

JOZEF KARAS, ZYGMUNT MATYJASIK  
Katedra Torfoznawstwa SGGW — Warszawa

## PRÓBA OKREŚLENIA WARTOŚCI NAWOZOWEJ OSADU ŚCIEKOWEGO RZEKI NER W DOŚWIADCZENIACH POŁOWYCH

### WSTĘP

Wiele uwagi poświęca się rolniczemu wykorzystaniu wód ściekowych rzeki Ner i szereg prac obrazuje dodatni wpływ nawodnień tymi wodami użytków zielonych, które, w porównaniu z nie nawadnianymi, dają znaczną zwyczajną plonów (9, 11, 12, 14).

Dotychczas natomiast nie ma dostatecznych danych, jaki efekt daje użycie osadu ściekowego rzeki Ner przy nawożeniu roślin uprawnych.

Rzeka Ner przyjmuje ponad 90% ścieków bytowych i przemysłowych Łodzi i okolicznych miast (szczególnie Pabianic) (13). Przeważają tutaj ścieki przemysłowe (około 73%) nad bytowymi (około 27%) (6). Pomimo tej przewagi wody ściekowe rzeki Ner wykazują dużą wartość nawozową (9, 11.). Ścieki przemysłowe i bytowe Łodzi odprowadzane są jednym kolektorem (kanalizacja ogólnospławna). Przy ujściu tego kolektora (na Lublinku) istnieje oczyszczalnia mechaniczna, która usuwa ze ścieków tylko grubsze zanieczyszczenia, jak papiery, szmaty, nierozdrobiony kał itp. Pozostałe drobniejsze części stałe w postaci zawiesiny wodnej odprowadzane są do rzeki Ner. Zawiesina ta w miejscach o zwolnionym przepływie wody częściowo osiada na dno koryta rzeki, tworząc żyzny osad ściekowy, reszta jest znów przenoszona dalej w dół rzeki.

Skład chemiczny i zawartość nawozowa tego osadu znacznie się różni od osadów pochodzących ze wstępnego oczyszczania ścieków miejskich, ponieważ zawiera mniejsze ilości substancji organicznej i składników pokarmowych, a większe ilości krzemionki i piasku (9, 11). Niemniej jednak zawartość składników pokarmowych w osadzie tym jest znaczna (tabela 3), a użycie jego do nawożenia roślin uprawnych może dać duże korzyści, zwłaszcza że w korycie rzeki na długiej przestrzeni jest tego osadu bardzo dużo.

Wykorzystanie osadu odbywa się samorzutnie przez okolicznych chłopów i majątek doświadczalny Puczniew, którzy stosują go głównie pod okopowe, otrzymując doskonałe rezultaty.

Literatura zagraniczna i krajowa podaje liczne doświadczenia przeprowadzone z osadami pochodzącymi z oczyszczania ścieków miejskich, użytych do nawożenia łąk (8), warzyw (1, 2, 10, 11), ziemniaków, buraków i żyta (4, 5, 10, 11), a uzyskane plony wykazują dużą jego wartość nawozową. Według danych literatury optymalna dawka tego osadu pod rośliny okopowe mieści się w granicach 30 do 40 ton na ha (wilgotnego).

Praca niniejsza zajmuje się osadem rzeki Ner, który osadził się na wysokości Puczniewa, tj. około 30 km poniżej Łodzi.

Doświadczenia polowe przeprowadzone były w majątku doświadczalnym SGGW Puczniew—Mianów i obejmowały ogółem 6 doświadczeń: 4 z ziemniakami, 1 z burakami i 1 z owsem. Osad ściekowy w tych doświadczeniach był stosowany w podobnych dawkach, jak nawozy organiczne, a jego wartość porównywano z obornikiem, torfem surowym oraz nawozami mineralnymi. W jednym z doświadczeń użyto pod ziemniaki także wody ściekowej rzeki Ner.

Celem niniejszej pracy było:

- 1) zbadanie zawartości podstawowych składników pokarmowych w osadzie;
- 2) stwierdzenie efektu nawozowego przy stosowaniu osadu pod rośliny uprawne;
- 3) ustalenie optymalnej dawki osadu pod rośliny okopowe;
- 4) zbadanie wpływu następczego na owies.

## BADANIA WŁASNE

### a. Charakterystyka obiektu

Gleby majątku Puczniew, na których przeprowadzono doświadczenia, są typu bielcowego, wytworzone z piasku gliniastego lekkiego i średniego na podłożu gliny zwałowej lekkiej i średniej. Charakteryzują się one dużą zmiennością glebową.

Niżej przedstawione są: opisy odkrywki oraz skład mechaniczny i właściwości fizyko-chemiczne tych gleb.

Opis odkrywki:

- 0— 22 cm — warstwa próchniczna barwy szarej, piasek gliniasty lekki.
- 22— 35 cm — warstwa wymycia (eluwialna) barwy szaro-żółtej, glina lekka, piaszczysta.
- 35— 45 cm — warstwa wmycia (iluwialna) barwy ciemno-żółtej, glina średnia.
- 45—105 cm — warstwa jednolita barwy ciemno-żółtej, nieco jaśniejsza od poprzedniej, z jasnymi zaciekami pionowymi, glina średnia.

Tabela 1  
Skład mechaniczny w procentach dla poszczególnych poziomów profilu glebowego\*

Warstwa cm	Części		p i a s z c z y s t e			p y l a s t e		spława- lne
	szkiel.	ziar- niste	1—0,5	0,5—0,25	0,25—0,1	0,1—0,05	0,05—0,02	0,02— —0,002 i mniej- sze
0—22	5,7	94,3	17,8	14,5	30,0	10	7	15
22—35	4,8	95,2	12,4	8,4	29,4	10	5	30
35—45	1,5	98,5	6,1	4,6	23,8	10	8	46
45—65	1,2	98,8	6,5	4,2	21,8	8	6	53
65—85	0,6	99,4	6,5	5,2	25,7	11	6	45
85—105	0,7	99,3	6,8	5,8	28,7	10	6	42

\* Skład mechaniczny gleby oznaczano metodą aerometryczną Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego.

Tabela 2  
Niektóre właściwości fizyko-chemiczne gleby w stosunku do absolutnie suchej masy poszczególnych warstw

Warstwa cm	pH w		W milirównoważnikach na 100 g gleby			Próchnica w pro- centach
	H <sub>2</sub> O	KCl	K w a s o w o ś ć		s u m a z a s a d wymien- nych na 100 g gleby	
			wymienna	hydroli- tyczna		
0—22	7,5	7,1	0,114	0,575	9,13	1,38
22—35	7,3	6,7	0,083	0,354	10,20	0,36
35—45	7,0	5,8	0,072	0,195	15,50	0,44
45—65	6,2	4,9	0,175	0,222	17,27	— nie
65—85	6,1	5,3	0,134	0,191	14,91	— ozna-
85—105	6,0	5,2	0,114	0,398	14,32	— czano

\* Kwasowość czynną oznaczano pH-metrem elektrycznym, wymienną — metodą Daikury'ego, hydrolityczną i sumę zasad wymiennych — metodą Kappena, próchnice — metodą miareczkową (nadmanganianową).

Gleby gospodarstwa Mianów, na których prowadzono doświadczenia, są podobnego typu, lecz nieco bardziej spiaszczone.

## b. Charakterystyka użytego osadu ściekowego i obornika.

Do doświadczeń użyto osadu z osadnika w Puczniewie<sup>1</sup>. Z powodu zwolnionego przepływu wody w tym osadniku następuje opadanie za-

<sup>1</sup> Osadnik ten nie jest budowany specjalnie do tego celu, lecz jest to dawny staw przypodwórzowy, który obecnie służy do spiętrzania wody Neru celem nawadniania pewnej partii łąk.

wiesiny ścieków, tworząc na dnie warstwy czarnego, mazistego osadu. Osad ten w okresie zimowym i wczesno-wiosennym był wydobywany z osadnika i układany w przyzmy celem odwodnienia (do około 50% H<sub>2</sub>O) i dotlenienia, a następnie użyty pod rośliny okopowe.

W jednym z doświadczeń użyto także osadu świeżego (nie odwodnionego, około 65% H<sub>2</sub>O), to znaczy wydobytego z koryta rzeki i bezpośrednio zastosowanego pod ziemniaki przy zachowaniu tych samych dawek suchej masy.

Obornik (około 75% H<sub>2</sub>O) użyty do doświadczenia pochodził z obory głębokiej gospodarstwa Puczniew, a jego wartość nawozową należy uznać za dobrą (tabela 3).

Tabela 3

*Skład chemiczny osadu, obornika i torfu używanych w doświadczeniach*

Rodzaj składnika	Procent w absolutnie suchej masie		
	osad	obornik	torf niski
pH w H <sub>2</sub> O	7,3	7,3	6,4
pH w KCl	7,0	6,7	6,0
Popiół surowy	64,01	39,90	24,50
Substancja organiczna	35,99	65,01	75,50
Popiół czysty*	15,90	11,80	15,70
Krzemionka i piasek	48,11	23,10	8,80
N ogólny	2,11	2,41	3,11
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,31	1,72	0,55
K <sub>2</sub> O w 10% HCl	0,25	2,91	0,05
CaO	5,45	3,20	6,10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,60	nie oznaczano	3,70

\* Popiół czysty i surowy oznaczano metodą wagową, azot ogólny metodą Kieldahla, fosfor ogólny metodą Lorenza (w modyfikacji Romańskiego), potas metodą płomieniową na Schuhknechcie, wapń metodą miareczkową (KMnO<sub>4</sub>), żelazo metodą jodometryczną.

Oprócz osadu i obornika w kombinacjach nawozowych stosowany był surowy torf niski, dobrze rozłożony.

Zastosowane dawki osadu, jak i innych nawozów, podano w tabelach 4, 5, 6, 7, 8, 9.

Jak wynika z tabeli 3, zawartość składników pokarmowych w osadzie jest zbliżona do zawartości tych składników w oborniku, z wyjątkiem potasu. Osad różni się od obornika i torfu dużą zawartością krzemionki i piasku, które stanowią prawie 50% całości osadu.

## c. Doświadczenia polowe.

## 1. Doświadczenie przeprowadzone w 1957 r. z osadem odwodnionym stosowanym pod ziemniaki odmiany „Gromadzkie”

Doświadczenie to, podobnie jak i następne, założono metodą bloków losowanych w 4 powtórzeniach, a wielkość poletek do sprzętu wynosiła 50 m<sup>2</sup>.

Tabela 4

Układ kombinacji oraz plony ziemniaków w q/ha

Lp.	Kombinacje i dawki nawozów	Plony ziemniaków w q/ha	Zwyżka kłębów do „0” w q/ha
1	0	139	—
2	10 t/ha osadu ściek. s. m.	193	54
3	20 „ „ „ „	206	67
4	40 „ „ „ „	191	52
5	50 „ „ „ „	205	66
6	10 „ obornika „	207	68
7	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub> *	195	56

Przedział ufności  $nt_{0,05} = 28,2$  q/ha

\* Litery N, P, K oznaczają nawożenie mineralne azotowe, fosforowe i potasowe, a liczby przy nich na dole — ilość kg/ha czystego składnika, wyrażoną przy nawożeniu azotowym w N, fosforowym w P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i potasowym w K<sub>2</sub>O. Wyjaśnienie to dotyczy wszystkich pozostałych doświadczeń.

Uzyskane plony w tym doświadczeniu należy uznać za średnie. Otrzymano istotną zwyżkę plonu w każdej kombinacji nawozowej w stosunku do zerowej.

Działanie nawozowe osadu w tym wypadku równa się działaniu nawozowemu obornika i pełnej dawce nawozów mineralnych. Zwyżka plonu ziemniaków spowodowana poszczególnymi dawkami osadu od 10 do 50 t/ha suchej masy odpowiada działaniu obornika i NPK. Wydaje się, że dawka osadu w ilości 20 t/ha suchej masy (wilgotnego 40 t/ha) będzie najodpowiedniejsza, ponieważ wartość nawozowa 20 t/ha osadu (w tym doświadczeniu) równała się wartości nawozowej 10 t/ha suchej masy obornika (t.j. 40 t/ha wilgotnego).

Zwiększenie dawki osadu aż do 50 t/ha nie spowodowało zwyżki plonu ziemniaków.

Z powodu dużej zmienności glebowej oraz nadmiernej ilości opadów w okresie wegetacyjnym (lipiec-sierpień) w roku 1957, otrzymano duże różnice w plonach w ramach jednej kombinacji, dlatego obliczony sta-

tystycznie przedział ufności jest dość wysoki i nie pozwala na uchwycenie bardziej subtelnych różnic między poszczególnymi kombinacjami nawozowymi.

## 2. Doświadczenie z osadem odwodnionym, stosowanym w 1958 r. pod ziemniaki

Doświadczenie przeprowadzono w Mianowie z ziemniakami odmiany „Epoka”, używając jako nawozu osadu ściekowego odwodnionego i dotlenionego, torfu surowego dobrze rozłożonego, na tle nawożenia mineralnego.

Tabela 5

Układ kombinacji oraz plony ziemniaków

Lp.	Kombinacje i dawki nawozów	Plony ziemniaków w q/ha	Zwyżka kłębów do PK w q/ha
1	$P_{60}K_{120}$	244	—
2	$N_{60}P_{60}K_{120}$	355	91
3	$P_{60}K_{120}$ + torf sur. 10 t/ha s. m.	292	48
4	$P_{60}K_{120}$ + osad ściek. 10 t/ha s. m.	340	96
5	$N_{60}P_{60}K_{120}$ + torf sur. 10 t/ha s. m.	344	100
6	$N_{60}P_{60}K_{120}$ + osad ściek. 10 t/ha s. m.	344	100
7	$N_{60}P_{60}K_{120}$ + osad ściek. + torf surowy 1 : 1 razem 10 t/ha s. m.	366	92

Przedział ufności  $nt_{0,05} = 10$  q/ha

Przypatrując się danym z tabeli 5, widzimy, że wewszystkich kombinacjach nawozowych otrzymano istotną zwyżkę plonów w stosunku do kombinacji PK (zwyżka ta sięga 48 do 100 q/ha).

Działanie nawozowe osadu ściekowego na tle PK przewyższa działanie nawozowe torfu surowego (kombinacja 3), dając istotną zwyżkę plonów 48 q/ha.

Dodatek azotu mineralnego do kombinacji z osadem ściekowym nie spowodował istotnej zwyżki plonu. Należy więc przypuszczać, że azot, zawarty w osadzie, jest stosunkowo łatwo przyswajalny i całkowicie pokrywa zapotrzebowanie roślin.

## 3. Doświadczenie przeprowadzone w 1958 r. z osadem nie odwodnionym i wodą ściekową, stosowanymi pod ziemniaki

Doświadczenie przeprowadzono w Puczniewie z ziemniakami odmiany „Fita”, wprowadzając do kombinacji nawozowych, oprócz osadu i torfu, wodę ściekową rzeki Ner w porównaniu z wodą czystą. Wodę ściekową

stosowano w czasie wegetacji ziemniaków, nawadniając systemem brzózdowym. Pierwsze nawodnienie w ilości 100 t/ha dano 17. VII. 1958 r. (przed kwitnieniem), drugie w takiej samej ilości 6. VIII. 1958 r. (w czasie pełnego kwitnienia).

W doświadczeniu tym użyto osadu świeżego, bez uprzedniego odwodnienia i przewietrzenia, wydobytego prosto z rzeki.

Tabela 6

## Układ kombinacji oraz plony ziemniaków

Lp.	Kombinacje i dawki nawozów	Plony ziemniaków w q/ha
1	$P_{40}K_{80}$	241,6
2	$N_{40}P_{40}K_{80}$	243,6
3	Osad ściekowy 10 t/ha s. m.	236,7
4	Woda ściekowa 200 t/ha	206,9
5	$P_{40}K_{80}$ + woda ściek. 200 t/ha	207,5
6	$N_{40}P_{40}K_{80}$ + woda ściek. 200 t/ha	265,8
7	Torf surowy 10 t/ha s. m. + woda ściek. 200 t/ha	248,6
8	Torf surowy 10 t/ha s. m.	243,1
9	Woda czysta 200 t/ha	197,8

Przedział ufności  $nt_{0,05} = 26,7$  q/ha

W doświadczeniu tym nie uzyskano pozytywnego działania nawozowego świeżego osadu ściekowego oraz wody ściekowej. Przypuszcza się, że składniki pokarmowe w świeżym osadzie nie odwodnionym są w związkach silnie zredukowanych i trudno dostępnych dla roślin. Dopiero częściowe przesuszenie, a tym samym przewietrzenie (dotlenienie), uruchamia te składniki. Stąd można wnioskować, że nie należy stosować świeżego osadu ściekowego pod rośliny uprawne. Przemawia także za tym fakt zwiększenia nakładów robocizny na transport nadmiernej ilości wody w mokrym osadzie.

Działanie nawozowe wody ściekowej w porównaniu z wodą czystą również nie dało istotnej zwyżki plonów. Wpływały na to przypuszczalnie obfite opady w czasie wegetacji.

#### 4. Doświadczenie przeprowadzone w 1959 r. z osadem odwodnionym, stosowanym pod ziemniaki

Doświadczenie to przeprowadzono w Mianowie z ziemniakami odmiany „Epoka”, wprowadzając do kombinacji osad ściekowy odwodniony i przewietrzony, obornik, torf surowy oraz nawozy mineralne.

Z wyjątkiem torfu surowego (kombinacja 3) otrzymano istotne zwyżki plonu we wszystkich kombinacjach nawozowych (w granicach 52 do 89 q/ha).

Tabela 7

## Układ kombinacji oraz plony ziemniaków

Lp.	Kombinacje i dawki nawozów	Plony ziemniaków w q/ha	Zwyżka do PK w q/ha
1	P <sub>40</sub> K <sub>80</sub>	182	—
2	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>80</sub>	234	52
3	P <sub>40</sub> K <sub>80</sub> + torf surowy 10 t/ha s. m.	193	11
4	P <sub>40</sub> K <sub>80</sub> + obornik 10 t/ha s. m.	241	59
5	P <sub>40</sub> K <sub>80</sub> + osad ściek 10 t/ha s. m.	235	53
6	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>80</sub> + torf surowy 10 t/ha s. m.	241	59
7	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>80</sub> + obornik 10 t/ha s. m.	271	89
8	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>80</sub> + osad ściek. 10 t/ha s. m.	241	59

Przedział ufności  $nt_{0,05} = 18,5$  q/ha

Działanie osadu ściekowego na tle PK (kombinacja 5) jest prawie równe działaniu obornika (kombinacja 4) i pełnej dawce nawozów mineralnych (kombinacja 2), a przewyższa działanie torfu surowego (kombinacja 3).

Na tle NPK uzyskano istotną zwyżkę plonów do wszystkich kombinacji nawozowych tylko przy oborniku (kombinacja 7).

Dołek nawozu mineralnego do osadu, także i w tym wypadku, nie spowodował zwyżki plonu. Z tego właśnie względu osad ściekowy należy uznać za wartościowy nawóz ze szczególnie dobrym działaniem azotowym.

#### 5. Doświadczenie przeprowadzone w 1959 r. z osadem odwodnionym, stosowanym pod buraki

Doświadczenie to przeprowadzono w Mianowie przy podobnym układzie kombinacji i dawkach nawozów, jak w doświadczeniu poprzednim z ziemniakami (doświadczenie 4).

Jak wynika z tabeli 8, plony buraków należy uznać za słabe. Powodem tego była susza w okresie wegetacyjnym oraz późny siew buraków (14. V) ze względu na walkę z płaszczyncem burakowym, prowadzoną na terenie całego województwa.

Wszystkie kombinacje nawozowe dają istotną zwyżkę plonu w porównaniu do kombinacji PK.

Zaznacza się wybitne działanie obornika na tle PK, jak i NPK. Porównując kombinacje z osadem ściekowym na tle nawożenia PK i NPK z obornikiem, widzimy, że osad ustępuje obornikowi. Na podstawie powyższego można wnioskować, że buraki pastewne nie są w stanie korzystać z azotu w osadzie ściekowym w takim stopniu, jak ziemniaki.



Tabela 8

## Układ kombinacji oraz plony buraków w q/ha

Lp.	Kombinacje i dawki nawozów	Plony buraków w q/ha	Zwyżka do PK w q/ha
1	P <sub>40</sub> K <sub>80</sub>	211	—
2	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>80</sub>	269	58
3	P <sub>40</sub> K <sub>80</sub> + torf surowy 10 t/ha s. m.	252	41
4	P <sub>40</sub> K <sub>80</sub> + obornik 10 t/ha s. m.	318	107
5	P <sub>40</sub> K <sub>80</sub> + osad ściekowy 10 t/ha s. m.	263	52
6	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> + torf surowy 10 t/ha s. m.	274	63
7	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> + obornik 10 t/ha s. m.	344	133
8	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> + osad ściekowy 10 t/ha s. m.	293	82

Przedział ufności  $nt_{0,05} = 29,3$  q/ha

Osad, zarówno na tle nawożenia PK, jak i NPK, w porównaniu z pozostałymi kombinacjami nawozowymi nie dał istotnych zwyżek plonu.

6. Doświadczenie przeprowadzone w 1959 r. z owsem  
po doświadczeniu (nr 2) z 1958 r. z ziemniakami

Pragnąc stwierdzić następcze działanie azotowe użytych materiałów (szczególnie osadu), wiosną 1959 r. po ziemniakach w Mianowie, po uprzednim zastosowaniu nawożenia fosforowo-potasowego w ilości P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 40 kg/ha i K<sub>2</sub>O 80 kg/ha, zasiano owies, którego plony z poszczególnych kombinacji przedstawia tabela 9.

Tutaj wyraźnie zarysowuje się dodatni wpływ następczy osadu, chociaż osiągnięte plony owsa uznać należy za niezbyt wysokie. Głównym powo-

Tabela 9

## Plon owsa

Lp.	Kombinacje i dawki nawozów stosowane pod ziemniaki w 1958 r.	Plony ziarna owsa w q/ha	Zwyżka do PK w q/ha
1	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	15,9	—
2	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	19,6	3,7
3	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + torf surowy 10 t/ha s. m.	17,1	1,2
4	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + osad ściekowy 10 t/ha s. m.	19,9	4,0
5	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + torf surowy 10 t/ha s. m.	19,9	4,0
6	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + osad ściekowy 10 t/ha s. m.	24,0	8,1
7	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + torf sur. + osad ściek. 1 : 1 razem 10 t/ha s. m.	19,6	3,7

Przedział ufności  $nt_{0,05} = 2,14$  q/ha

dem takiego stanu rzeczy jest susza, jaka panowała w okresie wegetacyjnym 1959 r.

Istotne zwyżki plonu uzyskano we wszystkich kombinacjach nawozowych z wyjątkiem torfu surowego (kombinacja 3) w stosunku do PK.

W kombinacjach z NPK + osad ściekowy (kombinacja 6) uzyskano najwyższy plon ziarna (24 q/ha) i zwyżka ta jest istotna w stosunku do wszystkich pozostałych kombinacji nawozowych.

A więc działanie azotowe osadu ściekowego występuje w sposób wyraźny także i w II roku po jego zastosowaniu.

W doświadczeniu tym nie podajemy plonów słomy owsa, ponieważ statystyczne obliczenia wykazały nieistotność różnic pomiędzy poszczególnymi kombinacjami nawozowymi.

#### d. Wnioski ogólne

Osad rzeki Ner różni się nieco swym składem chemicznym od osadów pochodzących ze wstępnego oczyszczania ścieków miejskich, głównie pod względem dodatkowych zanieczyszczeń piaskiem i krzemionką oraz mniejszą zawartością substancji organicznej i skadników pokarmowych.

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń widać, że azot zawarty w osadzie jest bardziej przyswajalny przez ziemniaki niż przez buraki pastewne.

Wydaje się, że lepiej stosować osad odwodniony (o wilgotności około 50% H<sub>2</sub>O) niż osad świeży, wydobyty tuż przed wywozem na pole (około 65% H<sub>2</sub>O). Optymalna dawka odwodnionego osadu powinna wynosić około 20 t/ha suchej masy lub 40 t/ha wilgotnego pod rośliny okopowe, szczególnie ziemniaki.

Ze względów ekonomicznych należałoby osad z rzeki Ner polecać do wykorzystania jako dobry nawóz organiczny pod rośliny okopowe (zwłaszcza ziemniaki) z równoczesnym dodatkiem nawozu potasowego, którego osad zawiera minimalne ilości.

#### LITERATURA

1. Birecka H., Winowski Z., Wojtowska R.: Badania nad wartością nawozową osadu kanalizacyjnego. Roczn. Nauk Roln. 1954, t. 68, z. 4, s. 666.
2. Botuk B.: Oczyszczka bytowych stocznych wod. Moskwa 1949.
3. Górski M.: Nawozy organiczne. Warszawa 1954.
4. Kreuz A.: Handbuch d. landwirtschaftlichen Abwässerverwertung. Berlin 1938.
5. Kucharenko A. A., Mielnikowa O. M.: Izpolzowanie osadka stocznych wod w progorodnom sielskom choziajstwie i zielonom stroitelstwie. „Gorod. Choz. Moskwy”, mies. nr 2/1954, s. 23.
6. Leończyk A.: Kierunki do zwiększenia efektów gospodarczych rolniczo-ogrodniczego wykorzystania ścieków miasta Łodzi. (ref. B. Projektów Bud. Kom. m. Łodzi).

7. Musierowicz A.: Nawozy mineralne. Warszawa 1949.
8. Orteg el R.: Die landwirtschaftliche Verwertung d. Abwässer d. Stadt Memmingen. „Wasser und Boden“. 10/1955.
9. Skibnie wski L.: Rolnicze wykorzystanie ścieków miejskich i przemysłowych. Warszawa 1951.
10. Szwańska A. P.: Izpolzowanje swieżego i zrięłego osadka w kaczestwie udobrienja. Raboty nauczno-issledowatielskowo Otdiëła Tresta. Mosoczistwod. Sbornik nr 1. Moskwa 1938.
11. Wierzbicki J.. Rolnicze wykorzystanie ścieków. Wrocław 1956.
12. Wierzbicki J., Dragun W.: Wykorzystanie wód ściekowych do nawodnień plantacji topolowych. Roczn. Nauk Roln. t. 72-F-4, 1958, s. 1307.
13. Wierzbicki J.: Rolnicze wykorzystanie wód ściekowych w Polsce. Gosp. Wodna, z. 12, 1949.
14. Ziaja W.: Wpływ intensywności nawodnień wodami ściekowymi rzeki Ner na skład botaniczny łąk. Roczn. Nauk Roln., t. 72-F-4, 1958 r. s. 1411.