

**WYKORZYSTANIE KOMPOSTOWANYCH ODPADÓW  
Z MIEJSKICH TERENÓW ZIELENI JAKO KOMPONENTU  
PODŁOŻY DO UPRAWY KRZEWÓW OZDOBNYCH  
W POJEMNIKACH**

**The use of composted waste from urban green areas as a component  
of potting media for ornamental shrubs**

Bożena Matysiak, Grzegorz Falkowski  
Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa im. Szczepana Pieniążka  
ul. Pomologiczna 18, 96-100 Skierniewice  
e-mail: Bozena.Matysiak@insad.pl

ABSTRACT

Commercially produced green waste compost from urban areas was evaluated for its suitability to replace 10 or 20% (v/v) of peat substrate in the cultivation of ornamental shrubs. For mineral fertilization, two doses of Osmocote Standard 5-6M controlled release fertilizer (3 g and 1.5 g dm<sup>-3</sup>) were used. The plant species tested were *Physocarpus opulifolius* L. 'Diabolo', *Potentilla fruticosa* L. 'Gold Drop' and *Spiraea japonica* L. 'Pruhoniciana'. The compost used as a supplement to peat substrate in the amount of 10-20% positively influenced the growth and development of all the studied plant species cultivated in containers, but the use of half the recommended dose of the controlled release fertilizer was associated with weak growth and poorer quality of shrubs. The compost added to peat soil at 20% improved the uptake of phosphorus and potassium, but no effect on nitrogen content in plants was noted. *P. opulifolius* grown in a peat substrate supplemented with 20% compost contained less Mn, and *S. japonica* shrubs less Fe and Mn, than those grown in the peat soils.

**Key words:** compost, container production, controlled release fertilizer, ornamental shrubs, nursery, nutrients uptake

WSTĘP

Torf wysoki powstający w warunkach naturalnych z mchu *Sphagnum* L. ze względu na bardzo korzystne właściwości wodno-powietrzne, dobre właściwości sorpcyjne, możliwość regulowania odczynu i zawartości

składników pokarmowych jest jednym z podstawowych materiałów służących do sporządzania podłoży ogrodniczych, w tym wykorzystywanych w produkcji drzew i krzewów ozdobnych (Guérin i in. 2001). Szacuje się, że w Polsce produkuje się rocznie około 135,7 milionów drzew, krzewów, bylin i pnączy w pojemnikach (Marosz 2010), co oznacza, że w samym szkółkarstwie ozdobnym wykorzystuje się kilkaset milionów m<sup>3</sup> torfu wysokiego rocznie. Intensywna eksploatacja złóż torfowych zarówno w Polsce, jak i w Europie doprowadziła do znacznego wyczerpania zasobów tego surowca oraz spowodowała poważne zakłócenia w funkcjonowaniu ekosystemów torfowiskowych. Torfowiska stanowią nie tylko źródło cennego materiału organicznego, ale są przede wszystkim ważnymi ekosystemami odgrywającymi znaczącą rolę w magazynowaniu zasobów wody, regulowaniu klimatu oraz stwarzaniu warunków egzystencji wielu gatunków zwierząt i roślin (Ilnicki 2002). W związku z tym konieczne jest zastępowanie torfu w produkcji ogrodniczej innymi materiałami organicznymi i dlatego od wielu lat prowadzone są badania mające na celu poznanie możliwości ich wykorzystania w uprawach pojemnikowych (Benito i in. 2005; Marianthi 2006). Większość tych substancji powstaje w wyniku kompostowania organicznych odpadów różnego pochodzenia na przykład z rolnictwa, leśnictwa, hodowli zwierząt gospodarskich i miejskich terenów zieleni (Ingelmo i in. 1998; Girgatti i in. 2007; Ribeiro i in. 2007; Jayasinghe i in. 2010). Poza pozytywnym ekologicznym aspektem stosowania kompostów w produkcji roślin ozdobnych istnieją dane w literaturze świadczące o tym, że w porównaniu z torfem wysokim komposty mogą działać jak regulatory wzrostu i wpływać na pokrój i kwitnienie roślin, a także hamować rozwój patogenów glebowych (Atiyeh i in. 2001; Perner i in. 2006; Gaag i in. 2007).

Komposty wykorzystywane jako podłoża do uprawy roślin powinny wykazywać wysoki stopień dojrzałości, określany m.in. wartością C/N, która powinna wynosić od 15 do 20 (Rosen i in. 1993), a także mieć odpowiednie właściwości fizyczne i chemiczne. Charakteryzują się one zazwyczaj wysoką porowatością, pojemnością powietrzną i wodną, natomiast niską buforową pojemnością wodną (Abad i in. 2001), a w zależności od pochodzenia mogą zawierać bardzo różną, ale często zbyt wysoką ilość

soli mineralnych. Z tego względu komposty wykorzystywane są najczęściej w mieszaniu z torfem wysokim, a nie jako jednorodne podłoża do uprawy roślin. Występujące bardzo często wysokie temperatury podłoża w produkcji kontenerowej w okresie letnim mogą zmieniać właściwości biologiczne i fizyczno-chemiczne podłoży zawierających komposty, a także wpływać na szybkość uwalniania składników mineralnych z nawozów o kontrolowanym działaniu, powszechnie stosowanych w produkcji szkółkarskiej. Ponadto obecność składników pokarmowych w kompostach może spowodować potrzebę zmiany dotychczas zalecanych dawek nawozów mineralnych w uprawie krzewów ozdobnych (Marfa i in. 2002; Chavez i in. 2008; Caballero i in. 2009).

Celem prowadzonych badań była ocena wpływu dawki kompostu z odpadów z miejskich terenów zieleni oraz nawozu o kontrolowanym działaniu na wzrost i jakość krzewów ozdobnych uprawianych w pojemnikach oraz ocena ich stanu odżywienia makro- i wybranymi mikroelementami.

## MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w latach 2008-2009 na trzech gatunkach krzewów liściastych *Physocarpus opulifolius* L. (pęcherznica kalinolistna) 'Diabolo', *Potentilla fruticosa* L. (pięciornik krzewiasty) 'Gold Drop' i *Spiraea japonica* L. (tawuła japońska) 'Pruhoniciana' uprawianych w pojemnikach. Badano wpływ trzech dawek kompostu (0, 10 i 20%, v/v) i dwóch dawek nawozu o kontrolowanym działaniu (3 g i 1,5 g·dm<sup>-3</sup> podłoża) na wzrost i jakość krzewów ozdobnych w dwóch kolejnych latach badań. W badaniach wykorzystano Eko-Kompost produkowany przez Ekokonsorcjum Efekt w Krakowie z odpadów pochodzących z miejskich terenów zieleni (trawa, liście, rozdrobnione gałęzie) zawierający (w % s.m.): 2,4 N całkowity, 0,01 N-NH<sub>4</sub>, 1,39 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 3,16 K<sub>2</sub>O, 7,06 CaO, 1,24 MgO, 0,12 Na<sub>2</sub>O oraz 46,4% substancji organicznej, pH (H<sub>2</sub>O) 8,7. Pozostałą część podłoża stanowił odkwaszony do pH 5,5 torf wysoki (Kronen-Klasmann). Jako nawóz o kontrolowanym działaniu zastosowano Osmocote Standard 5-6 M (N16 – P11 – K11 – Mg3 + mikroelementy) w dawce zalecanej dla badanych krzewów ozdobnych

(3 g·dm<sup>-3</sup>) i obniżonej o połowę (1,5 g·dm<sup>-3</sup>). Nawóz ten stosowano wiosną każdego roku badań. Ukorzenione sadzonki posadzono do pojemników o objętości 1,6 dm<sup>3</sup> w kwietniu 2008 roku. Rośliny uprawiano w szkółce na kontenerowni. Nawadniane były za pomocą deszczowni. Ocenę wzrostu roślin przeprowadzono dwukrotnie w każdym roku (w czerwcu i pod koniec sezonu wegetacyjnego). Mierzono wysokość roślin, świeżą masę części nadziemnej po ścięciu wszystkich pędów na wysokości 5 cm od podłoża, liczbę kwiatów (*Potentilla fruticosa* ‘Gold Drop’) lub kwiatostanów (*Spiraea japonica* ‘Pruhoniciana’). Przez zsumowanie świeżej masy pędów wytworzonych do czerwca i następnie do października uzyskano świeżą masę pędów z całego sezonu wegetacyjnego. Na początku września każdego roku oznaczano zawartość chlorofilu w liściach *Physocarpus opulifolius* ‘Diabolo’ i *Spiraea japonica* ‘Pruhoniciana’ aparatem CCM-200 (Chlorophyll Content Meter), firmy Opti-Sciences. Aparat nie mierzy bezwzględnej zawartości chlorofilu w liściach, ale wartość względną wyrażoną w liczbach, która jest wysoko skorelowana z zawartością chlorofilu. We wrześniu 2009 roku pobrano liście do oznaczenia zawartości makroskładników (N, P, K, Ca i Mg) oraz mikroskładników (Fe, Mn, Zn). Azot oznaczono metodą Kjeldahla, P – kolorymetrycznie, a K, Ca, Mg, Fe, Mn i Zn wykonano techniką spektrometrii emisyjnej.

Doświadczenie dwuczynnikowe (dawka kompostu Eko-Kompost × dawka nawozu Osmocote Standard 5-6 M) założono w układzie losowanych bloków w pięciu powtórzeniach. Pojedyncze powtórzenie stanowiło 5 roślin. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Do oceny istotności różnic między średnimi użyto wielokrotnego testu t-Duncana, przyjmując poziom istotności 5%.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Kompost zastosowany jako dodatek do torfu wysokiego w ilości 10-20% pozytywnie wpływał na wzrost i rozwój badanych gatunków roślin uprawianych w pojemnikach, natomiast obniżenie o połowę zalecanej dawki nawozu o kontrolowanym działaniu wiązało się zazwyczaj ze słabszym wzrostem i gorszą jakością krzewów. Rośliny *P. opulifolius*

miały największą masę pędów w ciągu całego sezonu wegetacyjnego w pierwszym roku uprawy oraz w początkowym okresie uprawy w drugim roku, gdy były uprawiane w podłożu torfowym z dodatkiem 10 lub 20% kompostu i jednocześnie nawożone nawozem o kontrolowanym działaniu w dawce  $3 \text{ g dm}^{-3}$  (tab. 1). Silny wpływ kompostu na wzrost *P. opulifolius* odnotowano w pierwszym okresie ich wzrostu w pierwszym sezonie wegetacyjnym. Rośliny rosnące w podłożu z dodatkiem 10 lub 20% kompostu i jednocześnie nawożone nawozem o kontrolowanym działaniu w dawce  $3 \text{ g dm}^{-3}$  miały w tym czasie ponad dwukrotnie (odpowiednio 2,6 i 2,7) większą świeżą masę pędów od roślin uprawianych w samym podłożu torfowym. Dodatek kompostu nie miał większego wpływu na zawartość chlorofilu w liściach w pierwszym roku uprawy, ale po drugim sezonie wegetacyjnym rośliny uprawiane w podłożu torfowym z większą dawką kompostu (20%) zawierały najmniej chlorofilu.

W przypadku *P. fruticosa* kompost dodany do podłoża bardzo silnie stymulował wzrost roślin. W pierwszym roku uprawy największą świeżą masę pędów uzyskano, gdy rośliny uprawiano w podłożu z kompostem niezależnie od jego dawki (tab. 2). Z kolei pod koniec drugiego roku największą masę miały rośliny uprawiane w podłożu z wyższą dawką kompostu (20%) oraz wyższą dawką nawozu o kontrolowanym działaniu. Na podkreślenie zasługuje bardzo silna stymulacja wzrostu roślin w początkowym okresie wzrostu po dodaniu kompostu do podłoża. W pierwszym sezonie wegetacyjnym, zaledwie po 2 miesiącach uprawy rośliny miały 15- i 13-krotnie większą masę, gdy były uprawiane w podłożu z dodatkiem kompostu w ilości odpowiednio 10 i 20% w porównaniu z roślinami uprawianymi bez kompostu. Tak silną stymulację wzrostu uzyskano nie tylko wtedy, gdy rośliny były nawożone nawozem o kontrolowanym działaniu w zalecanej dawce ( $3 \text{ g dm}^{-3}$ ), ale także po zastosowaniu obniżonej o połowę dawki nawozu, chociaż ich masa była nieco niższa niż roślin nawożonych dawką zalecaną. Rośliny *P. fruticosa* uprawiane w podłożu z kompostem kwitły obficie w pierwszej fazie wzrostu zarówno w pierwszym, jak i drugim roku uprawy. Z kolei obniżenie dawki nawozu mineralnego spowodowało słabsze kwitnienie roślin w pierwszym roku uprawy, ale na początku kolejnego sezonu wegetacyjnego kwitły one obficie.

W przypadku *S. japonica* największą masę roślin na początku pierwszego sezonu wegetacyjnego uzyskano, gdy rośliny uprawiano w podłożu torfowym z kompostem niezależnie od jego ilości oraz zastosowanej zalecanej dawki ( $3 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) nawozu o kontrolowanym działaniu (tab. 3). Masa roślin uprawianych w podłożu z kompostem była w tym czasie 1,4 razy większa niż uprawianych w samym podłożu torfowym. Wyższa dawka kompostu (20%) w późniejszym okresie uprawy okazała się mniej przydatna niż niższa dawka (10%) przy równoczesnym zastosowaniu zalecanej dawki nawozu mineralnego, bowiem rośliny te wytworzyły istotnie mniejszą masę niż w samym podłożu torfowym lub z dodatkiem 10% kompostu. Z kolei, w drugim roku uprawy kompost dodany do podłoża, niezależnie od jego ilości, pozytywnie oddziałował zarówno na wzrost roślin, jak i na kwitnienie, natomiast nie miał większego wpływu na zawartość chlorofilu w liściach. Na cechę tę istotnie wpływała intensywność nawożenia mineralnego. Rośliny nawożone nawozem o kontrolowanym działaniu w zalecanej dawce miały więcej chlorofilu w liściach niż przy obniżonej dawce nawozu.

Kompostowane odpady z miejskich terenów zieleni stosowane jako komponent podłoża mogą w odmienny sposób oddziaływać na rośliny ozdobne uprawiane w pojemnikach. Zależy to zarówno od gatunku, jak i szybkości wzrostu roślin (Wilson i in. 2002), właściwości fizykochemicznych kompostów (Chong i in. 1994; Guerin i in. 2001), ich udziału w podłożu torfowym (Wilson i in. 2001), a także warunków klimatycznych, w jakich uprawiane są rośliny (Guérin i in. 2001). Gdy udział kompostu jest zbyt duży (ponad 50%), rośliny najczęściej są mniejsze, zawiązują mniej pąków kwiatowych, ale z reguły mają ciemnozielone liście (Wilson i in. 2002). Negatywny wpływ wysokiej dawki kompostu dodawanego do torfu wynika przede wszystkim z nadmiernej zawartości soli mineralnych oraz pogarszających się właściwości fizycznych kompostów w ciągu kilkumiesięcznego okresu uprawy roślin (Wilson i in. 2002). Z tego względu w naszych badaniach kompost dodawano do podłoża torfowego w ilości nie przekraczającej 20%. Badania te wykazały ponadto, że zwiększanie dawki kompostu z 10

Tabela 1

Wysokość, świeża masa części nadziemnej i zawartość chlorofilu w liściach *Physocarpus opulifolius* 'Diabolo' uprawianych w podłożu torfowym wzbogaconym w kompost w dawkach 0, 10 lub 20% oraz nawożonych nawozem mineralnym Osmocote Standard 5-6 M w dawce standardowej ( $3,0 \text{ g dm}^{-3}$ ) lub obniżonej o połowę ( $1,5 \text{ g dm}^{-3}$ ) – Plant height, shoot fresh weight and chlorophyll content in the leaves of *Physocarpus opulifolius* 'Diabolo' cultivated in a substrate amended with compost at the dose of 0, 10 or 20% and fertilized with the mineral fertilizer Osmocote Standard 5-6 M at the standard dose ( $3.0 \text{ g dm}^{-3}$ ) and reduced by half ( $1.5 \text{ g dm}^{-3}$ )

Kompost Compost [%]	Osmocote [gdm <sup>-3</sup> ]	Wysokość roślin Plant height [cm]				Świeża masa części nadziemnej Shoot fresh weight [g]				Zawartość chlorofilu w liściach Chlorophyll content index	
		2008		2009		2008		2009		2008	2009
		VI	X	VI	X	VI	X	VI	X	VI	X
0	3,0	19 a	39 bc	100 b	67 b	14 a	95 b	281 b	368 b	33 c	33 bc
	1,5	23 ab	35 ab	89 a	52 a	14 a	80 a	174 a	216 a	22 a	34 c
10	3,0	27 b	41 c	104 b	65 b	36 c	115 c	393 c	415 b	28 bc	32 bc
	1,5	30 b	34 a	103 b	52 a	34 c	85 a	255 b	212 a	22 a	30 bc
20	3,0	29 b	37 ab	100 b	68 b	38 c	107 c	393 c	416 b	29 c	30 b
	1,5	25 ab	32 a	97 ab	56 a	25 b	78 a	278 b	257 a	23 ab	26 a
Kompost	0	21 a	37 ab	94 a	60 a	14 a	87 a	228 a	292 a	28 a	33 b
	10	28 b	38 b	104 b	58 a	35 c	100 b	324 b	314 ab	25 a	31 b
	20	27 b	34 a	99 ab	62 a	31 b	92 a	336 b	337 b	26 a	28 a
Osmocote	3,0	25 a	39 b	101 a	66 b	29 b	105 b	356 b	400 b	30 b	32 a
	1,5	26 a	34 b	96 a	53 a	24 a	81 a	236 a	229 a	23 a	30 a
Kompost		**	n.i.	*	n.i.	**	**	**	n.i.	n.i.	**
Osmocote		n.i.	**	n.i.	**	**	**	**	**	**	n.i.
Kompost x Osmocote		n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	**	*	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.

\* Średnie oznaczone tą samą literą w kolumnach nie różnią się istotnie (5%) wg testu t-Duncana – Means followed by the same letters in the columns are not significantly different according to Duncan's test at 5% level of significance.

n.i. – różnice nieistotne – test F – not significant differences – F test; \*różnice istotne – test – F poziom istotności 5% – significant differences – F test – level of significance: 5% \*\*różnice istotne – test F – poziom istotności 1% – significant differences – F test – level of significance: 1%

Tabela 2

Wysokość, świeża masa części nadziemnej i liczba kwiatów na roślinie *Potentilla fruticosa* 'Gold Drop' uprawianych w podłożu torfowym wzbogaconym w kompost w dawkach 0, 10 lub 20% oraz nawożonych nawozem mineralnym Osmocote Standard 5-6 M w dawce standardowej ( $3,0 \text{ g dm}^{-3}$ ) lub obniżonej o połowę ( $1,5 \text{ g dm}^{-3}$ ) – Plant height, shoot fresh weight and number of flowers per plant of *Potentilla fruticosa* 'Gold Drop' cultivated in a substrate amended with compost at the dose of 0, 10 or 20% and fertilized with the mineral fertilizer Osmocote Standard 5-6 M at the standard dose ( $3.0 \text{ g dm}^{-3}$ ) and reduced by half ( $1.5 \text{ g dm}^{-3}$ )

Kompost Compost [%]	Osmocote [g dm <sup>-3</sup> ]	Wysokość roślin Plant height [cm]				Świeża masa części nadziemnej Shoot fresh weight [g]				Liczba kwiatów na roślinie Number of flowers per plant			
		2008		2009		2008		2009		2008		2009	
		VI	X	VI	X	VI	X	VI	X	VI	X	VI	X
0	3,0	5,3 a	24,3 b	35 b	40 bc	1,6 a	107 b	100 b	235 b	0,0 a	36 c	16 a	83 a
	1,5	5,8 a	21,1 a	31 a	35 a	2,8 a	56,a	64 a	130 a	0,0 a	18 a	26 ab	88 a
10	3,0	16,4 b	26,2 bc	41 c	40 bc	24,0 e	118 bc	168 d	214 b	3,2 b	31 bc	25 ab	84 a
	1,5	15,4 b	24,4 b	36 b	36 ab	17,4 b	103 b	141 c	169 a	4,6 c	14 a	39 b	82 a
20	3,0	15,3 b	28,1 c	41 c	43 c	21,2 d	125 c	165 d	349 c	5,8 d	26 a-c	22 a	95 a
	1,5	15,0 b	27,0 c	39 bc	42 c	19,4 c	102 b	126 c	231 b	4,6 c	20 ab	37 b	70 a
Kompost	0	5,5 a	22,7 a	33 a	38 a	1,7 a	81 a	82 a	182 a	0,0 a	27 a	21 a	86 a
	10	15,9 b	25,3 b	38 b	38 a	20,7 b	110 b	154 b	191 a	3,9 b	23 a	32 b	83 a
	20	15,1 b	27,6 c	40 b	42 b	20,3 b	114 b	145 b	290 b	5,2 c	23 a	29 ab	82 a
Osmocote	3,0	12,3 a	26,2 b	39 b	41 b	15,6 b	117 b	144 b	266 b	3,0 a	31 b	21 a	87 a
	1,5	12,1 a	24,2 a	35 a	38 a	12,9 b	87 a	110 a	177 a	3,1 a	17 a	34 b	80 a
Kompost		**	**	**	**	**	**	**	**	**	n.i.	*	n.i.
Osmocote		n.i.	**	**	**	**	**	**	**	n.i.	**	**	n.i.
Kompost x Osmocote		n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	**	**	n.i.	*	**	n.i.	n.i.	n.i.

\* Średnie oznaczone tą samą literą w kolumnach nie różnią się istotnie wg testu t-Duncana,  $\alpha=0,05$  – Means followed by the same letters in the columns are not significantly different according to Duncan's test at  $\alpha=0,05$

n.i. – różnice nieistotne – test F – not significant differences – F test

\* różnice istotne – test – F poziom istotności 5% – significant differences – F test – level of significance: 5%

\*\*różnice istotne – test F – poziom istotności 1% – significant differences – F test – level of significance 1%



Tabela 3

Wysokość, świeża masa części nadziemnej, liczba kwiatów na roślinie oraz zawartość chlorofilu w liściach *Spiraea japonica* 'Pruhoniciana' uprawianych w podłożu torfowym wzbogaconym w kompost w dawkach 0, 10 lub 20% oraz nawożonych nawozem mineralnym Osmocote Standard 5-6 M w dawce standardowej ( $3,0 \text{ g dm}^{-3}$ ) lub obniżonej o połowę ( $1,5 \text{ g dm}^{-3}$ ) – Plant height, shoot fresh weight, number of flowers per plant and chlorophyll content in the leaves of *Spiraea japonica* 'Pruhoniciana' cultivated in a substrate amended with compost at the dose of 0, 10 or 20% and fertilized with the mineral fertilizer Osmocote Standard 5-6 M at the standard dose ( $3.0 \text{ g dm}^{-3}$ ) and reduced by half ( $1.5 \text{ g dm}^{-3}$ )

Kompost Compost [%]	Osmocote [g dm <sup>-3</sup> ]	Wysokość roślin Plant height [cm]				Świeża masa części nadziemnej Shoot fresh weight [g]				Liczba kwiatów na roślinie Number of flowers per plant		Zawartość chlorofilu w liściach Chlorophyll content index	
		2008		2009		2008		2009		2008	2009	2008	2009
		VI	X	VI	X	VI	X	VI	X				
0	3,0	31 a	37 b	54 cd	38 c	41 b	149 c	177 c	219 b	1,4 a	32 b-d	13,4 c	16,2 ab
	1,5	31 a	31 a	43 a	31 b	29 a	99 a	85 a	102 a	1,8 a	21 a	7,8 a	15,0 a
10	3,0	42 b	37 b	58 d	38 c	56 c	157 c	206 d	225 b	3,2 ab	36 d	12,0 b	18,2 b
	1,5	40 b	31 a	49 b	28 a	46 b	89 a	104 ab	110 a	3,0 ab	30 bc	8,4 a	14,6 a
20	3,0	41 b	37 b	64 e	38 c	56 c	138 b	212 d	205 b	4,4 b	34 cd	13,6 c	16,4 ab
	1,5	39 b	32 a	54 c	29 ab	45 b	90 a	119 b	114 a	4,6 b	29 b	8,6 a	13,8 a
Kompost	0	31 a	34 a	49 a	34 a	35 a	124 b	131 a	160 a	1,6 a	26 a	10,6 a	15,6 a
	10	41 b	34 a	53 b	33 a	51 b	123 b	155 b	167 a	3,1 b	33 b	10,2 a	16,4 a
	20	40 b	34 a	59 c	64 a	51 b	114 a	166 b	159 a	4,5 b	31 b	11,1 a	15,1 a
Osmocote	3,0	38 a	37 b	59 b	38 b	51 b	148 b	198 b	216 b	3,0 a	34 b	13,0 b	16,9 b
	1,5	37 a	31 a	48 a	29 a	40 a	93 a	103 a	108 a	3,1 a	26 a	8,3 a	14,5 a
Kompost		**	n.i.	**	n.i.	**	**	**	n.i.	**	**	n.i.	n.i.
Osmocote		n.i.	**	**	**	**	**	**	**	n.i.	**	**	**
Kompost x Osmocote		n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	*	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.

\* Średnie oznaczone tą samą literą w kolumnach nie różnią się istotnie wg testu t-Duncana,  $\alpha=0,05$  – Means followed by the same letters in columns are not significantly different according to Duncan's test at  $\alpha=0,05$ ; n.i. – różnice nieistotne – test F – not significant differences – F test; \* różnice istotne – test – F poziom istotności 5% – significant differences – F test – level of significance: 5%; \*\*różnice istotne – test F – poziom istotności 1% – significant differences – F test – level of significance: 1%

do 20% nie stymulowało znacząco wzrostu i nie poprawiało dekoracyjności badanych krzewów ozdobnych, z wyjątkiem *P. fruticosa* w drugim roku badań. Dlatego też wydaje się, że jest to dawka wystarczająca do uzyskania dobrego wzrostu roślin bez ryzyka obniżenia ich dekoracyjności. Na podkreślenie zasługuje fakt bardzo silnej stymulacji wzrostu roślin uprawianych w podłożu z kompostem w początkowej fazie ich rozwoju (nawet kilkunastokrotnej w przypadku *P. fruticosa*), gdy zastosowany nawóz o kontrolowanym działaniu nie pokrywa pełnego zapotrzebowania roślin na składniki pokarmowe. Do uzyskania dobrej jakości krzewów ozdobnych niezbędne było zastosowanie zalecanej dawki nawozu o kontrolowanym działaniu. Obniżenie tej dawki powodowało znacznie słabszy wzrost oraz pogorszenie dekoracyjności wszystkich badanych gatunków krzewów ozdobnych.

Tabela 4

Zawartość makro- i mikrośladników w liściach trzech gatunków krzewów ozdobnych po dwóch latach uprawy w pojemnikach w podłożu torfowym wzbogaconym w kompost w dawkach 0, 10 lub 20% oraz nawożonych nawozem mineralnym Osmocote Standard 5-6 M w dawce standardowej ( $3,0 \text{ g dm}^{-3}$ ) lub obniżonej o połowę ( $1,5 \text{ g dm}^{-3}$ ) – Macro- and microelement content in the leaves of three ornamental shrub species after 2-year cultivation in containers filled with peat substrate amended with compost at the dose of 0, 10 or 20% and fertilized with the mineral fertilizer Osmocote Standard 5-6 M at the standard dose ( $3.0 \text{ g dm}^{-3}$ ) and reduced by half ( $1.5 \text{ g dm}^{-3}$ )

Kompost [%]	Osmocote [ $\text{g dm}^{-3}$ ]	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
		% s.m.					$\text{mg (kg s.m.)}^{-1}$		
<b><i>Physocarpus opulifolius</i> ‘Diabolo’</b>									
0	3,0	2,93 b	0,26 bc	1,52 a	1,68 cd	0,38 b	100 a	53,7 c	20,7 ab
	1,5	2,34 a	0,20 a	1,40 a	1,78 d	0,37 d	110 a	46,2 bc	19,4 ab
10	3,0	2,85 b	0,24 ab	2,11 d	1,58 abc	0,33 a	115 a	64,3 d	20,2 ab
	1,5	2,30 a	0,22 ab	1,71 b	1,62 bcd	0,31 a	100 a	42,2 ab	18,8 a
20	3,0	2,88 b	0,30 c	2,35 e	1,40 a	0,33 a	112 a	50,4 bc	22,4 b
	1,5	2,32 a	0,31 c	1,92 c	1,50 ab	0,32 a	95 a	36,1 a	22,2 b
Kompost	0	2,63 a	0,23 a	1,47 a	1,73 c	0,38 b	110 a	50,0 b	20,1 a
	10	2,58 a	0,23 a	1,91 b	1,60 b	0,32 a	107 a	53,2 b	19,5 a
	20	2,60 a	0,30 b	2,13 c	1,44 a	0,32 a	104 a	43,2 a	22,3 b
Osmocote	3,0	2,92 b	0,27 a	1,99 b	1,55 a	0,35 b	112 a	56,1 b	21,1 a
	1,5	2,34 a	0,25 a	1,68 a	1,63 a	0,33 a	102 a	41,5 a	20,1 a
Kompost		n.i.	**	**	**	**	n.i.	*	*
Osmocote		**	n.i.	**	n.i.	*	n.i.	**	n.i.
Kompost x Osmocote		n.i.	n.i.	*	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
<b><i>Potentilla fruticosa</i> ‘Gold Drop’</b>									
0	3,0	2,70 b	0,26 b	1,12 ab	0,87 a	0,27 a	65,1 a	64,3 a	30,2 a
	1,5	2,40 a	0,23 a	1,04 a	0,93 bc	0,26 a	62,7 a	70,4 a	28,0 a

10	3,0	2,80 b	0,29 c	1,36 c	0,97 bc	0,27 a	63,7 a	72,1 a	26,7 a
	1,5	2,37 a	0,25 ab	1,09 ab	0,96 bc	0,27 ab	64,3 a	63,6 a	27,5 a
20	3,0	2,76 b	0,31 c	1,33 c	0,92 ab	0,28 bc	64,3 a	64,3 a	27,5 a
	1,5	2,46 a	0,31 c	1,20 b	0,98 c	0,29 c	64,1 a	63,1 a	29,9 a
Kompost	0	2,55 a	0,25 a	1,08 a	0,90 a	0,26 a	63,9 a	67,3 a	29,1 a
	10	2,59 a	0,27 b	1,23 b	0,97 b	0,27 a	64,0 a	67,4 a	27,1 a
	20	2,61 a	0,31 c	1,27 b	0,95 b	0,29 b	64,2 a	63,7 a	28,7 a
Osmocote	3,0	2,75 b	0,29 b	1,27 b	0,92 a	0,27 a	64,3 a	66,9 a	28,1 a
	1,5	2,41 a	0,26 a	1,11 a	0,96 b	0,27 a	63,7 a	65,4 a	28,4 a
Kompost		n.i.	**	**	**	**	n.i.	n.i.	n.i.
Osmocote		**	**	**	*	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
Kompost x Osmocote		n.i.	*	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
<b><i>Spiraea japonica</i> 'Pruhoniciana'</b>									
0	3,0	1,94 ab	0,20 a	1,30 ab	1,71 b	0,35 b	93,3 bc	96,7 bc	48,3 b
	1,5	1,77 a	0,17 a	1,14 a	1,70 b	0,38 c	64,3 ab	102,0 c	25,5 a
10	3,0	2,07 b	0,24 bc	1,62 c	1,50 a	0,30 a	120,0 c	106,0 c	31,3 a
	1,5	1,78 a	0,21 ab	1,40 b	1,58 ab	0,34 b	53,0 a	78,7 ab	30,3 a
20	3,0	2,03 b	0,26 c	1,65 c	1,48 a	0,33 ab	63,0 ab	81,3 ab	29,2 a
	1,5	1,80 a	0,27 c	1,60 c	1,53 a	0,33 ab	50,7 a	68,3 a	27,6 a
Kompost	0	1,86 a	0,19 a	1,22 a	1,71 b	0,36 b	78,8 b	99,3 b	36,3 a
	10	1,93 a	0,23 b	1,51 b	1,54 a	0,33 a	86,5 b	92,3 b	30,2 a
	20	1,92 a	0,26 c	1,63 b	1,50 a	0,33 a	56,8 a	74,8 a	27,8 a
Osmocote	3,0	2,01 b	0,24 a	1,52 b	1,56 a	0,33 a	92,1 b	94,7 b	35,7 a
	1,5	1,78 a	0,22 a	1,38 a	1,60 a	0,35 b	56,0 a	83,0 a	27,2 a
Kompost		n.i.	**	**	**	**	*	**	n.i.
Osmocote		**	n.i.	**	n.i.	**	**	*	n.i.
Kompost x Osmocote		n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.

\* Średnie oznaczone tą samą literą w kolumnach nie różnią się istotnie wg testu t-Duncana,  $\alpha=0,05$  - Means followed by the same letters in columns are not significantly different according to Duncan's test at  $\alpha=0,05$ .

n.i. – różnice nieistotne – test F – not significant differences – F test;

\*różnice istotne – test – F poziom istotności 5% – significant differences – F test – level of significance 5%;

\*\*różnice istotne – test F – poziom istotności 1% – significant differences – F test – level of significance 1%

Zarówno dodatek kompostu do podłoża, jak i intensywność nawożenia mineralnego istotnie wpływały na stan odżywienia roślin makro- i mikro-składnikami (tab. 4). Wzrost zawartości kompostu w podłożu powodował na ogół zwiększenie zaopatrzenia wszystkich badanych gatunków roślin w fosfor i potas, co mogło być związane z obecnością tych składników w kompoście. Pozytywny wpływ kompostowanych odpadów z terenów miejskich na pobieranie fosforu i potasu wykazali Garcia-Gomez i inni (2002), Wilson i inni (2002), Perez-Murcia i inni (2006) i Ostos i inni

(2008). W przypadku wapnia i magnezu wraz ze wzrostem ilości kompostu w podłożu zwiększała się zawartość tych składników w liściach *P. fruticosa*, natomiast obniżała się ich zawartość w liściach *P. opulifolius* i *S. japonica*. Kompost dodany do podłoża nie wpływał na stan odżywienia krzewów ozdobnych w azot niezależnie od intensywności nawożenia mineralnego. Często jednak w literaturze spotyka się dane na temat obniżonej zawartości azotu w roślinach uprawianych w podłożu wzbogaconym w kompost, co jest związane z efektem rozcieńczenia, wynikającym z szybszego wzrostu części nadziemnych niż korzeni (Jarrel i Beverly 1981) lub immobilizacją azotu przez komposty o wysokim stosunku C:N (Ostos i in. 2008). W badaniach naszych nie wykazano także znacznego wzrostu zawartości badanych mikroskładników (Fe, Mn, Zn) wraz ze zwiększaniem udziału kompostu w podłożu torfowym, z wyjątkiem wyższej zawartości Zn w roślinach *P. opulifolius* uprawianych w podłożu z dodatkiem 20% kompostu w porównaniu z roślinami uprawianymi w jednorodnym podłożu torfowym lub z dodatkiem 10% kompostu. Przy wyższych dawkach kompostu zmniejszyła się zawartość Fe i Mn w roślinach *S. japonica* oraz Mn w roślinach *P. opulifolius*, co mogło być związane ze zmianą właściwości fizycznych i/lub chemicznych wpływających na ich dostępność dla rośliny. Wiadomo, że odczyn podłoża ma znaczący wpływ na dostępność wielu mikroelementów dla rośliny (Marschner 1995). Im wyższe jest pH podłoża tym maleje dostępność Fe, Mn i Zn. Kompost stosowany w badaniach miał pH 8,7. Kompostowane odpady z miejskich terenów zieleni mają zazwyczaj odczyn zasadowy, na przykład pH kompostu otrzymywanego z terenów zieleni w Madrycie, niezależnie od sezonu wytwarzania, wynosiło 8,2-8,9 (Benito i in. 2006). Dla większości drzew i krzewów ozdobnych optymalny zakres pH podłoża wynosi 5,2-6,3 (Marschner 1995) i dlatego dla roślin wrażliwych na wysokie pH podłoża, konieczne jest stosowanie kompostowanych odpadów z miejskich terenów zieleni w mieszaninie z kwaśnym torfem. Obniżenie zalecanej dawki nawozu o kontrolowanym działaniu wiązało się z istotnym spadkiem zawartości azotu i potasu u wszystkich badanych gatunków krzewów ozdobnych, a także fosforu u *P. fruticosa*, co oznacza, że dawka ta niezależnie od zastosowania kompostu nie pokrywa zapotrzebowania roślin na składniki pokarmowe.

---

## WNIOSKI

1. Kompost uzyskany z odpadów z miejskich terenów zieleni może być wykorzystywany jako suplement podłoża do uprawy krzewów ozdobnych, a jego stosowanie pozwala ograniczyć zużycie torfu wysokiego w produkcji szkółkarskiej.

2. Dodatek kompostu do podłoża torfowego w ilości nie przekraczającej 20%, przy równoczesnym nawożeniu mineralnym nawozem Osmocote Standard 5-6 M w zalecanej dawce 3 g dm<sup>-3</sup>, stymuluje wzrost i poprawia jakość *Physocarpus opulifolius* 'Diabolo', *Potentilla fruticosa* 'Gold Drop' i *Spiraea japonica* 'Pruhoniciana'.

3. Kompost dodany do podłoża torfowego w ilości 20% poprawia zaopatrzenie krzewów *Physocarpus opulifolius* 'Diabolo', *Potentilla fruticosa* 'Gold Drop' i *Spiraea japonica* 'Pruhoniciana' w fosfor i potas, ale nie wpływa na zawartość azotu w roślinach.

4. Krzewy *Physocarpus opulifolius* 'Diabolo' uprawiane w podłożu z dodatkiem 20% kompostu zawierają mniej Mn, a krzewy *Spiraea japonica* 'Pruhoniciana' mniej Fe i Mn niż uprawiane w samym podłożu torfowym.

## LITERATURA

- Abad M., Noguera P., Burés S. 2001. National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain. *Bioresource Technology* 77: 197-200.
- Atiyeh R. M., Edwards C.A., Subler S., Metzger J.D. 2001. Pig manure vermicompost as component of a horticultural bedding plant medium: Effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresource Technology* 78: 11-20.
- Benito M., Masager A., De Antonio R., Moliner A. 2005. Use of pruning waste compost as component in soilless growing media. *Bioresource Technology* 96: 597-603.
- Benito M., Masager A., Moliner A., De Antonio R. 2006. Chemical and physical properties of pruning waste compost and their seasonal variability. *Bioresource Technology* 97: 2071-2076.
- Caballero R., Pajuelo P., Ordovás J., Carmona E., Delgado A. 2009. Evaluation and correction of nutrient availability to *Gerbera jamesonii* H. Bolus in various compost-based growing media. *Scientia Hort.* 122: 244-250.

- Chavez W., Benedatto A., Civeira G., Lavado R. 2008. Alternative soilless media for growing *Petunia × hybrida* and *Impatiens walleriana*: physical behavior, effect of fertilization and nitrate losses. *Bioresource Technology* 99: 8082-8087.
- Chong C., Cline R.A., Rinker D.L. 1994. Bark- and peat-amended spent mushroom compost for containerized culture of shrubs. *HortScience* 29: 781-784.
- Gaag, Van der, D.J., Van Noort F.R., Stapel-Cuijpers L.H.M., De Kreij C., Termorshuizen A.J., Van Rijn E., Zmora-Nahum S., Chen Y. 2007. The use of green waste compost in peat-based potting mixtures: Fertilization and suppressiveness against soilborne diseases. *Scientia Hort.* 114: 289-297.
- Garcia-Gomez A., Bernal M., Roig A. 2002. Growth of ornamental plants in two composts prepared from agroindustrial wastes. *Bioresource Technology* 83: 81-87.
- Girgatti M., Giorgioni M., Ciavatta C. 2007. Compost-based growing media; Influence on growth and nutrient use of bedding plants. *Bioresource Technology* 98: 3526-3534.
- Guérin V., Lemaire F., Marfa O., Cáceres R., Giuffrida F. 2001. Growth of *Viburnum tinus* in peat-based and peat-substitute growing media. *Scientia Hort.* 89: 129-142.
- Ilnicki P. 2002. Torfowiska i torf. Wydawnictwo AR Poznań, 606 ss.
- Ingelmo F., Canet R., Ibanez R., Pomares F., Garcia J. 1998. Use of MSW compost, dried sewage sludge and other wastes as partial substitutes for peat and soil. *Bioresource Technology* 63: 123-129.
- Jayasinghe G.Y., Liyana Arachchi I.D., Tokashiki Y. 2010. Evaluation of containerized substrates developed from cattle manure compost and synthetic aggregates for ornamental plant production as a peat alternative. *Resources, Conservation and Recycling* 54: 1412-1418.
- Jarrel W.M., Beverly R.B. 1981. The dilution in plant nutrition. *Adv. Agron.* 34: 197-224.
- Marianthi T. 2006. Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) core and rice hulls as components of container media for growing *Pinus halepensis* M. seedlings. *Bioresource Technology* 97: 1631-1639.
- Marschner H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Acad. Press, London.
- Marfa O., Lemaire F., Cáceres R., Giuffrida F., Guérin V. 2002. Relationship between growing media fertility, percolate composition and fertigation strategy in peat-substitute substrates used for growing ornamental shrubs. *Scientia Hort.* 94: 309-321.

- Marosz A. 2010. Szkołkarstwo ozdobne – stan obecny i perspektywy. *Biznes Ogrodniczy* (w druku).
- Ostos J.C., López-Garrido R., Murillo J.M., López R. 2008. Substitution of peat for municipal solid waste- and sewage sludge-based composts in nursery growing media: Effects on growth and nutrition of the native shrub *Pistacia lentiscus* L. *Bioresource Technology* 99: 1793-1800.
- Perez-Murcia M.D., Moral R., Moreno-Caswiles J., Perez-Espinosa A., Paredes C. 2006. Use of composted sewage sludge in growth for broccoli. *Bioresource Technology* 97: 123-130.
- Perner H., Schwarz D., Bruns C., Mäder P., George E. 2006. Effect of arbuscular mycorrhizal colonization and two levels of compost supply on nutrient uptake and flowering of pelargonium plants. *Mycorrhiza* 17: 469-474.
- Ribeiro H.M., Romero A.M., Pereira H., Borges P., Cabral F., Vaconcelos E. 2007. Evaluation of a compost obtained from forestry wastes and solid phase of pig slurry as a substrate for seedling production. *Bioresource Technology* 98: 3294-3297.
- Rosen C.J., Halbach T.R., Swanson T.R., 1993. Horticultural uses of municipal solid waste components. *HortTechnology* 3: 167-173.
- Wilson S.B., Stoffella P.J., Graetz D.A. 2002. Development of compost-based media for containerized perennials. *Scientia Hort.* 93: 311-32