

# ZAWARTOŚĆ MAKRO- I MIKROSKŁADNIKÓW W ŻYCICY TRWAŁEJ PO ZASTOSOWANIU KOMPOSTÓW Z WYCIERKI ZIEMNIACZANEJ I KOMUNALNEGO OSADU ŚCIEKOWEGO

**Ewa KRZYWY-GAWROŃSKA, Izabella GUTKOWSKA**

Akademia Rolnicza w Szczecinie, Katedra Chemii Środowiska

*Słowa kluczowe: komposty, zawartość makro- i mikroskładników, życica trwała*

## Streszczenie

Prezentowane w pracy badania miały na celu określenie wpływu kompostów z komunalnych osadów ściekowych i wycierki ziemniaczanej na zawartość makro- i mikroskładników w życicy trwałej odmiany Maja.

Doświadczenie wazonowe przeprowadzono w hali wegetacyjnej Akademii Rolniczej w Szczecinie na glebie brunatnej niecałkowitej o składzie granulometrycznym piasku lekkiego (gleba lekka, kompleks V). Ze względu na małą zawartość potasu w kompostach z osadów ściekowych wprowadzono dodatkowo nawożenie mineralne 50-procentową solą potasową.

Doświadczenie wazonowe obejmowało sześć obiektów nawozowych i jeden kontrolny. Realizowano je w 3 powtórzeniach.

Po mineralizacji próbek życicy trwałej oznaczono zawartość K, Mg, Ca, Cd, Cu, Mn, Ni, Pb i Zn metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA), N<sub>og</sub> metodą Kjeldahla i P – kolorymetrycznie metodą wanadanowo-molibdenową.

Zwiększenie dawek kompostów (podwojenie i potrojenie) spowodowało zwiększenie zawartości azotu, wapnia, magnezu, siarki, kadmu, miedzi, manganu, niklu i ołowiu w suchej masie życicy trwałej. Odmienną zależność, czyli zmniejszenie zawartości, odnotowano w przypadku potasu.

Najwięcej makro- i mikroskładników zawierały rośliny z obiektów traktowanych kompostami z 70-procentowym udziałem komunalnego osadu ściekowego (E, F), a najmniej z obiektów nawozowych kompostami z 70-procentowym udziałem wycierki ziemniaczanej z dodatkiem słomy żytniej lub trocin z drzew iglastych (C, D). Różnice te były spowodowane większą zawartością makroskładników i metali ciężkich w komunalnych osadach ściekowych niż w wycierce ziemniaczanej.

## WSTĘP

W ciągu ostatnich kilkunastu lat w Polsce zmodernizowano, a także wybudowano wiele nowych komunalnych oczyszczalni ścieków. W trakcie oczyszczania ścieków otrzymuje się wody pościekowe, które mogą być odprowadzane do cieków i zbiorników wodnych lub wykorzystywane w rolnictwie do zraszania pól, oraz osady ściekowe, których zagospodarowanie bądź utylizacja może budzić wiele kontrowersji.

Rezultaty wielu badań wskazują, że komunalne osady ściekowe mogą być użyte do wzbogacenia gleb w masę organiczną oraz składniki pokarmowe dla roślin [CZYŻYK, KOZDRAŚ, SIERADZKI, 2002; FANG, 1999; GAWLIK, SUMIŁAKOWSKI, CHRZANOWKI, 2000; KRZYWY, WOŁOSZYK, IŻEWSKA, 2002; URBANIAK, 1997; WOŁOSZYK, KRZYWY, 2005 a, b].

W komunalnych osadach ściekowych znajduje się także wiele mikroskładników, wśród nich metale ciężkie. Nadmiar niektórych metali ciężkich może prowadzić do zanieczyszczenia środowiska. Te pierwiastki mogą być także pobrane w nadmiarze przez rośliny. W celu zapobieganiu takim zjawiskom Minister Środowiska określił dopuszczalne normy zawartości metali ciężkich, drobnoustrojów chorobotwórczych i jaj pasożytów w komunalnych osadach ściekowych przeznaczonych do przyrodniczego zagospodarowania [Rozporządzenie MŚ..., 2002]. Komunalne osady ściekowe przed wprowadzeniem do gleb powinny być poddane procesom stabilizacji i higienizacji w celu zmniejszenia zawartości metali ciężkich oraz ilości drobnoustrojów chorobotwórczych i pasożytów [Rozporządzenie MRiRW..., 2004]. Jednym ze sposobów stabilizacji i higienizacji komunalnych osadów ściekowych jest ich kompostowanie.

W trakcie przetwarzania ziemniaków powstaje odpad – wycierka ziemniaczana. Wycierka ziemniaczana była stosowana jako komponent w produkcji pasz. Biorąc pod uwagę jej skład chemiczny, zwrócono uwagę na możliwość wykorzystania do celów nawozowych.

W tym celu sporządzono komposty z wycierki ziemniaczanej i komunalnych osadów ściekowych, które wykorzystano jako nawóz organiczny w uprawie życicy trwałej (*Lolium perenne* L.).

Celem prezentowanych w pracy badań było określenie wpływu kompostów z wycierki ziemniaczanej i komunalnego osadu ściekowego na zawartość makro- i mikroskładników w roślinie testowej – życicy trwałej.

## MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Wiosną 2003 r. założono doświadczenie wazonowe z życicą trwałą, w którym podłożem była gleba charakteryzująca się odczynem lekko kwaśnym o  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  5,70, zawierająca  $6,30 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  węgla organicznego i  $0,70 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  azotu. Stosunek C:N wy-

niósł 9,07. Zawartość ogólna fosforu wynosiła 1,62, potasu – 5,30, wapnia – 1,04 i magnezu – 0,28 g·kg<sup>-1</sup>s.m. Zasobność w przyswajalny magnez była niska, w fosfor przyswajalny – wysoka, a w potas – średnia. Zawartość metali ciężkich w glebie wynosiła: Cd – 0,12, Cu – 5,50, Mn – 140, Ni – 4,60, Pb – 19,8, a Zn – 35,8 mg·kg<sup>-1</sup> s.m. Zawartości te mieściły się w granicach naturalnych dla gleb lekkich [KABATA-PENDIAS, PIOTROWSKA, 1987].

Przed rozpoczęciem badań glebę przesiano przez sito o średnicy oczek 5 mm. Następnie odważono po 9 kg gleby i umieszczono w wazonach.

Ze względu na duże różnice w zawartości potasu ogólnego między kompostami z 70-procentowym udziałem komunalnego osadu ściekowego (E, F) a kompostami z wycierki ziemniaczanej i komunalnego osadu ściekowego (po 35%) z dodatkiem słomy bądź trocin (A, B) wyrównano stosunek N:K do poziomu 1:0,86, stosując sól potasową (50% K) – tabela 1., 2.

Po napełnieniu wazonów 9 kg gleby na jej powierzchnię wprowadzono komposty i wymieszano je do głębokości 7–8 cm. Dawki kompostów zależały od zawartości w nich azotu ogólnego. Z I dawką wniesiono do wazonu 0,3 g N, II – 0,6 g N, III – 0,9 g N. W przeliczeniu na 20-centymetrową warstwę gleby z 1 ha dawka azotu wniesiona w postaci kompostów wyniosła odpowiednio 100, 200 i 300 kg. Rzeczywiste dawki kompostów, które zastosowano do wazonów wypełnionych 9 kg gleby, zamieszczono w tabeli 3. Następnie na obiektach, na których stosowano komposty z 70-procentowym udziałem komunalnego osadu ściekowego, po powierzchni gleby rozprowadzono roztwór wody o 50% zawartości soli potasowej. Glebę wymieszano do głębokości 2–4 cm. Do tak przygotowanej gleby 02.05.2003 r. wysiano po 40 nasion życicy trwałej (odmiana Maja). Nasiona trawy przykryto 0,5-centymetrową warstwą piasku kwarcowego.

Wazonny umieszczono pod dachem foliowym w celu wyeliminowaniu wpływu opadów atmosferycznych. Wilgotność gleby w wazonach utrzymywano na poziomie 60% pełnej pojemności wodnej, zraszając je wodą redestylowaną.

Do badań użyto kompostów z komunalnego osadu ściekowego i wycierki ziemniaczanej po 13 miesiącach rozkładu. Ich skład podano w tabeli 1.

Z obiektów nawożonych kompostami z wycierki ziemniaczanej i komunalnego osadu ściekowego (po 35% – komposty A, B) oraz kompostami z 70-procentowym udziałem komunalnego osadu ściekowego (C, D) zebrano trzy pokosy życicy trwałej. Z obiektów z kompostami z 70-procentowym udziałem wycierki ziemniaczanej zebrano dwa pokosy. Wschody rośliny testowej na obiektach, na których stosowano komposty C i D były późniejsze niż na pozostałych. Opóźnił się także ich wzrost i rozwój. Dlatego też na tych obiektach pierwszy zbiór odbył się w okresie II pokosu na całym doświadczeniu.

Po zbiorze trawy z poszczególnych pokosów określono plon świeżej i suchej masy. Po wysuszeniu trawy na powietrzu sporządzono średnie próbki obiektowe. Tak przygotowane próbki posłużyły do oznaczenia suchej masy trawy oraz zawartości makro- (N, P, K, Ca, Mg, S) i mikroskładników (Cd, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn). Do

**Tabela 1.** Skład chemiczny kompostów z komunalnego osadu ściekowego i z wycierki ziemniaczanej po 13-miesięcznym okresie kompostowania

**Table 1.** Chemical composition of composts made of municipal sewage sludge and potatoe pulp after 13 months of composting

Rodzaj oznaczenia Determination	Rodzaj kompostu Type of compost					
	A	B	C	D	E	F
pH w H <sub>2</sub> O pH in H <sub>2</sub> O	5,90	6,04	4,60	4,45	7,45	7,90
Sucha masa, % Dry mass, %	9,08	9,20	80,0	84,1	12,0	12,38
	Zawartość w g·kg <sup>-1</sup> s.m.			Content in g·kg <sup>-1</sup> DM		
Corg.	230	210	196	178	292	240
N	13,9	13,2	3,28	2,90	23,5	23,3
P	11,8	11,7	0,76	0,55	15,7	16,3
K	7,60	4,20	8,81	6,32	5,91	3,05
Ca	7,20	7,02	0,82	0,51	10,7	10,3
Mg	1,90	1,52	0,72	0,62	2,41	2,41
S	4,05	3,61	1,05	1,02	6,32	5,20
	Zawartość w mg·kg <sup>-1</sup> s.m.			Content in mg·kg <sup>-1</sup> DM		
Cd	0,92	1,02	0,02	0,05	2,10	2,20
Cu	35,0	37,0	6,97	6,02	79,8	74,5
Mn	106	104	18,4	10,0	267	225
Ni	8,02	8,35	1,30	1,45	16,8	17,0
Pb	42,0	40,2	4,0	5,40	60,3	61,4
Zn	160	158	16,2	10,6	282	290

Objaśnienie składu rzeczowego kompostów: **kompost A** – wycierka ziemniaczana (35%), komunalny osad ściekowy (35%), słoma żytnia (30%), **kompost B** – wycierka ziemniaczana (35%), komunalny osad ściekowy (35%), trociny z drzew iglastych (30%), **kompost C** – wycierka ziemniaczana (70%), słoma żytnia (30%), **kompost D** – wycierka ziemniaczana (70%), trociny z drzew iglastych (30%), **kompost E** – komunalny osad ściekowy (70%), słoma żytnia (30%), **kompost F** – komunalny osad ściekowy (70%), trociny z drzew iglastych (30%).

Composts composition: **kompost A** – potatoe pulp (35%), municipal sewage sludge (35%), rye straw (30%), **kompost B** – potatoe pulp (35%), municipal sewage sludge (35%), sawdust from coniferous trees (30%), **kompost C** – potatoe pulp (70%), rye straw (30%), **kompost D** – potatoe pulp (70%), sawdust from coniferous trees (30%), **kompost E** – municipal sewage sludge (70%), rye straw (30%), **kompost F** – municipal sewage sludge (70%), sawdust from coniferous trees (30%).

oznaczeń wykorzystano metody opisane przez OSTROWSKĄ, GAWLIŃSKIEGO i SZCZUBIAŁKĘ [1991] oraz PANAKA [1995].

Wyniki oznaczeń zawartości makro- i mikroskładników w życicy trwałej z poszczególnych pokosów i średnią ważoną z trzech pokosów opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji w dwuczynnikowym układzie kompletnej randomizacji, wykorzystując do testowania istotności czynników interakcję podwójną (rodzaj kompostu x dawka kompostu).

**Tabela 2.** Uzupełniające dawki potasu (g K na wazon)**Table 2.** Supplemental doses of potassium (g K per pot)

Rodzaj kompostu Type of compost	Dawka I Dose I	Dawka II Dose II	Dawka III Dose III
Kompost A Compost A	0,07	0,14	0,21
Kompost B Compost B	0,14	0,28	0,42
Kompost C <sup>1)</sup> Compost C <sup>1)</sup>	–	–	–
Kompost D <sup>1)</sup> Compost D <sup>1)</sup>	–	–	–
Kompost E Compost E	0,22	0,44	0,66
Kompost F Compost F	0,26	0,52	0,78

<sup>1)</sup> Nie stosowano potasu mineralnego.

Objaśnienie składu rzeczowego kompostów A–F, jak pod tabelą 1.

<sup>1)</sup> No mineral K was used.

Explanations as in Table 1.

**Tabela 3.** Dawki kompostów zastosowane w doświadczeniu wazonowym, g s.m. na wazon**Table 3.** Compost doses used in the pot experiment, in g DM per pot

Kompost Compost	Dawka I Dose I	Dawka II Dose II	Dawka III Dose III
A	21,58	43,16	64,74
B	22,73	45,46	68,19
C	69,20	138,50	207,10
D	63,50	127,00	190,50
E	12,76	25,52	38,28
F	12,88	25,76	38,64

Objaśnienie składu rzeczowego kompostów A–F, jak pod tabelą 1. Explanations as in Table 1.

## WYNIKI I DYKUSJA

W dwuczynnikowym doświadczeniu wazonowym oceniono wartość pokarmową roślin po zastosowaniu sześciu kompostów (czynnik I) w trzech dawkach (czynnik II).

Uzyskane wyniki porównano z najczęściej podawanymi oraz optymalnymi granicami zawartości makro- i mikrośladników w suchej masie traw (tab. 4) [CZUBA, MAZUR, 1988; FOTYMA, MERCIK, 1995; KABATA-PENDIAS, PENDIAS, 1999; KOTER, 1987]. Stwierdzona zawartość azotu, wapnia, magnezu, kadmu, manganu, niklu, ołowiu i cynku w życicy trwałej (tab. 5, 6) mieściła się w granicach podanych w tabeli 4.

W pierwszym pokosie komposty z 70-procentowym udziałem komunalnego osadu ściekowego (E, F) oraz komposty z wycierki ziemniaczanej i komunalnego osadu ściekowego (po 35% – A, B) wyraźnie spowodowały zwiększenie zawarto-

**Tabela 4.** Zawartość makro- i mikrośladników w suchej masie traw na podstawie literatury [CZUBA, MAZUR, 1988; FOTYMA, MERCIK, 1995; KABATA-PENDIAS, PENDIAS, 1999; KOTER, 1987]

**Table 4.** The content of macro- and microelements in grass dry weight after literature data [CZUBA, MAZUR, 1988; FOTYMA, MERCIK, 1995; KABATA-PENDIAS, PENDIAS, 1999; KOTER, 1987]

Składnik Component	Najczęściej podawana zawartość w s.m. traw Most frequently cited content in DM of grasses	Optymalna zawartość w s.m. traw przeznaczonych na paszę Optimum content in DM of grasses intended for fodder
Składniki pokarmowe dla roślin, g·kg <sup>-1</sup> s.m. Plant nutrients in g·kg <sup>-1</sup> DM		
N	16–40	16–20
P	1,64–3,27	2,0–2,6
K	1,6–2,4	12,5–24,9
Ca	6,0–20,0	3,0–7,0
Mg	2,0–6,0	1,2–1,8
S	2,0–4,0	2,5
Pierwiastki śladowe, mg·kg <sup>-1</sup> s.m. Trace elements in mg·kg <sup>-1</sup> DM		
Cd	0,05–0,60	–
Cu	4–10	7,5–10,0
Fe	45–375	60–140
Mn	45–160	50–100
Ni	0,4–1,7	0,4–1,0
Pb	0,4–4,5	0,4–2,5
Zn	12–72	30–50

ści azotu, wapnia i magnezu w suchej masie życicy trwałej w stosunku do obiektu, kontrolnego. Najwięcej azotu, wapnia i magnezu zawierała trawa z obiektu, na którym zastosowano kompost z 70-procentowym udziałem komunalnego osadu ściekowego i 30-procentowym trocin z drzew iglastych (F). Różnice zawartości azotu, wapnia i magnezu z pozostałych obiektów, na których stosowano komposty, mieściły się w granicach błędu doświadczalnego.

Różnice w oddziaływaniu poszczególnych kompostów na zawartość fosforu, potasu i siarki w życicy trwałej z I pokosu mieściły się w granicach błędu doświadczalnego. Podwojenie i potrojenie dawek kompostów nie miało istotnego wpływu na kształtowanie zawartości azotu, fosforu, potasu, wapnia i siarki w trawie. Stosowanie potrójnej dawki kompostów spowodowało istotne zwiększenie zawartości magnezu w badanej roślinie w porównaniu z dawką pojedynczą (tab. 5).

W drugim pokosie porównywane rodzaje kompostów nie miały wpływu na istotne zróżnicowanie zawartości azotu, fosforu, potasu i magnezu w życicy trwałej. Największą zawartością wapnia charakteryzowała się trawa z obiektu, na którym zastosowano kompost z 70-procentowym udziałem komunalnego osadu ście-

**Tabela 5.** Zawartość makroskładników w życicy trwałej, g·kg<sup>-1</sup> s.m.

**Table 5.** The content of macroelements in the perennial ryegrass; g·kg<sup>-1</sup> DM

Rodzaj kompostu Type of compost	Pokos I Swath I						Pokos II Swath II						Pokos III Swath III					
	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S
Kompost A	23,86	6,20	25,96	3,30	1,68	2,00	22,60	6,61	22,50	3,68	1,66	2,50	19,86	6,79	22,53	4,72	1,26	2,60
Kompost B	22,20	6,15	24,40	3,50	1,90	2,50	21,90	6,75	22,30	3,77	1,85	3,00	18,50	6,23	22,00	4,27	1,21	2,90
Kompost C	–	–	–	–	–	–	22,73	6,23	22,43	3,35	1,43	2,40	18,80	6,65	22,46	3,43	1,28	2,50
Kompost D	–	–	–	–	–	–	19,90	6,89	23,70	3,49	1,61	2,60	18,70	6,48	22,63	3,66	1,43	2,60
Kompost E	25,10	6,35	25,03	3,48	1,98	2,80	19,33	6,23	21,80	4,58	1,79	2,50	18,50	6,69	22,76	4,43	1,69	2,70
Kompost F	31,94	5,98	24,57	3,78	2,20	2,70	19,76	6,25	20,60	4,15	1,69	2,70	18,10	6,40	22,90	4,23	1,59	2,70
NIR <sub>0,05</sub>	5,447	r.n.	r.n.	0,366	0,416	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,965	r.n.	0,055	1,323	r.n.	r.n.	0,70	0,333	r.n.
LSD <sub>0,05</sub>	24,50	5,93	25,80	3,40	1,66	2,60	20,60	6,24	23,10	3,98	1,62	2,70	17,08	6,40	23,40	4,22	1,30	2,80
Dose I	25,05	6,51	24,60	3,50	2,00	2,60	21,00	6,54	21,98	3,73	1,75	2,50	19,60	6,55	22,30	4,00	1,53	2,60
Dose II	27,80	6,08	24,60	3,66	2,15	2,80	21,50	6,68	21,50	3,80	1,64	2,60	19,50	6,68	21,90	4,10	1,39	2,60
Dose III	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,320	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,740	r.n.	1,014	r.n.	0,187	r.n.
LSD <sub>0,05</sub>	25,78	6,17	25,0	6,52	1,94	2,60	21,03	6,49	22,22	3,84	1,67	2,60	18,74	6,54	22,50	4,10	1,41	2,70
Średnia	13,90	4,25	25,70	2,80	1,10	1,70	14,50	5,10	23,10	2,96	1,15	2,00	16,50	6,40	24,00	3,00	1,10	2,50
Kontrola																		
Control																		

Objaśnienia składu rzeczowego kompostów A–F, jak pod tabelą 1. Dawka I – 100, dawka II – 200, dawka III – 300 kg N w przeliczeniu na hektar.

Compost composition – as in Table 1. Dose I – 100, dose II – 200, dose III – 300 kg N per ha.

**Tabela 6.** Zawartość mikrośladników w życicy trwałej w mg·kg<sup>-1</sup> s.m.

**Table 6.** The content of microelements in the perennial ryegrass, mg·kg<sup>-1</sup> DM

Rodzaj kompostu Type of compost	Pokos I Swath I						Pokos II Swath II						Pokos III Swath III					
	Cd	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn	Cd	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn	Cd	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
Kompost A	0,42	6,85	71,7	0,52	1,42	36,0	0,31	6,78	76,30	0,52	1,27	34,50	0,22	5,19	73,10	0,44	1,30	29,30
Kompost B	0,40	7,05	74,5	0,53	1,65	36,9	0,33	6,53	77,50	0,48	1,32	34,20	0,21	5,55	74,90	0,45	1,19	30,30
Kompost C	–	–	–	–	–	–	0,43	5,15	78,20	0,54	1,44	27,60	0,36	5,15	77,90	0,41	1,42	29,50
Kompost D	–	–	–	–	–	–	0,42	5,24	80,00	0,53	1,42	27,10	0,37	5,22	76,70	0,42	1,43	29,40
Kompost E	0,40	7,23	78,5	0,52	1,54	38,3	0,28	6,99	76,20	0,54	1,39	37,10	0,25	5,74	75,50	0,49	1,35	32,40
Kompost F	0,44	7,32	78,7	0,58	1,72	39,8	0,28	6,73	77,10	0,55	1,51	37,90	0,30	5,60	75,30	0,50	1,34	33,30
NIR <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	2,461	0,056	0,173	1,713	0,070	0,790	r.n.	r.n.	0,187	3,963	0,043	0,601	2,810	0,033	0,155	r.n.
LSD <sub>0,05</sub>																		
Dawka I	0,40	6,49	72,5	0,51	1,52	36,9	0,33	5,96	76,40	0,50	1,35	31,30	0,27	5,37	73,90	0,44	1,33	30,70
Dawka II	0,41	7,22	77,0	0,53	1,56	38,0	0,34	6,00	77,90	0,53	1,42	34,50	0,28	5,40	75,55	0,45	1,34	31,40
Dawka III	0,42	7,60	78,0	0,57	1,67	38,4	0,35	6,77	78,40	0,55	1,39	33,40	0,29	5,50	77,30	0,46	1,35	30,10
NIR <sub>0,05</sub>	r.n.	0,381	1,896	r.n.	0,133	r.n.	r.n.	0,442	r.n.	r.n.	r.n.	2,218	r.n.	r.n.	1,572	0,018	r.n.	r.n.
LSD <sub>0,05</sub>																		
Średnia	0,42	7,10	75,8	0,54	1,58	37,7	0,34	6,24	77,55	0,53	1,39	33,1	0,28	5,40	75,6	0,45	1,34	30,6
Mean																		
Kontrola	0,20	5,52	62,0	0,35	1,30	32,6	0,25	5,05	66,0	0,40	1,38	34,70	0,27	5,00	67,0	0,41	1,40	40,40
Control																		

Objaśnienia składu rzeczowego kompostów A–F, jak pod tabelą 1. Dawka I – 100, dawka II – 200, dawka III – 300 kg N w przeliczeniu na hektar.

Compost composition – as in Table 1. Dose I – 100, dose II – 200, dose III – 300 kg N per ha.



kowego i 30-procentowym słomy żytniej (E). Różnice zawartości stwierdzone między obiektami, na których zastosowano komposty z 70-procentowym udziałem wycierki ziemniaczanej (C, D), były istotne. Najwięcej siarki zawierała trawa, pod którą stosowano kompost z wycierki ziemniaczanej (35%), komunalnego osadu ściekowego (35%) i trocin z drzew iglastych (30%) – B, a najmniej z obiektu nawożonego kompostem z 70-procentowym udziałem wycierki ziemniaczanej z dodatkiem słomy żytniej (30%) – C. Większe dawki kompostów nie różnicowały istotnie zawartości badanych makroskładników (tab. 5).

W trzecim pokosie istotnie więcej azotu zawierała życica trwała z obiektu, na którym zastosowano kompost z wycierki ziemniaczanej (35%), komunalnego osadu ściekowego (35%) i słomy żytniej (30%) – A. Różnice w oddziaływaniu pozostałych kompostów na zawartość azotu w tej trawie mieściły się w granicach błędu doświadczalnego (tab. 5).

Różnice zawartości fosforu, potasu i siarki w badanej roślinie, spowodowane wpływem poszczególnych kompostów, mieściły się w granicach błędu doświadczalnego (tab. 5).

Najwięcej wapnia zawierała trawa z obiektu, na którym zastosowano kompost z wycierki ziemniaczanej (35%) i komunalnego osadu ściekowego (35%) z dodatkiem słomy żytniej (A). Najmniej tego pierwiastka odnotowano w roślinach nawożonych kompostem z 70-procentowym udziałem wycierki ziemniaczanej (C, D). Różnice między tymi obiektami były istotne (tab. 5).

Najwięcej magnezu w suchej masie życicy trwałej stwierdzono na obiektach, na których stosowano komposty z 70-procentowym udziałem komunalnego osadu ściekowego (E, F) – średnio o 27% więcej niż w trawie z pozostałych obiektów.

Zwiększenie dawki kompostów przyczyniło się do zmniejszenia zawartości potasu w badanej trawie w stosunku do próbek z obiektów z dawką pojedynczą (tab. 5).

Najwięcej magnezu zawierała życica uprawiana na podwojonej dawce kompostów. Różnice między zawartością magnezu w trawie, pod którą stosowano pojedynczą i potrójną dawkę kompostów, mieściły się w granicach błędu doświadczalnego (tab. 5).

Zawartość fosforu, wapnia i siarki w życicy trwałej pod wpływem podwojonych i potrójnych dawek kompostów nie zmieniła się istotnie.

Wiele mikrośladników w ilościach minimalnych uznaje się za niezbędnie potrzebne do prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin. Są także mikrośladniki, które rośliny mogą pobierać, ale nie mają one wpływu na przebieg procesów życiowych rośliny, bądź takie, które mogą oddziaływać toksycznie. Z ostatniej grupy pierwiastków w życicy trwałej badano zawartość kadmu, miedzi, manganu, niklu, ołowiu i cynku.

Wprowadzone do gleby komposty nie miały istotnego wpływu na kształtowanie zawartości kadmu i miedzi w suchej masie życicy trwałej z I pokosu. Więcej cynku i manganu zawierała trawa z obiektów, na których stosowano kompost

z 70-procentowym udziałem komunalnego osadu ściekowego (E, F), niż z obiektów, na których stosowano komposty z wycierki ziemniaczanej (35%) i komunalnego osadu ściekowego (35%) – A, B. Najwięcej niklu zawierała sucha masa życicy trwałej, pod którą stosowano kompost z 70-procentowym udziałem komunalnego osadu ściekowego z dodatkiem trocin z drzew iglastych (F) (tab. 6).

Wyraźnie więcej ołowiu zawierała trawa z obiektów, na których stosowano kompost z 70-procentowym udziałem komunalnego osadu ściekowego (E, F) oraz kompost z wycierki ziemniaczanej (35%) i komunalnego osadu ściekowego (35%) z dodatkiem trocin z drzew iglastych (B) niż z dodatkiem słomy żytniej (A). Rośliny zawierały więcej miedzi na obiektach traktowanych kompostami z 70-procentowym udziałem komunalnego osadu ściekowego (E, F) w porównaniu z obiektami, na które wprowadzono komposty z wycierki ziemniaczanej (35%) i komunalnego osadu ściekowego (35%) – A, B.

Podwojenie i potrojenie dawki kompostów nie miało istotnego wpływu na kształtowanie zawartości kadmu, niklu i cynku w badanej trawie. Podwojenie dawki kompostów istotnie zwiększyło zawartość miedzi i manganu. Różnice zawartości miedzi i manganu z obiektów w suchej masie życicy trwałej z obiektów z podwojoną i potrojoną dawką kompostów mieściły się w granicach błędu doświadczalnego. Stosowanie potrójnej dawki kompostów wpłynęło istotnie na zwiększenie zawartości ołowiu w suchej masie trawy w stosunku do dawki pojedynczej i podwojonej. Komposty nie różnicowały istotnie zawartości manganu i niklu w suchej masie życicy trwałej z II pokosu (tab. 6).

Trawa z drugiego pokosu zawierała istotnie więcej miedzi i cynku na obiektach traktowanych kompostami z 70-procentowym udziałem komunalnego osadu ściekowego (E, F) oraz z kompostami z wycierki ziemniaczanej i komunalnego osadu ściekowego (po 35% – A, B) w porównaniu z kompostami z 70-procentowym udziałem wycierki ziemniaczanej (C, D). Sucha masa życicy trwałej zawierała istotnie więcej kadmu na obiektach, na które wprowadzono komposty z 70-procentowym udziałem wycierki ziemniaczanej (C, D), a następnie z kompostem z wycierki ziemniaczanej (35%) i komunalnego osadu ściekowego (35%) – A, B.

Najwięcej ołowiu zawierała trawa na obiektach, na których stosowano kompost z 70-procentowym udziałem komunalnego osadu ściekowego i trocin z drzew iglastych (F), a najmniej po wprowadzeniu do gleby kompostu z 70-procentowym udziałem wycierki ziemniaczanej (C, D). Różnice w zawartości ołowiu w suchej masie życicy trwałej z pozostałych obiektów doświadczenia mieściły się w granicach błędu doświadczalnego (tab. 6).

Podwojenie i potrojenie dawki kompostów nie miało istotnego wpływu na zawartość kadmu, manganu, niklu i ołowiu w suchej masie badanej trawy. Stosowanie podwojonej i potrójnej dawki kompostów istotnie zwiększyło zawartość miedzi w życicy trwałej w stosunku do dawki pojedynczej (tab. 6). Potrójna dawka kompostów spowodowała istotne zwiększenie zawartości miedzi w stosunku do dawki podwojonej (tab. 6). Największą zawartość cynku w trawie uzyskano pod

wpływem podwojonej dawki kompostów. Była ona istotnie większa niż w życicy uprawianej na obiektach z dawką pojedynczą (tab. 6).

W trzecim pokosie rodzaj kompostu nie miał istotnego wpływu na zróżnicowanie zawartości niklu, ołowiu i cynku w suchej masie życicy trwałej.

Najwięcej miedzi i niklu zawierała trawa z obiektów, na których stosowano komposty z 70-procentowym udziałem komunalnego osadu ściekowego (E, F) – tabela 6.

Najwięcej miedzi znajdowało się w trawie z obiektów, na które wprowadzono kompost z 70-procentowym udziałem komunalnego osadu ściekowego z dodatkiem słomy (E). Różnice zawartości tego mikroskładnika w życicy trwałej z pozostałych obiektów mieściły się w granicach błędu doświadczalnego (tab. 6).

Wyraźnie więcej niklu zawierała sucha masa życicy trwałej z obiektów, na których stosowano komposty z 70-procentowym udziałem komunalnego osadu ściekowego oraz komposty z wycierki ziemniaczanej (35%) i komunalnego osadu ściekowego (35%) – A, B w porównaniu z trawą, pod którą stosowano komposty z 70-procentowym udziałem wycierki ziemniaczanej (C, D).

Najwięcej manganu zawierała sucha masa trawy pozyskanej z obiektu, na którym stosowano kompost z 70-procentowym udziałem wycierki ziemniaczanej z dodatkiem słomy (C). Zawartość ta również była istotnie większa w porównaniu z trawą z obiektów, na których stosowano komposty z wycierki ziemniaczanej (35%) i komunalnego osadu ściekowego (35%) – A, B. Różnice między zawartością manganu w trawie z obiektów z kompostami z 70-procentowym udziałem komunalnego osadu ściekowego (E, F) i z kompostami z wycierki ziemniaczanej (35%) oraz komunalnego osadu ściekowego (35%) – A, B mieściły się w granicach błędu doświadczalnego.

Zwiększenie dawek kompostów nie miało istotnego wpływu na zawartość kadmu, miedzi, ołowiu i cynku w suchej masie życicy trwałej. Podwojenie dawek kompostów istotnie zwiększyło zawartość manganu i niklu w trawie w porównaniu z zawartością z obiektów, na których stosowano dawki pojedyncze, a potrojenie istotnie zwiększyło zawartość manganu w badanej trawie w porównaniu z zawartością z obiektów, na których dawkę podwojono.

Kolejno zwiększane dawki kompostów nie miały wpływu na zróżnicowanie zawartości cynku w życicy trwałej z I i III pokosu, zaś w trawie z II pokosu najmniej cynku było na obiekcie z dawką I, a istotnie więcej na obiekcie z dawką II (tab. 6).

Uzyskane rezultaty potwierdzają wcześniejsze badania, wskazujące na możliwość zwiększenia zawartości metali ciężkich w roślinach, pod które stosowano komunalne osady ściekowe bądź wytworzone z nich komposty. Wynika to z większej zawartości metali ciężkich w kompostach z 70-procentowym udziałem komunalnego osadu ściekowego (E, F) w porównaniu z kompostami z 70-procentowym udziałem wycierki ziemniaczanej (C, D) oraz z kompostami z 35-procentowym

udziałem wycierki ziemniaczanej i 35-procentowym komunalnego osadu ściekowego (A, B), co jest skutkiem składu chemicznego komponentów tych kompostów.

## WNIOSKI

1. Stosowanie kompostów sporządzonych z osadu ściekowego i wycierki ziemniaczanej przyczyniło się do zwiększenia w stosunku do obiektu kontrolnego średniej zawartości azotu w życicy trwałej o 46%, fosforu o 22%, wapnia o 65%, magnezu o 50% i siarki o 28%, zaś zawartość potasu w badanej trawie była o około 4,2% mniejsza na obiektach, na których stosowano komposty, niż na obiekcie kontrolnym.

2. Pod wpływem wszystkich kompostów zwiększyła się – w porównaniu z obiektem kontrolnym – średnia zawartość kadmu o 42%, miedzi o 20%, manganu o 17%, niklu o 32% i ołowiu o 5,1%, a zmniejszyła nieco cynku – o 5,8%. Zwiększenie dawek kompostów nie miało istotnego wpływu na zawartość miedzi, ołowiu i cynku w suchej masie życicy trwałej.

3. Mimo mniejszej wartości pokarmowej dla roślin kompostów z udziałem wycierki ziemniaczanej, można ją stosować do przygotowania kompostów z komponentami o dużej zawartości azotu i fosforu (np. z osadami ściekowymi) i z materiałami strukturotwórczymi (słoma żytnia, trociny z drzew iglastych), które powinny stanowić ponad 30% suchej masy w masie kompostowej.

4. Z reguły więcej metali ciężkich zawierała życica trwała z obiektów, na których stosowano komposty z 70-procentowym udziałem komunalnego osadu ściekowego (E, F), niż z obiektów nawożonym kompostem z 70-procentowym udziałem wycierki ziemniaczanej (C, D).

## LITERATURA

- CZUBA R., MAZUR T., 1988. Wpływ nawożenia na jakość plonów. Warszawa: PWRiL ss. 360.
- CZYŻYK F., KOZDRAŚ M., SIERADZKI T., 2002. Wartość nawozowa kompostów z osadów ściekowych i słomy. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 484 s. 117–124.
- GAWLIK T., SUMISLAWSKI K., CHRZANOWSKI J., 2000. Wpływ nawożenia osadem na jakość i plonowanie roślin uprawnych. W: Charakterystyka i zagospodarowanie osadów ściekowych. Mater. Konf. Nauk. Gdańsk 10–13 września 2000. Pr. Wydz. Nauk Tech. Bydg. TN Ser. A 31 s.74–81.
- FANG M., WONG J.W.C., MA K.K., WONG M.H., 1999. Co-composting of sewage sludge and coal fly ash: nutrient transformations. *Biores. Technol.* 67s. 19–24.
- FOTYMA M., MERCIK S., 1995. *Chemia rolna*. Warszawa: Wydaw. Nauk. PWN ss. 356.
- KABATA-PENDIAS A., PIOTROWSKA M., 1987. Pierwiastki śladowe jako kryterium rolniczej przydatności odpadów. Puławy: Wydaw. IUNG. Ser. P (33) ss. 400.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H., 1999. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. Warszawa: Wydaw. PWN ss. 400.
- KOTER M., 1987. *Chemia rolna*. Warszawa: Wydaw. PWN ss. 592.

- KRZYWY E., WOŁOSZYK Cz., IZEWSKA A., 2000. Wartość nawozowa komunalnych osadów ściekowych. Szczecin: PTIE ss. 62.
- KRZYWY E., WOŁOSZYK Cz., IZEWSKA A., 2002. Produkcja i rolnicze wykorzystanie kompostów z osadu ściekowego z dodatkiem różnych komponentów. Szczecin: PTIE ss. 39.
- URBANIAK M., 1997. Przeróbka i wykorzystanie osadów ze ścieków komunalnych. Łódź: PAN ss. 80.
- OSTROWSKA A., GAWLIŃSKI S., SZCZUBIAŁKA Z., 1991. Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. Warszawa: IOŚ ss. 364.
- PANAK H., 1995. Przewodnik metodyczny do ćwiczeń z chemii rolnej. Olsztyn: Wydaw. ART ss. 186.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 01 sierpnia 2002 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych. Dz.U. 2002 nr 134 poz. 1140.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 19 października 2004 r. w sprawie wykonywania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu. Dz.U. nr 236 poz. 2369.
- WOŁOSZYK Cz., KRZYWY J., 2005a. The influence of composts preparat from potato pulp with addition of diefferent components on some soil fertility features after cultivation of plants. P. I. Soil pH, content of ogranic carbon, total nitrogen and C:N ratio in soil after harvest of spring rape and spring triticale. Chem. Agricult. vol. 6 s. 219–226.
- WOŁOSZYK Cz., KRZYWY E., 2005b. Wpływ komunalnego osadu ściekowego i słomy na wielkość plonu oraz na zawartość azotu w Festulioium w glebie. Monografie Wszechnicy Mazurskiej w Olecku s. 241–250.

*Ewa KRZYWY-GAWROŃSKA, Izabella GUTKOWSKA*

### **THE CONTENT OF MACRO- AND MICROELEMENTS IN PERENNIAL RYEGRASS AFTER THE APPLICATION OF COMPOSTS MADE OF POTATOE PULP AND MUNICIPAL SLUDGE**

*Key words: composts, content of macro- and microelements, perennial ryegrass*

#### **S u m m a r y**

Presented studies were aimed at estimating the effect of composts made of municipal sewage sludge and potatoe pulp on the content of macro-and microelements in the perennial ryegrass var. Maja.

Pot experiments were performed in the vegetation hall of the Agricultural Academy in Szczecin in brown incomplete soil of a grain size structure of light sand (light soil, complex V). Due to low content of potassium in composts, plants were additionally fertilised with 50% potassium salt. Pot experiment involved 6 fertilisation and one control object in three repetitions.

The content of K, Mg, Ca, Cd, Cu, Mn, Ni, Pb and Zn was determined after mineralization of ryegrass samples with atomic absorption spectrophotometry. Total nitrogen was determined with the Kjeldahl method and phosphorus – colorimetrically with the vanadium-molybdate method.

Doubled and tripled doses of composts increased the content of nitrogen, calcium, magnesium, sulphur, cadmium, copper, manganese nickel and lead in dry mass of perennial ryegrass but decreased the content of potassium.

The highest content of macro- and microelements was found in plants from objects treated with composts containing 70% of municipal sewage sludge (E, F) and the least – in objects fertilised with

composts containing 70% of potatoe pulp with rye straw and sawdust from coniferous trees (C, D). Differences resulted from higher content of macroelements and heavy metals in municipal sewage sludge than in potatoe pulp.

---

Recenzenci:

*prof. dr hab. Zdzisław Ciećko*

*prof. dr hab. Andrzej Sapek*

Praca wpłynęła do Redakcji 04.07.2007 r.