápence volí 3–4 g na litr rašeliny, při kombinaci rašelina/kůra/kompost nebo rašelina/kompost se dávka vápence se volí 2–3 g na litr rašeliny, podle hodnoty pH kompostu a jeho podílu.

V substrátech s vyšším podílem minerálních komponentů je možné část organických komponentů (rašelinu a kompostovanou kůru) nahradit drcenou minerální plstí v množství 10–20 % obj. Vzhledem k tomu, že použitá zemina, má hlavní vliv na fyzikální i chemické vlastnosti substrátu tato metodika doporučuje vyšší podíl minerální plsti (až 20 % obj.), který byl ověřen ve vegetačních pokusech.

3 Srovnání novosti postupů

Výroba minerální plsti pro stavební i pěstitelské účely má v České republice tradiční surovinovou základnu. Výrobou hydrofilní minerální plsti pro hydroponické pěstování rostlin se zabývá firma SAINT-GOBAIN ORSIL s.r.o., Častolovice. Z tohoto důvodu je minerální plst významným komponentem potenciálně využitelným pro výrobu pěstebních substrátů.

Předložená metodika podává ucelený souhrn poznatků o využití odpadní hydrofilní minerální plsti pro přípravu pěstebních substrátů získaných studiem zahraniční literatury a především vyhodnocením a zpracováním výsledků vegetačních pokusů, které probíhaly ve VÚKOZ Průhonice v letech 2003–2007, a laboratorního hodnocení substrátů, které probíhalo i v letech následujících.

V metodice je popsáno hodnocení odpadní hydrofilní minerální plsti jako komponentu pěstebních substrátů a připravených substrátů s jeho přídavkem pomocí norem EU, které jsou platné od roku 1999, resp. 2001 (EN 13 651, EN 13 652). V metodice je upřesněn optimální rozsah chemických (hodnoty pH, EC, obsah přijatelných živin) a především fyzikálních vlastností pěstebních substrátů s plstí.

V metodice je popsána metoda pro stanovení hydrofyzikálních vlastností pěstebních substrátů, která vychází z evropské normy EN 13 041 a tuto normu doplňuje tak, aby bylo možné stanovit kategorie dostupnosti vody rostlinám a retenční křivky v rozsahu vodního potenciálu $-0,25$ až -10 kPa.

Metodika řeší jak přípravu organických pěstebních substrátů s plstí připravených na bázi rašeliny, případně organických alternativních komponentů – kompostované kůry a kompostů, tak substrátů s vyšším podílem minerálních komponentů, které se používají pro předpěstování dřevin pro krajinářské výsadby.

V metodice jsou uvedeny příklady složení substrátů s plstí včetně dávkování hnojiv a stanovených chemických a hydrofyzikálních vlastností, které lze využít při vyhodnocování laboratorních rozborů v rámci výstupní kontroly při výrobě nebo v rámci poradenství pro pěstitele.

Metodika předkládá nové, nebo dosud málo známé údaje o hydrofyzikálních a chemických vlastnostech pěstebních substrátů s přídavkem drcené hydrofilní plsti. Se znalostí těchto údajů může pěstitel optimalizovat závlahu, případně výživu rostlin pěstovaných v substrátech s přídavkem minerální plsti.

4 Popis uplatnění metodiky

Metodika je především určena výrobcům substrátů, kteří budou využívat k rašelině alternativní komponent – drcenou hydrofilní minerální plst. Metodiku mohou využít i pěstitelé, kteří substráty s minerální plstí používají, případně si je sami připravují. Metodika je konkrétně určena pro výrobce substrátů BB Com s.r.o., sídlem Kunčická 465, 561 51 Letohrad, který minerální plst pro přípravu pěstebních substrátů využívá.

Metodiku mohou používat agrochemické laboratoře v rámci výstupní kontroly substrátů pro výrobce nebo pro hodnocení substrátů v rámci poradenství pěstitelům.

Metodiku může využít i výrobce hydrofilní minerální plsti v ČR firma SAINT-GOBAIN ORSIL s.r.o., Masarykova 197, 517 50 Častolovice, kde při výrobě drcená odpadní plst vzniká a který ji dodal pro přípravu substrátů do vegetačních pokusů; dále firma BOMAT spol. s r.o., ČSA 134, 504 01 Nový Bydžov, výrobce pěstebních kostek a rohoží z minerální plsti, který má drcenou plst v nabídce pod obchodním označením Agrodrť.

5 Seznam použité související literatury

- Bilderback T. E., Fonteno W. C., 1993. Improving nutrient and moisture retention in pine bark substrates with rockwool and compost combinations, *Acta Horticulturae*, 342: 265–272.
- Bougoul S., Ruy S., DE Groot F., Boulard T., 2005. Hydraulic and physical properties of stonewool substrates in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 104: 391–405.
- EN 12 580, 1999. Soils improvers and growing media – Determination of quantity, CEN Brussels.
- EN 13 037, 1999. Soils improvers and growing media – Determination of pH, CEN Brussels.
- EN 13 038, 1999. Soils improvers and growing media – Determination of electrical conductivity, CEN Brussels.
- EN 13 039, 1999. Soils improvers and growing media – Determination of organic matter content and ash, CEN Brussels.
- EN 13 040, 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 13 041, 1999. Soils improvers and growing media – Determination of physical properties – Dry bulk density, air volume, water volume, shrinkage value and total pore space, CEN Brussels.
- EN 13 651, 2001. Soils improvers and growing media – Extraction of calcium chloride/DTPA (CAT) soluble nutrients, CEN Brussels.
- EN 13 652, 2001. Soils improvers and growing media – Extraction of water soluble nutrients and elements, CEN Brussels.
- Fonteno W.C., 1996. Growing media: Types and physical/chemical properties. In: REED D.W. (ed.), *Water, Media and Nutrition for Greenhouse Crops*. Batavia, Illinois, Ball Publishing: 93–122.
- Heiskanen J., 1995. Physical properties of two-component growth media based on Sphagnum peat and their implication for plant-available water and aeration. *Plant and Soil*, 172: 45–54.
- Hoffman G. (1997): Bestimmung der Stabilität des Stickstoffhaushaltes organischer Materialien, *Methodenbuch, Die Unterzuchung von Böden*, VDLUFA – Verlag–Darmstadt: 5 s.
- Pastor, J.N., Burés, S., Savé, R., Marfà, O., Pagès J.M. (1999): Transplant adaptation in landscape of ornamental shrubs in relation with substrate physical properties and container size. *Acta Horticulturae* 481: 137–144.
- Prasad M., O’Shea J., 1999. Relative breakdown of peat and non-peat growing media. *Acta Horticulturae*, 481: 121–128.
- Riga P., Alava S., Uson A., Blanco F., Garbisu C., Aizpurua A., Tejero T., Larrea A., 2003. Evaluation of recycled rockwool as a component of peat-based mixture for geranium (*Pelargonium peltatum* L.) production. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 78: 213–218.
- Schäfer B., Grantzau E., Rest M. (2003): Wachstum von *Cyclamen persicum* in torfgeduzierten und torffreien Substraten zum teil verringert.– *Versuchsberichte*

Zierpflanzenbau 2002, 50–52, Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Hannover–Ahlem, Landwirtschaftskammer Hannover.

Valla M., Kozák J., Drbal J. (1980): Cvičení z půdoznalství II. Učební texty VŠZ Praha, SPN Praha, 1980, 280 s. Valla M., Kozák J., Drbal J. (1980): Cvičení z půdoznalství II. Učební texty VŠZ Praha, SPN Praha, 1980, 280 s.

Vaněk V. (2001): Doporučení pro vyjadřování výsledků agrochemických rozborů rostlin, půd, hnojiv a potřeby hnojení. Rostlinná výroba, 47 (12): 506.

Verdonck O., Penninck R., De Boodt M., 1983. The Physical properties of different Horticultural Growing substrates. Acta Horticulturae, 150: 155–160.

Wilson S.B., Stoffella P.J., Graetz D.A., 2002. Development of compost-based media for containerized perennials. Scientia Horticulturae, 93: 311–320.

6 Seznam publikací, které předcházely metodice

Dubský M., Šrámek F. (2005): Hodnocení potenciální fixace – imobilizace dusíku u organických substrátů.– Zahradnictví 97/5: 64–67.

Dubský M., Šrámek F. (2006): Pěstební substráty s přidavkem minerální plsti.– In: Technologie pěstování dřevin. Acta Pruhoniana 82, 11–16.

Dubský M., (2006): Metody EU pro hodnocení organických substrátů.– Zahradnictví 98/2: 51–53.

Dubský M., Šrámek F. (2007): Blonde peat-based. substrates in woody ornamentals production. – In: Strom a květina – součást života = The Tree and Flower – a Part of Life. Sborn. vědec. konf., 4.–5. 9. 2007, Průhonice. VÚKOZ, v.v.i., Průhonice, s. 237–240.

Dubský M., Šrámek F (2007): Obsah a dostupnost stopových prvků v substrátech. – Zahradnictví 99/5: 56–57.

Dubský M., Šrámek F (2008): Substráty s vyšším podílem zemin pro předpěstování dřevin. – Zahradnictví 100/3: 68–70.

Dubský M., Šrámek F. (2008): Crushed rockwool as a component of growing substrates. Acta Horticulturae 779: 491–495.

Dubský M., Šrámek F. (2009): Substrates with mineral components for growing woody plants. Acta Horticulturae 819, 243-248.

Dubský M., Šrámek F. (2009): The effect of rockwool on physical properties of growing substrates for perennials.– Horticultural Science (Prague), 36, 38–43.

Šrámek F., Dubský M (2006): Komposty a piliny jako složka pěstebních substrátů.– In: Technologie pěstování dřevin. Acta Pruhoniana 82, 5–10.

Šrámek F., Dubský M. (2009): Peat substrates amended with composted bark or with compost. Acta Horticulturae 819, 387-394.

7 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 pěstební substráty se sníženým podílem rašeliny při použití u nás dostupných surovin tak, aby bylo možné tyto alternativní pěstební substráty používat jako plnohodnotnou náhradu dnes rozšířených rašelinových substrátů.

8 Jména oponentů a názvy jejich organizací

Odborný oponent z oboru: Ing. Stanislav Klváček, ÚKÚZ, regionální laboratoř Planá nad Lužnicí.

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