



Pěstební substráty s komponenty na bázi separátů

certifikovaná metodika

Pavel Tlustoš a kol.



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

Vydavatelství Česká zemědělská univerzita v Praze

ISBN 978-80-213-2711-5

Praha 2016

Certifikovaná metodika byla zpracována v rámci řešení
výzkumného projektu NAZV č. QJ 1210085 „Využití digestátů
a jeho separovaných složek v zemědělství a v zahradnictví pro aplikaci
v hnojivých systémech výživy rostlin a pro výrobu pěstebních substrátů“

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



VÝZKUMNÝ ÚSTAV SILVA TAROUČY PRO KRAJINU A OKRASNÉ ZAHRADNICTVÍ, V.V.I.



Pěstební substráty s komponenty na bázi separátů

CERTIFIKOVANÁ METODIKA

Pavel Tlustoš a kol.

Certifikovaná metodika byla zpracována
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“

Pěstební substráty s komponenty na bázi separátů

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:

Ing. Martin Dubský, Ph.D.²
Ing. Lukáš Kaplan, Ph.D.¹
Ing. Jan Habart, Ph.D.¹
Ing. Šárka Chaloupková²
prof. Ing. Pavel Tlustoš, CSc.¹

¹ Česká zemědělská univerzita v Praze

² Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i.

Pěstební substráty s komponenty na bázi separátů

Pavel Tlustoš a kol.

Vydání první, 2016

Vydavatelství: Česká zemědělská univerzita v Praze

Tisk Powerprint s.r.o., Brandejsovo nám. 1219/1, 165 00 Praha Suchdol, www.powerprint.cz

165 21 Praha – Suchdol

Obálka: Rostliny *‘Euphorbia pulcherrima’* pěstované v rašelině s přídavkem sušeného separátu

© 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 978-80-213-2711-5

I. Cíl metodiky

V důsledku zvýšení podílu obnovitelných zdrojů při výrobě energie vzrostla v několika posledních letech produkce bioplynu v bioplynových stanicích, zejména z biomasy cíleně pěstované na zemědělské půdě. Vedlejším produktem je separovaný digestát (separát), pevná složka vzniklá separací digestátu. Separát je možné po úpravě použít jako komponentu při výrobě pěstebních substrátů pro pěstování široké škály rostlin. Jeho použitím dochází k úspoře neobnovitelného přírodního zdroje, rašeliny a do určité míry i hnojiv používaných k doplnění živin v rašelinových pěstebních substrátech.

Cílem předkládané metodiky je poskytnout přehled možností náhrady rašeliny v pěstebních substrátech čerstvým, sušeným nebo kompostovaným separátem popřípadě dalšími komponentami, charakterizovat chemické a fyzikální vlastnosti těchto materiálů a popsat jejich použití při přípravě pěstebních substrátů. Dalším cílem metodiky je popsat systémy výživy při použití pěstebních substrátů s podílem upraveného separátu, které odpovídají jejich specifickým chemickým vlastnostem a nárokům pěstovaných rostlin.

Metodika v ucelené podobě předkládá postup při úpravě separátů pro přípravu pěstebních substrátů, definuje jejich optimální podíl a vlastnosti i specifika systémů výživy při použití těchto substrátů pro pěstování rostlin.

II. Vlastní popis metodiky

1. Úvod - produkce separátu v ČR

Základním komponentem organických substrátů v zemích Evropské unie je vrchovištní rašelina. Rašelina má vhodné fyzikální (nízká objemová hmotnost, vysoká pórovitost a vodní kapacita) i chemické (kyselá reakce, nízký obsah rozpustných solí) vlastnosti. Používá se samostatně nebo v kombinaci s dalšími organickými nebo minerálními komponenty. 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). Vhodné jsou separáty ze zemědělských bioplynových stanic, které zpracovávají statková hnojiva (především kejdu) a rostlinnou biomasu. 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).

Aktuálně (2013) je v celé České republice 481 bioplynových stanic o výkonu 363 MW a jejich roční produkce elektrické energie dosahuje 1809 GWh. 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). Se vzrůstající instalací bioplynových stanic bude vzrůstat i produkce digestátu, a tím jeho pevné složky separátu.

2. Úprava separátu, chemické a fyzikální vlastnosti komponentů na bázi separátů

Na základě hodnocení chemických a fyzikálních vlastností jsou pro přípravu pěstebních substrátů vhodné pouze separáty ze zemědělských BPS. V omezené míře je možné pro přípravu substrátů použít separát s přirozenou vlhkostí. V metodice jsou popsány tři možnosti úpravy separátu sušením, kompostováním se slámou a kombinací separátu s hotovým kompostem a následným časově krátkodobým kompostováním.

2.1 Úprava separátu sušením

Separáty ze zemědělských bioplynových stanic mají obsah sušiny kolem 20 %, objemová hmotnost suchého vzorku se pohybuje v rozmezí 60–90 g/l. Separáty mají zásaditou reakci a vysoký obsah přijatelných živin, především přijatelného draslíku (stanovený rozsah 800–1250 mg K/l) a amonného dusíku. Příklady chemických vlastností jsou uvedeny v tabulce 1.

Obsah amonného dusíku v separátech je ovlivněn zakládkou do BPS. Pokud se do zakládky bioplynové stanice jako kapalná složka používá fugát (kapalný zbytek po separaci digestátu), který má vysoký obsah amonného dusíku, separát (tab. 1, separát-b) má zvýšený obsah amonného dusíku (stanovený rozsah 750–850 mg/l). Pokud se do zakládky BPS používá jako kapalná složka kejda, obsah amonného dusíku v separátu (tab. 1, separát-a) se pohybuje kolem 500 mg/l (stanovený rozsah 400–600 mg N-NH₄⁺/l). Tyto separáty mají, vzhledem k přidávku kejdy, případně dalších statkových hnojiv, např. drůbežího trusu, zvýšený obsah přijatelného fosforu (stanovený rozsah 90–190 mg P/l).

Pro usnadnění transportu, snížení hmotnosti a sanitace se používá tepelná úprava separátu sušením s využitím odpadního tepla BPS. Během sušení dochází ke ztrátě amonného dusíku, a klesá tak obsah N, pokud se sušený separát používá jako hnojivo, popřípadě i k jeho případnému úniku NH₃ do atmosféry. Únik amoniaku je možné řešit okyselením separátu před sušením (Pantelopoulos et al., 2016) nebo sorpcí amoniaku ze vzduchu na výstupu ze sušárny. Produktem sušení separátu je materiál s definovaným obsahem amonného dusíku.

V metodice je popsáno sušení separátu bez okyselení, předpokládá se zachycení amoniaku při odvádění par do kyselé vypírky. Při sušení dojde k výraznému snížení obsahu amonného dusíku v separátech. U vzorků uvedených v tabulce 1 byly separáty v sušárnách BPS vysušeny na vlhkost kolem 5–10 %.

Tab. 1. Vlastnosti různých separátů BPS (separát a <500 mg N-NH₄⁺/l, separát b >700 mg N-NH₄⁺/l, separát-b-1-BPS 1, separát b-2-BPS 2) s přirozenou vlhkostí, separátů sušených a modelových směsí rašeliny s podílem 20 % obj. separátu (S20)

Vzorek	SL	OH V	suš.	OHS	pH	EC	N NH ₄ ⁺	N NO ₃ ⁻	P	K	Mg	Ca
	%	g/l	%	g/l	H ₂ O	mS/cm	mg/l					
Separát-a -vlhký	88,0	335	20,6	69	9,2	0,97	465	17	137	1078	217	94
Separát-b1 -vlhký	83,9	423	20,0	84	9,2	1,31	927	23	85	1370	235	89
Separát-b2 -vlhký	84,4	275	18,8	52	8,9	1,10	792	25	51	996	186	75
Separát-a -suchý	88,7	97	90	87	8,3	0,65	101	13	171	1312	253	46
Separát-b1 -suchý	86,1	95	90,3	85	9,8	0,65	140	12	173	1394	295	64
Separát-b2 -suchý	85,5	65	96	62	8,1	0,60	69	6	73	1145	203	36
Modelové směsi												
Rašelina	93,8	265	41	109	4,5	0,06	17	5	2	16	80	13
S20-vlhký sep-a	93,7	243	43,2	105	5,9	0,12	188	4	84	241	153	20
S20-suchý sep-a	93,6	250	46	115	5,5	0,14	56	7	70	295	163	25
Optimum rašelinový substrát					5,5– 6,5	0,3– 0,5	120–200		40–90	120– 180	80– 160	50– 150
Optimum substrát s kompostem					5,5– 7,3	0,35– 0,55	120–200		40–90	120– 300	80– 160	40– 120

Pozn.: SL – obsah spalitelných látek v sušině (ČSN EN 13039), OHV–objemová hmotnost vlhkého vzorku, suš.–sušina, OH–objemová hmotnost vysušeného vzorku (ČSN EN 13040), pH (ČSN EN 13037), EC (ČSN EN 13038) a Ca (ČSN EN 13652)–vodní výluh 1v/5v, obsah přijatelných živin–N, P, K a Mg (ČSN EN 13651)–výluh CAT 1v/5v.

V tabulce 1 jsou uvedeny i příklady modelových směsí s podílem 20 % obj. vlhkého separátu a separátu sušeného (separát-a) bez přídavku hnojiv a vápence pro úpravu hodnoty pH. Při dávkování vlhkého separátu je limitující obsah amonného dusíku a přijatelného draslíku. Při dávkování 20 % obj. vlhkého separátu je obsah přijatelného draslíku pod horní hranicí optima pro organické substráty s přídavkem kompostu. Směs má ale vysoký obsah amonného dusíku. Optimální obsah v pěstebních substrátech je kolem 100 mg N-NH₄⁺/l. Optimální dávka separátu (separát-a) s přirozenou vlhkostí je tedy kolem 10 % obj. Tyto substráty by bylo možné připravovat, především z dopravních důvodů, pouze v blízkosti BPS. Příklad přípravy tohoto substrátu je uveden v tabulce č. 7, kde je shrnuto doporučené dávkování komponentů na bázi separátu při přípravě rašelinových substrátů.

Pokud se separáty ze zemědělských BPS vysuší, výrazně poklesne obsah amonného dusíku (tab. 1). Obsah amonného dusíku se v sušených separátech pohybuje v rozmezí 60–140 mg N-NH₄⁺ na litr, což je obsah pro vyšší dávkování této komponenty vhodný. 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, ve srovnání s rašelinou, zvýšené obsahy některých stopových živin (tab. 2), především Mn, Zn a B.

U sušeného separátu je pak limitující pouze vysoký obsah přijatelného draslíku. Při dávce 20 % obj. sušeného separátu je obsah přijatelného draslíku na horní hranici optima pro organické substráty s přidavkem kompostu. Tato dávka je z pohledu obsahu přijatelného draslíku optimální. Vzhledem k dostatečnému obsahu přijatelného fosforu, hořčíku a stopových živin (viz tab. 1), je při přípravě substrátů s podílem ≥ 20 % obj. sušeného separátu nutné doplnit pouze dusík v nitrátové formě a vápenec pro úpravu hodnoty pH a dodání vápníku.

Tab. 2. Obsah přijatelných stopových živin v separátech, srovnání s vrchovištní rašelinou, výluh CAT 1v/5v (ČSN EN 13651), průměr a směrodatná odchylka z hodnocení separátů (viz tab. 1).

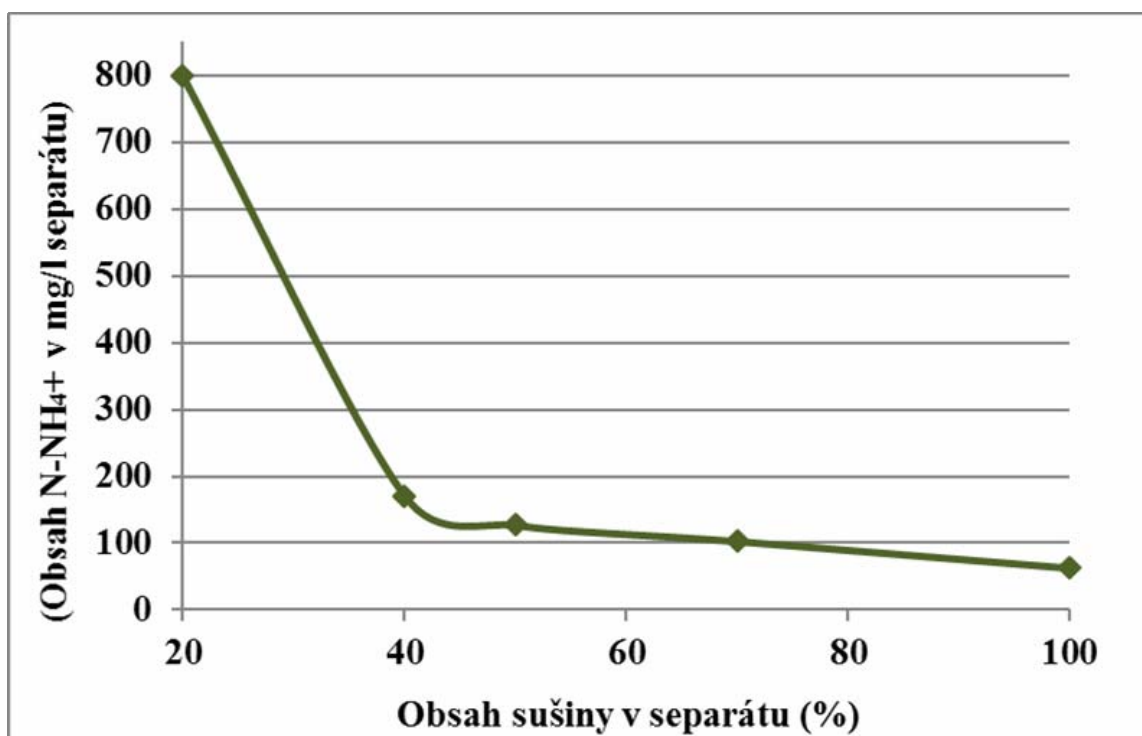
Vzorek	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
	mg/l					
Separát - vlhký	5,9 ± 0,9	4,6 ± 0,5	3,9 ± 0,8	0,7 ± 0,2	0,50 ± 0,10	0,029 ± 0,012
Separát - sušený	11,2 ± 3,4	6,4 ± 0,8	5,7 ± 0,4	0,8 ± 0,10	1,0 ± 0,05	0,028 ± 0,007
Rašelina	20,4 ± 9,2	1,8 ± 1,0	2,3 ± 0,9	0,9 ± 0,2	0,10 ± 0,04	0,022 ± 0,016

Sušení separátu je optimální úprava tohoto komponentu z hlediska zachování struktury a fyzikálních vlastností. Při sušení se sníží obsah amonného dusíku, což umožní zvýšit podíl separátu v pěstební směsi na 20 % obj. a více.

Sušením separátu se obsah amonného dusíku výrazně snižuje. V modelovém příkladu (viz graf 1) je uveden vliv nárůstu sušiny separátu při sušení při teplotě 60 °C na snižování obsahu amonného dusíku.

Počáteční obsah amonného dusíku v testovaném čerstvém separátu byl kolem 800 mg N-NH₄⁺/l, vzorek separát-b2-vlhký (viz tab. 1). Jedná se tedy o separát s vysokým obsahem amonného dusíku. Pro výrazné snížení amonného dusíku na hodnoty 160–180 N-NH₄⁺/l, které jsou vhodné pro aplikaci separátu do substrátů, postačuje zvýšit obsah sušiny z 20 % na 40 %. Optimální pro přípravu substrátů, i s ohledem na kamionovou dopravu sušeného separátu, je snížení vlhkosti a zvýšení sušiny na 70 %. Při tomto obsahu sušiny klesne obsah amonného dusíku v separátu na hodnoty kolem 100 N-NH₄⁺/l

Graf 1. Závislost snižování obsahu amonného dusíku na obsah sušiny v surovém separátu



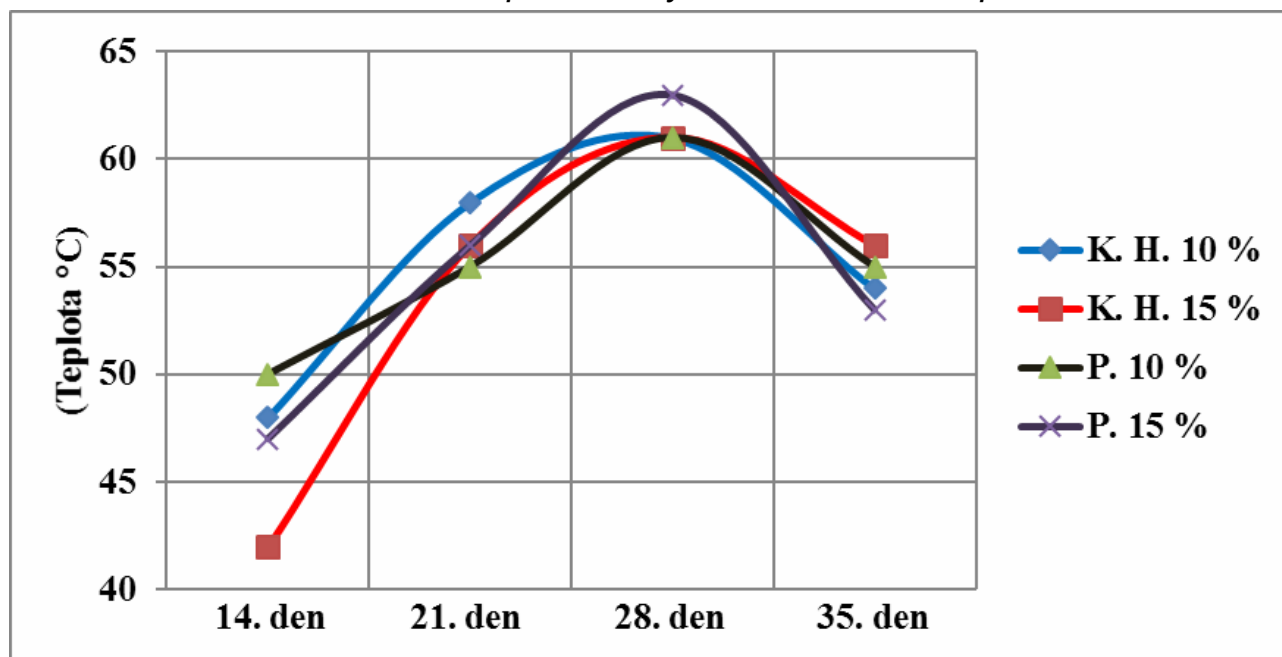
2.2 Úprava separátu kompostováním

Snížení vysokého obsahu dusíku v amonné formě 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 N-NO₃⁻ a především přístupného draslíku (viz tab. 2). Obsah přijatelného draslíku (nad 3500 mg K/l) odpovídá zahradním kompostům s vysokým obsahem přijatelného draslíku, u zahradních kompostů se obsah přijatelného draslíku (ČSN 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.

Modelové komposty byly připraveny v kryté hale v zemědělském družstvu Petrovice. Hlavní kompostovanou surovinou byla pevná složka digestátu–separát s obsahem amonného dusíku cca. 500 mg N-NH₄⁺/l, vzorek Separát-a-vlhký (viz tab. 1) s odstupňovaným podílem jemně řezané pšeničné slámy 10, resp. 15 % hm. Při zakládání kompostů byla využita technika pásové hromady. Postupným navážením separátu bylo docíleno požadovaného tvaru – lichoběžníku, vhodného pro průběh kompostování, o rozměrech délky 18 m, šířky 5,5 m a výšky 1,2 m. Na separát se aplikovalo požadované množství jemně řezané slámy o velikosti částic zhruba 2 cm. Tyto dvě suroviny se následně promísily překopávačem. Po promíslení surovin byly do středu zakládky kompostů umístěny teploměry pro sledování teploty.

V průběhu kompostování (5–6 týdnů) byla zakládka celkem 8× překopána (3× v prvním týdnu, 2× v druhém a třetím týdnu a 1× ve čtvrtém týdnu) po založení. Vzhledem k intenzivnímu překopávání kompostu v prvních třech týdnech po založení nepřekročila teplota zakládky 60 °C (viz graf 2). Teploty nad 60 °C bylo dosaženo až ve čtvrtém týdnu kompostování, po následném překopání teplota poklesla a pátý až šestý týden kompost dozrává. Pravidelnou překopávkou se docílilo nejen provzdušnění ale i rychlejšího rozkladu organické hmoty. Kompostovaný separát se slámou je bohatým zdrojem živin (zejména P a K), který lze získat v krátkém časovém intervalu.

Graf 2. Průběh teplot v různých zakládkách kompostu



Pozn.: K. H.–separát Krásná Hora, P – Petrovice, % = hmotnostní podíl slámy

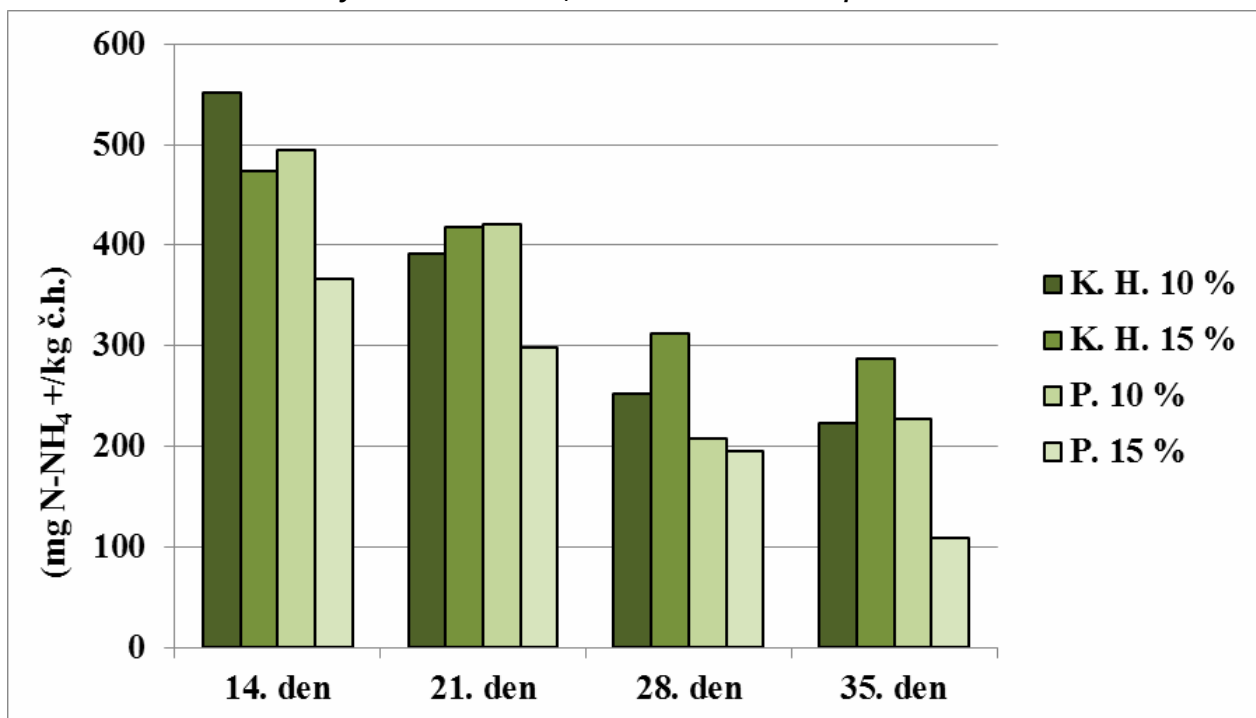
Termíny měření odpovídají termínům odběru vzorků (viz graf 3)

1. odběr–14 dní po založení kompostu, intervaly mezi odběry 7 dní, 4. odběr–5 týdnů po založení kompostu.

Na konci kompostování, 5 týdnů po založení kompostu se hodnoty amonného dusíku u různých typů zakládek po orientačním přepočtu na objem (OHV kompostu = 350 g/l) pohybují v rozmezí 38–98 mg N-NH₄⁺. Což jsou hodnoty stanovené u kompostů použitých pro přípravu modelových substrátů (viz tab. 3, např. vzorek KS-15-a (2014), který odpovídá vzorku K. H. 15 %, obsahoval v průměru 86 mg N-NH₄⁺/l).

Kompostováním separátu se slámou se získá kvalitní kompost bez klíčivých semen plevelů, s dobrou strukturou a nízkou objemovou hmotností, nízkým obsahem amonného dusíku a vysokým obsahem živin (nitrátový dusík, fosfor a především draslík) a mírně zásaditou reakcí (viz tab. 3). Pro srovnání jsou uvedeny vlastnosti směsi zeleného kompostu se separátem (viz kap. 2.3).

Graf 3. Průměrný obsah N-NH₄⁺ ve vzorcích kompostu v čerstvé hmotě



Pozn.: K. H.–separát Krásná Hora, P–Petrovice, % = hmotnostní podíl slámy

1. odběr–14 dní po založení kompostu, intervaly mezi odběry 7 dní, 4. odběr–5 týdnů po založení kompostu.

Tab. 3. Vlastnosti kompostovaného separátu s 15-ti % podílem slámy (KS-15), směsi kompost/separát (ZK-S) a modelových substrátů

Vzorek	SL	OHV	suš.	OHS	pH	EC	N	N	P	K	Mg	Ca	
	%	g/l	%	g/l	H ₂ O	mS/cm	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	mg/l				
KS-15-a (2014)	74,6	352	23,7	83	9,2	0,97	86	76	111	1959	375	103	
KS-15-b (2015)	76,5	344	23,2	80	8,8	1,28	40	285	234	2390	468	92	
KS-15-c (2016)	67,8	482	19,4	94	8,7	1,55	36	110	221	2905	372	34	
ZK-S-a (2016)	52,8	434	45,7	198	8,7	0,66	18	6	63	1470	297	30	
ZK-S-b (2016)	48,2	448	45,2	202	8,8	0,69	16	7	70	1435	302	20	
Modelový substrát													
10KS15	86,0	220	36,1	79	4,4	0,21	23	33	77	336	155	23	
20KS15	84,8	228	33,1	76	4,8	0,70	40	57	147	598	214	31	
10ZK-S	83,6	253	39,1	99	4,8	0,13	7	3	15	165	96	49	
20ZK-S	76,0	282	37,2	105	5,4	0,18	12	2	38	265	173	57	
Optimum rašelinový substrát					5,5–6,5	0,3–0,5	120–200		40–90	120–180	80–160	50–150	
Optimum substrát s kompostem					5,5–7,3	0,35–0,55	120–200		40–90	120–300	80–160	40–120	

Pozn.: modelové substráty–rašelina s podílem 10 a 20 % obj. kompostu KS-15-c (2016), resp. ZK-S-a (2016)

SL – obsah spalitelných látek v sušině (ČSN EN 13039), OHV–objemová hmotnost vlhkého vzorku, suš.–sušina, OHS–objemová hmotnost vysušeného vzorku (ČSN EN 13040), pH (ČSN EN 13037), EC (ČSN EN 13038) a Ca (ČSN EN 13652)–vodní výluh 1v/5v, obsah přijatelných živin–N, P, K a Mg (ČSN EN 13651)–výluh CAT 1v/5v.

Komposty na bázi separátu a slámy jsou vhodné jako zdroj přijatelných živin a pro úpravu hodnoty pH rašelinových pěstebních substrátů a také jako částečná náhrada rašeliny v pěstebních směsích. Vysokému obsahu živin, především přijatelnému draslíku, je nutné přizpůsobit dávkování kompostu do substrátu nebo zeminy. Kompostované separáty mají v rámci dané kompostárny a používané zakládky, tvořené především separovaným digestátem, poměrně standardní chemické vlastnosti (porovnání vzorků KS-15-a-c, připravených s ročním odstupem). Pro stanovení optimální dávky do pěstební směsi a doplňkového hnojení, je nutné provést základní chemický rozbor kompostu, stanovit hodnoty pH a obsah rozpustných solí (EC) a obsah základních přijatelných živin (N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, P a K).

V tabulce 3 jsou uvedeny příklady modelových směsí s podílem 10 a 20 % obj. kompostovaného separátu (vzorek KS-15-c) bez přídavku hnojiv a vápence pro úpravu hodnoty pH. Při dávkování kompostovaného separátu je limitující obsah přijatelného draslíku. Pro kompostovaný separát je optimální dávka kolem 10 % obj., dávka 20 % obj. je použitelná pouze pro rostliny s vyššími nároky na živiny.

Kompostované separáty mají přirozený obsah stopových živin (viz tab. 4). Vzhledem k dostatečnému obsahu přijatelného draslíku, fosforu, hořčíku a stopových živin je při přípravě substrátů s podílem 10 % obj. kompostovaného separátu se slámou nutné doplnit pouze dusík v nitrátové formě a vápenec pro úpravu hodnoty pH a dodání vápníku. Příklad přípravy tohoto substrátu je uveden v tabulce č. 7.

Při dávce 10 % obj. je obsah přijatelného draslíku na horní hranici optima pro organické substráty s přídavkem kompostu. Pro srovnání jsou uvedeny v tabulce č. 3 vlastnosti modelových směsí s podílem 10 a 20 % obj. směsi zeleného kompostu a separátu (vzorek ZK-S-a) bez přídavku hnojiv (popis viz kap. 2.3).

Tab. 4: Obsah přijatelných stopových živin v kompostovaných separátech (viz tab. 3), výluh CAT 1v/5v (ČSN EN 13651).

Vzorek	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
	mg/l					
KS-15-a (2015)	16,90	9,00	9,11	0,41	1,09	0,081
KS-15-b (2016)	14,38	5,60	5,53	0,83	0,61	0,071
ZK-S-a (2016)	12,09	11,34	9,52	0,56	2,36	0,059
ZK-S-b (2016)	13,15	12,57	10,39	0,61	2,51	0,023

2.3 Úprava separátu mícháním a kompostem

Separát s přirozenou vlhkostí (cca 20 % sušiny) je možné použít pro úpravu zahradních kompostů tříděných na frakci 0–10 mm nebo 0–20 mm, které mají vysokou objemovou hmotnost, nízký obsah spalitelných látek (< 30 %), horší zrnitostní strukturu a nízký obsah přijatelného dusíku v nitrátové formě. Zahradní kompost výše uvedených vlastností (příklady viz tab. 5) se doporučuje smíchat se separátem v objemovém poměru 1:1 a kompostovat v plošných hromadách s výškou do 5 m. Po 3 týdnech je vhodné hromadu překopat a následně ponechat kompost další dva týdny dozrát. Obdobně jako při kompostování separátu se slámou (viz kapitola 2.2) lze za 5 týdnů získat kvalitní kompost (viz tab. 3).

Výsledné chemické vlastnosti směsi kompost/separát jsou ovlivněny především vlastnostmi zahradního kompostu. V tabulce 5 jsou uvedeny 2 příklady zahradních kompostů s odlišnými chemickými vlastnostmi použitých pro přípravu modelových směsí kompost/separát. Kompost ZK-A má nízký obsah přijatelného draslíku i fosforu. Kompost ZK-B je představitel kompostu s vyšším obsahem přijatelného draslíku ≥ 3000 mg K/l.

Pro přípravu modelových směsí kompost/separát byl použit separát se zvýšeným obsahem amonného dusíku (stanovený rozsah 750–850 mg/l separátu). V tabulce 5 jsou uvedeny chemické vlastnosti směsi kompost/separát v průběhu přípravy – kompostování, kdy je patrné výrazné snížení amonného dusíku ve směsi.

Tab. 5. Vlastnosti komponentů pro přípravu směsi zahradního kompostu (ZK) a separátu a hodnocení směsí kompostu a separátu v poměru 1 vol:1 vol (ZK-S) v průběhu kompostování

Vzorek	OHV	suš.	OHS	pH	EC	N NH ₄ ⁺	N NO ₃ ⁻	P	K	Mg	Ca
	g/l	%	g/l	H ₂ O	mS/cm	mg/l					
Separát	320	24,6	79	8,9	1,20	753	7	30	1170	247	75
ZK-A	527	66,0	348	9,0	0,39	36	10	42	1096	220	39
ZK-B	685	68,6	470	9,1	1,59	101	21	31	3515	300	163
Za tři týdny											
ZK-A-S	768	51,3	394	8,5	0,78	101	21	43	2042	438	60
ZK-B-S	530	53,8	285	8,9	1,02	234	33	25	2216	268	78
Za 5 týdnů											
ZK-A-S*	434	45,7	198	8,7	0,66	18	6	63	1470	297	30
ZK-B-S	547	46,0	252	8,4	1,19	46	218	53	2241	392	85

* vzorek ZK-A-S odpovídá vzorku ZK-S-a (2016)–viz tab. 3

OHV–objemová hmotnost vlhkého vzorku, suš.–sušina, OHS–objemová hmotnost vysušeného vzorku (ČSN EN 13040), pH (ČSN EN 13037), EC (ČSN EN 13038) a Ca (ČSN EN 13652)–vodní výluh 1v/5v, obsah přijatelných živin–N, P, K a Mg (ČSN EN 13651)–výluh CAT 1v/5v.

Konečné chemické vlastnosti směsi kompost/separát jsou ovlivněny především použitým zahradním kompostem. Směs ZK-B-S má výrazně vyšší obsah přijatelného

draslíku i dusíku v nitrátové formě. Při přípravě směsi kompost/separát je nutné pro optimální dávkování při přípravě substrátů stanovit chemické vlastnosti, směsi, případně i vstupních složek.

Komposty – směsi kompost/separát jsou, obdobně jako kompostované separáty, vhodné jako zdroj přijatelných živin a pro úpravu hodnoty pH rašelinových pěstebních substrátů a také jako částečná náhrada rašeliny, především rašeliny tmavé v pěstebních směsích. Obsahu živin, především přijatelného draslíku, je nutné přizpůsobit dávkování směsi kompost/separát při přípravě substrátů.

V tabulce 3 jsou uvedeny i příklady modelových substrátů s podílem 10 a 20 % obj. směsi kompost/separát (vzorek ZK-S-a) bez přídavku hnojiv a vápence pro úpravu hodnoty pH. Při dávkování směsi kompost/separát je, obdobně jako u kompostovaného separátu, limitující obsah přijatelného draslíku. Pro směs kompost/separát (vzorek ZK-S-a) je optimální dávka kolem 10 % obj. Dávka 20 % obj. je použitelná pro rostliny s vyššími nároky na živiny.

Při dávce 10 % obj. směsi kompost/separát (vzorek ZK-S-a) je obsah přijatelného draslíku na horní hranici optima pro organické rašelinové substráty s přídavkem kompostu. Při dávce 20 % obj. směsi kompost/separát (vzorek ZK-S-a) je obsah přijatelného draslíku na horní hranici optima pro organické substráty s přídavkem kompostu.

Směsi kompost/separát mají přirozený obsah stopových živin (viz tab. 4, viz tab. 6). Vzhledem k dostatečnému obsahu přijatelného draslíku, hořčíku a stopových živin je při přípravě substrátů s podílem směsi kompost/separát nutné doplnit dusík v nitrátové formě, fosfor podle rozboru a vápenec pro úpravu hodnoty pH a dodání vápníku. Příklad přípravy tohoto substrátu je uveden v tabulce č. 7.

Tab. 6: Obsah přijatelných stopových živin v kompostovaných separátech (viz tab. 4), výluh CAT 1v/5v (ČSN EN 13651)

Vzorek	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
	mg/l					
Separát	12,9	3,0	1,81	0,47	0,32	0,044
ZK-B	32,3	30,4	15,07	2,27	2,36	0,093
ZK-B-S	31,2	28,9	15,45	1,48	1,41	0,052
ZK-A-S*	12,09	11,34	9,52	0,56	2,36	0,059

* vzorek ZK-A-S odpovídá vzorku ZK-S-a (2016) (viz tab. 4).

3. Dávkování komponentů na bázi separátů

3.1 Základní hnojení rašelinových substrátů s komponenty na bázi separátu

Pro optimální dávkování komponentů na bázi separátů je nutné stanovit jejich chemické vlastnosti, připravit modelové směsi s rašelinou, případně dalšími komponenty bez přídavku hnojiva a vápence (viz kapitoly 2.1 až 2.3) a na základě obsahu

přijatelných živin a hodnoty pH stanovit dávky hnojiv a vápence. V tabulce 7 je shrnuto dávkování hnojiv a vápence při přípravě čistých rašelinových substrátů na bázi světlé vrchovištní rašeliny a rašelinových substrátů s optimálními podíly vlhkého separátu, sušeného separátu, kompostovaného separátu a směsi separát/kompost. Dávky hnojiv a vápence jsou v metodice uváděny v g/l substrátu, dávka v g/l odpovídá dávce v kg/m³ používané ve výrobní praxi. Obsahy živin v hnojivech a dodané živiny hnojivy jsou uváděny v prvcích (Vaněk, 2001).

Dávkování jednotlivých komponentů založených na bázi separátu je zvoleno tak, aby substrát měl optimální obsah přijatelného draslíku (≤ 300 mg k/l, viz tab. 8).

Tab. 7. Doporučené dávkování komponentů na bázi separátu (sep.) při přípravě rašelinových substrátů a dávkování hnojiv, živiny dodané hnojivy a komponentem na bázi separátu

Substrát	Kompon.		Hnojivo				Dodané živiny v mg/l					
	raš.	sep.	váp.	PG	LV	SP	N	N	N	P	K	Mg
	% obj		dávka v g/l				NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻				
RS-let.	100	0	6	1	---	---	85	55	140	70	151	64
RS-pet.	100	0	3	1	---	---	85	55	140	70	151	14
RS-po.	100	0	6	1,3	---	---	111	72	183	91	196	65
S10-vl.	90	10 ^v	2	---	0,6	0,4	45 ^v	---	---	30+14 ^v	110	20
S20-let.	80	20	1	---	0,6	---	30 ^s	90	120	34 ^s	260 ^s	10+50 ^s
S20-pet	80	20	0	---	0,6	---	30 ^s	90	120	---	260 ^s	50 ^s
S20-po.	80	20	1	---	0,8	---	30 ^s	120	150	34 ^s	260 ^s	10+50 ^s
10KS15	90	10	2	---	1	---	---	150+10 ^k	160	22 ^k	290 ^k	20+38 ^k
10ZK-S	90	10	2	---	1	0,4	---	150	150	30+7 ^m	290 ^m	20+30 ^m
20ZK-S	80	20	0	---	1	---	---	150	150	14 ^m	580 ^m	30 ^m

Pozn.: raš. – světlá vrchovištní rašelina, RS–rašelinový substrát, S-raš. + separát, K-raš. + kom./kom-sep. (let.–letničky, pet.–petúnie, po.–poinsetie)

Použitá hnojiva:

- PG – PG Mix 14-16-18 (14 % N, 5,5 % N-NO₃⁻, 8,5 % N-NH₄⁺, 7 % P, 15,1 % K, 0,4 % Mg)
- LV – ledek vápenatý (15 % N – 15 % N-NO₃⁻, 20 % Ca)
- SP – superfosfát (18 % P₂O₅ – 7,9 % P)
- váp. – dolomitický vápenec s obsahem 85 % CaCO₃ (34 % Ca) a 5 % MgCO₃ (1 % Mg)
- Komponenty na bázi separátu - obsah přijatelných živin v mg/l:
- ^v vlhký separát – 450 N-NH₄⁺, 140 P, 1100 K, 220 Mg
- ^s sušený separát – 100 N-NH₄⁺, 170 P, 1300 K, 250 Mg
- ^k kompostovaný separát – 40 N-NH₄⁺, 110 N-NO₃⁻, 2200 P, 2900 K, 380 Mg
- ^m mix – směs kompost/separát – zanedbatelný obsah N, 70 P, 1450 K, 300 Mg
- modelové substráty: S10-vl substrát s 10 % obj. vlhkého separátu, S20 – substráty s 20 % obj. sušeného separátu (viz tab. 1), 10KS15 – podíl 10 % obj. kompostu KS-15-c (2016), 10ZK-S a 20ZK-S – podíl 10 a 20 % obj. směsi kompost/separát ZK-S-a (2016) viz tab. 3.

V tabulce 8 jsou uvedeny příklady základních fyzikálních a chemických vlastností modelových substrátů s podílem 10–20 % obj. složek na bázi separátu. Stanovení obsahu přijatelných živin bylo u všech substrátů provedeno 3 týdny po přípravě a aplikaci rozpustných hnojiv. Všechny substráty, kromě vzorku S10-vl (podíl 10 % vlhkého separátu) byly úspěšně odzkoušeny ve vegetačních pokusech.

Doporučené dávkování hnojiv a vápence je navrženo tak, aby výsledné pěstební směsi dosahovali optimální hodnoty pH, obsah rozpustných solí (EC) a obsah přijatelných živin. Vzhledem k vysokému obsahu přijatelného draslíku, přirozenému obsahu fosforu, hořčíku a stopových živin v komponentech na bázi separátu je pro základní hnojení pěstebních směsí doporučena pouze aplikace dusíkatého hnojiva (ledek vápenatý). V případě nižší dávky směsi kompost/separát 10ZK-S je použito i fosforečné hnojivo (superfosfát).

Vzhledem k zásadité reakci složek založených na bázi separátu je pro úpravy hodnot pH doporučena, oproti čistým rašelinovým substrátům, poměrně nízká dávka vápence. Dávka vápence je navržena tak, aby se hodnota pH u standardních pěstebních substrátů pohybovala v rozmezí 5,5–6,0. Pro úpravu hodnoty pH rašelinových substrátů (požadavek 5,5 – 6,0) se používá dolomitický vápenec v dávce 5–6 g/l, u substrátu pro petúnie (požadovaná hodnota pH 5,0–5,5), resp. vřesovištní rostliny a rododendrony (požadovaná hodnota pH 4,0–4,5) se používají nízké dávky vápence 3 resp. 1 g/l substrátu.

Tab. 8. Vlastnosti modelových substrátů se základním hnojením podle tab. 7

Substrát	SL	OHV	suš.	OHS	pH	EC	N	N	P	K	Mg	Ca
	%	g/l	%	g/l	H ₂ O	mS/cm	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻				
Rašelinový												
RS - let.	93,8	261	45	117	5,5	0,29	104	46	62	133	175	42
RS - pet.	92,6	325	35	115	5,0	0,33	133	59	75	141	163	42
RS - po.	96,1	348	22,4	78	5,8	0,39	133	105	69	187	80	62
S příd. separátu												
S10 - vl.	93,6	338	29,2	99	5,9	0,29	104	95	69	119	165	27
S20 - let.	92,5	286	42	119	5,7	0,31	53	77	75	336	211	39
S20 - pet	91,3	263	40	106	4,9	0,30	61	74	107	257	177	36
S20 - po.	93,7	368	20,1	74	5,8	0,28	84	105	62	349	145	43
S příd. kompostu												
10KS15	84,0	339	26,8	91	5,3	0,44	38	147	76	365	153	24
10ZK - S	83,5	253	39,1	99	5,9	0,29	12	131	38	159	112	51
20ZK - S	76,3	322	33,6	108	5,8	0,41	26	124	66	285	199	48
Optimum rašelinový substrát					5,5–6,5	0,3–0,5	120–200	40–90	120–180	80–160	50–150	
Optimum substrát s kompostem					5,5–7,3	0,35–0,55	120–200	40–90	120–300	80–160	40–120	

Pozn. SL–obsah spalitelných látek v sušině (ČSN EN 13039), OHV–objemová hmotnost vlhkého vzorku, suš.–sušina, OHS–objemová hmotnost vysušeného vzorku (ČSN EN 13040), pH (ČSN EN 13037), EC (ČSN EN 13038) a Ca (ČSN EN 13652)–vodní výluh 1v/5v, obsah přijatelných živin–N, P, K a Mg (ČSN EN 13651)–výluh CAT 1v/5v.

Substráty s vyšším obsahem rozpustných solí (EC) ($\geq 0,35$ mS/cm, např. substráty s kompostem 10KS15, 20ZK-S) a zvýšeným obsahem draslíku (300–350 mg K/l, např. S20-po, substrát pro poinsetie a výše uvedené substráty s kompostem 10KS15, 20ZK-S) lze deklarovat pouze pro rostliny náročné na živiny. Zvýšenému obsahu draslíku je nutné přizpůsobit systém hnojení, především přihnojování na počátku vegetace.

U modelových substrátů s podílem komponentů na bázi separátu mají, kromě optimálního obsahu hlavních živin, i standardní obsahy přijatelných stopových živin (tab. 9).

Obsahy stopových živin v pěstebních směsích jsou kromě komponentů na bázi separátu závislé i na jejich obsahu v použité rašelině (viz kap. 3.4) a na dávkování hnojiv se stopovými prvky, např. (RS-po.) rašelinový substrát pro poinsetie s vysokou dávkou hnojiva PG Mix má vysoký obsah molybdenu. U speciálních substrátů, např. pro poinsetie, kde se zvýšený obsah

Tab. 9. Obsah přijatelných stopových živin v modelových substrátech, výluh CAT 1v/5v (ČSN EN 13651).

Substrát	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
	mg/l					
RS-let.	25,4	3,9	1,69	1,51	0,18	0,079
RS-po.	11,6	4,0	1,84	1,33	0,24	0,239
S20-let.	32,6	5,6	3,95	1,41	0,29	0,018
S20-po.	14,4	4,2	2,11	0,75	0,22	0,019
10KS15	20,7	3,5	1,96	0,56	0,25	0,009
10ZK-S	25,4	6,5	3,06	0,52	0,55	0,159
20ZK-S	25,5	9,5	3,88	0,42	0,88	0,016
1,3 g PG Mix/l*	1,17	2,08	0,52	1,56	0,39	2,60
Rozsah RS	10–25	2–4	1–3	1–2	0,2–0,3	0,02–0,1
Rozsah RKS	25–40	15–30	4–10	1–4	0,3–1	0,002–0,09

* stopové živiny dodané hnojivem PG Mix (0,09 % Fe; 0,16 % Mn; 0,04 % Zn; 0,12 % Cu; 0,03 % B; 0,2 % Mo) u modelového substrátu RS-po.; rozsah u substrátů (RS) na bázi světlých rašelin a substrátů (RKS) s podílem kompostované kůry nebo kompostu.

3.2 Substráty se sušeným separátem a přidavkem minerálních komponentů

Přídavek sušeného separátu do rašelinových substrátů snižuje objemovou hmotnost a vodní kapacitu (především podíl lehce dostupné vody) a zvyšuje kapacitu vzdušnou. Pro úpravu fyzikálních vlastností lze přidat minerální komponenty, např. jíly v dávkách 20–90 g na litr směsi (představuje objemový podíl cca. 2–9 % obj.). V metodice (viz tab. 10) je uveden příklad přídavku 45 a 90 g jílu na litr směsi frézované vrchovištní rašeliny (frakce 0–20 mm) a sušeného separátu.

Tab. 10. Složení rašelinového substrátu pro poinsetie a substrátů s podílem 20 % sušeného separátu (S20-po) s podílem jemného jílu Florisol 45 g/l (označení S20-45j) a hrubého jílu Florisol 90 g/l (S20-90j), rašelina–světlá vrchovištní.

Varianta	Komponenty – dávka v % obj.			Hnojivo – dávka v g/l		
	Rašelina	Separát	Jíl	PG Mix	LV	Vápenec
RS-po	100	0	0	1,3	---	6
S20-po	80	20	0	---	0,8	1
S20-45j	80	20	45	---	0,8	1
S20-90j	80	20	90	---	0,8	1

Pro přípravu směsi je použit jíl s obchodním názvem Florisol (dodavatel Stephan Schmidt Gruppe, Dornburg, Germany), který se používá pro přípravu substrátů v Německu, ale i v České republice nebo v Nizozemí. Při nižší dávce byla použita jemnější frakce 0–2 mm, při vyšší dávce hrubá frakce 2–4 mm. Doplnění živin a úprava hodnoty pH přidavkem vápencem je u těchto substrátů obdobná jako u směsi bez jílu (viz tab. 7). Tyto substrátové směsi byly odzkoušeny ve vegetačním pokusu s pěstováním poinsetií.

Substráty s přidavkem sušeného separátu mají oprati vyhnojenému rašelinovému substrátu zvýšený obsah přijatelného draslíku (viz tab. 11). Stupňující se přidavek jílu snižuje obsah přijatelného draslíku a amonného dusíku (výměnná sorpce) a přijatelného fosforu (chemická sorpce).

Přidavek jílu ovlivňuje základní fyzikální vlastnosti pěstební směsi – snižuje obsah spalitelných látek a zvyšuje objemovou hmotnost. Ovlivňuje i hydrofyzikální vlastnosti (viz kap. 3.5).

Tab. 11. Vlastnosti modelových substrátů s podílem minerálních komponentů–složení viz tab. 10

Substrát	SL	OHV	suš.	OHS	pH	EC	N	N	P	K	Mg	Ca
	%	g/l	%	g/l	H ₂ O	mS/cm	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	mg/l			
RS-po	96,1	348	22,4	78	5,8	0,39	133	105	69	187	80	62
S20-po	93,7	368	20,1	74	5,8	0,28	84	105	62	349	145	43
S20-45j	68,0	318	37,0	118	5,7	0,25	47	80	56	261	134	39
S20-90j	53,2	372	36,6	136	5,6	0,24	19	70	39	259	110	46
Optimum rašelinový substrát - poinsetie					5,5–6,5	0,2–0,4	150–200		40–90	150–180	80–160	50–150

Pozn. SL–obsah spalitelných látek v sušině (ČSN EN 13039), OHV–objemová hmotnost vlhkého vzorku, suš.–sušina, OHS–objemová hmotnost vysušeného vzorku (ČSN EN 13040), pH (ČSN EN 13037), EC (ČSN EN 13038) a Ca (ČSN EN 13652)–vodní výluh 1v/5v, obsah přijatelných živin–N, P, K a Mg (ČSN EN 13651)–výluh CAT 1v/5v.

U substrátů se sušeným separátem se zvýšeným obsahem draslíku (300–350 mg K/l) je účelné upravit přihnojování touto živinou, především na počátku pěstování. V tabulce 12 jsou uvedeny příklady hnojení poinsetií pěstovaných v klasickém rašeli-

novém substrátu a v substrátu s podílem sušeného separátu 20 % obj. (S20-po). U rašelinového substrátu je uveden standardní systém hnojení poinsetíí při vrchní závlaze: 8× přihnojení kon. 0,2 % roztokem rozpustného hnojiva Kristalon Modrý – 19 % N (7,2 % N-NH₄⁺), 6 % P₂O₅ (2,6 % P), 20 % K₂O (16,6 % K), 3 % MgO (1,8 % Mg), 3 % S (9 % SO₄²⁻) v období od poloviny září až do poloviny listopadu. U substrátu s podílem separátu je účelné na počátku vegetace použít pouze dusíkaté hnojivo - ledek vápenatý (15 % N), koncentrace 0,2 %, aplikace 2x v období polovina září až začátek října a Kristalon Modrý, koncentrace 0,2 %, aplikace 6x v období polovina října až polovina listopadu.

Tab. 12. Systémy přihnojování poinsetíí pro rašelinový substrát (RS) a pro substrát s 20 % obj. sušeného separátu (S20).

Systém hnojení-substrát	Hnojivý roztok				Počet aplikací	Dávka živin mg/rostlinu			
	Hnojivo Koncentrace	Obsah živin v mg/l				N	P	K	
		N	P	K	Mg				
RS	Kristalon Modrý – 0,2 %	380	52	332	36	8	426	58	372
S20	Ledek vápenatý – 0,2 %	300	---	---	---	2	84	---	---
	Kristalon Modrý – 0,2 %	380	52	332	36	6	319	44	279
	suma						403	44	279

Pozn.: Charakteristika hnojiv: Kristalon Modrý - 19 % N (7,2 % N-NH₄⁺), 6 % P₂O₅ (2,6 % P), 20 % K₂O (16,6 % K), 3 % MgO (1,8 % Mg), 3 % S (9 % SO₄²⁻), ledek vápenatý - 15 % N

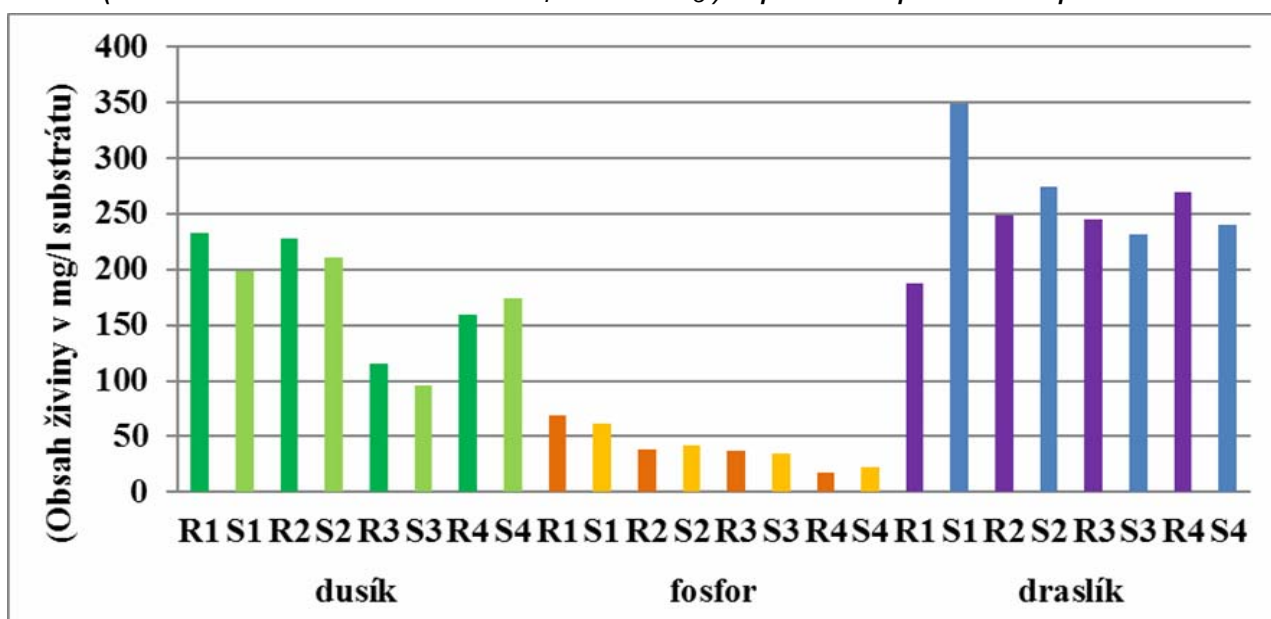
Dávka živin na jednu rostlinu je odvozena z teoretického nasycení rašelinového substrátu živným roztokem v množství 400 ml roztoku na litr substrátu, toto množství odpovídá vodě lehce dostupné pro rostliny, která se při závlaze do substrátu doplňuje, o objemu pěstební nádoby 350 ml (pěstební nádoba o průměru 10 cm). Při snížené dávce přijatelného draslíku i mírně snížené dávce fosforu a byl v průběhu pěstování dostatečný obsah všech hlavních živin, včetně draslíku (viz graf 4).

3.3 Rekultivační substráty se sušeným separátem

Pro předpěstování dřevin pro rekultivační výsadby se používají substráty s vyšším podílem minerálních komponentů 15–30 % obj. (odpovídá dávce 150–300 kg/m³ směsi), které mají nižší obsah lehce dostupné vody a rostliny v nich předpěstované jsou menšího vzrůstu a adaptované na přísušek po výsadbě na stanoviště.

V metodice je uveden příklad složení substrátů s podílem 20 % obj. sušeného separátu s podílem 15 a 20 % obj. minerálních komponentů (viz tab. 14). Tyto substráty byly použity pro předpěstování sazenic pro rekultivace svahů kaolinového lomu.

Graf 4. Obsah přijatelných živin v substrátu
(dusík–součet obsahu $N-NH_4^+$ + $N-NO_3^-$) v průběhu pěstování poinsétií



Pozn.: R–rašelinový substrát RS-po, S–substrát S20-po (viz tab. 10), termíny odběru vzorků: 1–počátek pěstování–konec srpna (rozbor viz tab. 11), 2–odběr konec září, 3–konec října, 4–konec listopadu.

Tab. 14. Složení rašelinového substrátu (S20-rek.) a rekultivačních substrátů s vyšším podílem minerálních komponentů

Varianta	Komponenty – dávka v % obj.				Hnojivo – dávka v g/l	
	Rašelina	Separát	Skrývka	Spraš	LV	Vápenec
S20-rek.	80	20	0	0	0,7	1,5
K15	65	20	15	0	0,7	1
S15	65	20	0	15	0,7	1
K15+5S	50	20	15	5	0,7	0,5

Pozn.: označení K–skryvka při těžbě kaolinu, označení S–spraš, sprašová hlína) a sušeného separátu 20 % obj., rašelina–světlá vrchovištní

Použitá hnojiva: LV - ledek vápenatý (15 % N–15 % $N-NO_3^-$, 20 % Ca), vápenec–dolomitický vápenec s obsahem 85 % $CaCO_3$ (34 % Ca) a 5 % $MgCO_3$ (1 % Mg)

Jako minerální komponenty byla použita skrývka při těžbě kaolinu (místní minerální komponent) a sprašová hlína (standardně používaný minerální komponent), případně jejich kombinace (viz tab. 14). Vzhledem k nízkému obsahu uhličitánů u použitých minerálních komponentů (viz tab. 15), byl pro úpravu hodnoty pH u směsi s podílem 15 % obj. minerálního komponentu použit dolomitický vápenec v dávce 1 g/l, u směsi s podílem 20 % obj. minerálních komponentů v dávce 0,5 g/l.

U minerálních komponentů se kromě obsahu uhličitánů hodnotí výměnná hodnota pH, hodnota obsahu rozpustných solí (EC) a kationtová výměnná kapacita (CEC). V tabulce 15 jsou kromě minerálních komponentů uváděných u modelových směsí (skryvka, sprašová hlína, jíl – Florisol), uvedeny vlastnosti dalších, potenciálně pou-

žitelných materiálů, např. kaolinu (možná alternativa ke skrývce) a bentonitu, který se pro přípravu pěstebních substrátů používá (pod s obchodním názvem Ekobent dodává Keramost a. s., Obrnice, Czech Republic). Bentonity mají z uvedených minerálních komponentů nejvyšší CEC, jejich použití je ale limitováno vysokým obsahem uhličitánů, při vyšších dávkách příliš zvyšují hodnotu pH substrátu.

Modelové pěstební substráty s vyšším podílem minerální komponent mají fyzikální i chemické vlastnosti odpovídající použité dávce minerálního komponentu (viz tab. 16). Přídavek minerálního komponentu snižuje obsah spalitelných látek a zvyšuje OHS. Substrát se sprašovou hlínou, která má vyšší CEC, mají snížený obsah přijatelného draslíku, vzhledem k jeho sorpci, oproti substrátu bez minerálního komponentu S20-rek. Dochází i ke snížení přijatelného fosforu i dusíku. Pro předpěstování dřevin pro rekultivační výsadby se nejvíce osvědčil substrát K15 se skrývkovou zeminou a substrát K15+5S – substrát K15 doplněný o 5 % obj. sprašové hlíny.

Tab. 15. Vlastnosti použitých minerálních komponentů

Minerální komponent	OHS	pH	EC	CEC	K	Mg	Ca	Na	V	Uhličitany
	g/l	CaCl ₂	mS/cm	mmol ⁺ /100g					%	%
Skrývka	1389	5,9	0,12	< 5,00	0,05	0,36	0,43	<0,05	100	< 0,1
Sprašová hlína	1120	7,6	0,05	21,70	0,21	3,53	21,75	0,13	100	0,22
Jíl – Florisol	1280	7,5	0,1	10,34	0,13	1,64	7,29	0,09	85	< 0,1
Srovnání										
Bentonit	870	7,7	0,63	53,72	4,07	38,59	13,72	24,48	100	1,2
Kaolin	960	5,8	0,08	< 5,00	0,08	0,78	0,57	0,05	100	< 0,1

Pozn.: OHS–objemová hmotnost suchého vzorku (EN 13040), výměnná hodnota pH_{CaCl2} (ČSN ISO 10390), hodnota EC vodní výluh 1w:10v, CEC–kationtová výměnná kapacita (ISO 13536) a výměnné kationty v sorpčním komplexu, V–stupeň nasycení bazickými kationy, obsah uhličitánů (ISO 10693).

Tab. 16. Vlastnosti modelových rekultivačních substrátů s podílem minerálních komponentů–složení viz tab. 14

Substrát	SL	OHV	suš.	OHS	pH	EC	N NH ₄ ⁺	N NO ₃ ⁻	P	K	Mg	Ca
	%	g/l	%	g/l	H ₂ O	mS/cm	mg/l					
S20-rek.	92,9	201	31,7	64	5,7	0,28	26	78	88	183	135	21
K15	19,6	446	53,9	241	5,3	0,18	15	41	69	176	187	26
S15	27,3	438	51,0	224	6,3	0,11	6	33	66	83	172	17
K15+5S	16,2	534	66,1	353	5,1	0,27	81	58	58	125	79	32

Pozn.: SL–obsah spalitelných látek v sušině (ČSN EN 13039), OHV–objemová hmotnost vlhkého vzorku, suš.–sušina, OHS–objemová hmotnost vysušeného vzorku (ČSN EN 13040), pH (ČSN EN 13037), EC (ČSN EN 13038) a Ca (ČSN EN 13652)–vodní výluh 1v/5v, obsah přijatelných živin–N, P, K a Mg (ČSN EN 13651)–výluh CAT 1v/5v.

3.4 Substrátů s komponenty na bázi separátu s podílem tmavých rašelin

Pro přípravu substrátů pro pěstování dřevin v kontejnerech je možné použít směsi světlé rašeliny a 20 % obj. sušeného separátu – např. směsi S20 uvedené v kapitole 3.2, tab. 10: S20 bez přídavku jílu nebo S20-90j s přídavkem 90 g jílu Florisol na litr směsi. Je možné použít i substráty s 10 % obj. kompostovaného separátu 10KS15 nebo 10ZK-S (viz kap. 3,1 tab. 7).

Modelový systém hnojení při pěstování dřevin v kontejnerech s využitím hnojiv s řízeným uvolňováním (CRF) je uveden u substrátů se zvýšenou dávkou separátu 25 % obj. a s podílem tuzemské tmavé rašeliny 15 a 30 % obj. (viz tab. 17). Kontrolní rašelinový substrát A je připraven na bázi baltské vrchovištní frézované rašeliny (frakce 0 – 40 mm) s přídavkem 15 % obj. tmavé rozložené rašeliny.

Pro přípravu modelových substrátů je použita jihočeská tmavá rašelina, která představuje přechodový až slatinný typ, má nižší obsah spalitelných látek a oproti světlým rašelinám výrazně vyšší OHS a i vyšší vododržnost. Tento typ rašeliny se v současnosti v České republice těží a používá pro přípravu hobby substrátů, lesnických a školkařských substrátů.

Pro úpravu hodnoty pH substrátů je použit dolomitický vápenec (85 % CaCO₃, 5 % MgCO₃). Dávky vápence jsou uvedeny pro dvě úrovně hodnoty pH – standardní hodnota pH do 6,5 a snížená hodnota do 5,5 (doporučená pro jehličnany).

Tab. 17. Složení modelových substrátů pro pěstování dřevin v kontejnerech.

Substrát	Komponenty – dávka v % obj.			Dávka vápence v g/l – hodnota pH	
	Rašelina světlá	Rašelina tmavá	Sušený separát	Standardní	Snížená
A	85	15	0	5 pH 6,2	3 pH 5,4
B	60	15	25	3,5 pH 6,3	1,5 pH 5,5
C	45	30	25	3 pH 6,4	1 pH 5,5

V České republice se pro hnojení dřevin v kontejnerech nejvíce používají hnojiva s řízeným uvolňováním živin (CRF) s dobou účinnosti 5–6 měsíců. Tato hnojiva jsou doporučena pro termín výsadby dřevin v kontejnerech duben/květen který je v podmínkách ČR nejrozšířenější.

Základní hnojení modelových substrátů i aplikace CRF jsou přizpůsobeny chemickým vlastnostem použitých komponentů. Komponenty použité pro přípravu substrátů se liší v obsahu přijatelných živin. Tmavá rašelina má oproti rašelině světlé zvýšený obsah amonného dusíku (viz tab. 18) a všech stopových živin, především železa (viz tab. 20). Sušený separát má oproti světlé rašelině zvýšený obsah přístupného fosforu, hořčíku a především draslíku, dále všech stopových živin kromě železa.

Tab. 18. Chemické a fyzikální vlastnosti rašelin a separátu a modelových substrátů se sníženou hodnotou pH

Vzorek	SL	OHV	suš.	OHS	pH	EC	N	N	P	K	Mg	Ca
	%	g/l	%	g/l	H ₂ O	mS/cm	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	mg/l			
Komponent												
Rašelina světlá	93,8	196	49,2	97	4,1	0,04	26	5	0	10	102	12
Rašelina tmavá	69,0	423	51,7	218	5,2	0,08	130	15	3	15	65	12
Sušený separát	85,5	83	95,0	79	9,3	0,56	55	9	201	971	298	44
Substrát												
Substrát A	85,0	262	35,7	93	5,4	0,29	116	73	22	199	156	66
Substrát B	82,8	225	42,1	95	5,5	0,30	79	106	30	253	163	67
Substrát C	81,8	246	43,2	106	5,6	0,31	109	119	20	261	145	68
Optimum–rašelinový substrát					5,5– 6,5	0,3– 0,5	120–200		40– 90	120– 180	80– 160	50– 150
Optimum–substrát s kompostem					5,5– 7,3	0,35– 0,55	120–200		40– 90	120– 300	80– 160	40– 120

Pozn.: SL–obsah spalitelných látek v sušině (ČSN EN 13039), OHV–objemová hmotnost vlhkého vzorku, suš.–sušina, OHS - objemová hmotnost vysušeného vzorku (ČSN EN 13040), pH (ČSN EN 13037), EC (ČSN EN 13038) a Ca (ČSN EN 13652)–vodní výluh 1v/5v, obsah přijatelných živin–N, P, K a Mg (ČSN EN 13651)–výluh CAT 1v/5v.

Pro základní hnojení rašelinových substrátů bez separátu je použito hnojivo PG Mix (viz tab. 19). U substrátů se separátem je, vzhledem k obsahu fosforu a draslíku v tomto komponentu, použito pouze dusíkaté hnojivo ledek vápenatý.

Substráty se základním hnojením rozpustnými hnojivy mají dostatečný obsah přijatelných hlavních živin. Přídavek separátu zajišťuje optimální vyhnojení draslíkem–do 300 mg K/l. U všech hodnocených substrátů byl stanoven snížený obsah přijatelného fosforu oproti optimu, které je určeno především pro substráty na bázi světlé vrchovištní rašeliny. Při použití tmavých rašelin dochází k částečné sorpci rozpustného fosforu dodaného hnojivy. V kontrolním rašelinovém substrátu bylo stanoveno kolem 30 % dodaného fosforu hnojivem PG Mix. Obsah přijatelného fosforu nad 20 mg P/l substrátu s podílem tmavé rašeliny je dostatečný.

Před výsadbou vegetačních pokusů bylo do substrátu zapraveno hnojivo s řízeným uvolňováním živin (zkratka CRF) Osmocote Exact Standard 5–6 M 15-9-12 + 2,5 MgO + ME s dobou účinnosti 5–6 měsíců. U rašelinového substrátu byla použita plná dávka 4,5 g/l. U substrátů se separátem byla použita snížená dávka 3 g/l, která byla doplněna CRF Nutricote 12-0-0-23 Type 140 na bázi obalovaného ledku vápenatého v dávce 1,5 g/l.

Toto hnojivo je možné zařadit do skupiny CRF s účinností 5–6 měsíců. Hnojiva Nutricote Type 140 mají deklarovanou kratší dobu účinnosti – 140 dnů, cca 4,5 měsí-

ce, ale mají účinnost odlišně definovanou (uvolnění 80 % živin při teplotě substrátu 25 °C) oproti ostatním typům CRF (uvolnění 100 % živin při teplotě půdy 21 °C).

Tab. 19. Systémy hnojení a bilance dodaných živin u rašelinového substrátu (A) a substrátů (B, C) se sušeným separátem.

Subst.	Hnojivo	Obsah živin	Dávka hnojiva	Dodané živiny v mg/l substrátu		
		% N-P-K	g/l substrátu	N	P	K
A	PG Mix	14-7-15,1	1	140	70	149
	Osmocote standard 5–6	15-4-10	4,5	675	178	448
Suma				815	249	598
B, C	Ledek vápenatý (LV)	15-0-0	0,9	135	---	---
	Osmocote standard 5–6	15-4-10	3	450	119	299
	Nutricote 140	12-0-0	1,5	180	0	0
	sušený separát	---	25 % obj.	15	50	240
Suma				780	169	539

Použitá hnojiva: PG Mix 14-16-18 (14 % N; 5,5 % N-NO₃⁻; 8,5 % N-NH₄⁺; 7 % P; 15,1 % K; 0,4 % Mg); Osmocote Exact Standard 5–6 NPK 15-9-12-2,5 + ME (15 % N; 4 % P; 10 % K; 1,5 % Mg) se stopovými živinami,
 Ledek vápenatý (15 % N – 15 % N-NO₃⁻; 20 % Ca), 15 % N,
 Nutricote 12-0-0-23 Type 140 (12 % N – 12 % N-NO₃⁻; 16 % Ca)

Do bilance dodaných živin (viz tab. 19) jsou započteny i přijatelné živiny obsažené v použitém separátu. U substrátů se separátem je dodáno obdobné množství dusíku a draslíku a přibližně 70 % fosforu ve srovnání s rašelinovým substrátem. V substrátech se separátem byly ve vegetačních pokusech při použití tohoto systému výživy dosaženy obdobné výsledky jako v kontrolním rašelinovém substrátu se standardním systémem hnojení.

Tab. 20. Obsah přijatelných stopových živin v komponentech a modelových substrátech, výluh CAT 1v/5v, srovnání–rozsah u rašelinových substrátů (RS) na bázi světlých rašelin.

Komponenty/ Substrát	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
	mg/l substrátu					
Rašelina světlá	20,4	1,7	0,72	0,17	0,11	0,003
Rašelina tmavá	294,9	12,8	2,23	0,42	0,86	0,004
Sušený separát	12,3	5,1	7,5	0,64	0,85	0,011
Substrát A	59,8	3,65	1,47	1,12	0,21	0,071
Substrát B	54,3	6,26	2,94	0,44	0,23	0,006
Substrát C	97,3	8,17	2,86	0,55	0,36	0,006
Rozsah RS	10–25	2–4	1–3	1–2	0,2–0,3	0,02–0,1
*PG Mix (1g/l substrátu)	0,9	1,6	0,4	1,2	0,3	2
**Osmocote (4,5 g/L substrátu)	20,3	2,7	0,9	2,5	0,9	0,9
**Osmocote (3 g/L substrátu)	13,5	1,8	0,6	1,7	0,6	0,6

* živiny dodané hnojivem PG Mix (0,09 % Fe, 0,16 % Mn, 0,04 %; Zn, 0,12 % Cu, 0,03 % B, 0,2 % Mo) při základním hnojení substrátu A

** živiny dodané hnojivem Osmocote Exact Standard (0,45 % Fe, 0,06 % Mn, 0,015 %; Zn, 0,015 % Cu, 0,03 % B, 0,02 % Mo)

Jednotlivé substráty měly před aplikací CRF i dostatečný obsah přijatelných stopových živin (viz tab. 20). U substrátů se separáty (B, C) nebyly stopové živiny přidány minerálním hnojivem. Tyto substráty měly dostatečný obsah Fe, Mn, Zn a B. Oproti rašelinovému substrátu A s přidavkem hnojiva PG Mix měly snížený obsah Cu a Mo. Stopové živiny byly před výsadbou dodány i hnojivem Osmocote. Listové analýzy dřevin pěstovaných ve vegetačních pokusech prokázaly u stopových živin, obdobně jako u živin hlavních, jejich dostatečný příjem v průběhu pěstování.

3.5 Hydrofyzikální vlastnosti substrátů s komponenty na bázi separátu

Hydrofyzikální vlastnosti charakterizují poměr vody a vzduchu v substrátu a dostupnost vody pro rostliny. Pro hodnocení hydrofyzikálních vlastností uvedených v metodice byla použita norma ČSN EN 13041, podle které byl připraven vzorek, způsob plnění válečku substrátem a základní sycení vzorku. Podle normy ČSN EN 13041 byl stanoven obsah vody (vodní kapacita) a vzduchu (vzdušná kapacita) v % obj. při podtlaku 10 cm vodního sloupce.

Obsah pórů – pórovitost (P) v % obj. byla vypočtena z objemové hmotnosti suchého vzorku o (g/cm^3) a hustoty pevných částic s (g/cm^3) podle vzorce $P = 100 \times (s - o)/s$. Hustota pevných částic se stanoví pomocí pyknometru. Z pórovitosti a průběhu retenčních křivek (Verdonck et al. 1983) které charakterizují závislost vlhkosti substrátu na vodním potenciálu v rozsahu podtlaku vodního sloupce 2,5 až 100 cm, byly stanoveny kategorie vody podle dostupnosti rostlinám (Prasad a O'Shea 1999) (viz graf 5).

Podle vzdušné kapacity (VzK) a obsahu lehce dostupné vody (LDV) se substráty dělí do tří základních skupin (Verdonck et al. 1983):

- substráty s nízkým obsahem vzduchu: VzK < 10 % obj., LDV > 30 % obj.
- substráty se středním obsahem vzduchu: VzK 10–20 % obj., LDV > 20 % obj.
- substráty se zvýšeným obsahem vzduchu: VzK 20–30 % obj., LDV > 20 % obj.

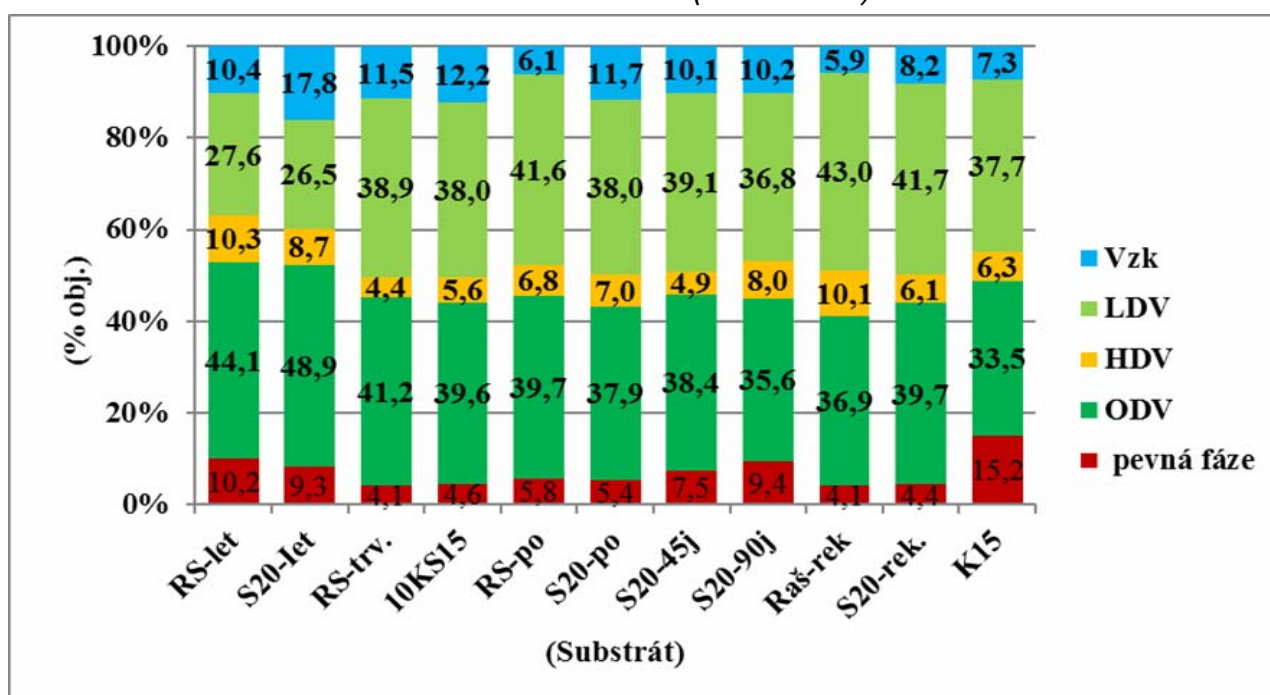
Hydrofyzikální vlastnosti organických substrátů s přidavkem komponentů na bázi separátu (složení viz tab. 7, 10 a 14) bez přidavku minerálních komponentů jsou závislé především na vlastnostech hlavní složky – rašeliny, v případě uvedených modelových substrátů (graf 5), rašeliny frézované světlé. Pro přípravu těchto substrátů byly použity rašeliny s nižší vzdušnou kapacitou (RS-po, RS-rek.) kolem 6 % obj. a rašeliny se střední vzdušnou kapacitou kolem 11 % obj. (RS-let., RS-trv.) a dostatečným obsahem LDV > 20 % obj.

Hydrofyzikální vlastnosti organických substrátů nejvýrazněji ovlivňuje přidavek sušeného separátu, který má vláknitou strukturu a zvyšuje vzdušnou kapacitu. Přídavek 20 % obj. sušeného separátu (směsi S20) zvyšuje ve směsích s použitou rašelinou vzdušnou kapacitu minimálně o 2,5 % obj. (S0-rek.), zvýšení VzK je zpravidla oproti použité rašelině vyšší, kolem 7 % obj. (S20-let., S20-po)

Přídavek kompostovaného separátu, vzhledem k nízké dávce 10 % obj. hydrofyzikální modelové směsi (10KS15) výrazně neovlivňoval.

Minerální komponenty – jíly se používají v dávkách 20–90 g na litr směsi pro zvýšení sorpční kapacity a úpravu hydrofyzikálních vlastností – zvýšení OHS, snížení pórovitosti a obsahu lehce dostupné vody při zvýšení obsahu obtížně dostupné vody a nasákavosti směsi po vyschnutí. Přídavek 45 a 90 g jílu na litr směsi rašeliny se sušeným separátem snižoval pórovitost a mírně snižoval vzdušnou kapacitu i celkovou vodní kapacitu. Obsah lehce dostupné vody snižovala vyšší dávka jílu 90 g/l směsi. Tato směs je vhodná pro pěstování dřevin pro venkovní výsadby.

Graf 5. Podíl pevné fáze, vody a vzduchu u modelových substrátů, složení substrátů RS-let. až 10KS15 (viz tab. 7), RS-po až 20-90j (viz tab. 10) a raš. rek. až K15 (viz tab. 14).



Pozn.:

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.

Vyšší přídavky minerálního komponentu v pěstební směsi výrazně ovlivňují hydrofyzikální vlastnosti. V grafu 5 je uveden příklad modelového substrátu K15 s přídavkem 20 % obj. sušeného separátu a 15 % obj. (dávka cca 150 g/l) skrývkové zeminy při těžbě kaolinu. U této směsi došlo k výraznému snížení pórovitosti, vzdušné kapacity, obsahu LDV i celkové vodní kapacity. Dřeviny předpěstované v této směsi vykazovaly nižší vzrůst než v organických substrátech a byly adaptované na přisušek po výsadbě na stanoviště (v tomto případě při rekultivaci kaolinového lomu).

Při dávkování komponentů na bázi separátu na základě optimálních chemických vlastností pěstebních směsí jsou doporučené dávky 20–25 % obj. sušeného separátu a 10 % obj. kompostovaného separátu nebo směsi kompost/separát. Tyto substráty mají i odpovídající hydrofyzikální vlastnosti. Organické substráty lze, při použití kvalitní vrchovištní rašeliny, zařadit podle Verdoncka et al. (1983) mezi substráty se středním obsahem vzduchu: VzK 10–20 % obj., LDV > 20 % obj. Rekultivační substráty s vyšším podílem minerálních komponentů se řadí mezi substráty s nízkým obsahem vzduchu: VzK < 10 % obj., LDV > 30 % obj.

III. Srovnání novosti postupů

Separace digestátu a jeho rozdělení na pevnou (separát) a kapalnou (fugát) složku se začala v České republice rozšiřovat spolu s poznáním naprosto odlišných fyzikálních a chemických vlastností obou komponent v posledních letech a s hledáním možností dalšího využití separátu.

Předložená metodika podává ucelený souhrn poznatků získaných studiem literatury a především vyhodnocením a zpracováním vegetačních pokusů a laboratorních testů, které probíhaly na ČZU v Praze a ve VÚKOZ, v.v.i. v Průhonících v letech 2012–2016, ve kterých bylo hodnoceno použití alternativních komponentů pěstebních substrátů založených na bázi upravovaných separátů z BPS.

V metodice je zpracováno hodnocení pevné složky separovaných digestátů s původní vlhkostí, separovaných digestátů upravených sušením, kompostováním a mícháním se zahradními komposty a modelových pěstebních substrátů z nich připravených.

Komponenty a pěstební substráty jsou hodnoceny podle norem ČSN EN, norem platných v EU. V metodice jsou uvedeny optimální chemické (hodnoty pH, EC, obsah přijatelných živin, obsah přijatelných stopových živin) vlastnosti komponent na bázi separátu vhodných pro přípravu pěstebních substrátů i optimální vlastnosti z těchto komponentů připravených. Tyto uvedené údaje jsou využitelné při vyhodnocování laboratorních rozborů v rámci výstupní kontroly při výrobě pěstebních substrátů, optimalizaci materiálového i živinného složení pěstebních substrátů v závislosti na použitých surovinách nebo v rámci poradenství pro pěstitele.

V metodice jsou uvedeny příklady systémů hnojení vybraných druhů a skupin květin při použití modelových optimalizovaných substrátů s komponenty na bázi upraveného separátu.

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

IV. Popis uplatnění certifikované metodiky

Metodika poslouží producentům separovaných digestátů (BPS) a především výrobcům pěstebních substrátů při hodnocení separovaného digestátu jako komponenty pěstebních substrátů i vyrobených pěstebních substrátů na bázi separátu. Metodika je vhodná i pro pěstitele, kteří substráty se separovanými digestáty používají. Metodika je konkrétně určena pro výrobce substrátů firmu BB Com s.r.o., sídlem Kunčická 465, 561 51 Letohrad, která pro přípravu pěstebních substrátů využívá směs kompost/separát, kompost připravený ze zahradního kompostu a čerstvého separátu.

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 21 jsou porovnány materiálové náklady na 1 m³ rašelinového substrátu a modelového substrátu S20 s podílem 20 % obj. sušeného separátu. Rašelinový substrát je obohacen plným NPK hnojivem PG Mix v dávce 1 kg na m³ substrátu, na úpravu hodnoty pH je použit dolomitický vápenec v dávce 6 kg/m³. V modelové směsi S20 je pro základní hnojení použit ledek vápenatý v dávce 0,6 kg/m³ a vápenec v dávce 1 kg/m³. Při použití sušeného separátu lze místo 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 650 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/m³ cena za 1 m³ vychází na 90 Kč. Rozdíl v materiálových nákladech na 1 m³ substrátu mezi rašelinovým substrátem a substrátem se sušeným separátem činí 189 Kč. Do nákladů na substráty se separátem je ale nutné započítat ještě dopravu z BPS do výroby.

Tab. 21. Materiálové náklady na rašelinový substrát a substrát S20 s podílem sušeného separátu 20 % obj.

Komponent	Cena	Rašelinový substrát		Modelová směs S20		Rozdíl
	Kč/m ³	podíl	náklady na m ³	podíl	náklady na m ³	
Rašelina	650	1	650	0,8	520	---
Sušený separát	90	0	0	0,2	18	---
Hnojivo	Kč/kg	dávka kg/m ³	náklady na m ³	dávka kg/m ³	náklady na m ³	---
PG Mix	67	1	67	0	0	---
LV	16	0	0	0,6	10	---
Vápenec	4	6	24	1	4	---
Suma	---	---	741	---	552	189

Pozn.: LV –ledek vápenatý, ceny bez DPH, ceny hnojiv podle ceníku AGRO CS, a.s., cena vápence podle Hasit, s.r.o.

Při použití kompostovaného separátu nebo směsi kompost/separát je možné v pěstebním substrátu nahradit 10 % obj. rašeliny tmavé, jejíž cena je vzhledem k dopravním nákladům (vysoká objemová hmotnost) vyšší než u rašeliny světlé.

VI. Seznam použité související literatury

Normy a legislativní předpisy

- ČSN EN 13037 (2012): Pomocné půdní látky a substráty – Stanovení pH. 12 s. [ÚNMZ, Praha].
- ČSN EN 13038 (2012): Pomocné půdní látky a substráty – Stanovení elektrické konduktivity. 12 s. [ÚNMZ, Praha].
- ČSN EN 13039 (2012): Pomocné půdní látky a substráty – Stanovení organických látek a popela. 12 s. [ÚNMZ, Praha].
- ČSN EN 13040 (2013): Pomocné půdní látky a substráty – Příprava vzorků pro chemické a fyzikální zkoušky, stanovení obsahu sušiny, vlhkosti a objemové hmotnosti laboratorně zhutnělého vzorku. 16 s. [ÚNMZ, Praha].
- ČSN EN 13041 (2012): Pomocné půdní látky a substráty – Stanovení fyzikálních vlastností – Objemová hmotnost vysušeného vzorku, objem vzduchu, objem vody, součinitel smršťování a celková pórovitost. 28 s. [ÚNMZ, Praha].
- ČSN EN 13651 (2002) Půdní melioranty a stimulanty růstu – Extrakce živin rozpustných v chloridu vápenatém / DTPA (CAD). 20 s. [ÚNMZ, Praha].
- ČSN EN 13652 (2002) Půdní melioranty a stimulanty růstu – Extrakce živin rozpustných ve vodě. 20 s. [ÚNMZ, Praha].
- ČSN ISO 10390 (2011) Kvalita půdy - Stanovení pH. 12 s. [ÚNMZ, Praha].
- ISO/DIS 10693, 1993. Soil quality – Determination of carbonate content – volumetric method. International Organization for Standardization.
- ISO/DIS 13636, 1994. Soil quality – Determination of the potential exchange capacity and base saturation – Method according to Bascomb at pH 8.1. International Organization for Standardization.

Citované prameny

- 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.
- Pantelopoulos, A., Magid, J., Jensen, L. S. (2016): Thermal drying of the solid fraction from biogas digestate: Effects of acidification, temperature and ventilation on nitrogen content. *Waste Management* 48 (2016) 218–226.
- Prasad, M., O'Shea, J. (1999): Relative breakdown of peat and non-peat growing media. *Acta Horticulturae*, 481: 121–128.
- 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.

VII. Seznam publikací, které předcházely metodice

- Dubský, M., Kaplan, L. (2012): Substráty a zeminy s komposty a separovaným digestátem. *Zahradnictví* 11 (8), 62–65. (Výstup NAZV QJ1210085)
- 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. (Výstup NAZV QJ1210085)

- Dubský, M., Kaplan, L. (2013): Fyzikální vlastnosti rašelinových substrátů se separovaným digestátem. *Zahradnictví* 12 (2), 66–68. (Výstup NAZV QJ1210085)
- Dubský, M., Kaplan, L. (2015): Hnojení substrátů s přídatkem separovaného digestátu. *Zahradnictví* 14 (5), 55–57. (Výstup NAZV QJ1210085)
- Dubský, M., Chaloupková Š., Kaplan, L. (2015): Substráty pro trvalky s kompostovaným separátem. *Zahradnictví* 14 (10), 24–27. (Výstup NAZV QJ1210085)
- 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. (Výstup NAZV QJ1210085)
- Tlustoš, P., Kaplan, L., Száková, J., Dubský, M., Roubíková, I., Šrámek, F. (2013): Využití pevné složky digestátu pro přípravu pěstebních substrátů. Certifikovaná metodika. ČZU v Praze, Vydavatelství powerprint s.r.o., Praha-Suchdol, ISBN: 978-80-213-2430-5, 20 s. (Výstup NAZV QJ1210085)
- Tlustoš, P., Kaplan, L., Dubský, M., Bazalová, M., Száková, J. (2014): Stanovení fyzikálních a chemických vlastností pevných a kapalných složek digestátu bioplynových stanic. Certifikovaná metodika. ČZU v Praze, Vydavatelství powerprint s.r.o., Praha-Suchdol, ISBN: 978-80-213-2513-5, 25 s. (Výstup NAZV QJ1210085)
- Tlustoš, P., Kaplan, L., Habart, J., Dubský, M., Chaloupková, Š. (2015): Pěstební substrát s podílem kompostovaného separátu. Užitečný vzor č. 28901. ČZU Praha. (Výstup NAZV QJ1210085)

VIII. 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*”.

IX. Ostatní náležitosti certifikované metodiky

V souladu se závazným *Postupem pro uznání výsledku typu „Nmet – Certifikovaná metodika“*, který vydalo Ministerstvo zemědělství – Odbor výzkumu, vzdělávání a poradenství dne 9. května 2016, jsou v následujících podkapitolách uvedeny další požadované údaje nebo doplňující informace.

Jména oponentů a názvy jejich organizací

Posudek pracovníka příslušného odborného **orgánu státní správy** vypracovala:

Ing. Michaela Budňáková; Ministerstvo zemědělství ČR (odbor rostlinných komodit); Těšnov 65/17, 110 00 Praha 1

Posudek **odborníka v daném oboru** vypracoval:

Ing. Jaroslav Houček; Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (oddělení hnojiv); Za Opravnou 4/4, 150 00 Praha 5

Podíly na vzniku předkládané metodiky

Na zpracování a finalizaci předkládaného výstupu projektu (certifikované metodiky) se členové řešitelského týmu s rolí spoluautorů metodiky zúčastnili níže uvedeným podílem: Martin Dubský (40 %), – Lukáš Kaplan (20 %), – Jan Habart (10 %), - Šárka Chaloupková (20 %) - Pavel Tlustoš (10 %).

Osvědčení odborného orgánu státní správy

Osvědčení o uznání certifikované metodiky vydalo Ministerstvo zemědělství ČR

Dne 1. 12.2016

Osvědčení č.: 69471/2016-MZE-17221

OBSAH

I. Cíl metodiky.....	1
II. Vlastní popis metodiky	1
1. Úvod - produkce separátu v ČR	1
2. Úprava separátu, chemické a fyzikální vlastnosti komponentů na bázi separátů	2
3. Dávkování komponentů na bázi separátů	10
III. Srovnání novosti postupů.....	23
IV. Popis uplatnění certifikované metodiky.....	24
V. Ekonomické aspekty	24
VI. Seznam použité související literatury.....	25
VII. Seznam publikací, které předcházely metodice	25
VIII. Dedikace	26
IX. Ostatní náležitosti certifikované metodiky.....	26