
ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN – POLONIA

VOL. XXIII, 40

SECTIO EE

2005

Katedra Higieny Zwierząt i Środowiska Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt
Akademii Rolniczej w Lublinie
Przedsiębiorstwo Odczynniki Chemiczne (POCH) Sp. z o. o. w Lublinie

HENRYK KRUKOWSKI, MAGDALENA POPIOŁEK-PYRZ,
IRENA SIENKIEWICZ

*Skład ścieków z dojarni w gospodarstwie
chovu bydła mlecznego*

The Composition of the Sewage from Milking Parlour in Dairy Herds

Ścieki to zużyte wody, powstające wskutek czynności fizjologicznych ludzi i zwierząt oraz działalności gospodarczej człowieka. Zawierają zanieczyszczenia mineralne i organiczne w postaci zawiesin i emulsji oraz roztworów i koloïdów. W skład ścieków z gospodarstwa chovu bydła mlecznego wchodzi zarówno roztwory, jak i emulsje, np. mleko, środki myjąco-dezynfekujące, a także zawiesiny w postaci cząstek gleby i nawozu. W przeważającej części są to substancje organiczne zawierające składniki nawozowe i biogenne. Ocena składu ścieków pozwala na określenie możliwości ich rolniczego wykorzystania do nawadniania i nawożenia trwałych użytków zielonych. Rolnicze wykorzystanie ścieków, zdaniem Dzierżyca [2], powoduje wzrost zasobności gleby w składniki pokarmowe, zmienia się też mikroklimat oraz właściwości biochemiczne i fizyczne gleby. Sikorski [11, 12] zaś uważa, że zagadnienia związane z zagospodarowaniem ścieków na terenach wiejskich nie zostały jeszcze w zadowalającym stopniu rozpoznane.

W dostępnym piśmiennictwie nie znaleziono pozycji dotyczących oceny składu ścieków z dojarni w indywidualnych gospodarstwach, zajmujących się produkcją mleka, oraz sposobu ich zagospodarowania. Celem badań była ocena fizykochemiczna składu ścieków pochodzących z dojarni krów w fermie bydła mlecznego W. F. w woj. lubelskim.

MATERIAL I METODY

W badanym gospodarstwie znajdowało się 40 krów rasy holsteińsko-fryzyjskiej, w tym trzdzieści sześć dojnych. Materiałem badanym były ścieki pochodzące z dojrni i niezawierające ścieków bytowych. Ścieki spływały grawitacyjnie do zbiornika bezodpływowego, zlokalizowanego w odległości kilku metrów od budynku dojrni. Zbiornik wykonany był z kręgów betonowych o pojemności 4 m³.

Próby ścieków pobierano do wyjałowionych probówek. Przy pobieraniu każdej próby mierzona była temperatura powietrza i ścieków. Próby ścieków analizowano w tym samym dniu, w którym były pobrane. Ocenę jakości ścieków przeprowadzono w laboratorium POCH w Lublinie zgodnie z wymaganiami Polskich Norm. Metodyka badań została dodatkowo uzgodniona z laboratorium oczyszczalni ścieków miasta Lublina w Hajdowie.

Badania obejmowały następujące oznaczenia: 1. Odczyn pH – metodą elektrometryczną z użyciem pehametru. 2. Przewodność elektrolityczna właściwa – metodą konduktometryczną wyrażoną w $\mu\text{S}/\text{cm}$. 3. Biochemiczne zapotrzebowanie tlenu – BZT₅ – metodą rozcieńczeń, polegającą na określeniu zużycia tlenu na procesy mineralizacji związków organicznych w temperaturze 20°C w okresie pięciodniowej inkubacji próbki. 4. Tlen rozpuszczony – metodą Winklera, polegającą na utlenieniu wodorotlenku manganowego do związków manganu czterowartościowego tlenem rozpuszczonym w ściekach w środowisku alkalicznym. 5. Chemiczne zapotrzebowanie tlenu – ChZT – metodą nadmanganianową i dwuchromianową. 6. Chlorki – metodą Mohra. 7. Siarczany – metodą wagową. 8. Fosforany – metodą kolorymetryczną z molibdenianem amonu i chlorkiem cynawym jako reduktorem. 9. Azot ogólny – metodą Kjeldahla. 10. Azot amonowy – metodą destylacji. 11. Azot azotynowy – metodą kolorymetryczną z kwasem sulfanilowym i 1-naftyloaminą. 12. Azot azotanowy – metodą kolorymetryczną z kwasem fenolodwusulfonowym. 13. Zawiesina łatwoopadająca – metodą objętościową, polegającą na określeniu objętości opadniętych zawiesin w leju Imhoffa w przeciągu dwóch godzin. 14. Zawiesina ogólna – metodą wagową. 15. Sucha pozostałość, pozostałość po prażeniu, strata przy prażeniu – metodą wagową. 16. Detergenty – metodą z błękitem metylenowym. 17. Zagniwalność ścieków – metodą polegającą na określeniu czasu, w którym zostanie zużyty tlen znajdujący się w ściekach. 18. Mangan, miedź, żelazo, ołów, cynk, kadm, chrom, kobalt, magnez, sód, potas, wapń – metodą absorpcyjnej spektrofotometrii atomowej.

Wyniki badań zestawiono w tabeli jako średnie arytmetyczne i odchylenia standardowe.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Badaniami objęto ścieki powstające w gospodarstwie chowu bydła mlecznego, pochodzące z hali udojowej. Próby pobierano pięciokrotnie. Cztery z nich pobrano w miesiącach letnich, gdy temperatura powietrza przekraczała 18°C. Ostatnia próba pobrana została w temperaturze powietrza -1°C. Temperatura ścieków w lecie wahała się w granicach 15–16°C, w zimie wynosiła 3,6°C.

Badane ścieki cechowały się niskim odczynem (pH w granicach 5,3–5,95). Cztery próby pobrane w okresie letnim miały intensywny zapach gnilny, spowodowany wydzielaniem się specyficznych substancji, takich jak siarkowodor i amoniak, co ma miejsce w ściekach zagniętych w zbiornikach bezodpływowych.

Tab. 1. Charakterystyka fizykochemiczna ścieków z dojarni (n = 5)
Physical and chemical characteristics of waste from milking parlour (n = 5)

Wskaźniki zanieczyszczeń	Jednostki	$\bar{X}$	SD	$V(\%)$
Temperatura	° C	13,12	5,34	40,74
Przewodnictwo elektryczne	mS/cm ²	7,18	0,48	6,68
Odczyn	pH	5,44	0,29	5,33
Tlen rozpuszczony	mg O ₂ /dm ³	0,64	1,43	223,43
BZT ₅	mgO ₂ /dm ³	624,0	40,37	6,46
ChZT _{Cr}	mgO ₂ /dm ³	445,6	74,70	16,76
Utlenialność (ChZT _{Mn})	mgO ₂ /dm ³	287,2	111,0	38,64
Siarczany	mgSO ₄ /dm ³	70,6	1,81	2,56
Chlorki	mgCl/dm ³	44,2	0,90	2,03
Azot ogólny	mgN/dm ³	21,0	4,0	19,04
Azot amonowy	mgN/dm ³	13,4	4,2	31,30
Azot organiczny	mgN/dm ³	7,64	8,14	98,16
Azot azotynowy	mgN/dm ³	0,80	0,28	35,00
Azot azotanowy	mgN/dm ³	0,14	0,31	92,85
Fosfor ogólny	mgP/dm ³	20,5	3,35	16,34
Sód	mgNa/dm ³	80,0	0,0	0,00
Potas	mgK/dm ³	63,0	1,0	1,58
Wapń	mgCa/dm ³	198,0	12,54	6,33
Magnez	mgMg/dm ³	16,6	1,34	8,07
Żelazo	mgFe/dm ³	0,86	0,66	76,74
Mangan	mgMn/dm ³	0,173	0,025	0,11
Kadm, Miedź, Chrom	mg/dm ³	<0,01	-	-
Ołów	mgPb/dm ³	<0,02	-	-
Kobalt	mgCo/dm ³	<0,03	-	-
Cynk, Nikiel	mg/dm ³	<0,10	-	-
Sucha pozostałość	mg/dm ³	1219,2	47,70	3,91
Pozostałość po prażeniu	mg/dm ³	455,6	17,56	3,85
Strata przy prażeniu	mg/dm ³	763,4	37,33	4,89
Zawiesina łatwoopadająca	cm ³ /dm ³	7,5	2,55	34,00
Zawiesina ogólna	mg/dm ³	329,2	57,66	17,51
Zagniwalność	h	2,0	1,58	79,00
Detergenty anionoaktywne	mg/dm ³	1,05	0,63	60,00

Piąta próba ścieków pobrana w okresie zimowym o pH 5,95 znacznie różniła się pod tym względem od pozostałych. Ścieki nie miały zapachu gnilnego, a zagniwalność polegająca na określeniu czasu, w którym zostanie zużyty tlen znajdujący się w ściekach, wynosiła cztery godziny w temperaturze 20°C. W czterech

zgniłych próbach ścieków brak było tlenu rozpuszczonego, w piątej jego zawartość wynosiła $3,2 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$.

Azot organiczny jest miarą ogólnej ilości związków organicznych pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, zawierających w swoim składzie azot z białek, peptydów, amin, amidów, aminokwasów i ich pochodnych. Zawarte w ściekach substancje organiczne podlegają biochemicznemu rozkładowi i wówczas azot ze związków organicznych przechodzi w azot amonowy. Część amoniaku w warunkach tlenowych może być utleniona do azotynów i azotanów, w warunkach beztlenowych następuje ich redukcja. Stąd wynikają znaczne różnice w składzie ścieków zgniłych i świeżych. Badane ścieki zawierały dużo azotu azotynowego (średnio $0,8 \text{ mg}/\text{dm}^3$); występował również azot azotanowy w ilości $0,14 \text{ mg}/\text{dm}^3$.

Analizowane ścieki zawierały znaczne ilości fosforu. Źródłem fosforu w ściekach były rozłożone związki organiczne, wydaliny zwierząt i detergenty używane do utrzymania czystości urządzeń udojowych i pomieszczeń. Z publikowanych danych wynika, że na łakach nawadnianych ściekami bytowo-gospodarczymi redukuje się od 80 do 97% azotu ogólnego oraz 90–99% fosforu [6, 7, 8, 9, 10].

Zawartość chlorków w ściekach wynosiła średnio $44,2 \text{ mg}/\text{dm}^3$ i była o około 30% większa od zawartości w wodzie używanej w gospodarstwie.

Zawartość siarczanów wynosiła średnio $70,6 \text{ mg}/\text{dm}^3$ i miała bezpośredni związek z zawartością siarczanów w wodzie.

W celu określenia ilości tlenu potrzebnego do utlenienia związków organicznych i nieorganicznych w ściekach na drodze chemicznej i biochemicznej oznaczono ChZT oraz BZT₅. Najwyższe wartości tych parametrów stwierdzono w ostatniej próbce pobranej w okresie zimowym. Zdaniem Heidricha [3] na przebieg biochemicznych procesów, których odzwierciedleniem jest BZT₅ wpływają takie czynniki, jak budowa związków organicznych, obecność substancji odżywczych, stężenie flory bakteryjnej, temperatura, pH jak też stężenie i stopień dyspersji substancji organicznej.

W badanych ściekach oznaczono również zawiesinę łatwoopadającą w leju Imhoffa, która wahała się w granicach $6\text{--}12 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$ (średnio 7,5), zawiesinę ogólną wynoszącą średnio $329,2 \text{ mg}/\text{dm}^3$, suchą pozostałość, której średnia wartość wynosiła $1219 \text{ mg}/\text{dm}^3$ oraz pozostałość po prażeniu – $455,6 \text{ mg}/\text{dm}^3$.

Z badań własnych wynika, że około 70% substancji zawartych w ściekach stanowiły związki organiczne. O dość wysokiej ogólnej zawartości substancji rozpuszczonych w badanych ściekach świadczy przewodnictwo elektrolityczne właściwe, które wynosiło średnio $7,18 \text{ mS}/\text{cm}$.

W gospodarstwie używano środków myjących i dezynfekujących, zawierających substancje powierzchniowo czynne z grupy syntetycznych detergentów anionoaktywnych. Należy zaznaczyć, że produkty handlowe nie są pojedynczymi związkami chemicznymi, lecz stanowią mieszaninę różnych detergentów, a także różnych prostszych substancji, takich jak wodorotlenki sodu i potasu, kwasy i sole kwasów nieorganicznych oraz alkaliczne sole słabych kwasów organicznych. Według Koziorowskiego [4] w porównaniu z innymi detergentami detergenty anionowe są znacznie mniej szkodliwe, co udowodniono w badaniach z bakteriami proteolitycznymi w wodzie oraz bakteriami nitryfikującymi. Zawartość detergentów anionowych w badanych ściekach utrzymywała się w zakresie 0,6–1,5 mg/dm³.

Zawartość metali w ściekach badano trzykrotnie z uwagi na powtarzalność wyników. Największe wahania wykazywała zawartość żelaza od 0,4 mg/dm³ do 1,6 mg/dm³, co związane było ze zmienną jakością wody wodociągowej używanej w gospodarstwie, której barwa według gospodarza często się zmienia, od bezbarwnej do żółtej z wytrąconym kłaczkowatym osadem, zawierającym związki trójwartościowego żelaza.

ChZT i BZT₅ oraz fosfor ogólny kilkakrotnie przekraczały dopuszczalne wartości zanieczyszczeń w ściekach wprowadzanych do wód i do ziemi [1]. Pozostałe wskaźniki fizykochemiczne zanieczyszczeń mieściły się w normach dopuszczalnych wartości.

Jak wcześniej wspomniano, w dostępnych publikacjach brakuje danych na temat rolniczego wykorzystania ścieków z gospodarstw produkujących mleko, dlatego uzyskane wyniki odniesiono do ścieków bytowo-gospodarczych i mleczarskich. Skład tych ścieków zbliżony jest do składu ścieków z badanego gospodarstwa chowu bydła mlecznego.

WNIOSKI

1. Skład fizykochemiczny ścieków z gospodarstwa chowu bydła mlecznego pochodzących z hali udojowej był porównywalny ze składem ścieków mleczarskich oraz ścieków bytowo-gospodarczych.

2. Badane ścieki nie odpowiadały wymaganiom dla ścieków odprowadzanych do wód i do ziemi, zawartym w Rozporządzeniu Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 5.11.1991 r. (Dz. U. Nr 116 poz. 503) ze względu na przekroczenie wskaźników zanieczyszczeń: BZT₅, ChZT_{Cr}, zawiesiny ogólnej i fosforu ogólnego, miały również zbyt kwaśny odczyn.

3. W celu dostosowania składu ścieków do wymogów Rozporządzenia ścieki używane do nawodnień należałoby rozcieńczać wodą.

4. Kwaśny odczyn ścieków związany był ze skłonnością do ich szybkiego zagniwania, proces ten powoduje obniżenie wartości nawozowej badanych ścieków.

5. Analizowane ścieki zawierały w swoim składzie składniki nawozowe w znaczących ilościach. Zawartość azotu, fosforu, potasu, wapnia i magnezu zbliżona była do zawartości tych składników w ściekach mleczarskich i bytowo-gospodarczych używanych do nawodnień.

6. Badane ścieki nie zawierały zwiększonych ilości metali ciężkich i detergentów.

PIŚMIENNICTWO

1. Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 5 listopada 1991 roku w sprawie klasyfikacji wód oraz warunków, jakim powinny odpowiadać ścieki wprowadzane do wód i do ziemi (Dz. U. nr 116 poz. 503).
2. Dzierżyc J.: Deszczowanie roślin. PWRiL, Warszawa 1970.
3. Heidrich Z.: Przydomowe oczyszczalnie ścieków. Poradnik, Wyd. Cent. Ośr. Inf., Bud., Warszawa 1998.
4. Koziorowski B.: Oczyszczalnie ścieków przemysłowych. Wyd. Nauk-Tech. Warszawa 1980.
5. Kuter J., Hus S.: Rolnicze oczyszczanie i wykorzystanie ścieków i gnojowicy. Wyd. AR, Warszawa 1998.
6. Kuter J., Talik B.: Agrotechniczno-technologiczne i ekologiczne aspekty wykorzystania ścieków na trwałych użytkach zielonych. Mat. Konf. nt. Intensyfikacja użytków zielonych a ochrona środowiska przyrodniczego. SITWM, 35–50, Warszawa 1990.
7. Kuter J.: Całoroczne rolnicze wykorzystanie ścieków. Biblioteczka Wiad. IMUZ, Wrocław 1971.
8. Kuter J.: Stan i technologie wykorzystania ścieków i gnojowicy w rolnictwie oraz spodziewane efekty w ochronie wód. Biblioteczka Wiad. IMUZ Falenty, 76, 1990.
9. Kuter J.: Wykorzystywanie ścieków w rolnictwie. PWRiL, Warszawa 1988.
10. Multan H.: Nawodnienia łąk wodami ściekowymi w dolinie rzeki Ner. Zesz. Nauk. SGGW, Melioracje Wodne, 5, 64–78, 1962.
11. Sikorski M.: Charakterystyka ścieków wiejskich i sposób ich unieszkodliwiania. Mat. Międzynarod. Konf, 50–57, Częstochowa 1994.
12. Sikorski M.: Gospodarka ściekami bytowymi na wsi jako czynnik ochrony środowiska. Rozpr. habilit., Wyd. IMUZ Falenty, 1998.

SUMMARY

The aim of the research was the assessment of physical and chemical composition of the sewage from milking parlour of dairy herds in the Lublin region. The physical and chemical composition of the waste from the milking parlour was comparable with the waste composition from a dairy. The sewage did not match the standards set for the waste disposed in the water or ground due to the exceeded levels of contamination indicators: BZT₅, ChZT_{Cr}, total suspension and total phosphorus. The analysed waste did not contain too large quantities of detergents and heavy metals. Fresh and not decayed waste from dairy herds can be utilized in agriculture without any introductory purification.