



## Využití pevné složky digestátu pro přípravu pěstebních substrátů

certifikovaná metodika

Pavel Tlustoš a kol.



© Česká zemědělská univerzita v Praze  
Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin, FAPPZ  
165 21 Praha-Suchdol  
<http://www.af.czu.cz>

Vydavatelství powerprint s.r.o., Praha-Suchdol

ISBN 978-80-213-2430-5

Praha 2013

Certifikovaná metodika byla zpracována v rámci  
řešení výzkumného projektu NAZV č. QJ 1210085.

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**VÝZKUMNÝ ÚSTAV SILVA TAROUČY PRO KRAJINU A OKRASNÉ ZAHRADNICTVÍ, v.v.i.**

# **Využití pevné složky digestátu pro přípravu pěstebních substrátů**

**CERTIFIKOVANÁ METODIKA**

**Pavel Tlustoš a kol.**

Certifikovaná metodika byla zpracována  
v rámci řešení výzkumného projektu NAZV č. QJ 1210085

# Využití pevné složky digestátu pro přípravu pěstebních substrátů

## CERTIFIKOVANÁ METODIKA

Dedikace: Ke zpracování certifikované metodiky bylo použito výsledků výzkumných aktivit realizovaných v rámci řešení výzkumného projektu NAZV č. QJ 1210085 „*Využití digestátu a jeho separovaných složek v zemědělství a v zahradnictví pro aplikaci v hnojivých systémech výživy rostlin a pro výrobu pěstebních substrátů*”.

### Kolektiv autorů:

prof. Ing. Pavel Tlustoš, CSc.<sup>1</sup>  
Ing. Lukáš Kaplan<sup>1</sup>  
prof. Ing. Jiřina Száková, CSc.<sup>1</sup>  
Ing. Martin Dubský, Ph.D.<sup>2</sup>  
Ing. Iva Roubíková<sup>2</sup>  
RNDr. František Šrámek, CSc.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Česká zemědělská univerzita v Praze

<sup>2</sup> Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví v.v.i. v Průhonicích

---

### Využití pevné složky digestátu pro přípravu pěstebních substrátů

Pavel Tlustoš a kol.

Vydání první, 2013

Vydavatelství: Česká zemědělská univerzita v Praze

Tisk powerprint s.r.o., Brandejsovo nám. 1219/1, 165 00 Praha Suchdol, [www.powerprint.cz](http://www.powerprint.cz)

165 21 Praha – Suchdol

© Česká zemědělská univerzita v Praze

Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin, FAPPZ

165 21 Praha 6 - Suchdol

tel.: +420 224 382 736

<http://www.af.czu.cz>

ISBN 978-80-213-2430-5

# OBSAH

I. Cíl metodiky.....	1
II. Vlastní popis metodiky .....	1
1. Úvod .....	1
2. Současná produkce bioplynu v ČR.....	4
3. Chemické vlastnosti separátů.....	4
4. Fyzikální vlastnosti separátů.....	6
5. Obsah rizikových prvků v separátech .....	10
6. Úprava separátů .....	11
III. Srovnání novosti postupů.....	15
IV. Popis uplatnění certifikované metodiky.....	16
V. Ekonomické aspekty .....	16
VI. Závěr .....	18
VII. Seznam použité související literatury.....	18
VIII. Seznam publikací, které předcházely metodice .....	19
IX. Dedikace.....	20
X. Jména oponentů a názvy jejich organizací .....	20

## **I. Cíl metodiky**

---

Problematika obnovitelných zdrojů energie (OZE) je v současnosti nejen v ČR vysoce aktuálním a diskutovaným tématem. V posledních letech výrazně stoupla produkce bioplynu mezofilní anaerobní fermentací v bioplynových stanicích, zejména z biomasy pěstované na zemědělské půdě. V bioplynové stanici nedochází ke kompletní konverzi, ale část nerozložené suroviny společně s technologickou vodou je vedlejším produktem výroby bioplynu nazývaným digestát. Tento materiál obsahuje přístupné i vázané živiny a organickou hmotu. Tyto vlastnosti digestátu umožňují jeho využití jako hnojivo. Pokud je digestát mechanickou separací oddělen, vzniká pevná složka – tzv. separát a kapalná složka – tzv. fugát. Vezmeme-li v úvahu počet instalovaných bioplynových stanic v ČR a v souvislosti s tím i vysoký objem produkce digestátu – respektive separátu, je nutné hledat alternativní využití jednotlivých složek k přímé aplikaci této suspenze na zemědělskou půdu.

Jednou z možností využití separátů je jejich použití při výrobě pěstebních substrátů, kdy se přidavkem separátu dodá do substrátové směsi stabilní organická hmota a živiny a dojde i k úpravě hodnoty pH. Aplikace separátů do pěstebních substrátů je možná pouze za předpokladu, že nebude ohrožena kvalita pěstovaných rostlin.

Cílem předkládané metodiky je poskytnout kompletní návod pro hodnocení chemických a fyzikálních vlastností různých typů separátů pro jejich možné použití při přípravě pěstebních substrátů, včetně vlivu různých úprav separátu na jeho chemické a fyzikální vlastnosti, vypracovat kritéria pro použití separátů pro přípravu organických pěstebních substrátů, stanovit maximální přídavek různých typů a různě upravených separátů do substrátu s ohledem na jejich chemické a fyzikální vlastnosti.

Metodika v ucelené podobě předkládá postup při výběru vhodných separátů pro zahradnické účely, aby byl čtenář schopen určit použitelnost daného materiálu.

## **II. Vlastní popis metodiky**

---

### **1. Úvod**

Základní komponentou organických substrátů v zemích Evropské unie je rašelina. Používá se samostatně nebo v kombinaci s minerálními komponenty, především jíly v dávce do 10 % obj. ( $100 \text{ kg/m}^3$ ), případně se kombinuje i s dalšími organickými komponenty, především se zahradními komposty, kompostovanou kůrou nebo upraveným dřevním odpadem (Carlile 2008). V České republice se používá vrchovištní rašelina převážně původem z Pobaltí nebo Běloruska. Vzhledem k cenové dostupnosti dovážených rašelin se další komponenty používají pouze k optimalizaci fyzikálních

nebo chemických vlastností substrátů, nikoli jako prostá náhrada rašeliny. Pro zvýšení vzdušné kapacity substrátů se používá kompostovaná kůra nebo kokosová vlákna, z minerálních komponentů pak expandovaný perlit. Další minerální komponenty, jíly a zeolity se používají ke zvýšení sorpční kapacity substrátů (Fonteno 1996). Kompostovaná kůra se přidává do substrátů v podílu 15 – 30 % obj. a používá se především ve školkařských substrátech. Kokosová a dřevní vlákna nebo expandovaný perlit se používají ve speciálních substrátech v podílu 10 –15 % obj., u množárenských substrátů se perlit dává až do 15 – 30 % obj. (Dubský, Šrámek 2007).

Z kompostů se při přípravě substrátů uplatňují především tzv. zahradní komposty z biologického odpadu z údržby zeleně. Pro stanovení dávky kompostu je rozhodující především jejich obsah rozpustných solí a z přijatelných živin obsah draslíku. Podíl těchto kompostů v substrátech může být v závislosti na jejich vlastnostech i na dalších použitých komponentech 10 – 30 % obj. (Dubský, Šrámek 2008).

Pro přípravu substrátů je možné využít i separovaný digestát – separát (Kaplan et al. 2011; Dubský et al. 2012; Dubský, Kaplan 2012), který po procesu anaerobní digesce obsahuje stabilní organické látky (Kolář et al. 2010), (obr. 1, 2). Vhodné jsou separáty ze zemědělských bioplynových stanic, které zpracovávají statková hnojiva (především kejdu) a rostlinnou hmotu. Obsahují nerozložené frakce organických látek vláknité povahy a svojí strukturou pozitivně ovlivňují fyzikální vlastnosti substrátů (Dubský, Kaplan 2013). Dále jsou i významným zdrojem přijatelných živin (Dubský et al. 2012).

Pro aplikace do půdy se u odpadů z bioplynových stanic i u kompostů hodnotí obsah organických látek a celkových živin v sušině (tab. 1). Pro použití separátu, obdobně jako u kompostu, (Dubský, Šrámek 2008; Wilson et al. 2002) je pro přípravu pěstebních substrátů rozhodující obsah přijatelných živin.

*Tab. 1. Obsah organických látek a celkových živin v kompostech a separátu*

	sušina %	organické látky % sušiny	obsah celkových živin (% sušiny)			
			N	P	K	Ca
kompost a)	40–65	> 50	1,5–2	0,65	1,25	4,5
separát b)	19–28	55–85	1,5–3	0,7–1,4	0,3–0,8	1,5–4,5

*a) zahradní kompost z biologického odpadu (Erhart, Hartl, 2008)*

*b) rozsah hodnot zjištěných v BPS Krásná Hora nad Vltavou a Jaroměř*

Obr. 1. Separátor (BPS Krásná Hora nad Vltavou)



Obr. 2. Separát v čerstvé hmotě (BPS Krásná Hora nad Vltavou)



## **2. Současná produkce bioplynu v ČR**

Zatímco v roce 2002 bylo evidováno pouze 11 instalací bioplynových stanic s celkovým výkonem 4,19 MW v celé České republice, aktuálně (2013) je takovýchto instalací v České republice 481 o výkonu 363 MW a jejich produkce elektrické energie dosahuje 1809 GWh. Nicméně v souvislosti se závazkem České republiky vůči Evropské unii, který do roku 2020 předpokládá minimálně 13 % energie vyrobené z obnovitelných zdrojů (směrnice OZE 28/2009/ES), lze očekávat další významný rozvoj tohoto sektoru energetiky. Aktuálně se bioplyn podílí na obnovitelných zdrojích energie 15,9 % (2013), do konce této dekády je předpokládán nárůst na 24 % (cca 417 MW). Očekává se tedy, že počet bioplynových stanic bude v tomto časovém horizontu (do roku 2020) pravděpodobně zvýšen o přibližně 60 – 80 stanic a instalovaný výkon o dalších cca 15 % oproti dnešnímu stavu (Dvořák et al. 2013). Je tak vysoce pravděpodobné, že se vzrůstající instalací bioplynových stanic bude vzrůstat i produkce digestátu, a tím jeho pevné složky separátu. Nutnost alternativního řešení této problematiky tak bude vzrůstat i nadále.

## **3. Chemické vlastnosti separátů**

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 optimalizaci složení pěstebního substrátu a dávkování hnojiv a vápence pro úpravu hodnoty pH je nutné znát výše uvedené chemické vlastnosti i u jednotlivých komponentů. Pro hodnocení chemických vlastností substrátů i jednotlivých komponentů, včetně separovaných digestátů, jsou vhodné metody platné v Evropské unii. Tyto metody jsou založeny na stanovení objemové hmotnosti substrátu s přirozeným obsahem vody (OHV) na počátku rozboru (EN 13040). Objemová hmotnost se stanovuje v litrovém válci po mírném stlačení zvážením za definovaných podmínek. Takto stanovená OH slouží pro výpočet navážky vzorku odpovídající 60 ml vzorku. Pro porovnání objemových hmotností různých substrátů a komponentů je nutné podle obsahu sušiny vypočítat objemovou hmotnost suchého vzorku (OHS).

Hodnoty pH (EN 13037) a EC (EN 13038) se stanovují ve vodním výluhu 1v:5v (navážka odpovídající 60 ml vzorku + 300 ml vyluhovacího činidla – destilované vody). 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 a EN 13651 kyselé činidlo CAT (0,01 mol/l chlorid vápenatý, 0,002 mol/l kyselina dietylenetriaminopentaoctová, pH 2,6). Vzhle-



dem k tradici používání kyselých vyluhovacích činidel v agrochemických laboratořích v České republice (Dubský 2006), bylo pro stanovení obsahu přijatelných živin v separovaných digestátech a substrátů z nich připravených vybráno vyluhovací činidlo CAT (vyluhovací činidlo Göhler, 0,52 mol/l kyselina octová 0,05 mol/l octan sodný, se stále používá pro hodnocení organických substrátů, vyluhovací činidlo Mehlich III se používá pro hodnocení zemědělských půd).

Ve výluhu CAT nelze, vzhledem k jeho složení, stanovit přijatelný vápník. Obsah přijatelného vápníku je možné stanovit ve vodném výluhu spolu s hodnotami pH a EC. Obsah přijatelných živin je nutné udávat v prvcích (P, K, Mg, Ca), ne v oxidech ( $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ,  $MgO$ ,  $CaO$ ), (Vaněk, 2001).

Normy EN 13652 a EN 13651 připouštějí pro koncové laboratorní stanovení použít pro daný prvek více laboratorních metod. Nejvíce používané metody jsou optická emisní spektrometrie a plamenová emisní spektrometrie (doporučené pro K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu). Pouze optická emisní spektrometrie je doporučena pro B a Mo. Draslík a vápník je možné stanovit i plamenovou absorpční fotometrií. U fosforu je možné použít 4 metody, nejrozšířenější jsou stanovení optickou emisní spektrometrií nebo kolorimetricky. U nitrátového i amonného dusíku je doporučeno 5 metod, nejrozšířenější je stanovení kolorimetricky nebo průtokovým spektrofotometrem.

Stanovení živin různými metodami se může mírně lišit (např. u fosforu stanoveného optickou emisní spektrometrií nebo spektrofotometricky), proto je nutné uvádět u výsledků i metodu stanovení. Příklady rozborů obsahů přijatelných živin u separovaných digestátů i modelových substrátů z nich připravených uváděné v této metodice byly stanoveny takto: dusík v nitrátové a amonné formě a P spektrofotometricky spektrofotometrem, K a Ca plamenovou fotometrií, Mg a stopové živiny optickou emisní spektrometrií s indukčně vázaným plazmatem.

V metodice je shrnuto hodnocení separovaných digestátů pocházejících ze dvou zemědělských BPS (ZD Krásná Hora nad Vltavou a ZD Petrovice) a jedné nezemědělské (Jaroměř AGRO CS). Z hlediska základních chemických vlastností a objemové hmotnosti jsou pro přípravu pěstebních substrátů vhodné pouze separáty ze zemědělských BPS. Tento závěr potvrdilo i hodnocení hydrofyzikálních vlastností.

Separáty ze zemědělských BPS mají obsah sušiny kolem 20 % a mají relativně nízkou OHS. Mají mírně zásaditou reakci a z přijatelných živin vysoký obsah amonného dusíku a draslíku (tab. 2). Obsahy těchto živin jsou limitující pro použití separátů při přípravě substrátů. Oba separáty mají i vysoký obsah fosforu a z hlediska přípravy substrátů vhodný obsah stopových živin (tab. 3). Separát z BPS Jaroměř má ještě výrazně vyšší obsah amonného dusíku a draslíku. Ze stopových živin má tento typ separátu velmi vysoký obsah přijatelného železa. Vzhledem k těmto vlastnostem i své struktuře (neobsahuje vláknitou organickou složku) není tento typ separátu pro přípravu pěstebních substrátů vhodný.

Příklady použití separátů s přirozenou vlhkostí a především separátů upravených sušením pro přípravu pěstebních substrátů jsou uvedeny v kapitole 2.6.

*Tab. 2. Objemová hmotnost a základní chemické vlastnosti separátů: OHV - objemová hmotnost vlhkého vzorku, suš. - sušina, OHS - objemová hmotnost vysušeného vzorku, pH, EC a přijatelný Ca: vodný výluh 1v/5v, přijatelný N, P, K, Mg: CAT 1v/5v, arit. průměr a směrodatná odchylka z 6-ti stanovení*

separát	OHV	suš.	OHS	pH	EC	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	K	Mg	Ca
	g/l	%	g/l		mS/cm	mg/l					
Kr. Hora	304 ±36	20,2 ±1,9	61 ±3	9,0 ±0,1	0,99 ±0,06	546 ±137	16 ±11	122 ±32	1075 ±148	188 ±50	80 ±7
Petrovice	293 ±27	19,5 ±2,3	56 ±3	8,8 ±0,1	1,04 ±0,15	542 ±99	14 ±7	105 ±22	878 ±105	164 ±38	81 ±14
Jaroměř	629 ±35	28 ±0,4	179 ±2	8,2 ±0,1	0,85 ±0,06	884 ±39	33 ±8	16 ±3	2527 ±65	190 ±25	124 ±13

*Tab. 3. Obsah přijatelných stopových živin v separátech, výluh CAT 1v/5v, arit. průměr a směrodatná odchylka z 6-ti stanovení*

separát	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
	mg/l					
Kr. Hora	5,9±0,9	4,6±0,5	3,9±0,8	0,7±0,2	0,5±0,1	0,029±0,012
Petrovice	3,4±0,4	3,1±1,0	4,1±0,5	0,9±0,06	0,4±0,06	0,018±0,001
Jaroměř	170,0±11,7	14,7±1,4	7,0±0,5	0,8±0,08	1,1±0,04	0,106±0,003

#### 4. Fyzikální vlastnosti separátů

Základní fyzikální vlastností substrátů je objemová hmotnost (OH), používá se pro stanovení objemu rašelin nebo substrátu při obchodování (EN 12580) a pro stanovení navážky substrátu a pro vyjádření obsahu přijatelných živin v mg na litr substrátu při chemických rozborech (EN 13040). Mezi základní fyzikální vlastnosti lze zařadit i obsah organických (spalitelných) látek a obsah popele (EN 13039).

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 separovaných digestátů a substrátů s podílem této komponenty použitá metoda pro hodnocení hydrofyzikálních vlastností substrátů vychází z evropské normy EN 13 041 (velikost válečků: výška 5,3 cm, průměr 10 cm, objem 416 cm<sup>3</sup> a způsob plnění válečku substrátem a základní sycení vzorku).

Základní charakteristikou komponent pro přípravu substrátů i vlastních substrátů je obsah vody a vzduchu (vyjádřený v % obj.) při vodním potenciálu  $-1$  kPa (podtlak 1 kPa, odpovídá podtlaku 10 cm vodního sloupce). Obsah vody se označuje jako kontejnerová kapacita (KK), obsah vzduchu jako vzdušná kapacita (VzK). Pro stanovení stačí jednoduchý pískový tank s nastaveným podtlakem 10 cm vodního sloupce, toto stanovení je detailně popsáno v normě EN 13 041. Vzhledem k rozdílným vlastnostem separátů z BPS, které mají vysokou vzdušnou kapacitu a separátu z nezemědělské BPS, které mají naopak vzdušnou kapacitu nízkou, stačí pro základní hodnocení separátů toto jednoduché stanovení.

Pro komplexní hodnocení hydrofyzikálních vlastností substrátů, včetně substrátů s podílem separátů, je nutné na klasickém 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 (Verdonck et al. 1983).

Pro konstrukci 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 je nutné váleček se substrátem po ustanovení rovnováhy zvážit. Po ukončení měření se vzorek vysuší a stanoví se objemová hmotnost suchého vzorku (OHS), (EN 13 041). Pórovitost (P) v % obj. se vypočítá z objemové hmotnosti  $\rho$  ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) a specifické hmotnosti  $s$  ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ):

$P = 100 (s - \rho) / s$ , kdy specifická hmotnost se stanoví pomocí pyknometru (Valla et al. 1980).

Pro každý krok měření (aplikovaný potenciál) na pískovém tanku se vypočítá obsah vody v substrátu a vynesou se retenční křivky. 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 (tab. 4), (Verdonck et al. 1983; Prasad, O'Shea 1999).

Podle normy EN 13041 se stanovuje i hodnota smrštění, která charakterizuje objemové změny substrátu po vyschnutí. Charakterizuje, o kolik procent se zmenší objem substrátu mezi nasyčeným vzorkem ve válečku na začátku rozboru a vzorkem vysušeným při  $105$  °C.

Separáty s původní vlhkostí ze zemědělských BPS (obr. 3) mají podobné a relativně stabilní hydrofyzikální vlastnosti. Tyto separáty mají vysokou pórovitost a vysokou vzdušnou kapacitu. Sušením separátu z BPS Krásná Hora nad Vltavou se mírně změní laboratorně stanovené fyzikální vlastnosti, zvýší se objemová hmotnost (OHS) a vzdušná kapacita (VzK). Tyto typy separátů, ať s původní vlhkostí nebo su-

šené, jsou pro přípravu substrátů vhodné, je u nich předpoklad zvýšení vzdušné kapacity při kombinaci s rašelinou.

Od separátů ze zemědělských BPS se výrazně liší separát z BPS, která zpracovává mj. výlisky z ovoce a cukrovarnické řízky (Jaroměř). Tento separát má vysokou OHS a nízkou VzK. Tento separát má i vysokou hodnotu smrštění, což je dáno tím, že separát neobsahuje vláknitou organickou složku. Vzhledem k těmto fyzikálním vlastnostem a nevhodným chemickým vlastnostem není tento typ separátu vhodný pro přípravu substrátů.

Obr. 3. Separát s původní vlhkostí a sušený separát (BPS Krásná Hora nad Vltavou)



Tab. 4. Kategorie vody podle dostupnosti rostlinám charakterizované vodním potenciálem

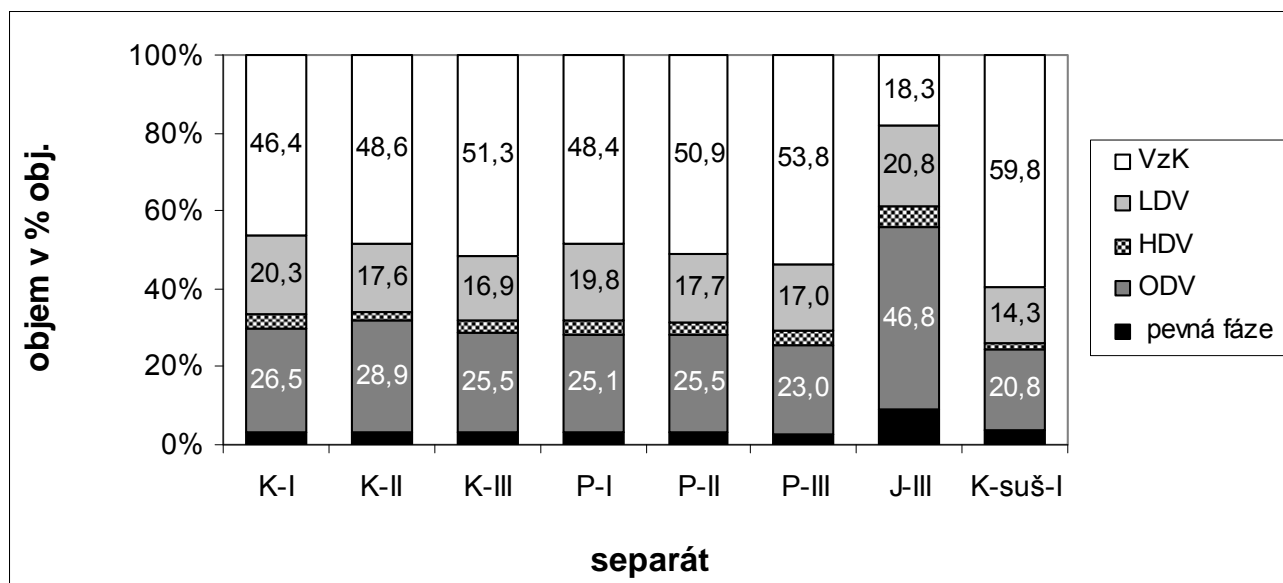
vlastnost/jednotka % obj.	Charakteristika
vzdušná kapacita (VzK)	objem pórů vyplněných vzduchem při potenciálu $-1$ kPa (podtlak vodního sloupce 10 cm)
kontejnerová kapacita (KK)	objem pórů vyplněných vodou při potenciálu $-1$ kPa (10 cm)
lehce dostupná voda (LDV)	obsah vody mezi potenciály $-1$ a $-5$ 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 při potenciálu $-10$ kPa (100cm)

Tab. 5. Základní hydrofyzikální a fyzikální vlastnosti separátů, hodnocení podle BPS, průměrné hodnoty ze tří odběrů (Krásná Hora nad Vltavou, Petrovice), resp. jednoho odběru (Jaroměř, Krásná Hora nad Vltavou – sušený)

BPS	OHS g/l	SH g/ml	P	KK	VzK	ODV	HDV	LDV	% obj.	
									SM	s.l.
Kr. Hora	50	1,59	96,9	46,1	48,8	26,9	2,9	18,3	44,7	84,8
Petrovice	46	1,58	97,1	46,1	51,0	24,5	3,4	18,2	43,1	85,2
Jaroměř	163	1,78	90,8	72,5	18,3	46,8	5,0	20,8	79,7	53,7
Kr. Hora. - suš.	56	1,58	96,5	36,7	59,8	20,8	1,6	14,3	44,4	86,1

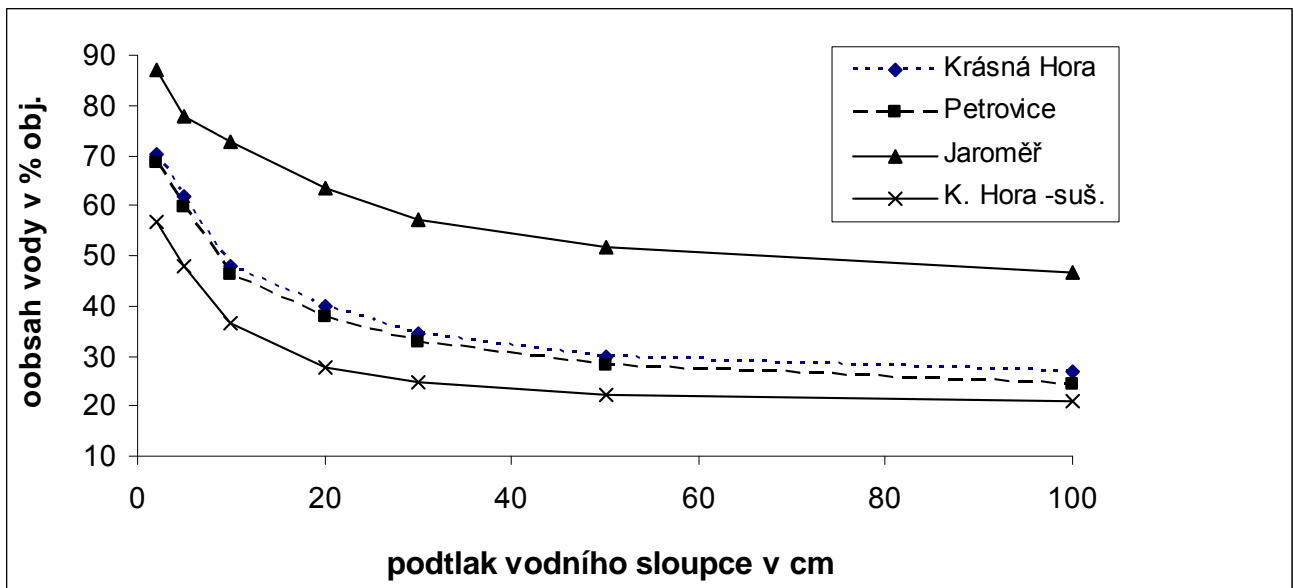
*P* - pórovitost vypočítaná z objemové hmotnosti suchého vzorku (OH podle EN 13041) a specifické hmotnosti, hustoty pevných částic (SH), KK – kontejnerová (vodní) kapacita, VzK – vzdušná kapacita, kategorie vody dle dostupnosti rostlinám: LDV – lehce dostupná, HDV – hůře dostupná a ODV – obtížně dostupná voda, smrštění (podle EN 13041), s.l. – spalitelné látky (podle EN 13039)

Graf 1. Podíl pevné fáze, vody a vzduchu u separátů s původní vlhkostí z BPS Krásná Hora nad Vltavou (K), Petrovice (P) a Jaroměř (J), srovnání se sušeným separátem Krásná Hora nad Vltavou (K-suš.), odběry: červen – a, červenec – b, srpen – c



VzK - vzdušná kapacita, obsah vzduchu při podtlaku 10 cm vodního sloupce,  
LDV - lehce dostupná voda, rozdíl v obsahu vody při podtlaku 10 a 50 cm,  
HDV - hůře dostupná voda, rozdíl v obsahu vody při podtlaku 50 a 100 cm,  
ODV - obtížně dostupná voda, obsah vody při podtlaku 100 cm.

Graf 2. Retenční křivky separátů – obsah vody v závislosti na vodním potenciálu (podtlaku vodního sloupce), Krásná Hora nad Vltavou, Petrovice – průměrné hodnoty ze tří odběrů, Jaroměř, K. Hora nad Vltavou sušený - průměrné hodnoty z jednoho odběru



## 5. Obsah rizikových prvků v separátech

Ze srovnání průměrných výsledků analýz separátů s limity pro substráty dle Přílohy č. 1 k vyhlášce č. 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva, ve znění pozdějších předpisů vyplývá, že hodnoty kadmia se průměrně pohybují výrazně pod limitem 1 mg/kg a tento prvek tedy v separátech nepředstavuje žádné ohrožení pro pěstování zeleniny a ovoce, natož při pěstování květin, kde je dán limit 2 mg/kg. Také u ostatních rizikových prvků jsou průměrné zjištěné hladiny hodnot výrazně pod limity. Výjimkou je separát pocházející z BPS Petrovice, kde zjištěná průměrná hodnota zinku přesáhla limit o 136 mg/kg. Tento separát nesplnil povolený limit pro substrát, ale je použitelný jako komponenta substrátu, pokud se jeho podíl ve směsi bude pohybovat do 20 % obj. Dále je využitelný jako organické hnojivo, kde je u zinku stanoven limit 600 mg/kg. Obsahy rizikových prvků byly extrahovány výluhem lučavky královské. Rtuť byla měřena atomovou absorpční spektrometrií na přístroji Advanced Mercury Analyser AMA 254.

Tab. 6. Limitní hodnoty rizikových prvků v substrátech dle Přílohy č. 1 k vyhlášce č. 474/2000 Sb. a průměrné celkové obsahy rizikových prvků u hodnoceného souboru separátů (mg/kg sušiny)

Limitní hodnoty rizikových prvků pro substráty (mg/kg sušiny)				
Cd	Pb	Hg	As	Cr
2 <sup>1)</sup>	100	1,0	20	100
Cu	Mo	Ni	Zn	---
100	5 <sup>2)</sup>	50	300	
Průměrné obsahy rizikových prvků v separátech (mg/kg sušiny)				
BPS	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Hg (mg/kg)	As (mg/kg)
Kr. Hora	0,21±0,02	2,26±0,44	0,011±0,028	2,02±0,41
Petrovice	0,60±0,02	3,45±0,18	0,016±0,058	4,59±0,53
BPS	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mo (mg/kg)	Ni (mg/kg)
Kr. Hora	2,43±0,09	71±2,70	0,85±0,04	0,94±0,141
Petrovice	9,50±0,57	85±1,93	2,31±0,06	6,72±0,07
BPS	Zn (mg/kg)	<sup>1)</sup> 1 mg/kg pro substráty určené pro pěstování zeleniny a ovoce. <sup>2)</sup> Neplatí pro substráty používané v zahradnictví vyjma těch, které jsou používány k pěstování ovoce a zeleniny.		
Kr. Hora	186±5,70			
Petrovice	436±9,10			

## 6. Úprava separátů

Na základě hodnocení chemických a fyzikálních vlastností jsou pro přípravu pěstebních substrátů vhodné pouze separáty ze zemědělských BPS. U těchto separátů s přirozenou vlhkostí je, kromě vysoké vlhkosti a vysokého obsahu přijatelného draslíku, limitující vysoký obsah amonného dusíku (tab. 2). Při dávce 20 % obj. vlhkého separátu má výsledná směs (S-vl 20, tab. 9) příliš vysoký obsah amonného dusíku. Optimální obsah v pěstebních substrátech je kolem 100 mg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/l. Optimální dávka separátu s přirozenou vlhkostí by tedy byla kolem 10 % obj., což je dávka relativně nízká. U vlhkého separátu by byla problematická i doprava na delší vzdálenosti. Z těchto důvodů jsou v metodice jako modelové typy substrátů se separáty uvedeny směsi rašeliny s různými podíly sušeného separátu. Pokud se separát vysuší při 60 °C, vysoký obsah amonného dusíku výrazně klesne a v pěstebních směsích se mohou použít jeho vyšší podíly.

Kromě sušeného separátu z BPS Krásná Hora nad Vltavou, který byl připraven speciálně pro přípravu modelových substrátů, je v metodice uvedeno hodnocení sušeného separátu ze zemědělské BPS Smržice. V BPS Smržice se separát standardně upravuje vlastní technologií sušením.

Pokud se separáty ze zemědělských BPS vysuší, výrazně poklesne obsah amonného dusíku (tab. 7). Obsah amonného dusíku se v sušených separátech pohybuje kolem 100 mg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> na litr, což je obsah pro vyšší dávkování této komponenty vhod-



ný. U některých přijatelných živin (P, K, Mg) se jejich obsah může sušením zvýšit. U modelových sušených separátů se nejvíce zvýšil obsah přijatelného fosforu. Toto zvýšení může být způsobeno zvýšením objemové hmotnosti (OHS) sušeného separátu oproti vlhkému, kdy se při rozboru používá vyšší navážka odpovídající objemu 60 ml vzorku, i kolísáním obsahu této živiny v separátu. V sušeném separátu jsou i vyšší obsahy stopových živin (tab. 8).

Snížení vysokého obsahu dusíku ve formě  $\text{NH}_4^+$  v surovém separátu může být dosaženo i kompostováním. Při kompostování ale vznikne kompost s výrazně vyšší objemovou hmotností a dojde k výraznému zvýšení dusíku ve formě  $\text{NO}_3^-$  a především přístupného draslíku (tab. 7). Obsah přijatelného draslíku (nad 3500 mg K/l) odpovídá zahradním kompostům s vysokým obsahem přijatelného draslíku (u zahradních kompostů se obsah přijatelného draslíku (EN 13 651) pohybuje v rozmezí 2000 – 3500 mg/l). Komposty s takto vysokým obsahem draslíku se mohou použít při přípravě substrátů (případně zemin) ve výši do 10 % obj. Kompostované separáty z tohoto pohledu nejsou pro přípravu organických substrátů příliš vhodné, uplatnily by se spíše při přípravě rekultivačních zemin apod.

**Tab. 7. Základní fyzikální a chemické vlastnosti separátů: OHV - objemová hmotnost vlhkého vzorku, suš. - sušina, OHS - objemová hmotnost vysušeného vzorku, pH, EC a přijatelný Ca: vodný výluh 1v/5v, přijatelný N, P, K, Mg: CAT 1v/5v, arit. průměr a směrodatná odchylka z 6-ti stanovení, \* průměr ze dvou stanovení**

separát	OHV	suš.	OHS	pH	EC	N- $\text{NH}_4^+$	N- $\text{NO}_3^-$	P	K	Mg	Ca
	g/l	%	g/l		mS/cm	mg/l					
Kr. Hora	304 ±36	20,2 ±1,9	61 ±3	9,0 ±0,1	0,99 ±0,06	546 ±137	16 ±11	122 ±32	1075 ±148	188 ±50	80 ±7
Kr.Hora suš.	87 ±12	88,9 ±3,4	78 ±10	9,0 ±0,4	0,73 ±0,22	105 ±31	15 ±8	219 ±123	1353 ±163	320 ±117	50 ±6
Kr.Hora kom. *	426	38,3	163	8,9	2,12	39	425	139	3777	465	143
Smržice*	423	20,0	84	9,2	1,31	927	23	85	1370	423	20,0
Smržice - suš.	90 ±3,1	90,9 ±0,6	82 ±2,6	9,2 ±0,1	0,7 ±0,06	106 ±39	12 ±8	229 ±3	1033 ±65	327 ±25	124 ±13

**Tab. 8. Obsah přijatelných stopových živin v separátech, srovnání s vrchovištní rašelinou, výluh CAT 1v/5v, průměr a směrodat. odchylka z 6. stanovení, \*arit. prům. z 2 stanovení**

separát	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
	mg/l					
Kr. Hora	5,9±0,9	4,6±0,5	3,9±0,8	0,7±0,2	0,5±0,1	0,029±0,012
Kr. Hora suš.	11,2±3,4	6,4±0,8	5,7±0,4	0,8±0,10	1,0±0,05	0,028±0,007
Kr. Hora kom.*	13,7	7,2	18,0	0,6	1,4	0,101
Smržice*	3,2	2,24	2,30	0,71	0,79	0,054
Smržice – suš.	16,7±1,8	3,7±0,33	1,2±0,17	0,5±0,17	0,9±0,11	0,013±0,003
rašelina	20,4±9,2	1,8±1,0	2,3±0,9	0,9±0,2	0,10±0,04	0,022±0,016



U sušených separátů zůstává tedy pro dávkování do pěstebních organických substrátů jediný limitující faktor - vysoký obsah přijatelného draslíku. Jejich použití je v metodice prezentováno na modelových substrátech, které tvoří směsi (S20, S40 a S60) baltské vrchovištní frézované rašeliny a upraveného (sušeného) separátu ze zemědělské BPS Krásná Hora nad Vltavou, kde číslo označuje podíl separátu v % obj.

Kontrolní rašelinový substrát (RS) je standardně obohacen plným hnojivem PG MIX (14 % N, 16 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 18 % K<sub>2</sub>O, 0,7 % MgO) se stopovými živinami (0,09 % Fe, 0,16 % Mn, 0,04 % Zn, 0,12 % Cu, 0,03 % B, 0,2 % Mo) v dávce 1 g/l substrátu a pro úpravu hodnoty pH je použit dolomitický vápenec (85 % CaCO<sub>3</sub>, 5 % MgCO<sub>3</sub>) v dávce 6 g/l.

Pro základní hnojení je ve všech substrátech se separáty použit pouze ledek vápenatý (15 % N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). U směsi S20 v dávce 0,6 g/l (90 mg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l), se zvyšujícím podílem separátu se dávka hnojiva snižuje na 0,4 g/l (60 mg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l), resp. 0,2 g/l (30 mg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l). Vzhledem k chemickým vlastnostem sušeného separátu je vápenec použit jen ve směsi S20 v dávce 1 g/l.

Substrát S20 s podílem 20 % obj. sušeného separátu má optimální obsah přijatelných živin a hodnoty pH a EC (tab. 9). Substrát S40 s podílem 40 % obj. sušeného separátu měl již maximální hodnotu přijatelného draslíku, kolem 500 mg/l. Substrát s tímto obsahem přijatelného draslíku je vhodný pouze pro rostliny náročné na živiny (Dubský et al. 2012)

Substráty s vyšším podílem separátu (60 % obj.) a s vyšším obsahem přijatelného draslíku jsou podle Kaplana et al. (2011) použitelné pro pěstování rostlin s velmi vysokými nároky na živiny (např. pro venkovní chryzantémy). Všechny modelové substráty s přidavkem separátu mají optimální obsah stopových živin (tab. 10).

*Tab. 9. Objemová hmotnost a základní fyzikální a chemické vlastnosti modelových substrátů se sušeným separátem a kontrolního rašelinového substrátu RS: OHS - objemová hmotnost vysušeného vzorku, pH, EC a přijatelný Ca: vodný výluh 1v/5v, přijatelný N, P, K, Mg: CAT 1v/5v, arit. průměr ze tří stanovení, srovnání se substrátem s 20 % obj. vlhkého separátu (S-vl 20) a optimum pro vyhnojené rašelinové substráty*

substrát	OHS g/l	pH	EC mS/cm	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	K	Mg	Ca
				mg/l					
S20	114	5,6	0,27	68	80	94	316	165	28
S-vl 20	105	5,9	0,12	188	4	84	241	92	25
S40	136	5,7	0,26	56	26	122	560	221	22
S60	100	6,7	0,44	82	22	253	827	257	26
RS	96	5,7	0,3	106	56	61	144	148	49
optimum		5,5–6,5	0,3–0,4	120–200		40–90	120–180 <sup>a</sup>	80–160	40–120

<sup>a)</sup> substrát se separátem - optimum 200 – 300, max. 500 mg K/l substrátu

**Tab. 10. Obsah přijatelných stopových živin v modelových substrátech se sušeným separátem, výluh CAT 1v/5v, arit. průměr ze třech stanovení, srovnání - doporučené hodnoty pro organické substráty s podílem kompostů apod., optimum pro vyhnojené rašelinové substráty (RS)**

substrát	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
	mg/l					
S20	29,3	3,8	2,7	0,7	0,3	0,011
S40	29,1	5,0	3,8	0,8	0,4	0,009
S60	29,3	6,3	4,9	0,7	0,7	0,007
RS	20,0	4,58	1,05	0,72	0,17	0,055
doporučené hodnoty	15–60	2–30	1–10	1–4	0,2–1	0,002–0,1
optimum - RS	15–30	2–6	1–4	1–3	0,2–1	0,002–0,1
stopové živiny*	0,9	1,6	0,4	1,2	0,3	2

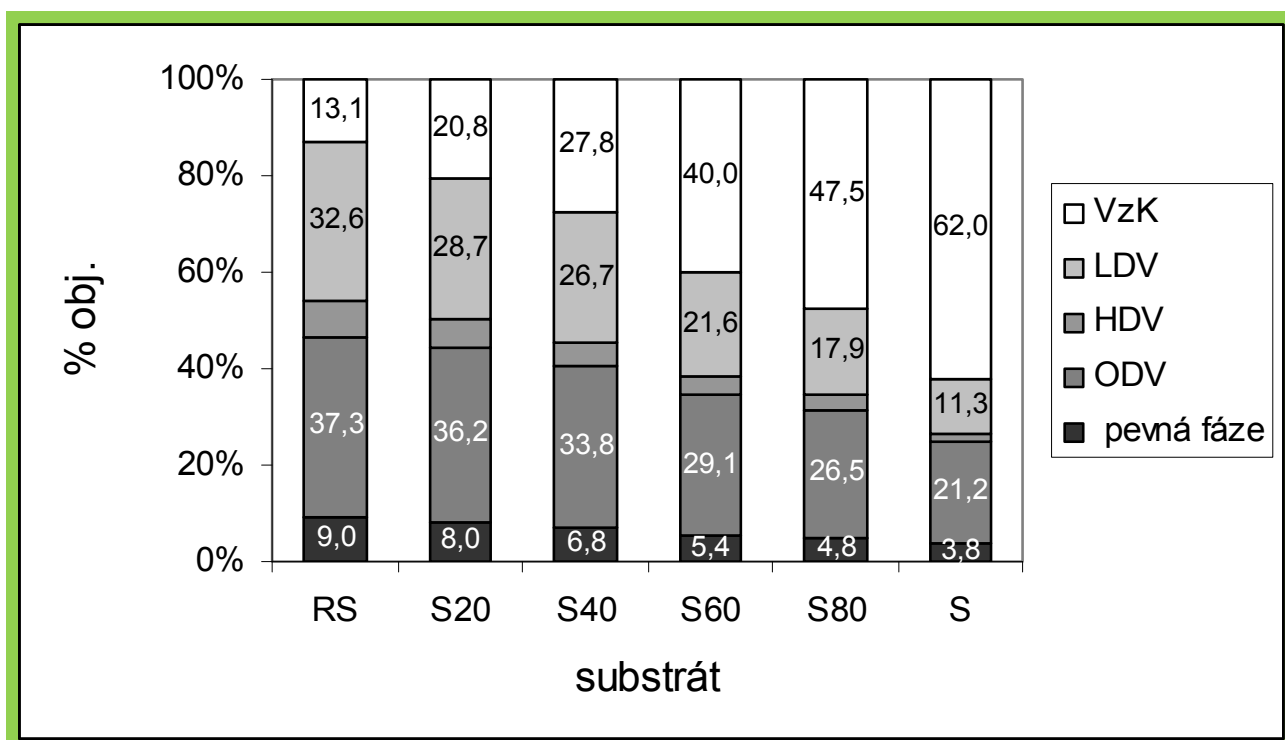
\* stopové živiny dodané hnojivem PG MIX (0,09 % Fe, chelát EDTA, 0,16 % Mn, 0,04 % Zn, 0,12 % Cu, 0,03 % B, 0,2 % Mo) v dávce 1g/l rašelinového substrátu (RS)

Z hodnocení obsahu přijatelných stopových živin v organických komponentech, rašelině a sušených separátech (tab. 8) i v substrátech se separáty (tab. 10) vyplývá, že přídavek separátu s přirozeným obsahem stopových živin zajišťuje jejich dostatečný obsah v pěstebních směsích s rašelinou. Do rašelinových substrátů se stopové prvky dodávají NPK hnojivy se stopovými prvky, nejpoužívanější je hnojivo PG MIX (tab. 10).

Přídavek sušeného separátu do rašelinový výrazně ovlivňuje fyzikální vlastnosti substrátu (graf 3). Zvyšuje vzdušnou kapacitu a snižuje obsah vody lehce dostupné pro rostliny (LDV). Z hlediska fyzikálních vlastností je optimální dávka 20 % obj. sušeného separátu, ještě vhodná je dávka 40 % obj. sušeného separátu, kdy vzdušná kapacita této směsi je pod 30 % obj.

Z hlediska fyzikálních vlastností jsou pro pěstování vhodné substráty S20 a S40, které lze podle Verdoncka et al. (1983) zařadit mezi substráty se zvýšeným obsahem vzduchu: VzK 20 – 30 % obj., LDV >20 % obj. Vyšší dávky separátu (nad 60 % obj.) výrazně zvyšují vzdušnou kapacitu, snižují obsah obtížně dostupné vody pro rostliny (ODV) a tím i celkovou vodní kapacitu substrátu. Při vyšších dávkách sušeného separátu (60 % obj.) je vhodné organické komponenty, pro zvýšení objemové hmotnosti a vodní kapacity směsi, doplnit jíly.

Graf 3. Podíl pevné fáze, vody a vzduchu u modelových substrátů, srovnání se substrátem S80 (80 % obj. separátu) a samotným separátem (S)



VzK - vzdušná kapacita, obsah vzduchu při podtlaku 10 cm vodního sloupce,  
 LDV - lehce dostupná voda, rozdíl v obsahu vody při podtlaku 10 a 50 cm,  
 HDV - hůře dostupná voda, rozdíl v obsahu vody při podtlaku 50 a 100 cm,  
 ODV - obtížně dostupná voda, obsah vody při podtlaku 100 cm.

### III. Srovnání novosti postupů

Produkce separovaných digestátů se začala v České republice rozšiřovat spolu s rozvojem BPS v posledních deseti letech. Předložená metodika podává ucelený souhrn poznatků získaných studiem zahraniční literatury a především vyhodnocením a zpracováním laboratorních hodnocení, které probíhaly na ČZU v Praze a ve VÚKOZ, v.v.i. v Průhonicích v letech 2010 – 2013 a do kterých byly zařazeny separáty ze čtyř tuzemských BPS.

V metodice je zpracováno hodnocení separovaných digestátů s původní vlhkostí, separovaných digestátů upravených sušením a modelových pěstebních substrátů z nich připravených pomocí norem EU (metody EN) a tuzemských metod pro stanovení rizikových prvků. V metodice jsou uvedeny optimální chemické (hodnoty pH, EC, obsah přijatelných živin, obsah přijatelných stopových živin) i fyzikální vlastnosti separovaných digestátů, vhodných pro přípravu pěstebních substrátů, i vlastnosti pěstebních substrátů s podílem separovaného digestátu stanovené podle metod EN. V metodice jsou uvedeny a zhodnoceny nízké obsahy rizikových prvků v separátech.

V metodice je popsána možnost úpravy separovaných digestátů s původní vlhkostí sušením. Sušení umožní snížení obsahu amonného dusíku v separovaném digestátu a tím umožní použití vyšších poměrů v pěstebních substrátech.

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

Metodika předkládá nové a dosud velmi málo známé údaje o chemických a fyzikálních vlastnostech separovaných digestátů a pěstebních substrátů s jejich podílem.

#### **IV. Popis uplatnění certifikované metodiky**

---

Metodika poslouží producentům separovaných digestátů (BPS) a výrobcům pěstebních substrátů při hodnocení separovaného digestátu jako komponenty pěstebních substrátů i vyrobených pěstebních směsí. Metodiku mohou využít i pěstitelé, kteří substráty se separovanými digestáty používají.

Metodika je konkrétně určena pro firmu Klastř bioplyn, z.s.p.o. se sídlem Hájecká 215, Červený Újezd.

#### **V. Ekonomické aspekty**

---

Pokud výrobce použije při přípravě substrátů sušený separát a částečně jím nahradí rašelinu, klesnou mu náklady na rašelinu, hnojiva a vápenec.

V tabulce 11 jsou porovnány materiálové náklady na 1 m<sup>3</sup> rašelinového substrátu a modelového substrátu S20 s podílem 20 % obj. sušeného separátu (kapitola 6). Rašelinový substrát je obohacen plným NPK hnojivem PG MIX v dávce 1 kg na m<sup>3</sup> substrátu, na úpravu hodnoty pH je použit dolomitický vápenec v dávce 6 kg/m<sup>3</sup>. V modelové směsi S20 je pro základní hnojení použit ledek vápenatý v dávce 0,6 kg/m<sup>3</sup> a vápenec v dávce 1 kg/m<sup>3</sup>. Při použití sušeného separátu lze místo práškového NPK hnojiva PG MIX použít pouze dusíkaté hnojivo ledek vápenatý a výrazně se také snižuje dávka vápence.

Cena frézované rašeliny dovážené z Pobaltí se v současné době pohybuje kolem 550 Kč včetně dopravy. Cena sušeného separátu je odvozena od ceny produktu z BPS Smržice, která 1 t prodává za 1000 Kč. Při objemové hmotnosti sušeného separátu 90 kg/m<sup>3</sup> cena za 1 m<sup>3</sup> vychází na 90 Kč.

*Tab. 11. Materiálové náklady na rašelinový substrát a substrát S20 s podílem sušeného separátu 20 % obj., ceny bez DPH, ceny hnojiv podle ceníku AGRO CS, a.s., cena vápence podle Hasit, s.r.o.*

komponent	cena Kč/m <sup>3</sup>	rašelinový substrát		modelová směs S20		rozdíl Kč/m <sup>3</sup>
		podíl	náklady na m <sup>3</sup>	podíl	náklady na m <sup>3</sup>	
rašelina	550	1	550	0,8	440	---
sušený separát	90	0	0	0,2	18	---
hnojivo	Kč/kg	dávka kg/m <sup>3</sup>	náklady na m <sup>3</sup>	dávka kg/m <sup>3</sup>	náklady na m <sup>3</sup>	---
PG MIX	67	1	67	0	0	---
LV	12,2	0	0	0,6	7,32	---
vápenec	3,95	6	23,7	1	3,95	---
suma	---	---	640,7	---	469,27	171,43

Rozdíl v materiálových nákladech na 1 m<sup>3</sup> substrátu mezi rašelinovým substrátem a substrátem se sušeným separátem činí 171 Kč. Do nákladů na substráty se separátem je ale nutné započítat ještě dopravu z BPS do výroby.

Aktuální roční spotřeba rašeliny pro přípravu substrátů se v ČR podle odhadu výrobců pohybuje kolem 400 tis. m<sup>3</sup>. Ve stejném objemu se může podle tohoto odhadu pohybovat výroba organických (rašelinových) substrátů v ČR. Rašelina je v některých substrátových směsích částečně nahrazovaná dalšími organickými komponenty (kompostovaná kůra, kokosové produkty, zahradní komposty), ale pouze v objemech 8 – 20 % obj. Kromě pěstebních substrátů připravovaných u tuzemských producentů se do ČR dovážejí také substráty připravené v Německu nebo v Pobaltí.

Materiálové náklady na přípravu 1 m<sup>3</sup> substrátu s 20 % podílem sušeného separátu jsou o 171 Kč nižší než na přípravu rašelinového substrátu. Při předpokladu, že sušený separát se bude přidávat do 10 % vyrobených substrátů za rok (40 000 m<sup>3</sup> - především školkařské substráty, Hobby substráty pro truhlíkové rostliny) úspora materiálových nákladů by činila 6,9 mil Kč ročně a v pěstebních směsích by se nahradilo 8 000 m<sup>3</sup> rašeliny.

V případě modelové zemědělské BPS, která produkuje denně 10 t separovaného digestátu a polovinu používá na podestýlku při chovu skotu, je roční produkce separátu pro možnou úpravu sušením 1098 tun. Toto množství odpovídá objemu cca. 5475 m<sup>3</sup> (objemová hmotnost vlhkého separátu je max. 330 kg/m<sup>3</sup> při sušině do 20 %). Při dávkování sušeného separátu do substrátové směsi 20 % obj. by toto množství teoreticky stačilo k výrobě cca. 27 000 m<sup>3</sup> substrátu.

## VI. Závěr

Pro přípravu pěstebních substrátů jsou vhodné separáty ze zemědělských bioplynových stanic, které zpracovávají statková hnojiva, především kejdu, a rostlinnou biomasu. Obsahují nerozložené frakce organických látek vláknité povahy a svojí strukturou ovlivňují fyzikální vlastnosti substrátů a dále jsou i významným zdrojem přijatelných živin. U separátů s přirozenou vlhkostí je limitující jejich vysoký obsah amonného dusíku a přijatelného draslíku, použitelné jsou do 10 % obj.

Pokud se separát vysuší v bioplynové stanici s využitím odpadního tepla, obsah  $\text{N-NH}_4^+$  výrazně poklesne a podíl separátu v substrátu může být vyšší, 20 – 40 % obj. Sušením se ovlivní i fyzikální vlastnosti, především se zvýší objemová hmotnost a zároveň i vzdušná kapacita. Limitujícím faktorem pro použití sušeného separátu je vysoký obsah přijatelného draslíku, při vyšších dávkách i vyšší vzdušná kapacita. Rašelinové substráty s podílem sušeného separátu kolem 20 % obj. jsou vhodné pro většinu rostlin. Substráty s podílem 40 % obj. separátu jsou vhodné pro rostliny náročné na živiny. Mají vysoký obsah živin, ale obsah přijatelného draslíku zpravidla nepřesahuje limitní hodnotu 500 mg K/l substrátu. Substráty s podílem 20 – 40 % obj. sušeného separátu mají dobré fyzikální vlastnosti a byly úspěšně odzkoušeny ve vegetačních pokusech. Pokud výrobce použije při přípravě substrátů sušený separát ve výše uvedených dávkách a částečně jím nahradí rašelinu, výrazně klesnou mu náklady na rašelinu, hnojiva a vápenec.

Substráty s vysokým podílem separátu (60 % obj.) jsou použitelné pouze pro pěstování rostlin s velmi vysokými nároky na živiny (např. pro venkovní chryzantémy). V těchto směsích by bylo nutné organické komponenty doplnit jíly pro zvýšení objemové hmotnosti a vodní kapacity dané směsi. Použití jílu pro přípravu substrátů se separáty není součástí metodiky. Tato problematika bude zpracována v dalším průběhu řešení výzkumného projektu.

## VII. Seznam použité související literatury

- Carlile, W. R. (2008): The use of composted materials in growing media. *Acta Horticulturae* 779, 321–327.
- De Boodt, M., Verdonck, O., Cappaert I. (1974): Method for measuring water release curve of organic substrates. *Acta Horticulturae*, vol. 37: 2054–2062.
- Dvořák, P., Martinát, S., Klusáček, P., Horst, van der D., Navrátil, J., Kulla, M. (2013): Divergentní trendy v zemědělství a v sektoru bioplynových stanic v České republice: Příležitost nebo hrozba. Sborník příspěvků XVI. mezinárodní kolokvium o regionálních vědách, Valtice 19. – 21. 6. 2013, DOI: 10.5817/CZ.MUNI.P210□6257□2013□34.
- 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.
- Erhart, E., Hartl, W. (2008): Využití kompostu v ekologickém zemědělství. ZERA. Náměšť nad Oslavou. 24 s. ISBN: 80-903548-8-2.
- 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.
- Kolář, L., Kužel, S., Peterka, J., Borová - Batt, J. (2010): Agrochemical value of the liquid phase of wastes from fermenters during biogas production, Plant, Soil and Environment, vol. 56 (1), pp. 23–27.
- Mehlich, A. (1984): Mehlich 3 Soil Test Extractant: A modification of Mehlich 2 Extractant. Communications in Soil Science and Plant Analysis 15, 1409-1416.
- Prasad, M., O'Shea, J. (1999): Relative breakdown of peat and non-peat growing media. Acta Horticulturae, 481: 121–128.
- Rainbow, A. (2008): The use of green compost in the production of container nursery stock in the UK: challenges and opportunities. Acta Horticulturae, 819: 27–32.
- Valla, M., Kozák, J., Drbal, J. (1980): Cvičení z půdoznalectví - II. Praha: VŠZ. 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.

## **VIII. Seznam publikací, které předcházely metodice**

- Dubský M., (2006): Metody EU pro hodnocení organických substrátů. Zahradnictví 98/2: 51–53.
- Dubský M., Šrámek F. (2007): Obsah a dostupnost stopových prvků v substrátech. Zahradnictví 99/5: 56–57.
- 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., Kaplan, L. (2012): Substráty a zeminy s komposty a separovaným digestátem. Zahradnictví 11 (8), 62–65.
- Dubský, M., Tlustoš, P., Kaplan, L. (2012): Využití pevné fáze digestátu pro přípravu pěstebních substrátů. Sborník z konference Racionální použití hnojiv, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 2012, 215 s., ISBN 978-80-213-2331-5.
- Dubský, M., Kaplan, L. (2013): Fyzikální vlastnosti rašelinových substrátů se separovaným digestátem. Zahradnictví 12 (2), 66–68.
- Kaplan, L., Tlustoš, P., Száková, J., Najmanová, J. (2011): Vliv pevné fáze digestátu z bioplynové stanice na růst a kvetení chryzantém. Sborník z konference Racionální použití hnojiv, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, s. 102-106. ISBN: 978-80-213-2224-0.

## **IX. Dedikace**

---

Ke zpracování certifikované metodiky bylo použito výsledků výzkumných aktivit realizovaných v rámci řešení výzkumného projektu NAZV č. QJ 1210085 „*Využití digestátu a jeho separovaných složek v zemědělství a v zahradnictví pro aplikaci v hnojivých systémech výživy rostlin a pro výrobu pěstebních substrátů*”.

## **X. Jména oponentů a názvy jejich organizací**

---

Odborný oponent z oboru: Ing. Jaroslav Houček, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Oddělení registrace hnojiv, Za Opravnou 4, Praha 5 – Motol.

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