

DZIAŁANIE NAWOZOWE OSADU ŚCIEKOWEGO Z MECHANICZNO-BIOLOGICZNEJ OCZYSZCZALNI MIASTA ZIELONA GÓRA

Michał Drab, Sebastian Węclewski, Agnieszka Długosz

Zakład Ochrony i Rekultywacji Gruntów,
Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski, Zielona Góra

Wstęp

Budowa nowych i modernizacja starych oczyszczalni w Polsce i na świecie znacznie zwiększyła ilości osadów ściekowych.

Zagospodarowanie osadów staje się poważnym problemem. Nakłady finansowe na budowę ciągów technologicznych do ich utylizacji osiągają od 30% do 40% kosztów związanych z budową oczyszczalni [OLESZKIEWICZ 1998].

Dużo tańszym sposobem zagospodarowania osadów ściekowych jest ich rolnicze wykorzystanie. Osady można traktować jako źródło substancji organicznej oraz składników mineralnych [BARAN 1997; MAZUR, CIEĆKO 2000; CZEKAŁA 2000, 2003; KRZYWY i in. 2000]. Sprawa ta nabiera szczególnego znaczenia w Polsce jako, że w ostatnich latach znacznie zmniejszyło się pogłowie zwierząt gospodarskich, a więc mniejsze jest nawożenie gleb nawozami naturalnymi.

Osady ściekowe można również wykorzystać do rekultywacji gruntów bezglebowych [BARAN, TURSKI 1996; STĘPIEŃ i in. 2000] oraz do hydroobsiewu przy zagospodarowaniu ładł pogórnich [GŁAŻEWSKI 2000].

Osady ściekowe mogą zawierać mikroorganizmy chorobotwórcze oraz duże ilości metali ciężkich. Stąd też przed stosowaniem należy poddać je procesom stabilizacji, które mogą znacznie zmniejszyć zagrożenie dla środowiska [KRZYWY i in. 2003].

Celem pracy było określenie wartości nawozowej osadu ściekowego z oczyszczalni miasta Zielona Góra.

Materiały i metodyka

Doświadczenie wazonowe założono w 2002 roku w układzie całkowicie losowym w trzech powtórzeniach. Wazonny napelniano 2 kg gleby pobranej z wierzchniej warstwy (0-0,3 m) pól zlokalizowanych w miejscowości Studzieniec oddalonej o 20 km od Zielonej Góry. W doświadczeniu użyto dwie gleby:

- lekką o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego, o pH w H₂O 6,5 i 6,0 w 1 mol KCl·dm⁻³; przewodnictwo właściwe wynosiło 0,12 mS·cm⁻¹; zasobność P i K przyswajalnego wynosiła 60 mg·kg⁻¹; zawartość C

organicznego $15,5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,

- średnią o składzie granulometrycznym gliny lekkiej o pH 6,4 w H_2O i 5,9 w 1 mol $\text{KCl}\cdot\text{dm}^{-3}$; przewodnictwo właściwe wynosiło $0,14 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$; zasobność P przyswajalnego $70 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ a K przyswajalnego $80 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$; zawartość C organicznego $14,4 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Do badań wykorzystano kondycjonowany solami żelaza, polielektrolitem i CaCO_3 osad ściekowy z mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków z Zielonej Góry. Charakteryzowały go następujące właściwości: pH – 8,1; przewodnictwo właściwe – $3 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$; wilgotność 63%. W suchej masie osadu stwierdzono obecność substancji organicznej $656 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, oraz ogólnych form: $46 \text{ g N}\cdot\text{kg}^{-1}$, $9 \text{ g P}\cdot\text{kg}^{-1}$, $7 \text{ g K}\cdot\text{kg}^{-1}$, $113 \text{ g Ca}\cdot\text{kg}^{-1}$, $3 \text{ g Mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, $3 \text{ g Fe}\cdot\text{kg}^{-1}$, $188 \text{ mg Mn}\cdot\text{kg}^{-1}$, $421 \text{ mg Zn}\cdot\text{kg}^{-1}$, $124 \text{ mg Cu}\cdot\text{kg}^{-1}$, $24 \text{ mg Ni}\cdot\text{kg}^{-1}$, $93 \text{ mg Pb}\cdot\text{kg}^{-1}$, $9 \text{ mg Cd}\cdot\text{kg}^{-1}$, i $36 \text{ mg Cr}\cdot\text{kg}^{-1}$. Zawartość metali mieściła się w normach uznawanych za dopuszczalne [ROZPORZĄDZENIE MŚ 2002].

W doświadczeniu uprawiano fasolę szparagową i rzepę ścierniskową. Schemat doświadczenia dla obu roślin był taki sam, obejmował następujące warianty nawozowe:

1. 0 (bez nawożenia);
2. $0,066 \text{ g K}\cdot\text{wazon}^{-1}$, co odpowiadało $100 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$;
3. Osad ściekowy $6,66 \text{ g s.m.} + 0,066 \text{ g K}\cdot\text{wazon}^{-1}$, co odpowiadało 10 t osadu i $100 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$;
4. Osad ściekowy $33,30 \text{ g s.m.} + 0,066 \text{ g K}\cdot\text{wazon}^{-1}$, co odpowiadało 50 t osadu i $100 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$;
5. Osad ściekowy $66,60 \text{ g s.m.} + 0,066 \text{ g K}\cdot\text{wazon}^{-1}$, co odpowiadało 100 t osadu i $100 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$;
6. Osad ściekowy $133,30 \text{ g s.m.} + 0,066 \text{ g K}\cdot\text{wazon}^{-1}$, co odpowiadało 200 t osadu i $100 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Wazony ustawiono na wolnej przestrzeni, jednakowo nasłonecznionej. Podlewano je wodą do 60% ppw. Doświadczenie trwało od 15.06 do 15.08. Po tym czasie rośliny zebrano. Określono plony świeżej i suchej masy. W próbkach roślin zmineralizowanych w stężonym H_2SO_4 oznaczono ogólne formy N, P, i K, a po zmineralizowaniu roślin w wodzie królewskiej oznaczono formy ogólne Cu, Zn, Pb, i Ni.

Pobrane po zbiorach roślin próby gleby poddano analizie chemicznej. Oznaczono w nich: potencjometrycznie pH w H_2O i 1 mol $\text{KCl}\cdot\text{dm}^{-3}$; przewodnictwo właściwe – konduktometrycznie; C organiczny metodą Tiurina; po zmineralizowaniu w stężonym H_2SO_4 – N, P, K i Ca; przyswajalne formy P i K metodą Egnera-Riehna, a po zmineralizowaniu w wodzie królewskiej formy ogólne Ca, Cu, Zn, Pb i Ni.

Wyniki i dyskusja

Osady ściekowe można zaliczyć do odpadów kontrowersyjnych. Z jednej strony zawierają szereg wartościowych składników pokarmowych dla roślin, a z drugiej strony można w nich stwierdzać obecność znacznych ilości metali ciężkich. Mogą być też one zanieczyszczone sanitarnie. Substancje szkodliwe zawarte w osadach oraz zanieczyszczenia sanitarne zmuszają do ostrożnego ich stosowa-

nia w rolnictwie. Mimo przedstawionych przeciwwskazań wydaje się, że rolnicze wykorzystanie osadów ściekowych powinno być najbardziej zalecaną metodą ich zagospodarowania. W myśl tej tezy badano możliwość rolniczego wykorzystania osadu ściekowego z oczyszczalni ścieków w Zielonej Górze.

Badany osad charakteryzował się lekko alkalicznym odczynem ($\text{pH} = 8,1$), jest to wartość spotykana w opracowaniach [CZEKAŁA 1999; STĘPIEŃ i in. 2000]. Zawartość substancji organicznej, ogólnych form makroskładników wahała się w przedziałach cytowanych przez KALEMBASĘ i KUZIEMSKĄ [1993], KRZYWEGO i in. [2000, 2003].

Pod względem zawartości metali ciężkich analizowany osad można uznać za przydatny do rolniczego wykorzystania, bowiem żaden ze składników nie przekraczał stężeń uznawanych za niedopuszczalne [ROZPORZĄDZENIE MŚ 2002].

Pozytywny wpływ dawek osadu na wzrost plonów obu roślin udowodniono statystycznie (tab. 1). Bez względu na rodzaj gleby, wraz ze wzrostem dawek osadu, plony roślin były większe aniżeli w obiekcie kontrolnym. Najwyższe plony uzyskano pod wpływem najwyższego nawożenia osadem. Pozytywna reakcja roślin na wzrost nawożenia osadem mogła wynikać z jego wszechstronnego oddziaływania. Stanu tego nie zmieniły zawarte w osadzie metale ciężkie. Pozytywny wpływ osadów na plonowanie jest wykazywany w bardzo wielu pracach.

Tabela 1; Table 1

Plony zielonej masy rzepy i fasoli w g z wazonu
Yield of turnip and bean fresh matter in g per pot

Warianty nawozowe Fertilization variants	Rzepa; Turnip		Fasola; Bean	
	gleba lekka light soil	gleba ciężka medium soil	gleba lekka light soil	gleba ciężka medium soil
O (bez nawożenia; no fertilization)	16,9	10,4	62,1	53,0
K 0,066 g-wazon ⁻¹ ; K 0,066 g-pot ⁻¹	22,2	11,8	75,0	51,9
Osad 6,66 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹				
Sludge 6.66 g + 0.066 g K-pot ⁻¹	18,6	11,3	62,6	61,8
Osad 33,30 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹				
Sludge 33.30 g + 0.066 g K-pot ⁻¹	19,4	15,1	83,4	54,2
Osad 66,60 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹				
Sludge 66.60 g + 0.066 g K-pot ⁻¹	24,5	19,6	89,2	66,7
Osad 133,30 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹				
Sludge 133.30 g + 0.066 g K-pot ⁻¹	26,4	20,1	110,2	73,6
NIR; LSD				
- dla wariantów nawozowych for fertilization variants	3,7 g z wazonu 3,7 g per pot		5,6 g z wazonu 5,6 g per pot	
- dla gleb; for soil	2,8 g z wazonu 2,8 g per pot		6,2 g z wazonu 6,2 g per pot	

Zawartości azotu i fosforu w uprawianych roślinach zwiększały się wraz ze wzrostem dawek osadu ściekowego (tab. 2). Wynikało to z faktu dość dużych zawartości tych składników w osadzie. Podobną zależność wykazali STĘPIEŃ i in. [2000] oraz DRAB i DERENGOWSKA [2003]. W przypadku potasu i wapnia nie stwierdzono wpływu dawek osadu na wzrost ich zawartości w uprawianych w doświadczeniu roślinach. Bez względu na rodzaj gleby w obu roślinach dość wyraźnie wykazano wpływ wzrastających dawek osadu na zawartość w nich metali ciężkich, szczególnie wysoki przyrost zawartości wystąpił w przypadku ołowiu.

Tabela 2; Table 2

Zawartość makro- i mikrośladników w rzepie ścierniskowej i fasoli
The content of macro and microelements in turnip and bean plants

Gleby Soils	Warianty nawozowe Fertilization variants	Rzepa ścierniskowa; Turnip								Fasola; Bean							
		N	P	K	Ca	Cu	Zn	Pb	Ni	N	P	K	Ca	Cu	Zn	Pb	Ni
		g·kg ⁻¹ s.m.; DM				mg·kg ⁻¹ s.m.; DM				g·kg ⁻¹ s.m.; DM				mg·kg ⁻¹ s.m.; DM			
Gleba lekka Light soil	0 (bez nawożenia; no fertilization)	18,0	1,0	1,7	1,0	4,3	23,2	1,0	2,9	25,0	4,1	2,3	0,8	4,6	15,6	1,7	1,7
	0,066 g K-wazon ⁻¹ ; 0,066 g K-pot ⁻¹	19,0	2,0	1,9	1,1	2,5	24,0	1,6	2,0	24,0	5,2	3,0	0,7	6,4	18,0	2,5	2,0
	osad 6,66 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹ sludge 6.66 g + 0.066 g K-pot ⁻¹	21,0	4,0	2,2	0,9	3,0	25,2	3,0	1,6	33,0	6,0	2,6	0,9	4,3	18,6	3,3	3,9
	osad 33,30 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹ sludge 33.30 g + 0.066 g K-pot ⁻¹	23,0	6,0	1,7	0,7	4,2	25,2	3,3	5,4	36,0	6,2	3,1	0,8	6,4	17,2	3,5	3,6
	osad 66,60 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹ sludge 66.60 g + 0.066 g K-pot ⁻¹	25,0	4,1	1,8	0,8	4,8	26,0	5,6	6,4	36,0	6,4	3,0	1,0	8,1	20,4	4,3	3,4
	osad 133,30 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹ sludge 133.30 g + 0.066 g K-pot ⁻¹	27,0	6,4	1,8	0,7	4,5	28,8	6,1	6,6	38,0	6,7	3,1	1,1	8,2	22,4	6,5	3,6
	średnia; mean	22,2	3,9	1,8	0,9	3,9	25,4	3,4	4,2	32,0	5,8	2,9	0,9	6,3	16,0	3,6	3,0
Gleba średnia Medium soil	0 (bez nawożenia; no fertilization)	21,0	3,1	1,8	1,4	2,3	42,8	0,5	2,0	16,0	4,1	1,6	0,9	6,0	21,2	1,4	3,4
	0,066 g K-wazon ⁻¹ ; 0,066 g K-pot ⁻¹	21,0	3,5	1,9	1,1	2,2	43,6	0,9	2,3	19,0	4,3	2,3	0,8	6,2	20,1	2,8	3,6
	osad 6,66 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹ sludge 6.66 g + 0.066 g K-pot ⁻¹	24,0	4,0	1,9	1,2	4,6	45,2	3,3	2,9	22,0	4,4	2,0	0,9	6,4	26,0	3,6	4,6
	osad 33,30 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹ sludge 33.30 g + 0.066 g K-pot ⁻¹	25,0	4,4	1,8	1,1	6,4	46,8	3,4	3,9	24,0	5,7	2,6	1,1	6,8	28,0	3,8	6,0
	osad 66,60 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹ sludge 66.60 g + 0.066 g K-pot ⁻¹	27,0	4,9	1,8	1,0	6,4	47,6	3,5	2,9	27,0	6,3	2,4	1,0	8,4	33,2	4,2	6,4
	osad 133,30 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹ sludge 133.30 g + 0.066 g K-pot ⁻¹	33,0	5,2	1,5	1,0	8,3	53,2	5,4	3,4	28,0	7,1	2,7	1,2	9,4	36,4	4,8	6,8
	średnia; mean	25,2	4,2	1,8	1,1	5,0	46,5	2,8	2,9	22,7	5,3	2,3	1,0	7,2	27,5	3,4	5,1

Właściwości gleb po zbiorach rzepy ścierniskowej
 Soil properties after turnip harvest

Gleby Soils	Warianty nawozowe Fertilization variants	pH		Hh	S	T	V	C org. Org. C	N	P	K	Ca	C:N	Cu	Zn	Pb	Ni	P	K	Prze- wodnic- two Conduc- tion
		H ₂ O	1 mol KCl dm ⁻³	mmol(+)-kg ⁻¹																
									g·kg ⁻¹ s.m.; DM					mg·kg ⁻¹ s.m.; DM				mS·cm ⁻¹		
Gleba lekka Light soil	0 (bez nawożenia; no fertilization)	6,4	5,7	1,7	5,5	7,2	76	17,0	1,0	0,3	0,5	0,1	17,0	0,8	44,6	0,9	0,7	109	44	0,14
	0,066 g K-wazon ⁻¹ ; 0,066 g K-pot ⁻¹	6,4	5,7	1,8	7,8	9,6	81	17,2	1,1	0,3	0,6	0,2	15,6	3,0	51,6	1,2	0,9	120	70	0,14
	osad 6,66 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹ sludge 6.66 g + 0.066 g K-pot ⁻¹	6,3	5,8	1,6	7,6	9,2	83	17,5	1,2	0,3	0,6	0,2	14,6	3,2	47,0	1,3	1,3	126	77	0,16
	osad 33,30 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹ sludge 33.30 g + 0.066 g K-pot ⁻¹	6,4	5,8	1,5	6,7	8,2	82	17,8	1,0	0,3	0,8	0,2	17,8	3,5	47,0	1,6	1,3	148	84	0,20
	osad 66,60 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹ sludge 66.60 g + 0.066 g K-pot ⁻¹	6,3	5,9	1,4	8,2	9,6	85	18,3	1,2	0,3	0,8	0,1	15,2	4,3	49,4	1,8	1,4	185	90	0,23
	osad 133,30 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹ sludge 133.30 g + 0.066 g K-pot ⁻¹ średnia; mean	6,3	5,9	1,7	7,1	8,8	81	18,5	1,2	0,3	0,8	0,2	15,4	4,6	54,0	2,0	1,6	260	97	0,26
Gleba śred- nia Me- dium soil	0 (bez nawożenia; no fertilization)	6,2	5,7	1,6	7,2	8,8	82	14,0	1,8	0,3	0,6	0,3	7,8	1,1	49,2	0,8	1,2	42	33	0,17
	0,066 g K-wazon ⁻¹ ; 0,066 g K-pot ⁻¹	6,3	5,7	1,5	5,8	7,3	79	14,0	1,9	0,3	0,8	0,4	7,4	1,4	58,0	1,2	1,2	57	58	0,18
	osad 6,66 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹ sludge 6.66 g + 0.066 g K-pot ⁻¹	6,3	5,8	1,2	7,2	8,4	86	14,7	2,1	0,4	0,8	0,5	7,0	1,9	59,6	1,6	1,3	69	64	0,20
	osad 33,30 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹ sludge 33.30 g + 0.066 g K-pot ⁻¹	6,4	5,8	1,3	4,8	6,1	79	15,8	2,2	0,4	0,8	0,4	7,2	3,3	60,0	2,3	2,5	86	75	0,24
	osad 66,60 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹ sludge 66.60 g + 0.066 g K-pot ⁻¹	6,4	5,8	1,5	6,3	7,8	81	16,3	2,5	0,5	0,9	0,4	6,5	4,0	70,1	3,5	2,6	113	80	0,26
	osad 133,30 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹ sludge 133.30 g + 0.066 g K-pot ⁻¹ średnia; mean	6,4	5,8	1,5	8,7	10,2	85	17,5	2,9	0,6	0,8	0,4	6,0	5,1	73,4	4,6	2,7	127	85	0,28
				1,4	6,7	8,1	82	15,4	2,2	0,4	0,8	0,4	7,0	2,8	61,7	2,3	1,9	82	66	0,22

Hh – kwasowość hydrolityczna; hydrolytic acidity

T – pojemność sorpcyjna; cation exchangeable capacity

S – suma wymiennych kationów zasadowych; base exchange capacity

V – wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi; base cation saturation

Gleby Soils	Warianty nawozowe Fertilization variants	pH		Hh	S	T	V	C org. Org. C	N	P	K	Ca	C:N	Cu	Zn	Pb	Ni	P	K	Prze- wodnic- two Conduc- tion
		H ₂ O	1 mol KCl·dm ⁻³											mmol(+)-kg ⁻¹			%	w roztworze H ₂ SO ₄ H ₂ SO ₄ extract		
		g·kg ⁻¹ s.m.; DM												mg·kg ⁻¹ s.m.; DM					mS·cm ⁻¹	
Gleba lekka Light soil	0 (bez nawożenia; no fertilization)	6,3	5,7	1,7	5,5	7,2	76	17,0	1,1	0,4	0,8	0,2	15,5	0,3	40,6	0,9	0,9	112	62	0,12
	0,066 g K-wazon ⁻¹ ; 0,066 g K-pot ⁻¹	6,3	5,8	1,5	8,9	10,4	86	17,2	1,1	0,4	0,8	0,2	15,6	1,1	46,2	1,2	1,1	134	75	0,13
	osad 6,66 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹ sludge 6.66 g + 0.066 g K-pot ⁻¹	6,4	5,9	1,6	7,2	8,8	82	17,6	1,2	0,5	0,6	0,2	14,7	3,0	47,0	1,6	1,7	139	80	0,17
	osad 33,30 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹ sludge 33.30 g + 0.066 g K-pot ⁻¹	6,4	5,9	1,8	7,8	9,6	81	17,8	1,3	0,5	0,8	0,2	13,7	3,4	48,3	1,7	2,1	162	88	0,23
	osad 66,60 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹ sludge 66.60 g + 0.066 g K-pot ⁻¹	6,5	6,0	1,6	7,2	8,8	82	18,1	1,2	0,6	0,8	0,2	15,1	4,0	49,8	1,8	2,3	193	97	0,24
	osad 133,30 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹ sludge 133.30 g + 0.066 g K-pot ⁻¹	6,5	6,0	2,0	6,1	8,1	75	18,3	1,2	0,8	0,8	0,2	15,3	5,2	52,0	2,0	2,5	285	113	0,30
	średnia; mean				1,7	7,1	8,8	80	17,7	1,2	0,5	0,8	0,2	14,8	2,8	47,3	1,5	1,8	171	86
Gleba śred- nia Me- dium soil	0 (bez nawożenia; no fertilization)	6,2	5,8	1,1	8,6	9,7	89	13,7	1,6	0,4	0,8	0,4	8,6	1,3	49,2	1,2	1,2	55	38	0,17
	0,066 g K-wazon ⁻¹ ; 0,066 g K-pot ⁻¹	6,3	5,8	1,3	8,5	9,8	87	13,8	2,2	0,4	0,7	0,4	6,3	1,7	58,0	1,4	1,5	63	62	0,19
	osad 6,66 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹ sludge 6.66 g + 0.066 g K-pot ⁻¹	6,3	5,9	1,4	8,7	10,1	86	14,4	2,6	0,3	0,8	0,5	5,5	1,9	60,6	3,1	1,6	77	69	0,24
	osad 33,30 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹ sludge 33.30 g + 0.066 g K-pot ⁻¹	6,4	5,9	1,4	9,6	11,0	87	15,4	2,8	0,5	0,8	0,4	5,5	3,3	68,2	3,6	1,8	95	77	0,32
	osad 66,60 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹ sludge 66.60 g + 0.066 g K-pot ⁻¹	6,4	6,0	1,4	10, 2	11,6	88	16,0	2,8	0,6	0,8	0,4	5,7	4,7	70,7	5,5	2,2	120	82	0,36
	osad 133,30 g + 0,066 g K-wazon ⁻¹ sludge 133.30 g + 0.066 g K-pot ⁻¹	6,4	6,0	1,4	9,2	10,6	87	17,2	3,2	0,8	0,7	0,4	5,4	7,5	73,4	6,6	2,5	140	89	0,40
	średnia; mean			1,3	9,1	10,4	87	15,1	2,5	0,5	0,8	0,4	6,0	3,4	63,4	3,6	1,8	92	70	0,28

Hh, S, T, V – objaśnienia jak pod tabelą 3; explanations see Table 3

Zastosowane warianty nawozowe nie spowodowały zmiany odczynu w badanych glebach (tab. 3, 4). W próbach gleb pobranych po zbiorach roślin odczyn był zbliżony do oznaczonego przed założeniem doświadczenia. Pojemność sorpcyjna (T) badanych gleb wahała się od 6,8 do 11,1 mmol(+) \cdot kg⁻¹. Nie było zmian tego wskaźnika pod wpływem wzrastających dawek osadu ściekowego. Należy podkreślić wysokie wskaźniki wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami (V), które w większości prób przekraczały 80%.

Wysoka zawartość substancji organicznej w osadzie przyczyniła się do zwiększenia zawartości tego składnika w glebach użytych w doświadczeniu. Wraz ze wzrostem dawek osadu następował przyrost zawartości substancji organicznej. Większy przyrost tego składnika stwierdzono w glebie średniej (o 3,5 g \cdot kg⁻¹ w próbkach gleb po zbiorach obu roślin) niż w glebie lekkiej. Wzrost omawianego składnika pod wpływem osadu ściekowego wykazali też m.in. autorzy prac: FLISBUJAK i in. [1995], ŻUKOWSKA i in. [2000], BARAN i OLESZCZUK [2003].

Zastosowane dawki osadu ściekowego zwiększały zawartość azotu i fosforu w glebie średniej. Zawartość potasu i wapnia nie zmieniały się pod wpływem wariantów nawozowych. Stwierdzono wzrost zawartości metali ciężkich oraz przewodnictwa pod wpływem wzrostu dawek osadu. Wykazano też pozytywny wpływ wariantów nawozowych na zawartość przyswajalnych form fosforu i potasu, przy czym w przypadku fosforu przyswajalnego wpływ ten był silniejszy.

Wnioski

1. Najwyższe plony badanych roślin uzyskano pod wpływem najwyższego nawożenia osadem to jest 133,30 g + 0,066 g K-wazon⁻¹.
2. Osady ściekowe zastosowane do dwu rodzajów gleb wysoce istotnie zwiększały plony roślin uprawianych w doświadczeniu. Większe plony uzyskano na glebie lekkiej.
3. Analiza chemiczna roślin wykazała wzrost zawartości ogólnych form azotu, fosforu oraz metali ciężkich pod wpływem wzrastających dawek osadu ściekowego. Zmiany zawartości potasu i wapnia były niewielkie.
4. Zastosowane warianty nawozowe zwiększały zawartość w glebach C organicznego, azotu i fosforu oraz przewodnictwa właściwego. Wzrastała też zawartość przyswajalnych form fosforu i potasu w glebach pod wpływem wzrastającego nawożenia osadem ściekowym.

Literatura

- BARAN S. 1997. *Przyrodnicze wykorzystanie osadów ściekowych*. Ekoprofit 6(11): 13–16.
- BARAN S., OLESZCZUK P. 2003. *Zależność zmian między zawartością wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) a Zn, Cu i Pb w glebie używanej osadem ściekowym*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 494: 35–44.
- BARAN S., TURSKI R. 1996. *Degradacja, ochrona i rekultywacja gleb*. Wyd. AR Lublin: 223 ss.
- CZEKAŁA J. 1999. *Osady ściekowe źródłem materii organicznej i składników pokarmo-*

wych. *Fol. Univ. Agric. Stetin.* 200, *Agricultura* 77: 33–38.

CZEKAŁA J. 2000. *Wartość próchnicotwórcza i działanie nawozowe osadu ściekowego.* *Fol. Univ. Agric. Stetin.* 211, *Agricultura* 84: 75–80.

CZEKAŁA J. 2003. *Zmiany ilościowe węgla i azotu związków próchnicowych powstających podczas inkubacji osadu ściekowego i obornika.* *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 494: 61–68.

DRAB M., DERENGOWSKA D. 2003. *Wpływ osadu ściekowego z oczyszczalni miasta Zgorzelec na plony zielonej masy gorczycy białej i fasoli oraz na ich skład chemiczny.* *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 494: 105–111.

FLIS-BUJAK M., BARAN S., TURSKI R., MARTYN W., KWIECIEN J. 1995. *Rekultywacja zdegradowanej gleby lekkiej przy wykorzystaniu nawozów niekonwencjonalnych.* *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 418: 617–622.

GŁĄŻEWSKI M. 2000. *Przeciwoerozyjne biologiczne zabezpieczenie skarp metodą hydroobsiewu.* *Mat. Konf. „Tereny zdegradowane – możliwości ich rekultywacji”.* 26–27 X 2000, AR Szczecin: 75–90.

KALEMBASA S., KUZIEMSKA B. 1993. *Wpływ osadów ściekowych na plony wybranych roślin oraz zawartość w nich metali ciężkich.* *Roczn. Glebozn.* 42(314): 229–235.

KRZYWY E., IŻEWSKA A., JEŻOWSKI ST. 2003. *Wpływ komunalnego osadu ściekowego na zmiany niektórych wskaźników żyzności gleby.* *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 494: 215–223.

KRZYWY E., WOŁOSZYK CZ., IŻEWSKA A. 2000. *Ocena przydatności do nawożenia kompostów z osadów ściekowych z oczyszczalni komunalnych. Cz. I. Plonowanie rekultywacyjnej mieszanki traw w uprawie polowej.* *Fol. Univ. Agric. Stetin.* 211, *Agricultura* 84: 199–204.

MAZUR T., CIEĆKO Z. 2000. *Nawożenie organiczne w zintegrowanym rolnictwie.* *Fol. Univ. Agric. Stetin.* 211, *Agricultura* 87: 285–288.

OLESKIEWICZ J. 1998. *Gospodarka osadami ściekowymi.* *Poradnik decydenta.* IEM s.c. Kraków: 283 ss.

ROZPORZĄDZENIE MŚ 2002. *Z dnia 1 sierpnia 2002 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych.* *Dz. U.* nr 134, poz. 1140.

STĘPIEŃ W., SZULC W., MERCIK S. 2000. *Ocena wartości nawozowej surowego i uzdatnionego osadu ściekowego.* *Fol. Univ. Agric. Stetin.* 211, *Agricultura* 84: 456–470.

ŻUKOWSKA G., BARAN S., FLIS-BUJAK M. 2000. *Zmiany składu frakcyjnego próchnicy gleby lekkiej nawożonej osadami ściekowymi.* *Fol. Univ. Agric. Stetin.* 211, *Agricultura* 84: 551–556.

Słowa kluczowe: osad ściekowy, plony roślin, skład chemiczny

Streszczenie

Praca zawiera wyniki dotyczące działania stabilizowanego osadu ściekowego z oczyszczalni ścieków w Zielonej Górze w doświadczeniu wazonowym. Określono plony roślin (fasoli i rzepy), ich skład chemiczny oraz właściwości gleb pod wpływem zastosowanych wariantów nawozowych.

Badania wykazały istotny wpływ dawek osadu na plony roślin. Zawartość

azotu i fosforu w roślinach zwiększała się wraz ze wzrostem dawek osadu. Zastosowane warianty nawozowe nie zmieniły odczynu w glebach. Wzrastające dawki osadu wpłynęły na wzrost zawartości w glebach C ogólnego, N, P, Zn, Cu, Pb, Ni oraz przyswajalnych form P i K.

FERTILIZING EFFECT OF THE SLUDGE FROM THE MECHANICAL-BIOLOGICAL SEWAGE-TREATMENT PLANT IN ZIELONA GÓRA

Michał Drab, Sebastian Węclewski, Agnieszka Długosz
Department of Ground Protection and Reclamation,
University of Zielona Góra

Key words: sewage sludge, yields of the plants, chemical composition

Summary

The study includes results concerning effects of the stabilized sludge from the sewage-treatment plant in Zielona Góra from the pot experiment. Was the yields of plants (bean and turnip), their chemical composition and soil properties under influence of the applied fertilizers were determined.

The research proved the essential influence of the sludge doses on the crops. The content of the nitrogen and phosphate in plants increased with the growth of sludge doses. The applied fertilizers did not change the reaction in soils. The growing sludge doses affected the content increase of the total C, the N, P, Zn, Cu, Pb, Ni and available P and K forms.

Dr hab. inż. Michał **Drab**
Zakład Ochrony i Rekultywacji Gruntów
Uniwersytet Zielonogórski
ul. Prof. Szafrana 15
65-516 ZIELONA GÓRA