

Agnieszka Zawadzińska*, Agnieszka Dobrowolska**

**WPŁYW PODŁOŻY Z DODATKIEM KOMPOSTÓW Z KOMUNALNEGO
OSADU ŚCIEKOWEGO NA WZROST I KWITNIENIE NIECIERPKA
WALLERIANA (*IMPATIENS WALLERIANA*)**

**THE INFLUENCE OF GROWING MEDIA WITH ADDITIONAL
COMPOSTS WITH MUNICIPAL SEWAGE SLUDGE ON THE GROWTH
AND FLOWERING OF (*IMPATIENS WALLERIANA*)**

Słowa kluczowe: podłoże, kompost, osad ściekowy, niecierpek, wartość dekoracyjna.

Key words: medium, compost, sewage sludge, Impatiens, decorative value.

*The experiment with *Impatiens walleriana* 'Fiesta Lavender Orchid' was conducted from April to August 2005. Media prepared of four composts based on sewage sludge were applied to growing. Composts were made of:*

- *I – municipal sewage sludge 70%, straw 30%;*
- *II – municipal sewage sludge 70%, sawdust 30%;*
- *III – municipal sewage sludge 35%, potato pulp 35%, straw 30%;*
- *IV – municipal sewage sludge 35%, potato pulp 35%, sawdust 30%.*

Share of composts in media with sphagnum peat were 25, 50 and 75%. 12 composting media and 2 media from sphagnum peat (control variants) were made in total. Both control variants were made as follows: 1 – with additive of fertiliser Osmocote Exact in dose 5 g dm⁻³, and 2 – with Azofoska in dose 2,5 g dm⁻³.

Media with the addition of composts in dose 50 and 75% affected the most profitably height, growth and decorative value of plants. Medium with addition of 75% compost IV including municipal sewage sludge 35%, potato pulp 35% and sawdust 30% was the exception. The half of plants in this medium lost all stems.

* *Dr inż. Agnieszka Zawadzińska – Katedra Roślin Ozdobnych, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Janosika 8, 71-424 Szczecin; tel.: 91 449 61 54; e-mail: azawadzinska@a2.pl*

** *Dr inż. Agnieszka Dobrowolska – Katedra Roślin Ozdobnych, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Janosika 8, 71-424 Szczecin; tel.: 91 449 61 51; e-mail: agnieszka.dobrowolska@zut.edu.pl*

Impatiens flowered the most abundantly in media with addition of 50% and 75% compost I, and in medium with addition of 50% compost II. Impatiens 'Fiesta Lavender Orchid' were characterized by the highest decorative value when were growing in media with varied supplementation of compost II with addition of municipal sewage sludge 70% and sawdust 30%.

1. WPROWADZENIE

Ojczyzną niecierpka – *Impatiens Walleriana* jest tropikalna Afryka, gdzie często występuje na podmokłych siedliskach w pobliżu strumieni i jezior. Popularność swą zyskał dzięki obfitemu kwitnieniu i długiej żywotności kwiatów. Ze względu na charakter wzrostu i wymagania niecierpki stosuje się przede wszystkim do wiosennego i letniego obsadzania kwietników oraz jako rośliny okrywowe do parków i ogrodów.

Najważniejszym czynnikiem decydującym o powodzeniu uprawy niecierpka jest podłoże, które powinno być zasobne w składniki pokarmowe i mieć dobre właściwości powietrzno-wodne. Najczęściej stosowanym podłożem w uprawie roślin rabatowych jest substrat torfowy, którego ceny wskutek wzrastającego popytu i nadmiernej eksploatacji stale rosną. Alternatywą w odniesieniu do podłoża obecnie stosowanych w uprawie roślin rabatowych mogłyby być podłoża kompostowe sporządzone z osadów ściekowych powstałych po oczyszczeniu ścieków komunalnych i przemysłowych. Osady ściekowe charakteryzuje duża zawartość substancji organicznej i składników pokarmowych. Ze względu na małą konsystencję, zapach i skład chemiczny powinno się je kompostować z różnymi komponentami organicznymi i używać w mieszankach z innymi, mniej zasobnymi podłożami.

Powyższe przesłanki skłoniły do podjęcia badań mających na celu sprawdzenie, czy podłoża składające się z torfu i kompostowanych osadów komunalnych z wycierką ziemianczą i materiałami strukturotwórczymi nadają się do uprawy niecierpka – *Impatiens Walleriana* i jaki jest ich wpływ na walory dekoracyjne roślin.

2. MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzono od kwietnia do końca sierpnia 2005 r. Jako materiał roślinny wykorzystano sadzonki niecierpka – *Impatiens Walleriana*, odmiany 'Fiesta Lavender Orchid' (Ball FloraPlant). Odmianę tę charakteryzują pełne, lawendowo-różowe kwiaty i zwarty pokrój. Początkowo podłoże do uprawy roślin stanowił torf wysoki odkwaszony do pH 5,8 z dodatkiem Azofoski (13,6+6,4+19,1), w ilości 1,25 g·dm⁻³. Sadzonki posadzono do doniczek o wymiarach 7x7cm. Od trzeciego dnia uprawy zastosowano nawożenie dolistne roztworem nawozu Peters Professional Foliar Feed, w ilości 3–7 ml na doniczkę. Nawożenie wykonywano co 7 dni, przez 4 tygodnie, roztworem w stężeniu 0,1%, następnie przez 2 tygodnie roztworem w stężeniu 0,2% i przez 2 tygodnie rośliny nawożono doglebowo tym samym nawozem, w stężeniu 0,2%, w ilości 25 ml na doniczkę.

Podłoża do dalszej uprawy niecierpków wykonano z czterech rodzajów kompostów, które złożono w pryzmy kompostowe jesienią 2004 r. Ich skład rzeczowy, przeliczając na suchą masę, był następujący:

- kompost I – 70% komunalny osad ściekowy, 30% słoma żytnia;
- kompost II – 70% komunalny osad ściekowy, 30% trociny z drzew iglastych;
- kompost III – 35% komunalny osad ściekowy, 35% wycierka ziemniaczana, 30% słoma żytnia;
- kompost IV – 35% komunalny osad ściekowy, 35% wycierka ziemniaczana, 30% trocin z drzew iglastych.

Komposty fermentowano przez okres 7 miesięcy. Pochodzenie materiałów zastosowanych do założenia kompostów, ich pełny skład chemiczny oraz przebieg procesu kompostowania i charakterystykę chemiczną uzyskanych kompostów omówiono w pracy Krzywy i in. [2007].

W pierwszej dekadzie kwietnia 2005 r. sporządzono 12 mieszanek podłoży, składających się z czterech kompostów w ilości 25, 50 i 75% oraz z torfu wysokiego. W sumie sporządzono 12 podłoży kompostowych oraz dwa warianty kontrolne:

- kontrola 1 – torf odkwaszony do pH 6,0 + nawóz Osmocote Exact Lo-Start 5-6M (15+8+10), w dawce 5 g·dm⁻³;
- kontrola 2 – torf odkwaszony do pH 6,0 + nawóz Azofoska, w dawce 2,5 g·dm⁻³.

Cztery tygodnie po wykonaniu podłoży wykonano analizę chemiczną, której wyniki oraz pełny skład rzeczowy podłoży przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Skład chemiczny użytych podłoży

Table 1. Chemical composition of applied media

Podłoża	pH (H ₂ O)	Formy przyswajalne					Zasolenie; (g NaCl·dm ⁻³)
		N-NO ₃	P	K	Ca	Mg	
Torf (podłoże 1 i 2)	3,6	17	20	6	42	27	0,35
3*	4,4	364	460	289	1132	303	2,98
4*	5,2	785	687	379	2265	500	3,66
5*	5,5	800	847	385	3478	580	4,37
6*	5,1	326	419	139	1430	236	1,65
7*	5,9	346	671	224	2690	309	1,69
8*	6,4	945	741	256	3080	327	1,66
9*	4,6	298	417	454	1080	191	1,26
10*	5,6	386	518	644	1596	285	1,44
11*	6,4	610	631	840	2238	268	1,64
12*	4,7	186	186	75	925	128	0,73
13*	5,8	281	348	180	1625	202	0,83
14*	6,0	294	668	311	2390	269	2,03

* Skład rzeczowy podłoży 3–14: 3 – 25% kompost I + 75% torf; 4 – 50% kompost I + 50% torf; 5 – 75% kompost I + 25% torf; 6 – Kompost II 25% + torf 75%; 7 – Kompost II 50% + torf 50%; 8 – Kompost II 75% + torf 25%; 9 – Kompost III 25% + torf 75%; 10 – Kompost III 50% + torf 50%; 11 – Kompost III 75% + torf 25%; 12 – Kompost IV 25% + torf 75%; 13 – Kompost IV 50% + torf 50%; 14 – Kompost IV 75% + torf 25%.

Na podstawie składu chemicznego podłoża o zbyt kwaśnym odczynie zneutralizowano do pH 6,0. W podłożach o niskiej zawartości azotu i potasu składniki te uzupełniono, stosując saletrę amonową i siarczan potasu, do poziomu górnych wartości liczb granicznych zalecanych przez Komosę [2004] dla niecierpka. W pierwszej dekadzie czerwca z przygotowanych podłoży kompostowych założono doświadczenie w układzie kompletnej randomizacji, w czterech powtórzeniach. Rośliny uprawiano na matach szkółkarskich, w tunelu foliowym. Po siedmiu tygodniach trwania doświadczenia we wszystkich wariantach wprowadzono nawożenie pogłówne nawozem Peters Professional Foliar Feed początkowo w stężeniu 0,2% (jednokrotnie), a następnie w stężeniu 0,5% do końca trwania doświadczenia. Rośliny nawożono raz w tygodniu, stosując 50 ml roztworu na doniczkę.

Jakość roślin oceniono na podstawie pomiarów morfologicznych, indeksu zazielenienia liści (SPAD) i oceny bonitacyjnej, w skali od 1 do 5. Dynamikę kwitnienia oceniono na podstawie liczby kwiatów na roślinach w poszczególnych miesiącach oraz w całym okresie prowadzenia doświadczenia. Uzyskane wyniki pomiarów zweryfikowano za pomocą analizy wariancji dla doświadczeń jednoczynnikowych, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

3. WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

Po posadzeniu wszystkie rośliny rosły i rozwijały się prawidłowo z wyjątkiem niecierpków w wariancie 14, w którym u połowy roślin w ciągu kilku dni zamarła część nadziemna. Mogło być to spowodowane zbyt dużym udziałem kompostu w mieszance, którego maziasta postać utrudniała prawidłową wymianę gazową w strefie korzeniowej.

Po siedmiu tygodniach uprawy najwyższe, najintensywniej zazielenione i o dużej liczbie pędów były niecierpki uprawiane na podłożu z 50-procentowym udziałem kompostu IV, zawierającego osad komunalny (35%), wycierkę ziemniaczaną (35%) i trociny (30%) – tabela 2. Równie wysokie były niecierpki uprawiane w podłożu z 75-procentową zawartością kompostów I i III, obydwu zawierających słomę. Najniższe rośliny rosły w wariancie z 25-procentowym udziałem kompostu II.

Średnica roślin zwiększała się w miarę zwiększania zawartości kompostu w mieszance. Największą średnicę miały niecierpki, do uprawy których zastosowano 50% kompostu III, jednak istotnie różniły się one jedynie od roślin uprawianych w podłożu torfowym z dodatkiem nawozu Osmocote oraz w podłożu z 25-procentową zawartością kompostu II. Rośliny, które pozostały w wariancie 14, charakteryzował zwarty, lecz nieregularny pokrój i miały nienaturalnie ciemnozielone liście, zwłaszcza pod koniec doświadczenia. U roślin uprawianych w samym torfie z dodatkiem nawozów mineralnych obserwowano słabe wybarwienie liści, spowodowane prawdopodobnie wyczerpaniem podstawowych składników pokarmowych. Pierwsze kwiaty u niecierpka Walleriana 'Fiesta Lavender Orchid' pojawiały się już w maju, jednak najbardziej obfite kwitnienie przypadło na miesiące letnie – koniec czerw-

ca i lipiec (rys.1). Zaobserwowano, że rośliny najintensywniej kwitły w podłożach zawierających kompost I (70% osadu komunalnego i 30% słomy). W lipcu najwięcej kwiatów miały niecierpki, jeżeli do uprawy zastosowano podłoża z kompostami w ilości 50 i 75%. Kwitnienie było podobne lub nieznacznie słabsze niż w podłożu torfowym z Azofoską. W sierpniu zdecydowanie obficie kwitły niecierpki uprawiane w podłożach z dodatkiem kompostu II (osad komunalny 70% i trociny 30%) w ilości 50 i 75%.

Średnica kwiatów wahała się od 4,0 do 4,5 cm (tab.3). Największe kwiaty miały niecierpki uprawiane w podłożu zawierającym 50% kompostu IV. Charakteryzowało je także dość obfite kwitnienie w całym sezonie. Po 11 tygodniach uprawy wielkość kwiatów w poszczególnych podłożach była podobna, co było spowodowane wprowadzeniem nawożenia wszystkich roślin od ósmego tygodnia uprawy. Obfite kwitnienie roślin uprawianych w podłożach zawierających kompost II przełożyło się na ich wysoką wartość dekoracyjną.

Najwyższe oceny bonitacyjne uzyskały rośliny uprawiane w podłożach z dodatkiem kompostu II, a także rośliny uprawiane w podłożu z 50-procentową zawartością kompostu IV (tab. 4). Wszystkie niecierpki – wyłączając te z wariantu 14 – poprawiły i wyrównały swoją wartość dekoracyjną po wprowadzeniu nawożenia pogłównego.

Dotychczasowe wyniki badań z użyciem kompostów w uprawie roślin rabatowych wskazują, że rośliny pozytywnie reagują na ich obecność w podłożu, pod warunkiem zastosowania odpowiedniej dla danego gatunku dawki [Klock-Moore 2000, Zubillagi, Lavabo 2001, Vabrit i in. 2007]. Badania oceniające wpływ podłoża z udziałem kompostów z komunalnego osadu ściekowego były prowadzone na odmianach niecierpka Walleriana i niecierpka nowogwinejskiego. Dobre rezultaty uzyskali Klock i Fitzpatrick [1997], którzy do uprawy niecierpka Walleriana 'Accent Orange' zastosowali podłoża z 30-, 60- i 100-procentowym udziałem kompostu z osadu komunalnego (zawartość osadu 10 lub 20%) oraz z dodatkiem odpadów z terenu zieleni miejskiej, papieru i odpadów miejskich. Rośliny miały większą suchą masę i były wyższe oraz obficie kwitły wraz ze zwiększającym się udziałem kompostu.

W doświadczeniu Logan i Lindsay [1996], w którym użyto tylko osadu komunalnego, wzrost niecierpków Walleriana był zahamowany, ale rośliny rosły prawidłowo i miały dobrą jakość. Także zahamowanie wzrostu i słabsze kwitnienie obserwowano w badaniach z niecierpkim nowogwinejskim, do uprawy którego zastosowano 40- i 60-procentowy dodatek kompostu z osadu komunalnego [Dobrowolska i in. 2007a,b]. Podobne wyniki z niecierpkim nowogwinejskim uzyskała Startek i in. [2006].

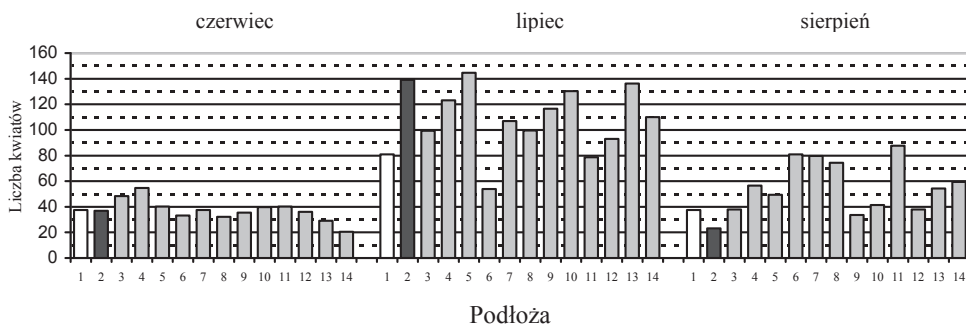
Lepszej jakości rośliny w badaniach własnych uzyskano, jeżeli do podłoża zastosowano 50-procentowy i 75-procentowy dodatek kompostowanych osadów ściekowych. Świadczy to o dużych wymaganiach pokarmowych niecierpka Walleriana. Niezbędne jest także dodatkowe nawożenie pogłównie w stadium generatywnym, ponieważ przy tak obfitym kwitnieniu niecierpka podłoża kompostowe nie zapewniają optymalnej ilości składników pokarmowych.

Tabela 2. Wpływ podłoży kompostowych na cechy morfologiczne niecierpka Walleriana 'Fiesta Lavender Orchid' po 7 tygodniach uprawy

Table 2. The effects of compost media on morphological traits of *Impatiens walleriana* 'Fiesta Lavender Orchid' after 7 weeks of growing

Podłoża (A)	Wysokość roślin [cm]	Średnica roślin [cm]	Liczba pędów	Indeks zazielenienia liści [SPAD]
1 – torf + Osmocote – kontrola I	9,35	21,8	4,5	28,1
2 – torf + Azofoska – kontrola II	10,31	24,8	3,3	30,4
3 – 25% kompost I + 75% torf	9,90	23,3	3,8	42,2
4 – 50% kompost I + 50% torf	9,93	25,5	4,3	45,8
5 – 75% kompost I + 25% torf	10,70	24,3	3,8	44,5
6 – 25% kompost II + 75% torf	8,83	21,3	3,0	32,3
7 – 50% kompost II + 50% torf	9,45	24,7	3,3	33,5
8 – 75% kompost II + 25% torf	9,76	23,7	4,0	37,1
9 – 25% kompost III + 75% torf	9,71	23,9	3,8	36,5
10 – 50% kompost III + 50% torf	9,95	26,1	3,5	46,9
11 – 75% kompost III + 25% torf	10,15	24,5	4,5	38,7
12 – 25% kompost IV + 75% torf	9,28	23,9	3,5	38,1
13 – 50% kompost IV + 50% torf	10,93	25,1	4,5	51,6
14 – 75% kompost IV + 25% torf	9,05	22,6	2,3	49,6
Średnia	9,81	23,96	3,72	39,66
NIR _{0,05}	1,19	3,07	2,24	5,14

Objaśnienia: skład rzeczowy kompostów w przeliczeniu na suchą masę: kompost I – 70% komunalny osad ściekowy, 30% słoma żytnia; kompost II – 70% komunalny osad ściekowy, 30% trociny z drzew iglastych; kompost III – 35% komunalny osad ściekowy, 35% wycierka ziemniaczana, 30% słoma żytnia; kompost IV – 35% komunalny osad ściekowy, 35% wycierka ziemniaczana, 30% trociny z drzew iglastych.



Objaśnienie: skład podłoży podano w tabeli 2.

Rys. 1. Kwitnienie niecierpka Walleriana 'Fiesta Lavender Orchid' uprawianego na podłożach kompostowych w okresie letnim

Fig. 1. Flowering of *Impatiens walleriana* 'Fiesta Lavender Orchid' cultivated in composts media during summer time

Tabela 3. Wpływ podłoża kompostowych na średnicę kwiatów (cm) niecierpka *Walleriana Fiesta Lavender Orchid*'**Table 3.** The effects of compost media on diameter of flowers (cm) of *Impatiens walleriana* 'Fiesta Lavender Orchid'

Podłoża	Ogólna liczba kwiatów	Średnica kwiatów (cm)	
		po 7 tyg. uprawy	po 11 tyg. uprawy
1 – torf + Osmocote – kontrola I	155,7	4,05	4,37
2 – torf + Azofoska – kontrola II	199,0	4,43	4,69
3 – 25% kompost I + 75% torf	185,6	4,24	4,72
4 – 50% kompost I + 50% torf	234,4	4,23	4,57
5 – 75% kompost I + 25% torf	234,3	4,25	4,93
6 – 25% kompost II + 75% torf	168,0	4,36	4,45
7 – 50% kompost II + 50% torf	224,1	4,20	4,48
8 – 75% kompost II + 25% torf	207,3	4,40	4,59
9 – 25% kompost III + 75% torf	185,5	4,34	4,55
10 – 50% kompost III + 50% torf	211,4	4,38	4,72
11 – 75% kompost III + 25% torf	206,4	4,28	4,48
12 – 25% kompost IV + 75% torf	167,0	4,37	4,64
13 – 50% kompost IV + 50% torf	219,8	4,50	4,74
14 – 75% kompost IV + 25% torf	190,0	4,35	4,66
Średnia	199,2	4,31	4,61
NIR _{0,05}	38,12	0,391	r.n.

UWAGA: Skład rzeczowy kompostów w przeliczeniu na suchą masę jak w tabeli 2.

Tabela 4. Wpływ podłoża kompostowych na wartość dekoracyjną niecierpka *Walleriana* 'Fiesta Lavender Orchid' (skala bonitacyjna 1–5)**Table 4.** The effects of compost media on decorative value of *Impatiens walleriana* 'Fiesta Lavender Orchid' (scale 1–5)

Podłoża	Ocena bonitacyjna (1–5)	
	po 7 tyg. uprawy	po 11 tyg. uprawy
1 – torf + Osmocote – kontrola I	3,65	4,40
2 – torf + Azofoska – kontrola II	4,15	4,55
3 – 25% kompost I + 75% torf	4,00	4,40
4 – 50% kompost I + 50% torf	4,40	4,38
5 – 75% kompost I + 25% torf	4,25	4,55
6 – 25% kompost II + 75% torf	3,75	4,65
7 – 50% kompost II + 50% torf	4,60	4,75
8 – 75% kompost II + 25% torf	4,55	4,70
9 – 25% kompost III + 75% torf	4,25	4,25
10 – 50% kompost III + 50% torf	4,50	4,50
11 – 75% kompost III + 25% torf	4,40	4,65

12 – 25% kompost IV + 75% torf	3,80	4,65
13 – 50% kompost IV + 50% torf	4,50	4,65
14 – 75% kompost IV + 25% torf	1,00	1,00
Średnia	3,98	4,29
NIR _{0,05}	0,724	1,006

UWAGA: Skład rzeczowy kompostów w przeliczeniu na suchą masę jak w tabeli 2.

4. WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano następujące wnioski:

1. najkorzystniej na wzrost i rozwój oraz dekoracyjność niecierpków odmiany 'Fiesta Lavender Orchid' wpłynęły podłoża, w których zastosowano 50% lub 75% dodatku kompostu;
2. zaobserwowano niekorzystny wpływ podłoża na wzrost niecierpka, którego komponent w 75% stanowił kompost IV, o składzie: 35% osad ściekowy, 35% wycierka ziemniaczana, 30% trociny; kilka dni po posadzeniu połowa roślin uprawianych w tym podłożu utraciła część nadziemną;
3. najwięcej kwiatów miały niecierpki uprawiane w podłożach, gdzie zastosowano 50 i 75% kompostu I (70% osad ściekowy i 30% słoma), a także w podłożu, gdzie zastosowano 50% kompostu II (70% osad ściekowy i 30% trociny);
4. najwyższą ocenę bonitacyjną uzyskały niecierpki odmiany 'Fiesta Lavender Orchid', uprawiane w podłożach z dodatkiem 50 i 75% kompostu II.

PIŚMIENNICTWO

- DOBROWOLSKA A., KLESSA M., PLACEK M. 2007. Ocena przydatności podłoża z dodatkiem kompostu z komunalnego osadu ściekowego w uprawie dwóch gatunków z rodzaju *Impatiens*. Cz. I. Cechy vegetatywne. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Agric. Aliment., Pisc. Zootech.* 259 (4): 35–40
- DOBROWOLSKA A., KLESSA M., PLACEK M. 2007. Ocena przydatności podłoża z dodatkiem kompostu z komunalnego osadu ściekowego w uprawie dwóch gatunków z rodzaju *Impatiens*. Cz. II. Kwitnienie i wartość dekoracyjna. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Agric. Aliment., Pisc. Zootech.* 259 (4): 41–48.
- KLOCK-MOORE K.A. 2000. Comparison of salvia growth in seaweed compost and biosolid compost. *Compost Sci. Util.* 8(1): 24–28.
- KOMOSA A. 2004. Nowe liczby graniczne dla roślin ozdobnych uprawianych pod osłonami. *Hasło Ogród.* 6: 124–127.
- KRZYWY E., ZAWADZIŃSKA A., KLESSA M. 2007. Badania przydatności podłoża z udziałem kompostów z komunalnego osadu ściekowego do uprawy roślin ozdobnych. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 518: 101–110.

- LOGAN T.J., LINDSAY B.J. 1996. Growth of three bedding plant species in soilless mixes with alkaline stabilized sewage sludge. *J. Environ. Hort.* 14.(3): 160–162.
- STARTEK L., PLACEK M., KLESSA M. 2006. Wpływ rodzaju podłoża i nawożenia na odmiany niecierpka nowogwinejskiego 'Sonic Ametyst i Sonic Super Lilac'. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 510: 609–617.
- VABRIT S., UURMAN K., POLDMA P., JOEPERA K. 2007. Ornamental quality of *Bidens ferulifolia* 'Golden Star' pot plants dependent of composted sewage sludge as a component of growing media. *Acta Hort.* 755: 367–372.
- ZUBILLAGA M.S., LAVADO R. S. 2001. Biosolids compost as component of potting media for bedding plants. *Gartenbauwissenschaft* 66(6): 304–309.