

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

Uplatněná metodika č. 2/2008-053

Výtisk číslo: 1

Pěstební substráty s přidavkem kompostů, jejich příprava a hodnocení
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
	AGRO CS a.s.	1x
	odborný oponent	1x
	oponent státní správy	1x

Průhonice dne 12.11.2008

Stran: text 24

OBSAH

1	Cíl metodiky	3
2	Vlastní popis metodiky	3
2.1	Současný stav výroby pěstebních substrátů v ČR	3
2.2	Metody hodnocení základních chemických vlastností substrátů	4
2.3	Metody hodnocení potenciální fixace - imobilizace dusíku	5
2.4	Metody hodnocení fyzikálních vlastností substrátů	6
2.5	Rozdělení kompostů pro přípravu substrátů	7
2.6	Dávkování kompostů při přípravě pěstebních substrátů	9
2.7	Chemické vlastnosti substrátů s komposty	11
2.8	Obsah přijatelných stopových živin v substrátech s komposty	14
2.9	Potenciální imobilizace dusíku v substrátech s komposty	16
2.10	Fyzikální vlastnosti substrátů s komposty	16
2.11	Shrnutí	19
3	Srovnání novosti postupů	20
4	Popis uplatnění metodiky	21
5	Seznam použité související literatury	21
6	Seznam publikací, které předcházely metodice	23
7	Dedikace	24
8	Jména oponentů a názvy jejich organizací	24

1 Cíl metodiky

Poskytnout kompletní návod pro přípravu pěstebních substrátů s využitím kompostů a upřesnit metody hodnocení chemických a fyzikálních vlastností výchozích komponentů a výsledných směsí.

Vypracovat kritéria pro použití kompostovaných odpadů vzniklých při údržbě zeleně tzv. zelených kompostů pro přípravu organických pěstebních substrátů, stanovit maximální přídavek zeleného kompostu do substrátu s ohledem na jeho chemické a fyzikální vlastnosti a stanovit optimální kombinace zeleného kompostu s dalšími organickými komponenty a minerálními hnojivy.

2 Vlastní popis metodiky

2.1 Současný stav používání a výroby pěstebních substrátů v ČR

Základní složku většiny pěstebních substrátů používaných v zahradnické produkci v České republice tvoří rašelina, podobně tomu je i v jiných evropských zemích. Používá se samostatně nebo v kombinaci s dalšími organickými nebo minerálními komponenty. V podmínkách ČR jsou nejrozšířenější dva základní alternativní organické komponenty: kompostovaná kůra a kompost (kompostovaný odpad vzniklý při údržbě zeleně - tráva, listí, dřevní štěpka).

Při výrobě pěstebních substrátů se rašelina může částečně, případně i zcela nahradit celou řadou alternativních komponentů. Pokud se omezíme na cenově přijatelné suroviny z místních zdrojů, které jsou k dispozici ve větším množství, kromě kompostované kůry připadají v úvahu především komposty a různě upravený dřevní odpad. Nejčastějším nedostatkem kompostů je příliš vysoký obsah rozpustných solí (včetně solí balastních, např. sodných) i některých živin, nejčastěji se jedná o vysoký obsah vápníku, draslíku a někdy i fosforu (Fischer 1998). Obsah jednotlivých živin v substrátech s komposty může až několikanásobně překračovat optimální hodnoty a tím značně limitovat podíl kompostů v pěstebních substrátech. Ten by každopádně neměl překračovat 50 % obj., při vyšším podílu se dá očekávat zhoršení růstu.

Jako nejvhodnější se jeví kompostovaný odpad vzniklý při údržbě zeleně (tráva, listí dřevní štěpka), tzv. zelený kompost, který se může při výrobě substrátů použít v relativně vysokých dávkách 40 % obj. (Popp, Fischer 1998a, 1998b) až 50 % obj. (Burger et al. 1997, Wilson et al. 2001a, 2001 b, 2001c, 2002, 2003). Výroba tohoto typu kompostu se v ČR výrazně rozšiřuje. Komposty jsou také jedním z mála k rašelině alternativních organických komponentů, které se současně nevyužívají jako palivo.

Komposty je možné při přípravě substrátů kombinovat i s průmyslově vyráběnými dřevními vlákny dřevními vlákny (Cultifibre, Toresa, Pietal) (Šrámek, Dubský 2002, Schäfer et al. 2003, Rest et al. 2003a, 2003b). Kromě těchto průmyslově připravených dřevních vláken jsou použitelné i piliny a hobliny, které jsou po určitou dobu vystaveny povětrnostním vlivům (Dubský, Šrámek 1998), u těchto směsí je ale nutné eliminovat imobilizaci dusíku v důsledku kombinace biologicky aktivního kompostu a komponentu s vysokým poměrem C/N.

Rovněž u nedostatečně zkompostované kůry nebo kompostů s podílem odpadního dřeva (štěpka, piliny) při vyšším poměru C:N mohou nastat problémy s biologickou sorpcí dusíku. 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 v substrátech.. Limitující mohou být i fyzikální vlastnosti, ve srovnání s rašelinou se komposty vyznačují nižší zadržet vodu, nižší vodní kapacitou.

V současné době se v zahradnické praxi zvyšuje podíl substrátů na bázi kvalitních světlých vrchovištních rašelin, které jsou charakteristické vláknitou strukturou a nízkým stupněm rozložení. Světlé vrchovištní rašeliny se do ČR dováží, především z Pobaltí nebo Běloruska. K rašelině alternativní organické komponenty se při dostupnosti vrchovištních rašelin nepoužívají k náhradě rašeliny v substrátech, ale k úpravě a optimalizaci jejich chemických a fyzikálních vlastností. Složení substrátu - podíl kompostované kůry a kompostů a základní hnojení substrátu je nutné přizpůsobit vlastnostem použitého komponentu.

Především ve školkařské produkci se vedle organických pěstebních substrátů používají i směsi s vyšším podílem minerálních komponentů (zeminy, sprašové hlíny apod.). Hlavní uplatnění těchto substrátů s minerálními komponenty je při předpěstování dřevin v kontejnerech určených pro zakládání a obnovu porostů v krajině. Tyto substráty se dále používají pro pěstování ve větších nádobách, např. mobilní zeleň. Substráty s minerálními komponenty mají vysokou objemovou hmotnost a jejich přeprava je tedy nákladnější než u lehkých organických substrátů, jejichž hlavní složkou je rašelina. Školkařské podniky, které mají v nabídce dřeviny pro ozelenění krajiny v kontejnerech, a realizační zahradnické firmy, které si předpěstovávají vlastní rostlinný materiál, si tyto pěstební směsi připravují sami přímo v místě spotřeby. Minerální komponenty v množství 20–50 % obj. se kombinují s organickými. Pro jejich přípravu je vhodné použít i komposty.

2.2 Metody hodnocení základních chemických vlastností substrátů

Mezi základní chemické vlastnosti substrátů, které ovlivňují růst rostlin, patří hodnota pH, která charakterizuje reakci substrátu, hodnota elektrické vodivosti (EC) vodního výluhu, která charakterizuje obsah rozpustných solí, a obsah přijatelných živin (dusík v nitrátové a amonné formě, P, K, Mg a Ca). Vedle hlavních živin je pro optimalizaci systému výživy důležitý i obsah přijatelných stopových živin (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo).

Pro hodnocení chemických vlastností substrátů s komposty doporučujeme metody platné v Evropské unii (EUROPÄISCHE NORM, zkratka EN). Tyto metody jsou založeny na stanovení objemové hmotnosti (OH) substrátu s přirozeným obsahem vody na počátku rozboru (EN 13040). OH se stanovuje v litrovém válci po mírném stlačení závažím za definovaných podmínek. Takto stanovená OH slouží pro výpočet navážky vzorku odpovídající 60 ml vzorku. Pro porovnání různých substrátů je nutné podle obsahu sušiny vypočítat OH suchého substrátu.

Hodnoty pH (EN 13037) a EC (EN 13038) se stanovují ve vodním výluhu 1v:5v (navážka odpovídající 60 ml vzorku + 300 ml vyluhovacího činidla). Hodnota pH se měří v suspenzi, EC ve filtrátu. Pro zjištění obsahu přijatelných živin se používá stejný vyluhovací poměr. Normy EN umožňují použít dvě vyluhovací činidla: EN 13652 destilovanou vodu (používanou v původní holandské metodě) a EN 13651 kyselé činidlo CAT (0,01 mol/l chlorid vápenatý, 0,002 mol/l DTPA, pH 2,6, používané v původní německé metodě). Ve výluhu CAT nelze, vzhledem k jeho složení, stanovit přijatelný vápník, v obou vyluhovacích činidlech je možné stanovit i obsah stopových živin v substrátu. Pro kompletní chemický rozbor je podle EN 13040 potřeba minimálně 5 litrů vzorku. Pro základní rozbor postačuje asi 1,5 litru vzorku.

Většina normy EN je platná od roku 1999, normy pro stanovení obsahu přijatelných živin jsou z 2001. V letech 2004–2005 bylo ve spolupráci s laboratoři VÚKOZ Průhonice, AGRO CS Česká Skalice a ÚKZÚZ Planá nad Lužnicí provedeno srovnání stávajících metod pro hodnocení substrátů a nových metod podle EN. Vzhledem k tradici používání kyselého

vyluhovacího činidla Göhler (0,52 mol/l kyselina octová 0,05 mol/l octan sodný) bylo pro stanovení obsahu přijatelných živin i stopových živin ze dvou povolených činidel v EN zvoleno vyluhovací činidlo CAT. Obsah přijatelného vápníku se pak hodnotí ve vodním výluhu spolu s hodnotami pH a EC. Obsah přijatelných živin je nutné 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

S rozvojem používání k rašelině alternativních organických komponentů se v pěstebních substrátech objevují problémy s úbytkem (imobilizací) pro rostliny přijatelného dusíku v důsledku mikrobiální činnosti.

Příznaky deficitu dusíku 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 přípravě substrátů z nových alternativních komponentů je účelné u těchto substrátů stanovit potenciální fixaci - imobilizaci dusíku.

Pro hodnocení této vlastnosti bylo vypracováno několik laboratorních metod založených na přidání přijatelného dusíku do substrátu, následné inkubaci při konstantní teplotě a vlhkosti a stanovení rozdílu obsahu amonného a nitrátového dusíku na počátku a na konci inkubace. Ve VÚKOZ Průhonice byla vybrána německá metodika VDLUFA „Stanovení potenciální fixace - imobilizace dusíku u organických materiálů“ z roku 1997 (Hoffman 1997). Tato metoda je použitelná jak pro nekompostované, tak pro kompostované komponenty. 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 (tab. 1).

Metoda není technicky náročná, ale je poněkud pracná, protože pro určení navážky a pro přípravu vzorku je nutné stanovit řadu veličin, jako jsou objemová hmotnost suchého vzorku, maximální vodní kapacita substrátu, pH a obsah přijatelných živin. Optimální hodnota pH vzorku pro průběh imobilizace je 5,5–6,5, nižší hodnoty pH je nutné upravit vápencem. V případě, že testovaný vzorek obsahuje málo přijatelného P (pod 40 mg/l) nebo K (pod 80 mg/l), je nutné aplikovat vodorozpustné NPK hnojivo (např. 15 % N, 10 % P_2O_5 , 15 % K_2O) v množství 1 g/l substrátu nebo doplnit chybějící živinu v odpovídajícím množství.

Tab. 1: Mezní hodnoty pro změnu obsahu přijatelného dusíku (mg N/l substrátu)

změna	kompostovaná kůra	dřevní vlákna	substrát, kompost	hodnocení stability N
záporná (imobilizace N)	0 až -50	0 až -50	0 až -50	stabilní
	-50 až -100	-50 až -150	-50 až -150	mírně nestabilní
	<-100	<-150	<-150	nestabilní
kladná (mobilizace N)	0 až 50	0 až 50	0 až 50	stabilní
	50 až 100	50 až 150	50 až 150	mírně nestabilní
	>100	>150	>150	nestabilní

2.4 Metody hodnocení fyzikálních vlastností substrátů

Základní fyzikální vlastností substrátů je OH, používá se pro stanovení objemu substrátu při obchodování (EN 12580) a pro vyjádření obsahu přijatelných živin v mg na litr substrátu při chemických rozbořech (EN 13040).

Z pěstitelského hlediska jsou důležité hydrofyzikální vlastnosti, t.j. schopnost substrátu zadržet vodu při dostatečné zásobě vzduchu. Poměr vody a vzduchu je zvláště důležitý při pěstování v malých nádobách, kde mají rostliny k dispozici omezené množství substrátu.

Doporučená a v laboratorních testech při hodnocení substrátů s komposty použitá metoda pro hodnocení hydrofyzikálních vlastností substrátů vychází z evropské normy EN 13 041. Metoda přebírá velikost válečků (výška 5,3 cm, průměr 10 cm, objem 416 cm³) a způsob plnění válečku substrátem a základní sycení vzorku.

Jednou ze základních charakteristik substrátu je obsah vody (vyjádřený v % obj.) při vodním potenciálu -1 kPa (podtlak 1 kPa) označovaný jako kontejnerová kapacita. Stanovení je popsáno v normě EN 13 041, která používá plnění válečků substrátem o definované vlhkosti (odstavec 7.1). Váleček (naspodu zajištěný gázou) s nástavcem stejné výšky se naplní vlhkým substrátem a sytí se vodou, postupně odspodu pomalým zvyšováním hladiny (odstavec 7.2). 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 hodin, maximum 72 hod.) se odstraní nástavec, seřízne přebytečný substrát a stanoví se obsah vody.

Pro komplexní hodnocení hydrofyzikálních vlastností substrátů je nutné na pískovém tanku stanovit retenční křivky, které charakterizují závislost vlhkosti substrátu na vodním potenciálu v rozsahu -0,25 kPa (nasycený vzorek) až -10 kPa, což odpovídá podtlaku 0,25 až 10 kPa, který se nastavuje jako rozdíl vodních sloupců 2,5 až 100 cm.

Při stanovení retenčních křivek se postupuje podle modifikované normy EN 13 041. Po ustanovení rovnováhy na pískovém tanku s podtlakem 1 kPa (odstavec 7.3) se neodstraňuje nástavec a zařazuje se ještě jedno sycení. Nasycený vzorek se nechá jednu hodinu ustálit, poté se odstraní nástavec, seřízne substrát a váleček se umístí na nasycený pískový tank s nastaveným podtlakem 0,25 kPa, což odpovídá rozdílu hladin 2,5 cm (měřeno od středu válečku). Pro vynesení retenčních křivek se doporučuje stanovit obsah vody při podtlaku 0,25, 0,5, 1, 2, 3, 5, a 10 kPa. Pro stanovení obsahu vody při aplikovaném potenciálu (EN 13 041, odstavec 8.2) je nutné váleček se substrátem po ustanovení rovnováhy zvážit.

Po ukončení měření se vzorek vysuší a stanoví se objemová hmotnost suchého (OHS) vzorku (EN 13 041, odstavec 8.2). Pórovitost (P) v % obj. se vypočítá z objemové hmotnosti o (g/cm³) a specifické hmotnosti s (g/cm³): $P = 100(s-o)/s$ (EN 13 041, odstavec 8.5). Norma EN 13 041 stanovuje specifickou hmotnost výpočtem z obsahu spalitelných látek a obsahu popela (odstavec 8.4).

Pro přesné stanovení specifické hmotnosti je vhodnější použít pyknometr (Valla et al. 1980), pro organické substráty se doporučuje navážka 5 g, pro substráty se zeminou navážka 10 g vzorku. Vzorek se vpraví na malou porcelánovou misku a přelije destilovanou vodou. za stálého míchání se povaří 5 min. Vychladlá suspenze se z misky kvantitativně vpraví do pyknometru o objemu 100 cm³, který se poté doplní destilovanou vodou a otevřený se nechá 20–30 min temperovat ve vodní lázni. Potom se uzavře zátkou, osuší a zváží. Specifická hmotnost s (g/cm³) se vypočítá: $s = Ns/(Pv+Ns-Ps)$, kde Pv (g) je hmotnost pyknometru s destilovanou vodou, Ps (g) je hmotnost pyknometru se suspenzí, Ns (g) je navážka vzorku přepočítaná na sušinu.

Pro každý krok měření (aplikovaný potenciál) na pískovém tanku se vypočítá obsah vody v substrátu (EN 13 041, odstavec 8.2) a vynesou se retenční křivky. Dále se vypočítá

vzdušná kapacita, objem vzduchu při potenciálu -1 kPa, a kategorie vody podle dostupnosti rostlinám (tab. 1).

Retenční křivky určují, jak pevně je voda v substrátu poutaná. Pokud se zvětšuje rozdíl hladin 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 (Verdonck at al. 1983, Prasad, O'Shea 1999). Voda, která se uvolní do potenciálu -1 kPa, představuje vodu gravitační, která po zálivce volně odteče. Obsah vody při potenciálu -1 kPa se označuje jako kontejnerová (vodní) kapacita, která charakterizuje schopnost substrátu zadržet vodu. Objem pórů vyplněných vzduchem při potenciálu -1 kPa se označuje jako vzdušná kapacita.

Kromě kontejnerové a vzdušné kapacity je z pěstebního hlediska důležitý obsah vody snadno dostupné pro rostliny (tab. 2). 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 (tab. 2). 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 pufovací 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 nad -10 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. 2: 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 Rozdělení kompostů pro přípravu substrátů

Doporučení pro použití kompostů pro přípravu pěstebních substrátů vychází z pokusů provedených ve VÚKOZ Průhonice v období 2005–2008. Byly hodnoceny komposty z pěti zdrojů, z nich připravené modelové substráty byly vyhodnoceny v laboratorních testech i vegetačních pokusech.

Pro stanovení podílu kompostu v substrátové směsi jsou zásadní jeho chemické vlastnosti, především hodnota pH, obsah rozpustných solí charakterizovaný hodnotou EC vodního výluhu a z přijatelných živin především obsah draslíku. Na základě hodnoty EC a

obsahu přijatelného draslíku byly komposty rozděleny do tří skupin (tab. 3). Příklady chemických vlastností kompostů z jednotlivých skupin jsou uvedeny v tabulce 4.

Do skupiny A byly zařazeny komposty s nižší hodnotou EC (<0,6 mS/cm) a nižším obsahem přijatelného draslíku (<1000 mg K/l). Pro přípravu substrátů se dají použít ve větším podílu (do 50 % obj.), limitujícím faktorem je v tomto případě vyšší hodnota pH. Jedná se o komposty, u kterých je při kompostování použita, kromě standardní zakládky zelených kompostů (tráva, listí, dřevní štěpka), i kůra nebo zemina, případně vyšší podíl dřevní štěpky. Často se jedná o komposty s delší dobou kompostování (nad 8 měsíců).

Do skupiny B byly zařazeny standardní „zelené“ komposty, zakládka (tráva, listí, štěpka) je kompostována 6–7 měsíců a 2–3 × přehozena. Hodnota EC se u nich pohybuje v rozmezí 0,9–1,1 mS/cm a obsah přijatelného draslíku v rozmezí 2000–3500 mg/l. Pro přípravu substrátů se dají použít v podílu 10–30 % obj. v závislosti na dalších použitých komponentech.

Do skupiny C byly zařazeny komposty, u kterých je do zakládky přidáváno kolem 20 % obj. organických hnojiv, především separované kejdy. Hodnota EC se pohybuje v rozmezí 1,4–1,9 mS/cm a obsah přijatelného draslíku v rozmezí 4000–6000 mg/l a pro přípravu substrátů se dají použít v podílu 5–15 % obj. v závislosti na dalších použitých komponentech. Optimální hodnota EC je u této skupiny kompostů pod 1,6 mS/cm, při hodnotách kolem 1,9 mS/cm, je jejich použití pro přípravu substrátů problematické.

Tab. 3: Rozdělení kompostů do skupin podle hodnoty EC a obsahu přijatelného draslíku, rozpětí chemických vlastností u jednotlivých skupin kompostů a kompostované kůry a rašeliny. OHS - objemová hmotnost vysušeného vzorku, pH, EC a Ca: *vodní výluh 1v/5v, N, P, K Mg: CAT 1v/5v.

kompost - skupina	OHS g/l	pH*	EC* mS/cm	N-NH ₄	N-NO ₃	P	K	Mg	Ca*
				mg/l					
A	300–500	6,0–8,0	0,2–0,6	50–150	10–80	20–60	200–1000	80–200	10–100
B	380–480	8,0–9,0	0,9–1,1	50–150	50–150	50–80	2000–3500	80–200	60–150
C	380–480	8,0–9,0	1,4–1,9	150–250	140–400	100–160	4000–6000	200–300	150–350
<i>srovnání</i>									
kompostovaná kůra	250–300	5,3–8,0	0,1–0,5	30–150	10–280	5–20	100–460	60–260	10–190
rašelina	80–170	3,5–4,2	0,03–0,06	20–60	5–15	2–5	10–20	50–80	5–20

Tab. 4: Organické komponenty - příklady chemických vlastností kompostů skupina A–C/rok hodnocení, kompostované kůry a rašeliny. OHS - objemová hmotnost vysušeného vzorku, pH, EC a Ca: *vodní výluh 1v/5v, N, P, K Mg: CAT 1v/5v.

organický komponent	OHS g/l	pH*	EC* mS/cm	N-NH ₄	N-NO ₃	P	K	Mg	Ca*
				mg/l					
<i>kompost skupina A</i>									
A/2006	285	6,4	0,06	146	13	48	212	84	7
A/2008.	486	8,4	0,54	114	76	54	1619	163	36
<i>kompost skupina B</i>									
B/2005	389	8,2	0,91	53	109	62	1951	79	88
B/2006	482	8,6	1,11	55	145	57	3486	189	110
B/2008a	224	6,9	1,12	137	245	87	1328	420	142
B/2008b	421	8,5	0,86	122	140	97	2407	181	50
<i>kompost skupina C</i>									
C/2007a	482	8,0	1,61	127	400	134	5229	233	131
C/20/07b	389	8,8	1,65	247	250	160	5437	241	362
C/2007c	354	8,1	1,94	97	329	157	5146	281	167
<i>srovnání</i>									
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
kůra/2007	295	6,5	0,08	106	6	26	216	80	17
kůra/2008	277	7,5	0,1	102	14	9	295	66	7
rašelina/2005	63	4	0,05	72	12	5	12	73	11
rašelina/2006	170	4,3	0,04	61	9	3	17	71	16
rašelina/2007	106	4,0	0,07	62	9	8	25	65	14

2.6 Dávkování kompostů při přípravě pěstebních substrátů

Při přípravě pěstebního substrátu je nutné zajistit jeho optimální chemické vlastnosti (hodnoty pH, EC a obsahu přijatelných živin a přijatelných stopových živin) dávkováním hnojiv a vápence na úpravu pH. Optimální chemické vlastnosti pro rašelínový pěstební substrát pro rostliny se středními nároky na živiny jsou uvedeny v tabulce 8. Základní hnojení pěstebních substrátů vychází především z jejich složení a dále pak z náročnosti rostlin na živiny. Pro hnojení rašelínových substrátů se nejvíce používají prášková rozpustná NPK hnojivo např. PG MIX (14 % N, 16 % P₂O₅, 18 % K₂O, 0,7 % MgO + stopové živiny). Pro rašelínové pěstební substráty se používají dávky 0,8–1,5 g/litr (0,8–1,5 kg/m³), v závislosti na náročnosti pěstované kultury na živiny, Standardní dávkou 1 g/l, která postačuje pro většinu rostlin, se na litr substrátu dodá: 140 mg N, 70 mg P a 150 mg K. Pro pěstební substráty jsou vhodná i granulovaná NPK hnojiva, např. Hydrokomplex (12 % N, 11 % P₂O₅, 18 % K₂O, 2,7 % MgO + stopové živiny), která se používají v dávkách 1,5–2 g/l substrátu. Do rašelínových substrátů se dále aplikuje vápenec v množství 3–6 g/l, podle požadavku na výslednou hodnotu pH. Dávky vápence se snižují při použití minerálních komponentů, např. bentonitů.

U pěstebních organických substrátů s alternativními organickými komponenty, kompostem, případně kompostovanou kůrou, je nutné na základě obsahu živin a hodnoty pH použitých komponentů zvolit jejich optimální dávku (tab. 5), podle které se upraví základní hnojení a dávky vápence. Vzhledem k vysokému obsahu draslíku v kompostech se používají jednosložková dusíkatá (LAV 27,5 % N, dusičnan amonný 35 % N) a fosforečná hnojiva (superfosfáty, např. jednoduchý 18 % P₂O₅, fosmag 26 % P₂O₅), případně dvousložková NP hnojiva (např. 26 % N-14 % P₂O₅) bez stopových živin. Množství stopových živin dodaných

komposty, případně kompostovanou kůrou je většině případů dostačující (tab. 13). Podle dávky kompostu se snižuje dávka vápence, případně se vápenec nepřidává. Uvedené dávky vápence platí pro jemně mletý dolomitický vápenec s obsahem 85 % CaCO₃ a 5 % MgCO₃, velikost částic pod 0,5 mm.

Tab. 5. Rozsah dávkování kompostů do organických substrátů podle skupin A–C, doporučené kombinace kompostu s rašelinou (R) nebo rašelinou a kůrou (K), doporučený přírůdek živin (N, P) ve formě minerálních hnojiv a dávka vápence

kompost		kombinace % obj.	přídavek živiny v mg/l sub.		vápeneč g/l sub.
skupina	podíl v % obj.		N	P	
A	min. 20 %	R 80 %	100–110	50–70	0–3
		R min. 40 % K max. 40 %	90–130	50–70	0–1
	max. 50 %	R 50 %	60–70	0–20	0
		R min. 40 % K max. 10 %	60–80	0–20	0
B	min. 10 %	R 90 %	80–140	30–70	2–4
		R min. 50 % K max. 40 %	90–140	30–70	2–4
	max. 25 %	R 75 %	60–80	0–30	0–2
		R min. 55 % K max. 20 %	80–120	0–30	0–1
C	min. 5 %	R 95 %	80–110	0–20	0–3
		R min. 55 %, K max. 40 %	90–130	0–30	0–2
	max. 15 %	R 85 %	60–80	0–20	0–2,5
		R min. 45 %, K max. 40 %	80–100	0–30	0–2,5

Komposty lze použít i při přípravě substrátů s minerálními komponenty, zeminy. Zeminy se používají v množství 20–50 % obj. (tab. 6) a kombinují se s dalšími organickými komponenty (rašelina, kompostovaná kůra).

Tab. 6. Maximální dávkování kompostů do substrátů s minerálními komponenty (sprašové hlíny, zeminy) podle skupin A–C, doporučené kombinace kompostu (Z) s minerálním komponentem (M), rašelinou (R) nebo kůrou (K), doporučený přírůdek a živin (N, P) ve formě minerálních hnojiv a dávka vápence

kompost		kombinace % obj.	přídavek živiny v mg/l sub.		vápeneč N
skupina	podíl v % obj.		N	P	
A	max. 50 %	M 20–50 % Z 30–50 % K (R) 0–50 %	60–70	0–30	0
B	max. 30 %	M 20–50 % Z 20–30 % R (K) 20–60 %	90–150	0–70	0–2,5
C	max. 20 %	M 20–50 % Z 10–20 % R (K) 40–70 %	70–90	0–40	0–2,5

Také v tomto případě dávkování kompostů závisí na jejich chemických vlastnostech, oproti organickým substrátům lze použít mírně vyšší dávky (navýšení o 5–10 % obj.), vzhledem k sorpci kationtů na sorpční komplex zemin. U jednotlivých skupin kompostů se při přípravě pěstebních substrátů s minerálními komponenty doporučují jejich maximální dávky a podle charakteru kompostu, především u skupiny A, případně snižovat dávku zeminy. Pro základní hnojení se opět používají pouze dusíkatá a fosforečná hnojiva, vápencem na úpravu pH se používá ve výjimečných případech při nízkých dávkách kompostu a nízké hodnotě pH použité zeminy.

2.7 Chemické vlastnosti substrátů s komposty

V tabulce 7 jsou uvedeny příklady složení organických substrátů s komposty hodnocených v pokuse VÚKOZ. U těchto směsí byly stanoveny základní chemické (tab. 8) i fyzikální vlastnosti (tab. 15) a substráty byly úspěšně odzkoušeny ve vegetačních pokusech.

Při použití kompostů přesahuje většinou obsah přijatelného draslíku horní hranici optimálního rozsahu pro rašelinové substráty (180 mg/l). Optimální obsah přijatelného draslíku v substrátech s komposty je pod 300 mg/l, limitní hodnota je 500 mg/l. Použití substrátů s komposty s obsahem přijatelného draslíku vyšším než 500 mg/l je rizikové. Rovněž optimální hodnoty pH a EC jsou u substrátů s komposty mírně vyšší než u rašelinových.

Tab. 7: Příklady složení organických pěstebních substrátů se zeleným kompostem ze skupiny B a C hodnocených v rámci pokusů VÚKOZ: RZ - rašelinový substrát s kompostem, RKZ - rašelinokůrový substrát s kompostem, srovnání s organickými substráty bez kompostu: R - rašelinový, RK - rašelinokůrový substrát, označení komponentů viz tab. 4

substrát	rašelina % obj.	kůra % obj.	zelený kompost % obj.	dávky živin v mg/l sub.			vápencem g/l sub
				N	P	K	
<i>kompost B</i>							
RZ/2005	75 (2005)	-	25 (B/2005)	80	-	-	0
RZ/2006	90 (2006)	-	10 (B/2006)	140	70	-	4
RKZ/2006a	80 (2006)	10 (2006)	10 (B/2006)	140	70	-	4
RKZ/2006b	60 (2006)	20 (2006)	20 (B/2006)	140	70	-	2,5
<i>kompost C</i>							
RKZ/2007	60 (2007)	30 (2007)	10 (C/2007)	110	-	-	2,5
<i>srovnání</i>							
R/2005	100 (2005)	-	-	140	70	150	6
RK/2005	60 (2005)	40 (2005)	-	110	70	80	1
RK/2007	60 (2007)	40 (2007)	-	165	90	100	4

použitá hnojiva: RS: PGmix (14 % N, 16 % P₂O₅, 18 % K₂O), RZ: LAV- ledek amonný s vápencem (27,5 % N), SP - superfosfát (18 % P₂O₅), RKZ LAV, SP a SK - síran draselný (50 % K₂O)

Přídavek dusíku při přípravě substrátů s komposty se většinou pohybuje v rozmezí 110–140 mg/l (tab. 6). Po smíchání kompostu s rašelinou, případně i kůrou může dojít k mírné imobilizaci dodaného dusíku, proto jsou doporučeny, i přes přirozený obsah přijatelného dusíku v kompostech (tab. 4), dávky dusíku srovnatelné s rašelinovými substráty. Při aplikaci výše uvedené dávky se obsah přijatelného dusíku stanovený v substrátech s komposty pohybuje v rozmezí 150–300 mg/l, horní hranice optimálního rozsahu pro

pěstební substráty (200 mg/l) je v některých případech překročena o 50 %, což je tolerovaná hodnota.

Doporučovaný přírůvek fosforu (tab. 4) závisí na dávce zeleného kompostu a obsahu přijatelného fosforu v kompostu. I při relativně vysokém obsahu fosforu v kompostu 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. Naopak v některých případech především při kombinaci rašeliny s kůrou a kompostem (např. tab. 7, vzorek RKZ/2006b) se obsah přijatelného fosforu může pohybovat na spodní úrovni optima nebo mírně pod optimem. Příklady chemických vlastností substrátů s komposty jsou uvedeny v tabulce 8.

Tab. 8: Příklady chemických vlastností organických substrátů se zeleným kompostem ze skupiny B a C, srovnání s organickými substráty bez kompostu, složení viz tab. 7. 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	mg/l			
						P	K	Mg	Ca*
<i>kompost B</i>									
RZ/2005	135	6,1	0,31	131	62	55	411	121	37
RZ/2006	128	5,8	0,34	124	104	43	423	218	71
RKZ/2006a	165	6,1	0,35	236	104	33	386	233	86
RKZ/2006b	179	5,7	0,46	154	162	67	585	207	97
<i>kompost C</i>									
RKZ/2007	153	5,7	0,36	85	107	51	540	126	59
<i>srovnání</i>									
RS/2005	79	6,0	0,25	131	46	37	112	137	33
RK/2005	140	6,5	0,46	99	60	31	178	69	178
RK/2007	145	5,8	0,28	118	73	26	166	76	65
optimum- pěstební		5,5– 6,5	0,3– 0,4	120–200		40–90	120–180	80–160	40–120
optimum s kompostem		5,5– 7,3	0,35– 0,5	120–200		40–90	120–300	80–160	40–120

V tabulce 9 jsou uvedeny příklady složení substrátů s minerálními komponenty a komposty, u kterých byly stanoveny základní chemické (tab. 10) i fyzikální vlastnosti (tab. 15) a substráty byly úspěšně odzkoušeny ve vegetačních pokusech.

Obdobně jako u organických substrátů obsah přijatelného draslíku v substrátech s komposty přesahuje horní hranici optimálního rozsahu pro rašelinové substráty (180 mg/l). Optimální obsah přijatelného draslíku pro substráty s minerálními komponenty a komposty je obdobný jako u organických substrátů s komposty (<300 mg/l) a limitní hodnota obsahu draslíku je 500 mg/l substrátu. Optimální hodnoty pH a EC substrátů s minerálními komponenty a komposty jsou obdobné jako u substrátů bez kompostů. Hodnoty pH jsou u substrátů s minerálními komponenty výrazně ovlivněny použitou zeminou.

Při výstupní kontrole kompostů i substrátových směsí je nutné stanovit hodnoty pH, EC a obsah přijatelného draslíku. Pro správné dávkování vápence a hnojiv při přípravě substrátů a pro optimalizaci výživy v průběhu pěstování je však účelné stanovit také obsah přijatelného vápníku i ostatních živin.

Tab. 9: Příklady složení pěstebních substrátů s minerálními komponenty, zeminami (označení -M) a zeleným kompostem hodnocených v rámci pokusů VÚKOZ: RZ-M - rašelínový s kompostem, KZ-M - kůrový s kompostem, RKZ-M - rašelínokůrový s kompostem, srovnání: RK-M - rašelínokůrový, označení komponentů viz tab. 4

substrát	zemina % obj.	rašelina % obj.	kůra % obj.	kompost % obj.	dávky živin v mg/l			vápenec g/l sub
					N	P	K	
<i>kompost B</i>								
RZ-M/2005	50*	20 (2005)	-	30 (B/2005)	90	-	-	0
KZ-M/2005	50*	-	20 (2005)	30 (B/2006)	150	-	-	0
RKZ-M/2006a	40*	20 (2006)	20 (2006)	20 (B/2006)	140	70	-	
RKZ-M/2006b	40**	20 (2006)	20 (2006)	20 (B/2006)	140	70	-	2,5
<i>srovnání</i>								
RK-M/2007	40*	45(2007)	15 (2007)	-	160	110	210	2

použité zeminy: * zemina, pH 8, ** sprašová hlína, pH 5,6

použitá hnojiva: LAV - ledek amonný s vápencem (27,5 % N), SP - superfosfát (18 % P₂O₅), SK - síran draselný (50 % K₂O)

Tab. 10: Příklady chemických vlastností substrátů s minerálními komponenty, zeminami (označení -M) a zeleným kompostem ze skupiny B, srovnání se substrátem bez kompostu, složení viz tab. 9, 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*	N-NH ₄	N-NO ₃	P	K	Mg	Ca*
<i>kompost B</i>									
RZ-M/2005	672	7,4	0,46	45	116	25	423	120	105
KZ-M/2005	697	7,4	0,46	55	129	21	510	141	105
RKZ-M/2006a	619	6,7	0,32	159	102	39	477	145	78
RKZ-M/2006b	608	6,8	0,26	109	61	21	332	216	87
<i>srovnání</i>									
RK-M/2007	434	6,4	0,50	151	111	34	220	125	50
optimum- substrát -M		6,5– 7,5	0,3– 0,5	120–200		30–60	120–180	80–160	40–120
optimum s kompostem		6,5– 7,5	0,3– 0,5	120–200		30–60	120–300	80–160	40–120

V tabulce 11 jsou uvedeny příklady složení substrátů se zeleným kompostem připravenými v zahradnických podnicích. V tabulce 12 jsou uvedeny jejich chemické rozborů.

U kompostů ze skupiny A jsou uvedeny dva příklady, oba s dávkou 50 % obj. zeleného kompostu. Dávka kompostu a dusíku je zvolena optimálně, obsah přijatelného dusíku se pohybuje pod 200 mg/l a obsah přijatelného draslíku pod 450 mg/l. V druhém případě je do substrátu aplikováno fosforečné hnojivo, což se pozitivně projevilo na zvýšeném obsahu přijatelného fosforu.

U kompostů ze skupiny B jsou uvedeny dva příklady organických substrátů a jeden příklad substrátu s minerálním komponentem. Oba organické substráty mají optimální dávku kompostu i hnojiv. Substrát RKZ/2008a má nižší hodnotu EC i mírně nižší obsah přijatelných živin a má univerzální použití. Substrát RKZ/2008b s vyšší hodnotou EC a s vyšším obsahem přijatelného dusíku je vhodný pro rostliny náročnější na živiny. U substrátu s minerálním komponentem RZ-M/2006 je příliš vysoký podíl kompostu a tomu odpovídá i vysoký obsah přijatelného draslíku, podíl kompostu ze skupiny B byl doporučen max. 30 % obj.

U kompostů ze skupiny C jsou uvedeny dva příklady organických substrátů. U obou substrátů je vysoký obsah draslíku, v případě těchto kompostů bylo doporučeno použít poloviční dávky. Dále bylo doporučeno komposty před použitím do substrátů smíchat s kompostovanou kůrou v poměru 1:1 pro přesnější dávkování do substrátu.

Tab. 11: Příklady složení organických substrátů a substrátu s minerálním komponentem připravených v zahradnických podnicích: RZ - rašelínový s kompostem, RKZ - rašelinokůrový s kompostem, RZ-M - substrát s rašelinou, kompostem a minerálním komponentem

substrát	rašelina	kůra	zemina	kompost	dávky živin v mg/l			vápenec
	% obj.	% obj.	% obj.	% obj.	N	P	K	g/l sub
<i>kompost A</i>								
RZ/2006	50			50	100	-	-	0
RZ/2007	50			50	100	40	-	0
<i>kompost B</i>								
RKZ/2008a	50	40	-	10	150	30	-	2
RKZ/2008b	50	35		15	150	-	-	2
RZ-M/2006	20		30	50	-	-	-	0
<i>kompost C</i>								
RKZ/2007a	55	35		10	130	-	-	0
RKZ/2007b	60	25		15	150	-	-	2

použitá hnojiva: LAV- ledek amonný s vápencem (27,5 % N), SP - superfosfát (18 % P₂O₅), SK - síran draselný (50 % K₂O)

Tab. 12: Příklady chemických vlastností organických substrátů se zeleným kompostem připravených v zahradnických podnicích, 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*
	g/l		mS/cm	mg/l					
<i>kompost A</i>									
RZ/2006	420	6,4	0,22	60	75	60	353	163	22
RZ/2007	390	6,2	0,45	115	93	93	440	194	115
<i>kompost B</i>									
RKZ/2008a	211	6,2	0,28	160	68	49	310	124	18
RKZ/2008b	146	5,6	0,48	102	132	48	340	241	85
RZ-M/2006	568	8	0,5	89	53	38	963	176	54
<i>kompost C</i>									
RKZ/2007a	241	5,5	0,38	228	110	80	784	120	32
RKZ/2007b	151	6,2	0,50	180	93	111	913	184	62
optimum s kompostem		5,5–7,3	0,35–0,5	120–200		40–90	120–300	80–160	40–120

2.8 Obsah přijatelných stopových živin v substrátech s komposty

Z hodnocení obsahu přijatelných stopových živin (tab. 13) v organických komponentech (rašelina, kompost a kompostovaná kůra) i v substrátech s komposty vyplývá, že přidavek kompostů s přirozeným obsahem stopových živin zajišťuje jejich dostatečný obsah v pěstebních směsích. Ve srovnání s rašelinou mají organické alternativní komponenty, komposty i kompostovaná kůra, vyšší obsah všech stopových prvků. Ve srovnání

s kompostovanou kůrou mají komposty obdobný obsah železa, nižší obsah manganu a vyšší obsah zbývajících stopových živin, Zn, Cu, B a Mo.

Do rašelinových substrátů se stopové prvky dodávají NPK hnojivo se stopovými prvky. Nejpoužívanější je hnojivo PG Mix (0,09 % Fe, chelát EDTA, 0,16 % Mn, 0,04 % Zn, 0,12 % Cu, 0,03 % B, 0,2 % Mo). Hodnocené rašeliny měly poměrně vysoký obsah Fe, Zn a Cu. Příklad 1 g hnojiva PG mix na litr substrátu (viz. tab. 13) výrazně zvýší obsah B a Mo. Ve srovnání s ostatními stopovými živinami má hnojivo PG Mix poměrně vysoký obsah Mo, který vychází z jeho omezeného příjmu při předpokládaných nižších hodnotách pH rašelinových substrátů. Naopak hnojivem dodané množství Fe je v porovnání s původním obsahem v rašelině nízké.

V organických substrátech s podílem kompostu, případně kůry bez přídavku hnojiv se stopovými živinami je oproti rašelinovým s přídavkem stopových živin vyšší nebo shodný (Cu) obsah stopových živin, kromě molybdenu. Doporučené dávky 10–25 % obj. zeleného kompostu (skupiny B) i případné kombinace s kůrou 20–40 % obj. (viz tab. 5) jsou z hlediska obsahu přijatelných stopových živin v organických substrátech vhodné. Totéž platí pro maximální doporučené dávky 30 % obj. (viz tab. 6) u substrátů s minerálními komponenty. Při přípravě substrátů s komposty není nutné aplikovat hnojiva se stopovými živinami.

Obsah přijatelných stopových živin v komponentech a substrátech je účelné hodnotit při použití nových kompostů či jiných alternativních organických komponentů nebo při změně receptury přípravy substrátu.

Tab. 13: Obsah (rozsah) stopových živin v komponentech a substrátech, výluh CAT 1v/5v.

vzorek	železo	mangan	zinek	měď	bór	molybden
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
<i>komponenty</i>						
rašeliny/07	12–20	2–3	2–3,5	1,2–1,4	0,15–0,16	0–0,04
kůra/2007	50–52	59–60	10	2,5	1	0,04
kompost B/2007	50	25	20	3,7	3	0,13
<i>substráty s kompostem B</i>						
RZ/2006(tab.6)	25–39	4–10	4–5,5	2–3,5	0,8–0,9	0,007
RK/2007 (tab.6)	34,5	25,6	7,02	1,27	0,48	0,02
RKZ/2007 (tab.6)	38,8	19,9	6,64	1,62	0,78	0,03
RKZ/2006a (tab.6)	29,4	13,1	6,76	2,10	0,87	0,004
RKZ/2006b(tab.6)	37,1	21,6	9,14	2,14	1,256	0,006
RKZ-M/2006a (tab.8)	58,5	42,4	12,25	3,30	1,33	0,014
RKZ-M/2006b (tab.8)	37,5	43,4	9,16	2,03	1,15	0,0005
<i>srovnání: RS a KRS</i>						
RS/2006	13–17	2–4	1,5–2,5	2–2,5	0,27–0,30	0,02–0,09
RK/2006 (K-20 % obj.)	25–35	18–28	6–6,5	1,6–1,8	0,30	0,002–0,005
RK/2007 (tab.6)	34,5	25,6	7,02	1,27	0,48	0,02
doporučené hodnoty	15–60	2–30	1–10	1–4	0,2–1	0,002–0,1
stopové živiny*	0,9	1,6	0,4	1,2	0,3	2

* stopové živiny dodané hnojivem PG mix (0,09 % Fe, chelát EDTA, 0,16 % Mn, 0,04 % Zn, 0,12 % Cu, 0,03 % B, 0,2 % Mo) v dávce 1g/l substrátu do substrátů R

2.9 Potenciální imobilizace dusíku v substrátech s komposty

Pokud jsou komposty kvalitně připraveny, nedochází u nich při laboratorním hodnocení k výrazné imobilizaci dusíku (tab. 14). Z alternativních organických komponentů se imobilizací dusíku objevuje více u kompostované kůry, a to i v případech kvalitního zkompostování.

Z modelového pokusu s kombinacemi rašeliny, kůry, pilin a kompostu je patrné, že imobilizace dusíku může být poměrně vysoká v pěstebním substrátu při přidavku kompostu a kůry, případně kompostu kůry a pilin při nízkém podílu rašeliny. Při přípravě substrátu z rašeliny, kompostu a kůry je tedy nutné zvýšit dávku dusíku oproti směsi rašeliny a kompostu. Ve směsi rašeliny a kompostu nebyla stanovena imobilizace dusíku (tab. 14, vzorek RZ/2005).

Při doporučených kombinacích rašeliny, kompostu a kůry (tab. 5), případně těchto komponentů se zemínou (tab. 6), není nutné provádět laboratorní hodnocení imobilizace dusíku. To by bylo účelné v případě nových neověřených kombinací kompostu 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.

Tab.14: Hodnocení imobilizace dusíku, změny obsahu přijatelného dusíku v komponentech substrátech mezi počátečním obsahem (0) a obsahem po 20 dnech inkubace (2)

popis komponentů a substrátů podíl komponentů v % obj., dávka dusíku	rozdíl 2–0		
	N-NH ₄	N-NO ₃	suma N
<i>komponenty</i>			
kompost (skupina B)	-379	291	-88
kůra	-59	-224	-283
piliny	21	-66	-45
<i>substráty</i>			
rašelina:kůra:piliny:kompost = 50:0:20:30, 110 g N/l	-107	137	30
rašelina: kůra:piliny:kompost = 25:25:20:30, 110 g N/l	-285	18	-267
rašelina:kůra:piliny:kompost = 0:50:20:30, 110 g N/l	-455	-135	-590
<i>komponenty</i>			
kompost B/2005 (tab. 4)	-640	851	212
kůra /2005 (tab. 4)	-449	333	-116
<i>substráty</i>			
R/2005 (tab.7), rašelina 100 %	-164	352	188
RZ/2005 (tab.7), rašelina:kompost = 75:25	-2	342	340
RK/2005 (tab.7), rašelina:kompost = 60:40	-333	581	248

2.10 Fyzikální vlastnosti substrátů s komposty

Přídavek kompostů ovlivňuje především fyzikální vlastnosti organických substrátů. U substrátů s minerálními komponenty má rozhodující vliv velikost podílu minerálního komponentu.

Komposty ze skupiny B, které se pro přípravu substrátů používají nejvíce, mají ve srovnání s rašelinou nižší pórovitost (P) a kontejnerovou (vodní) kapacitu (KK). Na nižší KK se podílí především snížený obsah lehce dostupné vody (LDV). Komposty mají vyšší objemovou hmotnost (OH). Oproti kompostované kůře mají komposty nižší vzdušnou kapacitu (VzK) a vyšší celkovou KK i LDV.

Přidavek kompostu (10–25 % obj.) do rašeliny zpravidla mírně zvyšuje VzK a mírně snižuje P, KK i LDV. Rozdíly ve fyzikálních vlastnostech mezi rašelinovým substrátem a substrátem s 10 % obj. kompostu jsou patrné i z průběhu retenčních křivek (graf 2). Ve směsi rašelina, kůra, kompost rovněž dochází ke snížení P, KK a LDV. Vzdušná kapacita (VzK) je ovlivněna charakterem kompostované kůry, zpravidla bývá nižší než u směsi rašeliny s kůrou, ve kterých je zpravidla vyšší podíl kůry než při kombinaci všech tří organických komponentů.

U organických pěstebních substrátů s optimálním podílem kompostů ze skupiny B (10–25 % obj.) jsou u rašelinových substrátů s kompostem i rašelinokůrových substrátů s kompostem zajištěny fyzikální vlastnosti vhodné pro pěstování rostlin v nádobách. Fyzikální vlastnosti není nutné laboratorně hodnotit ve všech případech. Účelné je jejich stanovení u např. substrátů určených pro produkci ve větších školkách. Na základě fyzikálních rozborů a měření vlhkosti substrátu v porostu lze upravovat četnost závlahy. Zavlažovat by se mělo, když obsah vody v substrátu poklesne pod obsah vody stanovený při vodním potenciálu –5 kPa., tj. v momentě, kdy je spotřebována snadno dostupná voda.

Fyzikální vlastnosti substrátů s minerálními komponenty jsou výrazně ovlivněny vysokým podílem zemin. Substráty mají vysokou OH, nízkou P, KK i LDV (tab. 15, graf 1, 2). VzK lze ovlivnit především použitím hrubé kompostované kůry (viz. tab. 15, vzorek KZ-M/2005). Substráty s minerálními komponenty mají oproti organickým substrátům výrazně nižší LD, až o 10–20 % obj.

Tab. 15: Příklady fyzikálních vlastností vlastnosti komponentů, rašelinokůrového substrátu RK a substrátů s přidavkem kompostu ze skupiny B

vorek	P	VzK	KK	5 kPa	LDV	HDV	ODV	OHS	SH
	% obj.							g/l	g/ml
<i>komponenty</i>									
kompost/2005	73,0	7,6	65,4	41,8	23,6	0,8	41,0	556	2,06
kůra/2005	82,3	27,5	54,9	39,4	15,5	1,4	38	328	1,86
R/2005	93,4	6,8	86,7	44,0	42,7	2,6	41,5	105	1,60
<i>srovnání</i>									
RK/2005	87,9	11,7	76,2	41,9	34,3	1,3	40,6	214	1,77
<i>kompost B</i>									
RZ/2005	90,5	11,2	79,4	42,4	37,0	1,2	41,2	190	2,00
RZ/2006	92,3	16,2	76,2	44,6	31,6	2,3	42,3	132	1,72
RKZ/2006a	89,4	6,0	83,4	50,7	32,7	5,9	44,8	188	1,77
RKZ/2006b	88,9	7,7	81,2	49,2	32,0	5,7	43,5	210	1,89
RZ-M/2005	63,4	6,3	57,1	31,7	25,4	0,3	31,4	967	2,54
KZ-M/2005	64,2	15,3	48,9	31,2	17,7	1,1	27,7	850	2,52

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

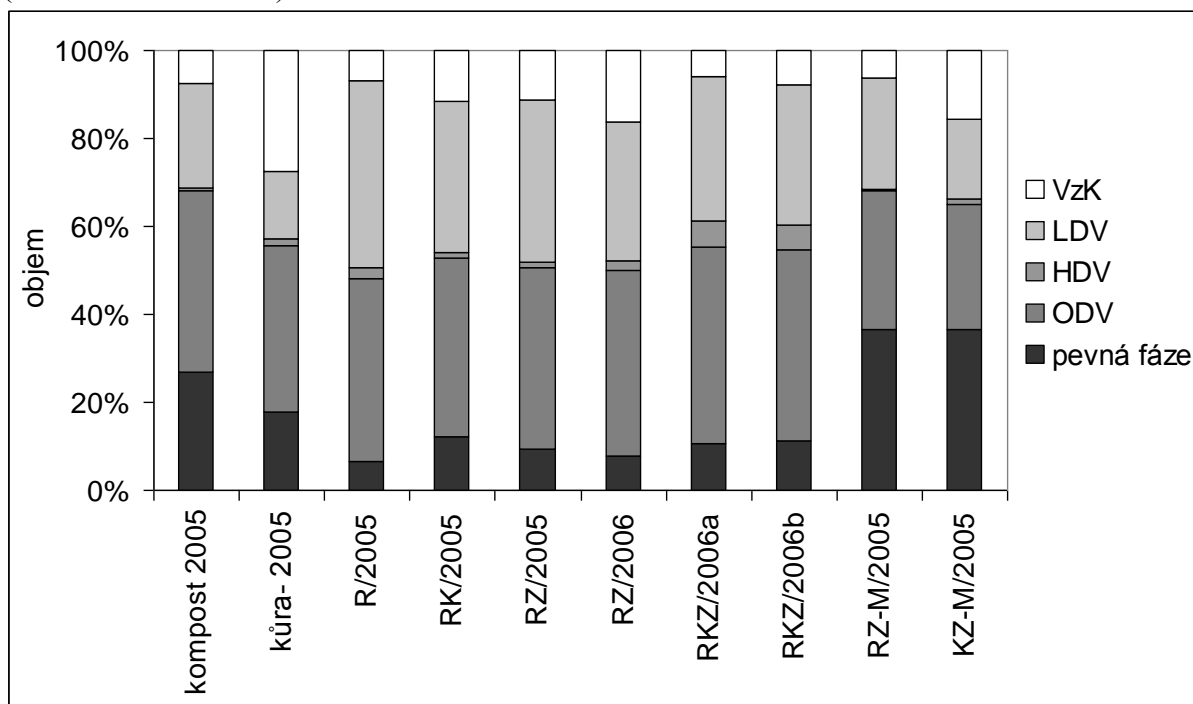
LDV - lehce dostupná voda (rozdíl v obsahu vody při podtlaku 1 a 5 kPa)

HDV - hůře dostupná voda (rozdíl v obsahu vody při podtlaku 5 a 10 kPa)

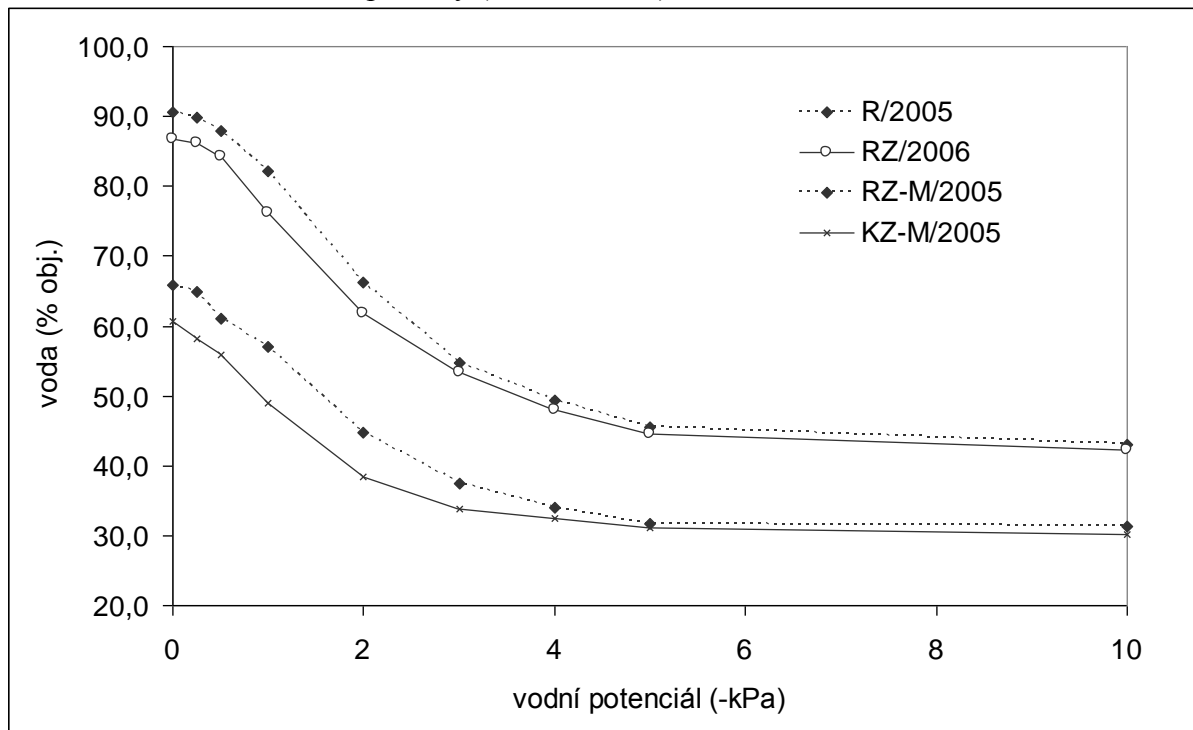
ODV - obtížně dostupná voda (obsah vody při podtlaku 10 kPa)

OHS - objemová hmotnost suchého vzorku (EN 13 040)

Graf 1: Kategorie vody podle dostupnosti rostlinám u vybraných komponentů a substrátů (složení viz tab. 7 a 9)



Graf 2: Příklad retenčních křivek u dvou organických substrátů (složení tab. 7) a u dvou substrátů s minerálními komponenty (složení tab. 9)



Vegetační pokusy ukázaly, že relativně dobrých výsledků při pěstování dřevin určených pro krajinářské výsadby lze dosáhnout i v substrátech se zemínou s přidávkou kompostu 30 % obj. s nízkým podílem rašeliny nebo bez rašeliny. Limitujícím faktorem pro

růst rostlin v substrátech s vyšším podílem zeminy je nízký obsah snadno dostupné vody, kterou rostliny dříve spotřebují a jejich růst není tak intenzivní jako v organických substrátech, které mají nejen vysoký obsah snadno dostupné vody, ale i vysokou vzdušnou kapacitu.

Rostliny předpěstované v substrátech se zeminou jsou lépe adaptované na vodní deficit, který může nastat při přepravě a především po výsadbě na stanoviště. Tyto substráty také lépe zadržují vodu po výsadbě v kontaktu s okolní půdou a rovněž dobře přijímají vodu po přeschnutí. Jejich hlavní nevýhodou je vysoká objemová hmotnost, která komplikuje manipulaci s výpěstky. Tyto substráty mají pouze místní význam, fyzikální vlastnosti není nutné u nich pravidelně ověřovat.

2.11 Shrnutí

Základním komponentem pěstebních substrátů používaných v zahradnické produkci je rašelina, kterou je možné částečně nahradit alternativními organickými komponenty. Vedle kompostované kůry lze použít organické komposty, nejvhodnější jsou tzv. „zelené“ komposty, což je kompostovaný odpad vzniklý při údržbě zeleně - tráva, listí, dřevní štěpka. Komposty lze použít pro přípravu organických substrátů i substrátů s minerálními komponenty s podílem zemin 20–50 % obj., používaných pro pěstování dřevin pro krajinářské výsadby.

Pro stanovení podílu kompostu v pěstebním substrátu je rozhodující obsah rozpustných solí charakterizovaný hodnotou EC vodního výluhu a obsah přijatelného draslíku. Na základě hodnoty EC (podle EN 13 038) a obsahu přijatelného draslíku (podle EN 13 651) byly komposty rozděleny do tří skupin.

Do první skupiny (v metodice označené A) byly zařazeny komposty s hodnotou EC pod 0,6 mS/cm a obsahem přijatelného draslíku pod 1000 mg/l. Pro přípravu substrátů se dají použít ve větším podílu, do 50 % obj. Jedná se o komposty, u kterých je při kompostování použita, kromě standardní zakládky zelených kompostů, i kůra nebo zemina, případně vyšší podíl dřevní štěpky.

Do druhé skupiny (B) byly zařazeny standardní „zelené“ komposty, zakládka je kompostována 6–7 měsíců a 2–3 × přehozena. Hodnota EC se pohybuje v rozmezí 0,9–1,1 mS/cm a obsah přijatelného draslíku v rozmezí 2000–3500 mg/l. Do substrátu se jich může přidat 10–30 % obj. v závislosti na jejich vlastnostech i dalších použitých komponentech.

Do třetí skupiny (C) byly zařazeny komposty, u kterých je do zakládky přidáváno kolem 20 % obj. organických hnojiv, především separované kejdy. Hodnota EC se pohybuje v rozmezí 1,4–1,9 mS/cm (optimum pod 1,6 mS/cm) a obsah přijatelného draslíku v rozmezí 4000–6000 mg/l. Pro přípravu substrátů se používají v podílu 5–15 % obj.

Podle zvolené dávky kompostu i podle kombinace komponentů v substrátové směsi se volí dávky živin a vápence na úpravu pH. Detailní přehled je v tabulkách 5 a 6. Vzhledem k vysokému obsahu draslíku v kompostech se používají jednosložková hnojiva dusíkatá a fosforečná, případně dvousložková NP hnojiva bez stopových živin. Množství stopových živin dodaných komposty, případně kompostovanou kůrou je dostačující. Dávka vápence se při použití kompostů, které mají neutrální nebo mírně zásaditou reakci, snižuje na 2–4 g/l substrátu, případně se vápenec nepřidává.

Přídavek dusíku při přípravě substrátů s komposty se většinou pohybuje v rozmezí 110–140 mg/l. Po smíchání kompostu s organickými komponenty může dojít k mírné imobilizaci dodaného dusíku, proto jsou doporučeny, i přes přirozený obsah přijatelného dusíku v kompostech, dávky dusíku srovnatelné s rašelinovými substráty. Pokud jsou komposty kvalitně připraveny, nedochází u nich při laboratorním hodnocení k výrazné

imobilizaci dusíku. Z alternativních organických komponentů se imobilizaci dusíku projevuje více u kompostované kůry. Vyšší dávky dusíku jsou proto doporučovány u substrátů s přidavkem kompostu i kompostované kůry.

Přídavek fosforu závisí na dávce kompostu a obsahu přijatelného fosforu v kompostu. I při relativně vysokém obsahu fosforu v kompostu a vyšší dávce kompostu je účelné fosfor aplikovat v dávce 30–70 mg/l.

Organické substráty s komposty mají oproti rašelinovým nebo rašelinokůrovým substrátům mírně odlišné optimální hodnoty základních chemických vlastností. Optimální hodnoty pH (5,5–7,3) a EC (0,35–0,5 mS/cm) jsou mírně vyšší než optima pro rašelinové substráty (pH 5,5–6,5 a EC 0,3–0,4 mS/cm). Optimální hodnoty pro přijatelný dusík (120–200 mg/l), fosfor (40–90 mg/l), hořčík (80–160 mg/l) a vápník (40–120 mg/l) jsou obdobné.

V substrátech s komposty přesahuje většinou obsah přijatelného draslíku horní hranici optimálního rozsahu pro rašelinové substráty (180 mg/l). Optimální obsah přijatelného draslíku je v substrátech s komposty pod 300 mg/l, limitní hodnota je 500 mg/l. Použití substrátů s obsahem přijatelného draslíku vyšším než 500 mg/l je rizikové.

Stejný rozsah pro hodnotu EC a přijatelné živiny platí pro substráty s minerálními komponenty a kompostem. Tyto substráty mají pouze odlišný doporučený rozsah hodnot pH (6,5–7,5).

Při výstupní kontrole kompostů i substrátových směsí je nutné stanovit hodnoty pH, EC a obsah přijatelného draslíku. Pro správné dávkování vápence a hnojiv při přípravě substrátů a pro optimalizaci výživy v průběhu pěstování je však účelné stanovit také obsah přijatelného vápníku i ostatních živin.

Obsah přijatelného hořčíku, vápníku, případně stopových živin nebo potenciální imobilizaci dusíku je účelné hodnotit při použití nových kompostů či jiných alternativních organických komponentů nebo při změně receptury přípravy substrátu.

Obdobně není nutné pravidelně hodnotit hydrofyzikální vlastnosti. Účelné je jejich stanovení u např. substrátů určených pro produkci ve větších školkách, kdy na základě fyzikálních rozborů a měření vlhkosti substrátu v porostu lze upravovat četnost závlahy.

Přídavek kompostů do rašelinových substrátů mírně snižuje pórovitost, kontejnerovou (vodní) kapacitu a obsah lehce dostupné vody pro rostliny a zpravidla mírně zvyšuje vzdušnou kapacitu substrátu. Organické pěstební substráty (rašelinové i rašelinokůrové) s optimálním podílem kompostů (např. 10–25 % obj. kompostu skupiny B) mají fyzikální vlastnosti vhodné pro pěstování rostlin v nádobách.

Fyzikální vlastnosti substrátů s minerálními komponenty jsou výrazně ovlivněny vysokým podílem zemin, přídavek kompostu do substrátu tyto vlastnosti nemění. Limitujícím faktorem pro růst rostlin je v těchto substrátech nízký obsah snadno dostupné vody, až o 10–20 % obj., oproti organickým substrátům. Rostliny předpěstované v substrátech se zeminou nemají velké přírůstky, jsou však lépe adaptované na vodní deficit. Tyto substráty mají pouze místní význam, fyzikální vlastnosti není nutné u nich pravidelně ověřovat.

3 Srovnání novosti postupů

Výroba tzv. zelených kompostů se začala v České republice rozvíjet od 90 let minulého století. Předložená metodika podává ucelený souhrn poznatků získaných studiem zahraniční literatury a především vyhodnocením a zpracováním výsledků pokusů, které probíhaly ve VÚKOZ Průhonice v letech 2003–2007 a do kterých byly zařazeny komposty tuzemské provenience.

V metodice je zpracováno hodnocení kompostů a pěstebních substrátů z nich připravených 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, obsah přijatelných stopových živin) i fyzikálních vlastností pěstebních substrátů s komposty, stanovených podle těchto metodik.

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

Metodika řeší jak přípravu organických pěstebních substrátů připravených na bázi rašeliny, 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 komposty 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 chemických a fyzikálních vlastnostech pěstebních substrátů s komposty. Se znalostí těchto údajů může pěstitel optimalizovat systém výživy a závlahu rostlin pěstovaných v substrátech s přidávkem kompostů.

4 Popis uplatnění metodiky

Metodika poslouží výrobcům kompostů a substrátů pro hodnocení kompostů i z nich připravených substrátů. Metodiku mohou využít i pěstitelé, kteří substráty s komposty používají, případně si je sami připravují. Metodika je konkrétně určena pro výrobce substrátů AGRO CS a.s., sídlem Říkov 265, 552 03 Česká Skalice, který komposty pro přípravu pěstebních substrátů využívá.

Firma AGRO CS dále provozuje agrochemickou laboratoř, která ve výstupní kontrole vlastních substrátů i pro hodnocení substrátů v rámci poradenství pěstitelům používá výše popsané metodiky EU. Pracovníci agrochemická laboratoře firmy AGRO CS jsou schopni stanovit základní chemické vlastnosti substrátů (hodnota pH, EC, obsah přijatelných živin) i obsah stopových živin a potenciální imobilizace dusíku. Laboratoř není vybavená zařízením pro stanovení fyzikálních vlastností pěstebních substrátů. V případě nutnosti ověření těchto vlastností může využít specializované laboratoře (pedologická laboratoř ČZU, agrochemická laboratoř VÚKOZ).

5 Seznam použité související literatury

- Alt, D. (1994): Eine neue rationelle Analysen-Methode. Deutscher Gartenbau 48: 205–207.
- Burger D. W., Hartz T. Z., Forister G. W. (1997): Composted green waste as a container medium amendment for the production of ornamental plants. Hort. Science, 32: 57–60.
- Chong, C., Cline, R.A., Rinker D.L. (1994): Bark- and peat-amended spent mushroom compost for Containerized culture of shrubs. HortScienc 29(7): 781–784.
- 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.
- Fischer P. (1998): Kompostqualität für Substrate.– *Deutere Gartenbau* 1998/36, 20–22.
- Fonteno, W.C. (1996): Growing media: Types and physical/chemical properties. p. 93–122. In: Reed. D.W. (ed.), *Water, Media and Nutrition for Greenhouse Crops*. Ball Publishing, Batavia, Illinois.
- Hartz T.K., Mitchel J.P, Giannini C. (2000): Nitrogen and carbon mineralization dynamics of manures and composts. *HortScience* 35: 209–212.
- 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.
- Popp W., Fischer P. (1998a): Kompost als Torfersatz in Baumschulsubstraten.– *Deutsche Baumschule* 98/12, 33–35.
- Popp W., Fischer P. (1998b): Baumschulsubstrate auf Kompostbasis.– *Deutscher Gartenbau* 1998 (36), 23–26.
- Prasad, M., O’Shea, J. (1999): Relative breakdown of peat and non–peat growing media. *Acta Horticulturae* 481: 121–128.
- Rest M., Schäfer B., Grantzau E. (2003a): Für die Kultur von *Pelargonium zonale* in torfgeduzierten und torffreien Substraten verschiedene Bewässerungssysteme geeignet.– *Versuchsberichte Zierpflanzenbau* 2002, 47–49, Lehr– und Versuchsanstalt für Gartenbau Hannover–Ahlem, Landwirtschaftskammer Hannover.
- Rest M., Schäfer B., Grantzau E. (2003b): Wachstum von *Saintpaulia ionantha* in torfgeduzierten Substraten sicherer als in torffreien – *Versuchsberichte Zierpflanzenbau* 2002, 86–87, Lehr– und Versuchsanstalt für Gartenbau Hannover–Ahlem, Landwirtschaftskammer Hannover.
- 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 Hort., 150:155–160.
- Wilson S.B., Stoffella P.J., Graetz D.A. (2001a): Use of compost as an media amendment for containerized production of two subtropical perennials.– J. Environ. Hort. 19 1), 37–42.
- Wilson S.B., Stoffella P.J., Graetz D.A. (2001b): Compost–amended media for growth and development of mexican heather.– Compost Sci. Utiliz 9 (1), 60–64.
- Wilson S.B., Stoffella P.J., Graetz D.A. (2001c): Evaluation of compost as an amendment to commercial mixes used for container–grown golden shrimp plant production.– HortTechnology 11(1), 31–35.
- Wilson, S.B., Stoffella, P.J., Graetz, D.A. (2002): Development of compost–based media for containerized perennials. Scientia Horticulturae 93: 311–320.
- Wilson S.B., Stoffella P.J., Graetz D.A. (2003): Compost amended media and irrigation system influence containerized perennial Salvia.– J. Amer. S.c. Hort. Sco. 128 (2), 260–268.

6 Seznam publikací, které předcházely metodice

- Dubský M., Šrámek F. (1998): Replacement of peat in growing substrates by paper mill waste materials.– Zahradnictví – Hort. Sci. (Prague) 25/3, 115–119.
- Dubský M., Šrámek F. (2005): Použití kompostů pro přípravu pěstebních substrátů.– Zahradnictví 97/2: 52–55.
- Dubský M., Šrámek F. (2005): Hodnocení potenciální fixace – imobilizace dusíku u organických substrátů.– Zahradnictví 97/5: 64–67.
- Dubský M., Šrámek F. (2006): Substráty s alternativními komponenty.– Zahradnictví 98/3: 56–58.
- Dubský M., Šrámek F. (2006): Pěstební substráty s přídavkem minerální plsti.– In: Technologie pěstování dřevin. Acta Pruhoniciana 82, 11–16.
- Dubský M., Šrámek F. (2006): Pěstování dřevin v minerálních substrátech.– Zahradnictví 98/9, 52–54.
- Dubský M., (2006): Metody EU pro hodnocení organických substrátů.– Zahradnictví 98/2: 51–53.
- Dubský M., Šrámek F. (2006): Substráty, výživa a kvalita závlahové vody.– In: Sborník referátů ze semináře Pěstování květinové sadby pro jarní prodej. Firma Černý, Jaroměř, 2–10.

- Dubský M., Šrámek F. (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): Vliv pH substrátu a výživy stopovými prvky na výskyt chloróz u petúnií. – Zahradnictví 100/5: 59–61.
- Dubský M., Šrámek F. (2008): Požadavky na pěstební substráty, systémy hnojení. In: Salaš P. (ed.) Školkařská produkce I, sborník přednášek, ISBN 978–80–7375–138–8, MZLU v Brně: 38–62.
- Dubský M., Šrámek F. (2008): Crushed rockwool as a component of growing substrates. Acta Horticulturae 779: 491–495.
- Šrámek F., Dubský M. (2002): Influence of fertilization application and growing substrate on container-grown woody ornamentals.– Rostlinná výroba 48/10, 448–457
- 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. (2007): Peat substrates amended with bark or with compost (poster). In: International Symposium on Growing Media, Nottingham, 2.–8. 9. 2007, Conference Programme, ISHS, p. 101.

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 zprávy: Ing. Michaela Budňáková, Ministerstvo zemědělství, odbor rostlinných komodit.