

ODDZIAŁYWANIE SUROWYCH ŚCIEKÓW Z ZAKŁADU PRZETWÓRSTWA OWOCÓW I WARZYW NA PŁONOWANIE I SKŁAD CHEMICZNY RUNI ŁAKOWEJ

Zdzisław Ciećko¹, Andrzej C. Żołnowski¹, Witold Łopieński²

¹ Katedra Chemii Środowiska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

² Zakład Produkcyjny „Tymbark S.A.”, Oddział w Olsztynku

Wstęp

Przemysł owocowo-warzywny pozostawia stosunkowo duże ilości ścieków. Pochodzą one z obróbki i konserwowania wykorzystywanych surowców [MAKOSZ 2000]. Z przerobu 1 tony owoców i warzyw powstaje od 5 do 20 m³ ścieków o ładunku BZT₅ od 3 do 10 mg O₂·dm⁻³ [KUTERA, CZYŻYK 1992]. Łączna ilość ścieków odprowadzona z przetwórnii owocowo-warzywnych w kraju w 2003 i 2004 roku odpowiednio wynosiła 19,2 i 16,1 hm³. Ścieki te stosunkowo trudno poddają się mikrobiologicznej mineralizacji w środowisku wodnym ze względu na obecność kwasów organicznych i garbników, jak też pozostałości środków chemicznych wykorzystywanych do mycia i konserwacji [KUTERA, CZYŻYK 1992].

Ścieki z przemysłu rolno-spożywczego, do których również należą obecnie badane, stanowią znaczne źródło biogenów, substancji organicznej i wody [SADEJ, WRÓBEL 1996; CIEĆKO i in. 2000]. Poza tym ścieki te w odróżnieniu od ścieków komunalnych i przemysłowych lub komunalno-przemysłowych na ogół nie stanowią zagrożenia pod względem zawartości składników szkodliwych, jak też są bardziej bezpieczne od strony sanitarnej [CZYŻYK 1995].

W odniesieniu do ścieków z zakładów owocowo-warzywnych preferuje się ich rolnicze zagospodarowanie [KUTERA, CZYŻYK 1992]. Środowisko glebowo-roślinne oczyszcza zastosowane ścieki i jednocześnie wykorzystuje z nich biogeny do budowy biomasy roślinnej [PARUCH 2001]. Do rolniczego wykorzystania ścieków szczególnie są odpowiednie łąki trwałe, co wynika z możliwości wielokrotnego ich nawadniania w okresie wegetacyjnym. Występująca na łąkach roślinność oraz gęsty system korzeniowy sprzyjają dobremu wykorzystaniu składników wnoszonych ze ściekami. Na trwałych użytkach zielonych, dzięki współdziałaniu roślin i gleby, oczyszczanie ścieków ze składników biogenych jest pełniejsze niż w sztucznych oczyszczalniach mechaniczno-biologicznych. Warunkiem dobrego oczyszczania ścieków na użytkach zielonych jest racjonalne ich stosowanie z uwzględnieniem małych dawek [KOSTUCH, NAZARUK 2000].

Do nawodnień roślin wykorzystuje się głównie ścieki po wstępnym, mechanicznym oczyszczeniu. Za podstawę ustalenia dawek ścieków bierze się bilans

podstawowych składników nawozowych, ilość wody ma tu znaczenie drugorzędne, chociaż ze względu na częsty jej deficyt w rolnictwie i ten czynnik ma ważne znaczenie. Bilans ten z zasady odnosi się do azotu, gdyż ten składnik w największym stopniu może zagrażać wodom powierzchniowym i gruntowym. Dawki ścieków określone na podstawie bilansu azotu na ogół zabezpieczają potrzeby roślin w pozostałe makro- i mikroskładniki pokarmowe. W wyniku rolniczego wykorzystania ścieków podstawowe składniki biogenne, a zwłaszcza azot i fosfor, są redukowane w około 70–100% w zależności od obciążenia gleby ściekami, sposobu jej użytkowania, systemu nawadniania i wielkości dawek [BEDNAREK, LIPIŃSKI 1996].

Praca dotyczy oceny ścieków surowych pochodzących z przetwórstwa owoców i warzyw pod względem zawartości makroskładników oraz wpływu na plonowanie i skład chemiczny roślinności łąkowej.

Materiał i metodyka

Badane ścieki pochodziły z Zakładu „Tymbark S.A.”, z Oddziału w Olsztynku koło Olsztyna. Ich działanie na roślinność łąkową badano na łące zlokalizowanej na glebie mineralnej ciężkiej w Zakładzie Dydaktyczno-Doświadczalnym w Tomaszowie, należącym do UWM w Olsztynie. W tym celu założono doświadczenie łąkowe z uwzględnieniem ośmiu pól, na których porównywano zróżnicowane dawki ścieków. Ścieki zastosowano wylewem powierzchniowym jednorazowo jesienią 2003 roku z uwzględnieniem dawek: 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120 i 140 m³·ha⁻¹. Oddziaływanie jednorazowo zastosowanych ścieków na plonowanie i skład chemiczny roślinności łąkowej oceniano w roku 2004 oraz jako działanie następcze w roku 2005. Ocenę w obu latach odniesiono do runi I i II pokosu. Ścieki przed wylewem przebadano pod względem zawartości suchej masy i składników nawozowych – azotu, fosforu, potasu, wapnia i magnezu. W uśrednionych próbach siana, pochodzących z poszczególnych obiektów, określono zawartość: N-NO₃, N ogółem, fosforu, potasu, wapnia, magnezu i sodu.

W ściekach i sianie N ogółem analizowano metodą Kjeldahla, fosfor metodą kolorymetryczną przy użyciu mieszaniny wanadowo-molibdenowej, a potas, wapń, magnez i sód metodą spektrometrii emisji płomieniowej. Zawartość N-NO₃ w sianie oznaczono kolorymetrycznie z zastosowaniem kwasu dwufenylosulfonowego.

Omówienie wyników

Badane ścieki charakteryzowały się małą zawartością fosforu, magnezu i wapnia, a dość wysoką ilością azotu i potasu (tab. 1). Stosunek N : P : K w tych ściekach układał się w proporcji 1 : 0,1 : 0,6. Wykorzystując je do celów nawozowych, koniecznym jest zastosowanie uzupełniającego nawożenia mineralnego fosforem i częściowo potasem.

Analizowane ścieki w porównaniu z gnojówką, tradycyjnym nawozem płynnym, zawierały średnio 4-krotnie mniej azotu, 2,6-krotnie mniej fosforu i 9-krotnie mniej potasu. Należy jednocześnie zaznaczyć, że ścieki z tego samego zakładu, które badano pięć lat wcześniej, zawierały znacznie mniej azotu i częściowo suchej masy [CIEĆKO i in. 2000].

Tabela 1; Table 1

Skład nawozowy ścieków zastosowanych w doświadczeniu
Macronutrients composition of the sewage used in experiment

Składnik Nutrient	Zawartość w świeżej masie (%) Content in fresh matter (%)	Masa wprowadzona w 20 m ³ ścieku (kg) Mass introduced in 20 m ³ sewage (kg)
Sucha masa; Dry matter	2,490	498,0
pH	3,88	—
Azot (N ogółem); Nitrogen (total N)	0,112	22,4
Fosfor (P); Phosphorus (P)	0,009	1,8
Potas (K); Potassium (K)	0,062	12,4
Wapń (Ca); Calcium(Ca)	0,012	2,4
Magnez (Mg); Magnesium (Mg)	0,006	1,2
Stosunek N : P : K; Ratio N : P : K	1 : 0,1 : 0,6	

Zawartość składników nawozowych w gnojówce (w celu porównania) %:

- sucha masa	1,000–3,000
- azot (N)	0,300–0,600
- fosfor (P ₂ O ₅)	0,004–0,044
- potas (K ₂ O)	0,032–0,830
- wapń (CaO)	0,020–0,029
- sód (Na ₂ O)	0,022–0,126

Tabela 2; Table 2

Plony suchej masy roślinności łąkowej uzyskane w 2004 i 2005 roku (t·ha⁻¹)
Dry matter yield of the meadow sward harvested in 2004 and 2005 year (t·ha⁻¹)

Dawka ścieków (m ³ ·ha ⁻¹) Dose of sewage (m ³ ·ha ⁻¹)	2004			2005		
	I pokos I cut	II pokos II cut	suma total	I pokos I cut	II pokos II cut	suma total
0	3,09	2,56	5,65	2,09	0,88	2,97
20	3,25	2,71	5,96	2,10	0,96	3,06
40	3,31	3,08	6,39	2,81	1,45	4,26
60	3,84	3,38	7,22	2,72	1,42	4,14
80	3,45	2,62	6,07	2,42	1,30	3,72
100	2,15	2,26	4,41	1,73	1,15	2,88
120	1,70	2,20	3,90	1,89	1,16	3,05
140	1,64	1,29	2,93	1,68	1,15	2,83
NIR _{0,05} ; LSD _{0,05}	** 0,37	** 0,33		** 0,36	** 0,20	

** różnice istotne przy p = 0,01; significant differences at p = 0.01

Znając zawartość składników nawozowych w ściekach można na tej podstawie określić ich przybliżone dawki pod poszczególne rośliny uprawne. W przypadku rozpatrywanych ścieków za podstawę należy przyjąć potrzeby nawozowe roślin łąkowych na azot, czyli ten składnik, którego jest najwięcej. Jako dawkę optymalną dla łąk kośnych uważa się obecnie 150–250 kg N·ha⁻¹. Ten poziom nawożenia odnosi się do całego okresu wegetacji i musi być odpowiednio dzielony. Zwykle zaleca się nawożenie pod każdy kolejny odrost tak na użytkach kośnych,

jak i wypasanych. Chcąc pokryć wymienione potrzeby w całości badanymi ściekami, to należałoby zastosować dawki rzędu 134–224 m³·ha⁻¹. Są to dawki bardzo duże i jednorazowe ich zastosowanie nie jest uzasadnione, gdyż gleba nie ma tak dużej pojemności wodnej i nie jest w stanie wchłonąć takiej ilości. W przypadku zastosowania takich dawek może nastąpić przemieszczanie ścieków na inne pola i do otwartych zbiorników wodnych. Ponadto przy wprowadzeniu na pola takich dawek może dojść do naruszenia równowagi powietrzno-wodnej w glebie, co w konsekwencji będzie rzutować niekorzystnie na zdrowotność roślin i na ich plon końcowy.

W obecnie przeprowadzonym doświadczeniu, w którym ścieki zastosowano jednorazowo jesienią, maksymalna dawka azotu, jaką z nimi wprowadzono, wynosiła 157 kg N·ha⁻¹.

Najkorzystniej na plon siana w pierwszym roku badań (2004 r.) działała dawka 60 m³·ha⁻¹, a we wpływie następczym, czyli drugim roku (2005 r.), dawka 40 m³·ha⁻¹. Zwiększenie plonu siana w tych obiektach było wysoce istotne i odpowiednio wynosiło 28 i 43% w stosunku do obiektu kontrolnego. Dalsze zwiększenie dawek ścieków przyczyniło się do systematycznego spadku plonu siana. W innym doświadczeniu z jęczmieniem, w którym oceniano ścieki z tego samego zakładu, najkorzystniej na plon ziarna i słomy działały dawki 25 i 50 m³·ha⁻¹ [CIEĆKO i in. 2000].

Wykazane zmniejszenie plonu siana w obiektach nawożonych wyższymi dawkami ścieków (80–140 m³·ha⁻¹) było przypuszczalnie spowodowane wprowadzaniem na powierzchnię poletek ścieków o stosunkowo niskim pH (tab. 1), a to skutkowało obniżeniem odczynu warstwy próchnicznej gleby i prawdopodobnie uwolnieniem toksycznego glinu i manganu. Efekt ten był widoczny również w drugim roku wegetacji.

Tabela 3; Table 3

Zawartość makroskładników w runi łąkowej zebranej w pierwszym roku (2004) po zastosowaniu ścieków, w g·kg⁻¹ siana (średnia z I i II pokosu)

Content of macronutrients in meadow sward harvested in the first year (2004) after sewage use, g·kg⁻¹ hay (mean for I and II cut)

Dawka ścieków (m ³ ·ha ⁻¹) Dose of sewage (m ³ ·ha ⁻¹)	N ogółem Total N	N azota- nowy Nitrate N	Fosfor (P) Phosphorus	Potas (K) Potassium	Wapń (Ca) Calcium	Magnez (Mg) Magnesium	Sód (Na) Sodium
0	8,3	0,217	4,1	16,2	7,0	1,5	0,21
20	9,8	0,225	4,0	15,7	6,6	1,6	0,19
40	10,7	0,229	4,3	15,8	6,6	1,6	0,19
60	11,2	0,240	4,3	16,0	6,8	1,7	0,19
80	12,0	0,241	4,1	15,8	7,3	1,7	0,19
100	11,9	0,268	4,3	15,9	7,5	1,6	0,18
120	11,6	0,256	4,4	14,9	7,2	1,7	0,18
140	11,1	0,262	4,5	14,8	7,3	1,6	0,18
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	** 1,1	r.n.; n.s.	* 0,3	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	* 0,02

* różnice istotne przy p = 0,05; significant differences at p = 0.05

** różnice istotne przy p = 0,01; significant differences at p = 0.01

r.n.; n.s. różnice nieistotne; differences not significant

Tabela 4; Table 4

Zawartość makroskładników w runi łąkowej zebranej w drugim roku (2005) po zastosowaniu ścieków, w g·kg⁻¹ siana (średnia z I i II pokosu)
 Content of macronutrients in meadow sward harvested in the second year (2005) after sewage use, g·kg⁻¹ hay (mean for I and II cut)

Dawka ścieków (m ³ ·ha ⁻¹) Dose of sewage (m ³ ·ha ⁻¹)	N ogółem Total N	N azotanowy Nitrate N	Fosfor (P) Phosphorus	Potas (K) Potassium	Wapń (Ca) Calcium	Magnez (Mg) Magnesium	Sód (Na) Sodium
0	16,8	0,341	5,2	14,1	6,7	1,9	0,23
20	17,2	0,358	4,9	15,0	7,0	1,7	0,24
40	16,8	0,364	4,9	15,4	7,2	1,8	0,23
60	15,5	0,366	5,2	15,8	7,3	1,8	0,20
80	15,2	0,360	4,9	14,4	6,8	1,7	0,18
100	15,0	0,364	5,1	14,3	7,1	1,8	0,17
120	14,9	0,351	5,1	14,3	7,1	1,6	0,18
140	14,3	0,350	4,9	13,9	7,2	1,6	0,15
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	** 1,2	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	** 0,9	* 0,3	* 0,2	** 0,02

* różnice istotne przy p = 0,05; significant differences at p = 0.05

** różnice istotne przy p = 0,01; significant differences at p = 0.01

r.n.; n.s. różnice nieistotne; differences not significant

Badane ścieki w niewielkim stopniu różnicowały skład chemiczny pozyskanego siana (tab. 3 i 4). W pierwszym roku prowadzenia doświadczenia zwiększenie dawek ścieków od 20 do 80 m³·ha⁻¹ przyczyniło się jedynie do istotnego zwiększenia zawartości N ogółem w sianie. Wzrost jego zawartości wynosił maksymalnie 45%, tj. 3,7 g·kg⁻¹ (tab. 3). Stwierdzono również istotny w stosunku do obiektu kontrolnego wzrost zawartości fosforu po zastosowaniu dawek 120 i 140 m³·ha⁻¹ oraz spadek zawartości sodu. Pozostałe badane składniki w runi zarówno w pierwszym, jak i w drugim roku zbioru, nie wykazywały większego uzależnienia od dawki zastosowanych ścieków.

Wykorzystanie ścieków w rolnictwie stanowi istotne ogniwo w obiegu składników nawozowych i wody. Zdaniem KACZORA [1996] plonowanie roślin na wysokim poziomie można uzyskać nawadniając je ściekami i stosując jednocześnie nawożenie uzupełniające w formie nawozów mineralnych.

Wnioski

Z podsumowania dokonanej oceny wartości nawozowej ścieków surowych pochodzących z przetwórstwa owoców i warzyw nasuwają się następujące wnioski:

1. Badane ścieki pod względem zawartości składników nawozowych są zbliżone do ścieków z innych zakładów przemysłu owocowo-warzywnego. Z pięciu badanych składników nawozowych najwięcej zawierały azotu (0,112%), mniej potasu (0,062% K) i fosforu (0,009% P).
2. W warunkach gleby ciężkiej najkorzystniej na plon siana w pierwszym roku badań działała dawka ścieków surowych 60 m³·ha⁻¹, a w drugim roku

- (wpływ następczy) dawka $40 \text{ m}^3\text{-ha}^{-1}$. Zwyżka plonu siana w tych obiektach odpowiednio wynosiła 28 i 43% w stosunku do kontroli.
3. Zastosowanie ścieków w dawkach $80\text{--}140 \text{ m}^3\text{-ha}^{-1}$ przyczyniło się do dużego spadku plonu siana. Przy tych dużych dawkach przypuszczalnie nastąpiło uruchomienie toksycznego dla roślin glinu i manganu, spowodowane kwaśnym odczynem ścieków.
 4. Wzrastające dawki ścieków w zakresie od 20 do $80 \text{ m}^3\text{-ha}^{-1}$ przyczyniły się do znacznego wzrostu zawartości N ogółem w sianie (maksymalnie o 45%), ale tylko w pierwszym roku badań, to jest po bezpośrednim ich zastosowaniu.

Literatura

- BEDNAREK W., LIPIŃSKI W. 1996.** *Kationy wymienne w glebie poddanej oddziaływaniu ścieków oczyszczonych Lublina*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 437: 89–94.
- CIEĆKO Z., ŁOPIEŃSKI W., WYSZKOWSKI M. 2000.** *Reakcja jęczmienia jarego na nawożenie ściekami z zakładu przetwórstwa owoców i warzyw (badania wstępne)*. Fol. Univ. Agric. Stetin. 211, Agricultura 84: 57–62.
- CZYŻYK F. 1995.** *Wpływ ścieków na skład chemiczny gleb*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 418: 571–576.
- KACZOR A. 1996.** *Wpływ oczyszczania ścieków miejskich na plonowanie i zmiany w składzie chemicznym kukurydzy i gorczycy*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 437: 217–222.
- KOSTUCH R., NAZARUK M. 2000.** *Osiągnięcia gospodarki łąkowo-pastwiskowej w kończącym się stuleciu*. Wiad. Mel. i Łąk. 1: 20–26.
- KUTERA J., CZYŻYK W. 1992.** *Oczyszczanie ścieków z zakładów owocowo-warzywnych Pułliszki poprzez ich wykorzystanie do nawadniania łąk*. Wiad. IMUZ 17(2): 425–442.
- MAKOSZ E. 2000.** *Programy działań dostosowawczych w zakresie ochrony środowiska w branży owocowo-warzywniej*. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny 10: 41–43.
- PARUCH 2001.** *Wpływ nawodnień ściekami z drożdżowni na wybrane właściwości gleby i czystość wód*. Zesz. Nauk AR we Wrocławiu, Melioracja XLII(417): 81–103.
- SADEJ W., WRÓBEL Z. 1996.** *Rolnicza przydatność ścieków z gorzelni*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 437: 317–322.

Słowa kluczowe: surowe ścieki, łąka, plon siana, zawartość makroskładników

Streszczenie

Praca dotyczy oceny surowych ścieków pochodzących z przetwórstwa owoców i warzyw pod względem zawartości makroskładników oraz wpływu na

plonowanie i skład chemiczny roślinności łąkowej. Rozpatrywane ścieki z pięciu badanych składników nawozowych najczęściej zawierały azotu (0,112%), a następnie potasu (0,062% K) i fosforu (0,009% P). W warunkach gleby ciężkiej najkorzystniej na plon siana w I roku badań działała dawka 60 m³, a w drugim roku (wpływ następczy) dawka 40 m³·ha⁻¹. Zwyżka plonu siana w tych obiektach odpowiednio wyniosła 28 i 43%. Większe dawki ścieków spowodowały duży spadek plonu siana, szczególnie w I roku badań. W składzie chemicznym runi łąkowej zastosowane ścieki, w dawkach od 20 do 80 m³·ha⁻¹, przyczyniły się do znacznego wzrostu zawartości N ogółem, ale tylko w I roku badań, to jest po bezpośrednim ich zastosowaniu.

EFFECT OF CRUDE SEWAGE FROM FRUIT AND VEGETABLE PROCESSING PLANT ON THE YIELD AND CHEMICAL COMPOSITION OF MEADOW VEGETATION

Zdzisław Ciećko¹, Andrzej C. Żołnowski¹, Witold Łopieński²

¹ Department of Environmental Chemistry,
University of Warmia and Mazury, Olsztyn,

² Tymbark S.A. Company, Olsztynek

Key words: crude sewage, meadow, hay yield, macronutrient content

Summary

Paper dealt with an analysis of crude sewage from a fruit and vegetable processing plant in terms of macronutrient content and effect on the yield and chemical composition of meadow vegetation. Among five determined fertilizer components, the sewage was characterized by the highest content of nitrogen (0.112%), followed by potassium (0.062% K) and phosphorus (0.009% P). Under conditions of heavy soil cultivation, the rate of 60 m³ and 40 m³·ha⁻¹ (residual effect) showed the most favorable impact on hay yield in the first and second year of study, respectively. The respective increase of hay yield in these treatments reached 28 and 43%. Higher sewage rates contributed to substantial decrease in hay yield, especially in the first year. As for the chemical composition of meadow vegetation, the sewage rate of 20 to 80 m³·ha⁻¹ considerably increased of total nitrogen content, but only in the first year of study, i.e. immediately after application.

Prof. dr hab. Zdzisław **Ciećko**
Katedra Chemii Środowiska
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
ul. Plac Łódzki 4
10-718 OLSZTYN
e-mail: zdzislaw.ciecko@uwm.edu.pl