

# Pałeczki *Salmonella* w ściekach z zakładów przemysłu mięsnego

WALDEMAR PASZKIEWICZ

Katedra Higieny Żywności Zwierzęcego Pochodzenia Wydziału Medycyny Weterynaryjnej AR,  
ul. Akademicka 12, 20-033 Lublin

Paszkievicz W.

## *Salmonella* sp. in effluent from slaughter-houses

### Summary

The aim of the study was to determine the level of microbiological contamination of slaughter-houses effluent by *Salmonella* sp. in relation to the technological condition of particular plants. The study was carried out on industrial effluent from two meat plants which differed from each other in terms of size and level of modernization: an old plant (A) and a new one (B). The effluent from both plants received primary waste water treatment only, although in the case of plant B the treatment process was supported by adding 17% aluminum sulfate in a ratio of 150–230 g  $Al_2(SO_4)_3/m^3$ . The most generally accepted methods of determining the presence of *Salmonella* sp. were used.

The incidence of *Salmonella* sp. was noted in both plants – 55% of samples in plant A and 60% in plant B. Overall, 10 serotypes of *Salmonella* belonging to serological groups B, C and E according to Kauffmann and White were discovered with group B evidently dominating. The most common serotypes isolated from the environment of both plants were *S. Derby* (33.3% of samples from plant A and in 40.9% samples from plant B) and *S. Agona* (20.8% and 22.7% of samples respectively). All the serotypes present in the plant effluent had been previously diagnosed in the Regional Administration Unit for Epidemic Control and Hygiene due to people having falling ill after being infected by *Salmonella*. Other serotypes found in the effluent which also may have been related to possible outbreaks of epidemics were *S. Typhimurium* and *S. Mbandaka* (both serotypes were present at a level of 4.2% in plant A and 9.1% and 4.5% of samples respectively in plant B).

**Keywords:** *Salmonella* sp., effluent, slaughter-houses

Działalność przemysłowa jest głównym czynnikiem, wpływającym niekorzystnie na środowisko naturalne. Wskazują na to wyraźnie informacje Inspekcji Ochrony Środowiska uzyskiwane w rutynowych badaniach monitoringowych i kontrolnych (9). W materiałach tych szczególną pozycję zajmuje gospodarka wodno-ściekowa, której warto poświęcić większą uwagę.

Definicja ścieków podana jest w odpowiednich aktach normatywnych (34, 35) i oznacza wprowadzane do wód lub do ziemi: a) wody zużyte na cele bytowe lub gospodarcze, b) ujęte w systemy kanalizacyjne wody opadowe lub roztopowe pochodzące z powierzchni zanieczyszczonych, c) ciekłe odchody zwierzęce (z wyjątkiem gnojówki i gnojowicy przeznaczonych do rolniczego wykorzystania), d) wody odciekowe ze składowisk odpadów, e) wykorzystane solanki oraz wody lecznicze i termalne, f) wody pochodzące z odwodnienia zakładów górniczych oraz g) wody wykorzystane, odprowadzane z obiektów gospodarki rybackiej. Przez ścieki przemysłowe należy natomiast rozumieć odpływy odprowadzane z terenów, na których prowadzona jest działalność handlowa, przemyś-

łowa lub składowa, a które nie są jednocześnie ściekami bytowymi lub wodami opadowymi (35).

Mimo stałego (począwszy od 1996 r.) spadku ilości odprowadzanych ścieków przemysłowych, pozostają one nadal głównym źródłem zanieczyszczeń wód w Polsce. W 2001 r. odprowadzono w kraju ogółem 8948,2 hm<sup>3</sup> ścieków, z których 84,1% (7522,9 hm<sup>3</sup>) stanowiły ścieki poprodukcyjne, pochodzące w większości z zakładów przemysłowych (9). Ścieki wymagające oczyszczania stanowiły 26,8% (2402,4 hm<sup>3</sup>) ogółu ścieków. Z tej ilości nie poddano żadnym procesom oczyszczania 241,9 hm<sup>3</sup> (10,1%), a bezpośrednio do wód lub do ziemi odprowadzono z zakładów przemysłowych 44 hm<sup>3</sup> nieoczyszczonych ścieków.

Jedną z gałęzi przemysłu spożywczego tworzą zakłady produkujące, przetwarzające i konserwujące mięso, które zaszeregowano do grupy inwestycji mogących znacząco oddziaływać na środowisko naturalne (30). Zaliczono je też do typu instalacji, które mogą powodować znaczne zanieczyszczenie poszczególnych elementów przyrodniczych środowiska (29). Dokonuje się to z jednej strony poprzez wytwarzanie odpadów,

z których część (np. zwierzęta padłe) kwalifikowana jest jako niebezpieczne (26), z drugiej zaś przez wprowadzanie do środowiska ścieków.

Ścieki rzeźniane stanowią zagrożenie sanitarne dla środowiska naturalnego, głównie poprzez obecność w nich drobnoustrojów chorobotwórczych. Dane piśmiennictwa dotyczą w większości występowania w odpływach rzeźnianych pałeczek *Salmonella*. Drobnoustroje te stwierdzano w 0,53%, a nawet 93,8% badanych próbek (2, 8, 11, 19, cyt. 32). Prątki gruźlicy wykazywano w 2,16-7,0% próbek (3, cyt. 15). Ze ścieków izolowano także drobnoustroje rodzaju *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Yersinia*, *Brucella*, *Campylobacter*, a także *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Bacillus anthracis*, *Listeria monocytogenes* i enteropatogenne szczepy *E. coli*. Stwierdzano w nich również obecność wirusów rodzin *Picornaviridae*, *Adenoviridae*, *Coronaviridae*, *Calciviridae* (cyt. 1, 12, cyt. 15, 19, 20, 33). Z odpływów rzeźnianych i osadów ściekowych izolowano również patogenne grzyby rodzaju *Candida* (*C. albicans*, *C. crusei*, *C. tropicalis*), *Aspergillus* (*A. fumigatus*, *A. niger*), *Epidermophyton*, *Geotrichum* oraz *Trichophyton* (cyt. 33).

Założeniem badań własnych było określenie częstości występowania drobnoustrojów rodzaju *Salmonella* w odpływach pochodzących z rzeźni różniących się nowoczesnością i wielkością produkcji.

### Materiał i metody

Badania przeprowadzono na ściekach przemysłowych z 2 zakładów przemysłu mięsnego. Oceny stopnia nowoczesności zakładów dokonano wg następujących kryteriów: a) okresu funkcjonowania zakładu na rynku, b) nowoczesności technologicznej linii uboju i przetwórstwa oraz systemów instalacji oraz c) technologii oczyszczania ścieków w podczyszczalniach zakładowych. Zakład A oceniono jako starego typu, zakład B – jako w pełni nowoczesny. W okresie przeprowadzania badań produkcja w zakładzie A wynosiła 46 ton/dobę, co pozwoliło zaliczyć ten zakład do przetwórnicy średniej wielkości (17). Przy tej skali produkcji wypływ ścieków wynosił 2024 m<sup>3</sup>/dobę. Zakład B, z produkcją sięgającą 375 t/dobę, zaliczono do grupy dużych zakładów (17). Przy tym poziomie produkcji z zakładu odprowadzono 2300 m<sup>3</sup> ścieków/dobę. Istniejący w obu zakładach system kanalizacyjny zapewniał rozdział ścieków przemysłowych od ścieków socjalnych. Ścieki surowe powstające podczas procesów produkcyjnych, przed ich odprowadzeniem do kanalizacji miejskiej, poddawane były oczyszczaniu mechanicznemu w podczyszczalniach zakładowych, w procesie flotacji połączonej z jednoczesnym napowietrzaniem ścieków. W podczyszczalni zakładu B procesy oczyszczania wspomaganą dodatkowo poprzez działanie 17% siarczanu glinu w ilości 150-230 g Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>/m<sup>3</sup> ścieków.

Próbki do badań pobierano przy ujściu ścieków z podczyszczalni do kanalizacji miejskiej wg zaleceń Polskich Norm (22-24). Jednorazowo pobierano 250 ml ścieków.

Badania przeprowadzono na 40 próbkach ścieków pochodzących z zakładu A i 40 z zakładu B. Oznaczenia mikrobiologiczne wykonywano wg wskazań piśmiennictwa (4, 16, 25) oraz Polskiej Normy (21). Z odmierzonej próbki ścieków o objętości 100 ml dokonywano posiewu po 25 ml do 4 kolb za-

wierających 225 ml zbuforowanej wody peptonowej. Posiewy przednamnażano w temperaturze 37°C (± 1°) przez 18 h. Po przednamnażaniu przesiewano 0,1 ml hodowli na podłoże z chlorkiem magnezowym i zielenią malachitową (podłoże Rappaport-Vassiliadis – RV) i inkubowano w 42°C (± 1°) przez 24 h. Następnie pobierano kroplę materiału i przy pomocy ezy rozprowadzano ją na płytkach z podłożami wybiórczymi: zmodyfikowaną pożywką z zielenią brylantową, czerwienią fenolową, sacharozą i laktozą (BPLS agar mod., Merck, nr kat. 1.10747.0500) oraz pożywką z ksylozą, lizyną i dezoksychohanem sodu (XLD agar, Merck, nr kat. 1.05287.0500). Płytki inkubowano w 37°C (± 1°) przez 24 h. W przypadku braku wzrostu inkubację przedłużano do 48 h oraz posiewano jednocześnie, na nowe płytki, materiał z czterdziestodwugodzinnej hodowli na podłożu RV. Z każdej płytki z podłożem różnicującym wybierano 5 charakterystycznych, podejrzanych kolonii, przesiewano je na skosy agarowe i hodowano w temperaturze 37°C (± 1°) przez 24 h.

Różnicowanie biochemiczne drobnoustrojów przeprowadzono w oparciu o reakcje na pożywkach szeregu izolacyjnego. W tym celu wykorzystano następujące podłoża: a) trójcukrowe (TSI, Oxoid, nr kat. CM 277), b) z mocznikiem wg Christensena, c) do wykrywania dekarboksylacji lizyny w modyfikacji Taylora (Oxoid, nr kat. CM 308), d) z 2-nitrofenylo-β-D-galaktozopiranozydem (ONPG) celem wykrycia wytwarzania β-galaktozydazy (krążki ONPG, Oxoid, nr kat. DD 13), e) do reakcji Voges-Proskauera (VP) i f) podłoże z tryptofanem do wykrywania indolu. Posiane podłoża inkubowano w temperaturze 37°C (± 1°) w czasie 24 h (z wyjątkiem pożywki VP, którą inkubowano 48 h, a także pożywki z ONPG, w przypadku wystąpienia wyniku dodatniego w ciągu 6 h), a następnie dokonywano oceny hodowli na szeregu izolacyjnym.

Czyste szczepy wykazujące cechy biochemiczne drobnoustrojów rodzaju *Salmonella* przeznaczano, po wykluczeniu szczepów samoaglutynujących, do badania serologicznego odczynem aglutynacji szkiełkowej w oparciu o schemat antygenowy Kauffmanna-White'a (14). Do badań używano surowic wyprodukowanych w Instytucie Medycyny Morskiej i Tropikalnej w Gdyni.

### Wyniki i omówienie

W ściekach z obu badanych zakładów stwierdzono występowanie drobnoustrojów rodzaju *Salmonella*. W przypadku zakładu A drobnoustroje te wykazano w 24 (60%), natomiast w zakładzie B w 22 (55%) próbkach. W kilku przypadkach stwierdzono równoczesne występowanie w jednej próbce 2 lub 3 różnych serotypów *Salmonella sp.*

W tab. 1. przedstawiono udział poszczególnych serotypów salmonelli w badanych ściekach. Salmonelle wyizolowane ze ścieków obu zakładów reprezentowały gatunek *Salmonella enterica* podgatunek *enterica* i należały do grup B, C i E. Wyraźnie dominowały serotypy grupy B. Najczęściej izolowanym serotypem była *S. Derby* (33,3% i 40,9% próbek) oraz *S. Agona* (20,8% i 22,7%), najrzadziej *S. Mbandaka* (4,2% i 4,5%). Obecność *S. Typhimurium* stwierdzono odpowiednio w 4,2% i 9,1% próbek. Zwraca uwagę, że nie wszystkie z 10 wyizolowanych serotypów występowały w obu zakładach. W próbkach z zakładu A nie stwier-

Tab. 1. Udział poszczególnych serotypów *Salmonella sp.* w ściekach badanych zakładów mięsnych

Grupa serologiczna	Serotyp	Liczba (%) próbek zawierających salmonelle	
		A (n = 24; 60%)	B (n = 22; 55%)
B	<i>S. Agona</i>	5 (20,8%)	5 (22,7%)
	<i>S. Brandenburg</i>	4 (16,7%)	0
	<i>S. Bredeney</i>	4 (16,7%)	0
	<i>S. Derby</i>	8 (33,3%)	9 (40,9%)
	<i>S. Typhimurium</i>	1 (4,2%)	2 (9,1%)
C <sub>1</sub>	<i>S. Isangi</i>	2 (8,3%)	3 (13,6%)
	<i>S. Livingstone</i>	2 (8,3%)	3 (13,6%)
	<i>S. Mbandaka</i>	1 (4,2%)	1 (4,5%)
E <sub>1</sub>	<i>S. London</i>	0	3 (13,6%)
E <sub>4</sub>	<i>S. Senftenberg</i>	1 (4,2%)	2 (9,1%)

dzono *S. London*, w próbkach z zakładu B – *S. Brandenburg* i *S. Bredeney*.

Obecność salmonelli w środowisku ludzi i zwierząt jest ciągle aktualnym problemem epidemiologicznym. Poważnym ich źródłem są m.in. ścieki z zakładów przemysłu mięsnego. Według danych z lat 1957-1968 dotyczących RFN, obecność pałeczek *Salmonella* stwierdzano w 1,8% do nawet 90% próbek ścieków (2, 8, 29, cyt. 32), w Szwecji w 30-50% próbek (cyt. 32). W Polsce izolowano je m.in. z 25,8% prób osadów ściekowych, a więc niejako „zagęszczonych” ścieków (18), a także z gnojowicy (10). Wg aktualnie obowiązujących wymagań (27, 28), zarówno ścieki do wykorzystania rolniczego, jak i osady ściekowe stosowane w rolnictwie i do rekultywacji gruntów nie mogą zawierać pałeczek *Salmonella* odpowiednio w 1 l ścieków i w 100 g osadów.

Należy podkreślić, że wszystkie serotypy wyizolowane w badaniach własnych ze ścieków rzeźnianych, były izolowane także przez stacje sanitarno-epidemiologiczne w Polsce z przypadków zachorowań na tle pałeczek *Salmonella* oraz od ludzi zdrowych (5-7).

W badanych odpływach stwierdzono także obecność *S. Mbandaka*. Jest to nowy serotyp, który po raz pierwszy został wyizolowany w Polsce w 1995 r. od ludzi (5), zwierząt i z pasz (13). W ciągu kilku lat jego znaczenie epidemiologiczne istotnie wzrosło. Obecnie jest jednym z 7 najczęściej stwierdzanych u ludzi w Polsce serotypów *Salmonella sp.* (7).

Na podstawie przeprowadzonych badań można wprowadzić następujące wnioski:

1. Stopień nowoczesności zakładu oraz chemiczne wspomaganie procesów mechanicznego oczyszczania ścieków nie wpływa na częstość występowania salmonelli w ściekach z zakładów mięsnych.

2. Wyizolowane w badaniach własnych serotypy: *S. Typhimurium*, *S. Mbandaka*, *S. Agona* i *S. Derby* odgrywały w latach 1999-2001 istotną rolę w epidemiologii salmonellozy u ludzi w Polsce (7).

## Piśmiennictwo

1. Böhm R.: Möglichkeiten der Desinfektion von Schlachthofabwässern, Fleischwirtschaft 69, 980-987, 1989.
2. Bojarski J.: Drobnoustroje chorobotwórcze w odpływach rzeźnianych. I. Drobnoustroje rodzaju *Salmonella*, Medycyna Wet. 22, 670-671, 1966.
3. Bojarski J.: Drobnoustroje chorobotwórcze w odpływach rzeźnianych. II Prątki kwasooporne, Medycyna Wet. 22, 718-719, 1966.
4. Burbianka M., Pliszka A., Burzyńska H.: Mikrobiologia żywności. PZWL, Warszawa 1983.
5. Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce w 1995 r. Państwowy Zakład Higieny, Instytut Naukowo-Badawczy – Zakład Epidemiologii, Warszawa 1996.
6. Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce w 1996 r. Państwowy Zakład Higieny, Instytut Naukowo-Badawczy – Zakład Epidemiologii Warszawa 1997.
7. Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce w 2001 r. Państwowy Zakład Higieny, Instytut Naukowo-Badawczy – Zakład Epidemiologii Warszawa 2002.
8. Frick J.: Abwasseruntersuchungen auf *Salmonella* an den Schlachthöfen der Stadt Flensburg, Praca dokt. Freie Universität Berlin 1968.
9. Główny Urząd Statystyczny: Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2002. Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2002.
10. Latała A., Krzyśko-Lupicka T., Grata K., Nabrdalik M.: Zanieczyszczenie mikrobiologiczne gnojowicy pochodzącej z fermi drobiu, Medycyna Wet. 55, 451-454, 1999.
11. Hahnfeldt K.: Abwasseruntersuchungen in der Lübecker Schlachthofen. Praca dokt. Freie Universität Berlin 1957.
12. Herbst W., Wekerle J., Flaig M., Strauch D.: Chloroformstabile, zytotoxyczne wirusy w Schlachthofabwässern, Fleischwirtschaft 70, 898-899, 1990.
13. Hosiowski A., Wasyl D., Truszczyński M.: Epidemiological investigation of salmonella serovar Mbandaka strains from animals, their food and food products in Poland during the years 1995-1997, Pol. J. Vet. Sci. 2, 43-48, 1999.
14. Kalużewski S., Tyc Z.: Diagnostyczny schemat budowy antygenowej pałeczki *Salmonella* wg Kauffmana-White'a. Suplement do „Instrukcji metodyczno-organizacyjnej Zakładu Bakteriologii PZH dla stacji sanitarno-epidemiologicznych” z uwzględnieniem 7. Rewizji schematu Kauffmana-White'a wg Zakładu Epidemiologii PZH z 2000 r. PZH, Zakład Bakteriologii, Warszawa 1988.
15. Kendereski S., Kostić M.: Bakteriologische und physiko-chemische Untersuchung von Industrieschlachthofabwässern, Fleischwirtschaft 63, 97-100, 1983.
16. Kędzia W.: Diagnostyka mikrobiologiczna w medycynie, PZWL, Warszawa 1990.
17. Kien S., Zwierzycka T.: Możliwości zmniejszenia ilości wody zużywanej przez zakłady mięsne, Gosp. Mięś. 42, 6-8, 1990.
18. Kłapeć T.: Ocena sanitarna osadów ściekowych przeznaczonych do przyrodniczego lub (i) rolniczego wykorzystania, Praca dokt., Instytut Medycyny Wsi, Lublin 1993.
19. Kucharski B.: Badanie bakteriologiczne odpływów rzeźnianych reprezentatywnych zakładów województwa lubelskiego, ze szczególnym uwzględnieniem drobnoustrojów chorobotwórczych, Praca dokt., WSR, Lublin 1969.
20. Lewicka B.: Wpływ nie oczyszczonych ścieków z zakładów mięsnych na stan sanitarny środowiska, Gosp. Mięś. 40, 15-17, 1988.
21. PN-A-82055-8: 1994 Mięso i przetwory mięsne. Badania mikrobiologiczne. Wykrywanie obecności pałeczek z rodzaju *Salmonella*.
22. PN-75/C-04620.13 Woda i ścieki. Pobieranie próbek ścieków z urządzeń technologicznych oczyszczalni ścieków do analizy fizycznej, chemicznej oraz bakteriologicznej.
23. PN-EN-25667-2:1999 Jakość wody. Wytyczne dotyczące techniki pobierania próbek.
24. PN-ISO 5667-10:1999 Jakość wody. Pobieranie próbek. Wytyczne pobierania próbek ścieków.
25. Prost E.: Metody laboratoryjnych badań sanitarnych żywności zwierzęcego pochodzenia, Wyd. AR, Lublin 1982.
26. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27.09.2001 r. w sprawie katalogu odpadów, Dz. U. Nr 112, poz. 1206.
27. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego, Dz. U. Nr 212, poz. 1799.
28. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 sierpnia 2002 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych – Dz. U. Nr 134, poz. 1140 i Nr 155, poz. 1299.
29. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 lipca 2002 r. w sprawie rodzajów instalacji mogących powodować zanieczyszczenie poszczególnych elementów przyrodniczych albo środowiska jako całości – Dz. U. Nr 122, poz. 1055.
30. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 24.08.2002 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczególnych kryteriów związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięć do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko, Dz. U. Nr 179, poz. 1490.
31. Stender A.: Pathogene Mikroben an Schlachtergeräten und im Schlachthofabwasser, Praca dokt. Freie Universität Berlin 1957, Journal Nr 188.
32. Strauch D.: Verbreitung der Salmonellen über Abwasser und Abfälle, Fleischwirtschaft 56, 917-924, 1976.
33. Strauch D.: Przeżywalność drobnoustrojów chorobotwórczych i pasożytów w wydalinach, nawozie i szlamie ściekowym, Cz. II, Medycyna Wet. 49, 117-121, 1993.
34. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska – Dz. U. Nr 62, poz. 627 i Nr 115, poz. 1229, z 2002 r. Nr 74, poz. 676, Nr 113, poz. 984, Nr 153, poz. 1271 i Nr 233, poz. 1957 oraz z 2003 r. Nr 46, poz. 392, Nr 80, poz. 717 i poz. 721.
35. Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne – Dz. U. Nr 115, poz. 1229 i Nr 154, poz. 1803, z 2002 r. Nr 113, poz. 984, Nr 130, poz. 1112 i Nr 233, poz. 1957 oraz z 2003 r. Nr 80, poz. 717.