

Odpady z chowu i uboju drobiu – zagrożenie dla środowiska czy surowiec do produkcji energii

Waste from rearing and slaughter of poultry – treat to the environment or feedstock for energy

Sylwia Myszograj¹ (a, b, c, d, e), Edyta Puchalska² (b, e)

¹ Uniwersytet Zielonogórski, Instytut Inżynierii Środowiska. Dyrektor prof. dr hab. inż. A. Jędrzak
Zakład Technologii Wody, Ścieków i Odpadów. Kierownik dr inż. S. Myszograj

² Praktyka stomatologiczna, Sulechów

(a) koncepcja

(b) zebranie materiału do badań

(c) badania laboratoryjne

(d) statystyka

(e) opracowanie tekstu i piśmiennictwa

Streszczenie

Od ponad dziesięciu lat obserwuje się systematyczny wzrost spożycia mięsa drobiowego. W 2007 r. Polska z udziałem 11% zajmowała trzecie miejsce w Europie w produkcji mięsa drobiowego, po Francji i Wielkiej Brytanii (po ok. 14%). Intensyfikacja produkcji drobiarskiej z jednej strony zapewnia wyższą opłacalność, a z drugiej strony wiąże się z większą ilością produktów odpadowych, takich jak pomiot, obornik, odpady poubojowe, martwe ptaki oraz z emisją gazów do środowiska np. amoniaku. Gospodarka odpadowa w fermach drobiu i ubojniach sporadycznie jest zgodna z obowiązującymi regulacjami prawnymi. Związane jest to z dużymi kosztami utylizacji odpadów, które ze względu na skład chemiczny i potencjalne zagrożenie sanitarne są uciążliwe dla środowiska i niebezpieczne dla zdrowia człowieka.

W artykule, na podstawie danych literaturowych i badań własnych, scharakteryzowano odpady z chowu i uboju drobiu oraz zdefiniowano możliwe drogi negatywnego wpływu na zdrowie człowieka: bezpośrednie np. przez zakażenia mikrobiologiczne lub pośrednie takie jak, emisja amoniaku do atmosfery, migracja zanieczyszczeń do wód podziemnych i powierzchniowych. Opisano możliwości utylizacji tych odpadów w procesie fermentacji metanowej. Technologia ta

zmniejsza ryzyko zagrożenia dla środowiska, a jednocześnie pozwala na odzyskanie energii odnawialnej z bioodpadów, w postaci biogazu.

W badaniach odpady z fermy oraz z ubojni indyków (wielkość ubojowa zakładu ok. 26.000 sztuk tygodniowo) poddano mezofilowej fermentacji metanowej. Do badań wytypowano 9 rodzajów odpadów: obornik indycki na słomie, świeża słoma stosowana na podściółkę, głowy, wnętrzności, nogi i pióra. Fermentacji poddano również osad poflotacyjny, ścieki poubojowe oraz osad z oczyszczalni chemicznej.

Wysoki potencjał metanowy odpadów poubojowych (ok. 73%) oraz obornika (63%), wskazują na zadowalające możliwości ich unieszkodliwiania z jednoczesnym odzyskiem energii w procesie fermentacji metanowej.

Słowa kluczowe: chów i ubój drobiu, odpady, środowisko, biogaz

Summary

Consumption of poultry has systematically grown for over 10 years. In 2007, Poland, with the participation of 11% dealt third place in Europe in the production of poultry meat with the input of 11% has taken the third place in Europe after France and the UK (about 14%). Intensification of poultry production on

Nadesłano: 15.12.2011

Zatwierdzono do druku: 26.04.2012

one hand provides to higher profitability, on the other hand generates more and more waste products, such as manure, slaughter wastes, dead birds, and the emission of gases (e.g. ammonia) into the environment. Management of waste in breeding and slaughter plants of poultry rarely complies with current regulations. This is connected with high costs of waste disposal hazardous to the environment, harmful and dangerous to human health. because of chemical composition and potential health risks.

The article, based on literature data and our own research, characterizes the waste from rearing and slaughter of poultry and define the possible ways to negative impact on human health: directly by microbial infections or indirectly by emissions of ammonia to the atmosphere, the migration of pollutants into groundwater and surface water. Options of waste uti-

lization in methane fermentation process have been presented. This technology reduces the risk of environmental hazard, while allowing for recovery renewable energy of biogas from biowaste.

Waste from the turkey farm and slaughterhouse (the size of slaughterhouse about 26,000 units per week) were of mesophilic anaerobic digestion. Nine types of waste: turkey manure on straw, fresh straw used for bedding, heads, guts, feet and feathers were chosen. Flotation sediment, sewage from the slaughtering and chemical sludge was also fermented.

High potential for methane from slaughterhouse waste (ca. 73%) and manure (63%), indicate for simultaneous disposal and energy recovery from methane fermentation process.

Key words: rearing and slaughter of poultry, solid waste, environment, biogas

Wstęp

Chów i ubój drobiu są działalnością gospodarczą nie zawsze utożsamianą z jej negatywnym oddziaływaniem na środowisko. Duże, przemysłowe fermy hodowlane oraz zakłady przetwórstwa mięsnego wytwarzają produkty odpadowe: stałe, ciekłe i gazowe, które mogą być zagrożeniem dla ludzi i środo-

wiska. Działania na rzecz ochrony środowiska wymuszają ograniczenie negatywnego wpływu tej branży. Stopień jej oddziaływania zależy od rodzaju i liczby utrzymywanych zwierząt. Od ponad dziesięciu lat postępuje systematyczny wzrost spożycia mięsa drobiowego. Równocześnie zwiększa się jego udział w ogólnej konsumpcji mięsa. W 1995 r.

Tabela I. Chów drobiu z podziałem na gatunki w latach 2000–2009 (GUS, 2010)

Table I. Rearing of poultry by species in 2000–2009 (GUS, 2010)

Gatunek drobiu	Liczba ptaków w tysiącach sztuk					
	2000 r.	2002 r.	2005 r.	2007 r.	2008 r.	2009 r.
Kury	42 649	42 178	45 201	46 289	47 487	47 736
Gęsi	614	698	2 018	781	861	866
Kaczki	3 571	3 593	4 559	3 110	2 832	2 845
Indyki	802	762	5 008	6 683	6 370	8 493

udział ten wynosił ok. 14%, w 2000 r. – ok. 21%, a w 2009 r. już ok. 34%. W 2009 r. w Polsce spożycie mięsa w przeliczeniu na 1 osobę rocznie wynosiło 70,8 kg, w tym drobiu ok. 24,0 kg [1]. W tabeli I zestawiono liczbowo sztuki drobiu hodowanego w Polsce w latach 2000–2009. Największy wzrost odchowu zanotowano dla indyków od 2005 r. [1].

Rozmieszczenie terytorialne ubojni indyków w Polsce nie zmieniło się w ostatnich latach. Nadal najwięcej indyków produkuje się w regionach warmińsko-mazurskim (54% – 10 ubojni) i lubusko-wielkopolskim (35% – 10 ubojni) [1]. Nowym i istotnym zjawiskiem dla branży indyczej, szczególnie w Polsce Zachodniej jest sprzedaż indyków żywych do Niemiec. Ocenia się, że w 2008 r. niemieckie ubojnie zakontraktowały około 1,5 mln indyków u ponad dwudziestu hodowców z woje-

wództw: lubuskiego, zachodniopomorskiego i dolnośląskiego [2].

W krajach Unii Europejskiej produkcja mięsa drobiowego w 2008 r. wynosiła 10,9 mln ton. Spożycie mięsa w przeliczeniu na 1 osobę wynosiło 22,1 kg, co stanowiło 25% ogólnego spożycia mięsa. Polska zajmowała trzecie miejsce w Europie w produkcji mięsa drobiowego z udziałem 10,8%, po Francji i Wielkiej Brytanii (odpowiednio 14,7% i 13,1%) [1].

Rodzaje i ilości odpadów z hodowli i uboju drobiu

Intensyfikacja produkcji drobiarskiej z jednej strony zapewnia wyższą opłacalność, a z drugiej wiąże się z większą ilością produktów odpadowych, takich jak pomiot, obornik, odpady poubojowe, martwe

ptaki oraz z emisją gazów do środowiska np. amoniaku. Ilość odpadów i emisja zanieczyszczeń powstających w czasie chowu i uboju drobiu zależy przede wszystkim od wielkości ferm i zakładów przetwórczych oraz przyjętych technologii. Pomimo znaczącego postępu w tej branży, związanego z intensyfikacją produkcji, systematycznym nadzorem weterynaryjnym i udoskonalaniem gatunkowym ras i odmian ptaków oraz wdrażaniem nowych technologii, problem negatywnego wpływu intensywnej produkcji drobiarskiej na środowisko jest bardzo aktualny, a gospodarka odpadowa w fermach i ubojniach drobiu sporadycznie rozwiązana jest zgodnie z obowiązującymi regulacjami prawnymi.

Pomiot i obornik drobiowy

Drób można utrzymywać na ściółce, ruszcie lub w klatkach. Produktem ubocznym chowu i hodowli drobiu jest pomiot lub obornik. W przypadku chowu w systemie klatkowym otrzymujemy czysty pomiot, a tam gdzie ptaki utrzymywane są na ściółce uzyskuje się obornik. Aspektami decydującymi o wyborze odpowiedniego systemu chowu jest rachunek ekonomiczny, rodzaj produkcji, wartość użytkowa zużytego materiału, możliwości pozyskania surowca świeżego.

Najbardziej rozpowszechniony jest system z wykorzystaniem głębokiej ściółki (warstwa o grubości ponad 15 cm). Ten rodzaj podłoża jest najzdrowszy dla ptaków. Ściółkę użytą w jednym cyklu produkcyjnym można użyć ponownie, pod warunkiem jej biologicznego odkażenia. W przypadku chowu intensywnego, ze względów sanitarno-higienicznych ściółkę zmienia się każdorazowo po poddaniu ubojowi kolejnej partii ptaków [3–5]. Najlepszym lecz trudno dostępnym i drogim, materiałem ściółkowym jest torf. Charakteryzuje się on dużą wodo- i gazochłonnością. 100 kg torfu chłonie do 400 kg wody, ilość amoniaku w pomieszczeniu jest o 20–25% mniejsza niż przy użyciu trocin. Bardzo często stosuje się tańszą i łatwiej dostępną słomę pociętą na długą sieczkę. Wilgotność jej nie może przekraczać 14%. 100 kg słomy żytniej może wchłonąć ok. 165 kg wody. Najtańszym i często stosowanym materiałem ściółkowym są suche trociny, bądź wióry drzewne. Wadą ich jest to, że chętnie zjadane są przez ptaki i mogą zalegać im w wolu. Zdolność wchłaniania wody przez różne rodzaje ściółki zestawiono w tabeli II [6].

Charakterystykę ilościową i jakościową obornika i pomiotu drobiowego przedstawiono w tabelach III i IV [6, 7].

Tabela II. Zdolność wchłaniania wody w [kg] przez 100 kg użytej ściółki (Jankowska K. 2011)
Table II. Ability to absorb water [kg] used by 100 kg bedding (Jankowska K. 2011)

Rodzaj ściółki	Ilość wchłanianej wody
Wióry drzewne z miękkiego drzewa liściastego	145
Trociny	152
Pocięta słoma pszenna	257
Pocięta słoma żytnia	265
Torf	406

Tabela III. Charakterystyka ilościowa i jakościowa obornika drobiowego (Jankowska K. 2011, Biegański M. 2008)

Table III. Quantitative and qualitative characteristics of poultry manure (Jankowska K. 2011, Biegański M. 2008)

Rodzaj nawozu	Masa nawozu od 1000 ptaków	Objętość 1 tony (m ³)	Zawartość azotu (%)	Zawartość fosforu (%)	Zawartość potasu (%)
Obornik po kurczętach brojlerach utrzymywanych na ściółce	2 t/ rzut	2,1	2,8	3,0	1,5
Obornik po kurach nioskach utrzymywanych na ściółce	30 t/rok	1,5	2,4	2,5	1,1

Tabela IV. Ilość i skład pomiotów powstających w chowie drobiu (Jankowska K. 2011, Biegański M. 2008)
Table IV. The quantity and composition of the manure produced in rearing of poultry (Jankowska K. 2011, Biegański M. 2008)

Gatunek drobiu	Ilość odchodów od 1 szt./dobę [g]	Masa 1 m ³ odchodów [kg]	Zawartość w odchodach [%]			
			wody	azotu	fosforu	potasu
Ptaki młode						
Kurki nieśne	100	605	66	1,65	1,00	0,62
Kurki rzeźne	110	680	74	1,43	0,55	0,49
Brojlery	65	622	68	1,54	0,48	0,36
Indyki rzeźne	160	640	70	1,76	0,69	0,40
Indyki hodowlane	231	690	72	1,33	0,48	0,32
Gęsi rzeźne	200	710	76	1,42	0,72	0,48
Gęsi hodowlane	340	740	78	1,40	0,67	0,45
Kaczki rzeźne	190	715	78	1,10	0,45	0,20
Kaczki hodowlane	280	700	78	1,20	0,45	0,30
Ptaki dorosłe						
Kurki nieśne towarowe	150	650	71	1,24	0,57	0,51
Kurki nieśne rodzicielskie	155	670	73	1,31	0,68	0,59
Kury mięsne	160	680	73	1,52	0,55	0,48
Indyki	260	600	64	1,68	0,61	0,38
Gęsi	392	750	82	1,38	0,58	0,43
Kaczki	340	730	80	1,00	1,40	0,62

Średnia roczna produkcja obornika wynosi średnio ok. 200 kg/m² budynku. Ilość wydalanego pomiotu zależy od spożycia paszy i wody, jakości paszy, wieku ptaków i ich wydajności. Dla przykładu indyki wydalają od 1,25 do 1,5-krotnie więcej świeżego pomiotu niż pobierają paszy. Dla indyków średni stosunek wody do paszy wynosi od 1,8–2,2 dm³/kg, zużycie wody w cyklu – 70 dm³/szt./cykl, co daje roczne zużycie wody od 130 do 150 dm³/stanowisko/rok [3]. Jakość oraz skład odchodów otrzymywanych w fermach zależy od wielu czynników, do których zalicza się: gatunek, typ użytkowy, obsadę na 1 m² oraz długość czasu utrzymywania ptaków w fermie [3, 6, 7, 9].

Padłe ptaki

Przyczynami padnięć w pierwszym tygodniu życia ptaków może być m.in. zjedanie ściółki, co powoduje niedrożność przewodu pokarmowego (ok. 8% przypadków), wydziobywanie piór, choroby piskląt, a zwłaszcza zapalenie pępka i pęcherzyka żółtkowego lub brak łaknienia i wczesna

śmierć głodowa. Pod koniec okresu odchowu przyczyną padnięć jest najczęściej niewydolność krążenia, a śmiertelność wynosi ok. 5% [10, 11]. Oprócz naturalnej śmierci ptaków należy zwrócić uwagę na przyczyny spowodowane nieodpowiednimi warunkami zoohigienicznymi w fermie, a także brakowaniem osobników, które nie spełniają norm. Padłe ptaki usuwa się z pomieszczeń inwentarskich, co najmniej raz na dobę i niezwłocznie przekazuje podmiotom zajmującym się odbiorem lub przetwarzaniem zwłok zwierzęcych.

Odpady z uboju drobiu

Ilość odpadów poubojowych (krew, pierze, głowy, niejadalne narządy wewnętrzne) zależy od gatunku, typu, linii, płci, wieku i masy ciała ubijanych ptaków. Ptaki im starsze i większe, tym udział odpadów niejadalnych wyrażonych w procentach masy ciała, jest mniejszy. Zmiany te obrazują wyniki dotyczące młodych indyków średnich rasy Białej Szerokopierśnej w wieku od 12 do 24 tygodni. Udział odpadów części niejadalnych

w tuszkach indyków 12- i 24-tygodniowych wynosi odpowiednio 12% i 8%. Nieprzydatne gospodarczo elementy w tuszkach indyckich w% wagi żywej (po odjęciu masy skóry, kości, piersi, ud, podudzi i skrzydeł) stanowią 34,5% dla indorów BIG 6

w 22 tygodniu i 36,1% dla indyczek BIG 6 w 17 tygodniu chowu [2]. W tabeli V zestawiono właściwości różnych grup odpadów powstających w ubojni drobiu zebrane na podstawie danych literaturowych [12–15].

Tabela V. Właściwości różnych grup odpadów powstających w ubojni drobiu (Deublei D. i Steinhauer A. 2009; Kashani A.K. 2009; Pound B. i Preston D. F. 1981; Salminen E. i Rintala J. 2002)

Table V. Properties of different groups of waste produced in slaughtering of poultry (Deublei D. and Steinhauer A. 2009; Kashani A.K. 2009; Pound B. and Preston D. F. 1981; Salminen E. and Rintala J. 2002)

Rodzaj odpadu	Sucha masa [%]	Sucha masa organiczna [% s.m.]	Azot Kiejdahla [% s.m.]	Białka [% s.m.]	Lipidy [% s.m.]
Pióra	24,3	91–96,7	15	91	1–10
Krew	10, 22–90	91–95	7,6	48	2
Odpadki, stopy i głowy	39	95	5,3	32	54
Kości	22,4	68	68,6	51	22

Charakterystyka odpadów uzyskana w badaniach własnych była porównywalna z danymi literaturowymi (tabela VI) [16]. Wilgotność badanych odpadów stałych wahała się od 56,1% (nogi indycze) do 88,2% (osad poflotacyjny). Udział substancji organicznych w suchej masie odpadów mieścił się w zakresie od 69,8% s.m. (dla nóg indyckich) do 94,6% s.m. (dla piór). Zawartość azotu ogólnego w próbach odpadów wynosiła od 1,9% s.m. (dla wnętrzości indyckich) do 16% s.m. (dla piór).

Wartość ilorazu C:N była bardzo zróżnicowana i wynosiła od 3,3 dla piór do 36,5 dla wnętrzości indyckich. Woda poubojowa oraz osad z oczyszczalni chemicznej stanowiły odpady o niskiej zawartości suchej masy od 3,1% (woda poubojowa) do 7,3% (osad z oczyszczalni chemicznej) oraz wysokim udziale substancji organicznych od 85,0% s.m. (dla wody poubojowej) do 72,1% s.m. (osad z oczyszczalni chemicznej).

Tabela VI. Charakterystyka odpadów poubojowych na podstawie badań własnych (Jędrzak A. i Myszograj S. 2010)

Table VI. Characteristics of slaughterhouse waste based on own research (Jędrzak A. and Myszograj S. 2010)

Nr próby	Rodzaj odpadu	Wilgotność %	Substancje organiczne	TKN (N)	OWO (C)	C:N
			% s.m.			(–)
1	głowy indycze	67,8	72,6	7,1	46,3	6,5
2	wnętrzości indycze	61,8	94,2	1,9	69,4	36,5
3	pióra	70,8	94,6	16,0	52,3	3,3
4	nogi indycze	56,1	69,8	7,5	49,8	6,6
5	osad poflotacyjny	88,2	80,6	7,4	46,8	6,3
		%	% sm	mg/dm ³		(–)
6	woda poubojowa	96,9	85,0	140	545	3,9

Wpływ odpadów i emisji zanieczyszczeń z ferm hodowlanych i uboju drobiu na środowisko i zdrowie człowieka

Fermy drobiu, obok trzody chlewnej należą do największych emitorów zanieczyszczeń typu chemicznego, biologicznego i mechanicznego. Oceny wpływu chowu i uboju drobiu na środowisko dokonuje się w oparciu o:

- Załącznik II Rozporządzenia (WE) NR 166/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 stycznia 2006 r. w sprawie ustanowienia Europejskiego Rejestru Uwalniania i Transferu Zanieczyszczeń i zmieniającego Dyrektywę Rady 91/689/EWG i 96/61/WE [8];
- Orientacyjny wykaz zanieczyszczeń właściwych dla poszczególnych branż [9].

Emisja zanieczyszczeń do powietrza

Głównym źródłem substancji emitowanych do otoczenia z instalacji chowu drobiu są utrzymywane w budynkach inwentarskich ptaki. W wyniku utrzymywania ptaków w kurnikach emitowane są głównie: amoniak (NH_3), a także siarkowodór (H_2S), metan (CH_4), podtlenek azotu (N_2O), pył,

oraz powstające w wyniku spalania gazu płynnego w nagrzewnicach: dwutlenek siarki (SO_2), dwutlenek azotu (NO_2), tlenek węgla (CO). Fermy drobiu obok wymienionych gazów wytwarzają również dwumetyloaminę, dwutlenek węgla, a także ketony, aldehydy, kwasy organiczne i inne związki o charakterze odorów [3, 9, 17]. W fermach, na których znajdują się magazyny obornika emitowane są głównie amoniak i metan.

W tabeli VII zestawiono podstawowe substancje emitowane do powietrza z instalacji chowu drobiu wraz z wartościami progowymi [9]. Dodatkowo potencjalnymi źródłami emisji zanieczyszczeń do środowiska w instalacjach do intensywnego chowu drobiu w postaci niezorganizowanej mogą być:

- ruch pojazdów po terenie fermy (przywóz paszy i gazu płynnego, przywóz i wywóz brojlerów, wywóz obornika, ruch pojedynczych samochodów osobowych),
- emisja gazu w wyniku napełniania zbiorników gazem płynnym,
- emisja pyłu w wyniku napełniania silosów paszowych.

Tabela VII. Wykaz substancji emitowanych do powietrza powstających w trakcie eksploatacji instalacji do chowu lub hodowli drobiu wraz z wartościami progowymi (poradnik GIOŚ 2009)

Table VII. List of the substances emitted to air generated during operation of installations for intensive rearing of poultry with the threshold values (poradnik GIOŚ 2009)

Lp.	Zanieczyszczenie	Wartość progowa (kg/rok)
1	metan (CH_4)	100 000
2	podtlenek azotu (N_2O)	10 000
3	amoniak (NH_3)	10 000
4	pył zawieszony PM_{10}	50 000

Najbardziej uciążliwym dla środowiska gazem produkowanym przez fermy drobiu jest amoniak. Z ogólnej ilości azotu wydalanego przez ptaki od 13 do 20% dla brojlerów oraz od 2 do 20% dla niosek, uwalniane jest z pomiotu do powietrza w postaci amoniaku. Ilość azotu, która zostanie uwolniona do powietrza z budynków inwentarskich jest ściśle uzależniona od warunków chowu, a w szczególności od odczynu obornika, wilgotności, temperatury. Dane statystyczne wskazują, że w Europie w okresie od 1950 do 1980 r. emisja amoniaku wzrosła o 50%. Emisja tego gazu od 1000 niosek utrzymywanych w bateriach wynosi od 4,9 do 6,7 g NH_3/h , a na przykład emisja siarkowodoru waha się w granicach od 24 do 138 mg $\text{H}_2\text{S}/\text{h}$,

w zależności od pory roku i zawartości wody w pomiole. Daje to w przeliczeniu od 42,9 do 54 kg NH_3/rok , a dla H_2S od 0,21 do 1,2 kg/rok [18, 19]. Głównymi źródłami amoniaku, związanymi z prowadzoną produkcją na fermach drobiu są: bezpośrednia emisja z kurników, miejsca składowania zużytej ściółki i pomiotu, pola uprawne w przypadku wykorzystania pomiotu drobiowego jako nawozu.

Amoniak uwalniany się ze ściółki w kurniku, działa niekorzystnie na ptaki, ale także na pracowników.

Ptaki gorzej rosną, spada produkcja jaj, zapadają na choroby układu oddechowego. Wykazano, że amoniak w ilości 10 mg NH_3/l powietrza, uszkadza

rzęski nabłonka migawkowego płuc u ptaków. Przy długotrwałym stężeniu wynoszącym 20 mg NH₃/l powietrza, następuje wzrost podatności ptaków na pomór rzekomy i chorobę worków powietrznych [21]. Wysoka zawartość tego gazu w kurniku powoduje spadek zapotrzebowania drobiu na energię i utratę apetytu, a w efekcie zmniejszenie przyrostów masy ciała oraz gorsze wykorzystanie paszy. Amoniak oddziałuje także negatywnie na nieśność i jakość jaj. Kurki wychowywane od 11. do 18. tygodnia w pomieszczeniach o wyższej zawartości tego gazu rozpoczęły nieśność później i miały skłonności do znoszenia jaj dużych, lecz ogólna ich ilość była mniejsza. Zaobserwowano, że wzrost poziomu amoniaku w powietrzu do 52 mg NH₃/l powietrza, spowodował spadek produkcji jaj z 81 do 75%. Nadmiar amoniaku w pomieszczeniu jest przyczyną rogowacenia spojówek, szczególnie często chorują ptaki młode. Chore ptaki siedzą i wydziobują innym pióra na grzbiecie. Zbijają się w grupy i przymykają oczy, ponieważ są wrażliwe na światło [21].

U ludzi amoniak powoduje napady kaszlu, uczucie zatykania oddechu, silne podrażnienie śluzówki nosa, oczu i dróg oddechowych, skurcze gardła. Emisja amoniaku do atmosfery powoduje powstawanie kwaśnych deszczy.

Emisja zanieczyszczeń zawartych w ściekach

W trakcie eksploatacji instalacji do chowu i hodowli drobiu powstające po zakończeniu cyklu chowu ścieki przemysłowe z mycia i dezynfekcji budynków inwentarskich oraz okresowo linii poje-

nia, trafiają do zbiorników bezodpływowych, bądź kanałów zbiorczych wewnątrz budynków inwentarskich, skąd są wywożone do oczyszczalni ścieków (transfer zanieczyszczeń zawartych w ściekach poza miejsce powstawania) [9].

Typowe zanieczyszczenia zawarte w ściekach przemysłowych powstających w trakcie eksploatacji instalacji do chowu drobiu wraz z wartościami progowymi to: azot całkowity 50.000 kg/rok, fosfor całkowity 5000 kg/rok, ogólny węgiel organiczny 50.000 kg/rok [9].

Jakość ścieków przemysłowych, powstających w rezultacie mycia i dezynfekcji pomieszczeń po zakończeniu cyklu chowu oraz okresowo przeprowadzania dezynfekcji linii pojenia, jest ściśle uzależniona od odpowiedniego oczyszczenia kurników przed procedurą mycia. Bardzo ważne jest dokładne omiecenie kurnika na sucho przed myciem budynków inwentarskich. Takie postępowanie znacząco wpływa na jakość ścieków powstających w fermie i zmniejszenie ładunku zanieczyszczeń odprowadzanych do oczyszczalni. W tabeli VIII przedstawiono wyniki badań dotyczące ścieków przemysłowych powstających na terenie dwóch ferm drobiu. W fermie A dokonano kompleksowego omiecenia kurnika przed myciem, w fermie B nie wykonano wstępnego oczyszczenia z resztek paszy i ściółki [9]. Wstępne oczyszczenie kurnika na sucho (usunięcie paszy i ściółki) wpłynęło na wielokrotne zmniejszenie zanieczyszczeń odprowadzanych ze ściekami z mycia kurnika np. dla zawiesiny ogólnej z 6,714 do 0,536 kg/m³, a dla substancji organicznych z 24,991 do 3,610 kg ChZT/m³.

Tabela VIII. Porównanie składu ścieków przemysłowych z mycia i dezynfekcji kurników (poradnik GIOŚ 2009)

Table VIII. Comparison the composition of industrial waste water from washing and disinfection of poultry houses (poradnik GIOŚ 2009)

Lp.	Zanieczyszczenie	FERMA A kurnik wstępnie czyszczony	FERMA B kurnik bez oczyszczenia
1	zawiesina ogólna (kg/m ³)	0,536	6,714
2	azot ogólny (kg N/m ³)	0,438	0,5525
3	fosfor ogólny (kg P/m ³)	0,0804	0,306
4	ChZT (kg/m ³)	3,610	24,991

Zanieczyszczenia gleby

Zgodnie z Rozporządzeniem (WE) nr 166/2006 z dnia 18 stycznia 2006 r. w sprawie ustanowienia europejskiego rejestru uwalniania i transferu zanieczyszczeń, nawożenie obornikiem drobiowym jest traktowane jako proces odzyskiwania surowców, a

nie unieszkodliwiania. Dawki nawozu kurzego zależą od rodzaju upraw. Pod zboże zaleca się dawkowanie 6 t/ha świeżego nawozu z klatek lub 1,8 t/ha ściółki spod brojlerów. Roczna dawka przeznaczona na łąki i pastwiska powinna wynosić 7,5 t/ha świeżego nawozu z klatek lub 3 t/ha ściółki z chowu

brojlerów [4]. Jedna kura produkuje rocznie od 45 do 50 kg świeżego pomiotu zawierającego 0,5 kg P_2O_5 , natomiast jeden brojler kurzy – od 22 do 24 kg świeżych odchodów o zawartości 0,24 kg P_2O_5 . Zatem na fermie liczącej po 100.000 niosek i brojlerów rocznie otrzymuje się odpowiednio 50 i 24 tony P_2O_5 , wystarczające do intensywnego nawożenia 1200 akrów ziemi [17]. Badania środowiskowe wykazują jednak, że nieprawidłowa gospodarka nawozowa może prowadzić do zachwiania równowagi między zapotrzebowaniem gleby na związki nawozowe, a ich ilością w oborniku drobiowym.

W konsekwencji dochodzi do chemicznego skażenia wód powierzchniowych i gruntowych przede wszystkim azotanami i związkami fosforu. Chcąc zapewnić optymalne wykorzystanie składników nawozowych należy przygotować odpowiedni plan uwzględniający płodozmian i potrzeby roślin. Ważnym aspektem jest również taki dobór składników pokarmowych w paszach (głównie białka), aby drób wykorzystał je optymalnie bez nadmiernego wydalania, przede wszystkim azotu. Ptaki usuwają azot z organizmu głównie w formie kwasu moczowego. Pozostałą część stanowią sole amonowe, mocznik, kreatyna, wolne aminokwasy [20].

Odpady

Funkcjonowanie instalacji do intensywnego chowu lub hodowli drobiu związane jest z powstawaniem następujących odpadów ptaki padłe i ubite z konieczności oraz padłe w wyniku epidemii, odpady weterynaryjne, opakowania po preparatach do mycia i dezynfekcji, maty dezynfekcyjne i odzież ochronna, zużyte elementy oświetleniowe (światłówki i lampy ręcione) [22]. Pomiot drobiowy klasyfikowany jest jako odpady jedynie w sytuacji, gdy nie jest wykorzystywany do nawożenia.

Problemy gospodarki odpadami w intensywnej produkcji drobiarskiej związane są przede wszystkim z utylizacją odchodów drobiowych. Powstający w fermach pomiot ptasi stanowi poważne zagrożenie dla zdrowia ludzi i środowiska, w szczególności dla wód i gleby, nie tylko w związku z opisaną emisją azotu, ale zwłaszcza z możliwością skażenia biologicznego. Z danych literaturowych wynika, że w przemysłowej fermie drobiu do potencjalnych zagrożeń dla zdrowia człowieka należą:

- *Chlamydia spp.* (szczepy ptasie) wywołująca śródmiąższowe zapalenie płuc;
- wirus H5N1 wywołujący ptasią gripę;
- *Bacillus anthracis* – wywołujący węglik w postaci płucnej, skórnej lub jelitowej;
- *Listeria monocytogenes* powodująca listeriozę mogącą przebiegać pod postacią zapalenia opon mózgowych, gardła, skóry, spojówek oraz przewlekłego zapalenia narządu rodowego;

- *Staphylococcus aureus* (gronkowiec złocisty) powodujący zakażenia ropne, stany zapalne dróg oddechowych, posocznicy;
- *Streptococcus spp.* (paciorkowiec) powodujący zapalenie płuc, jamy ustnej, dróg moczowych i innych narządów;
- *Cryptococcus neoformans* (grzyby) powodujący kryptokokozę, zapalenie płuc i opon mózgowych;
- *Candida albicans* (kropidlak biały) powodujący kandydozę paznokci, skóry lub alergię;
- *Salmonella Enteritidis* i *Salmonella Typhimurium* [23].

Zarówno człowiek jak i wszystkie gatunki zwierząt są potencjalnie podatne na zakażenie wywołane pałeczkami *Salmonella* oraz wystąpienie salmoneloz. Przyczyn tego zagrożenia w hodowli drobiu upatruje się głównie w intensyfikacji chowu ptaków na małej powierzchni oraz imporcie komponentów paszowych z krajów tropikalnych [24]. Zgodnie z danymi Głównego Inspektoratu Weterynarii w Warszawie procentowy poziom zakażeń *Salmonella* ferm drobiarskich w 2010 r. wyniósł [25]:

- stada reprodukcyjne kur (stada dorosłe) – 2,57%,
- stada kur nieśnych (stada dorosłe) – 4,48%,
- stada kurcząt typu brojler – 0,67%,
- stada indyków reprodukcyjnych – nie stwierdzono wyniku dodatniego,
- stada indyków rzeźnych – 0,7%.

Najczęściej izolowanym serotypem pałeczek *Salmonella* w stadach niosek była *Salmonella Enteritidis*, która została stwierdzona w 98 stadach, natomiast *Salmonella Typhimurium* stwierdzono w 8 stadach. Serotypy pałeczek *Salmonella* wyizolowano w 180 stadach kurcząt brojlerów spośród 26801 zbadanych stad. Najczęściej izolowanym serotypem pałeczek *Salmonella* w stadach brojlerów była *Salmonella Enteritidis*, która została stwierdzona w 171 stadach, natomiast *Salmonella Typhimurium* w 7 stadach. Serotypy pałeczek *Salmonella* stwierdzono natomiast w 24 stadach indyków rzeźnych spośród 3434 zbadanych stad. Najczęściej izolowanym serotypem pałeczek *Salmonella* w stadach indyków rzeźnych była *Salmonella Typhimurium*, która została stwierdzona w 14 stadach, natomiast *Salmonella Enteritidis* w 10 stadach [25].

Możliwości wykorzystania odpadów z chowu i ubój drobiu do produkcji biogazu

Chów i ubój drobiu związane są z emisjami zanieczyszczeń i powstawaniem odpadów. W związku z tym, że nie ma możliwości całkowitego wyeliminowania tych zagrożeń środowiskowych należy skoncentrować się na jak najbardziej skutecznym ich ograniczeniu. W celu zmniejszenia zagrożenia dla zdrowia ludzi związanego z emisją amoniaku

należy sytuować kurniki tak, aby zachować odpowiednią odległość od siedzib ludzkich oraz tworzyć zielone strefy, które hamują strumień emitowanych z kurnika gazów, ale są też miejscem ich mieszania się ze świeżym powietrzem. Dla ochrony pracowników i ptaków należy stosować wysokosprawne systemy wentylacyjne, ale naczelnym zadaniem w ograniczeniu emisji amoniaku w kurnikach jest zapewnienie utrzymania higieny w budynku na wysokim poziomie.

Obciążenie środowiska odpadami stałymi związanymi z produkcją drobiarską jest jednak głównym problemem tej branży. Producenci rzadko posiadają wystarczający areał uprawny na zagospodarowanie pomiotu i odcieków w formie nawożenia. Ponadto pomiot może być stosowany wyłącznie w okresie wegetacji. Programowe cykle nawożenia wymuszają więc okresy, w których odpady te muszą być składowane. Przetrzymany pomiot przez dłuższy czas nie jest wskazane ze względu na niepożądaną emisję gazów i odorów, jak i możliwość przeniesienia mikroorganizmów chorobotwórczych. Odpady rzeźne powstające w trakcie uboju i obróbki poubojowej mogą być przerabiane na mączki: mięsno-kostną oraz mączkę z pierza i krwi. Wobec malejącego zainteresowania hodowców mączkami polskiej produkcji, obserwuje się odchodzenie od utylizacji odpadów w ten sposób. Przy dużej mechanizacji procesu uboju można odzyskać jedynie 70% krwi,

która w większości zakładów trafia do kanalizacji. Ponadto problem unieszkodliwiania osadów powstających w cyklu technologicznym w skali całego przemysłu drobiarskiego należy uznać jako nierozwiązany. Osady o dużej zawartości tłuszczu często nie są odzyskiwane i odprowadza się je wraz ze ściekami lub po wydobyciu trafiają na składowiska. W związku z tym, że w fermach i ubojniach indyków gospodarka odpadowa sporadycznie rozwiązana jest prawidłowo, głównie ze względów finansowych, fermentacja powstających odpadów z innymi przemysłowymi odpadami organicznymi jest interesującym alternatywnym rozwiązaniem ich zagospodarowania.

Wysoka produkcja biogazu o znacznej zawartości metanu wskazują na możliwości wykorzystania procesu fermentacji metanowej do unieszkodliwiania odpadów stałych z chowu i uboju drobiu. W badaniach własnych odpady z fermy oraz z ubojni indyków (wielkość ubojowa zakładu sięga ok. 26.000 sztuk tygodniowo) poddano mezofilowej fermentacji metanowej [16]. Łącznie do badań wytypowano 9 rodzajów odpadów. Z fermy do badań pobrano obornik indyczy na słomie oraz świeżą słomę stosowaną na podściółkę. Z ubojni indyków pobrano: głowy, wnętrzności, nogi i pióra. Fermentacji poddano również osad poflotacyjny, ścieki poubojowe oraz osad z oczyszczalni chemicznej. Wyniki badań zestawiono w tabeli IX.

Tabela IX. Potencjał biogazowy i metanowy odpadów z chowu i uboju drobiu (Jędrzak A. i Myszograj S. 2010)

Table IX. Biogas and methane potential of livestock and slaughter of poultry (Jędrzak A. i Myszograj S. 2010)

Nr próby	Zawartość	Produkcja biogazu [m ³ /kg s.m.]	Produkcja metanu [m ³ /kg s.m.]	Udział metanu w biogazie [%]
1	głowy indycze	0,085	0,037	43,5
2	wnętrzności indycze	0,246	0,176	71,5
3	pióra	0,098	0,056	57,1
4	nogi indycze	0,338	0,246	72,8
5	słoma świeża	0,156	0,049	31,4
6	obornik indyczy na słomie	0,272	0,171	62,9
7	osad poflotacyjny	0,717	0,525	73,2
8	ścieki poubojowe	0,171	0,066	38,6
9	osad z oczyszczalni chemicznej	0,200	0,085	42,5

Jednostkowa produkcja biogazu dla słomy świeżej wynosiła 0,161 m³/kg s.m.org. i była porównywalna z danymi literaturowymi [12–15]. Był to gaz ubogi w metan (średni udział metanu ok. 32%).

Z obornika indyczego uzyskano ponad 2-krotnie więcej biogazu (0,330 m³/kg s.m.org.) i 4-krotnie więcej metanu (0,208 m³/kg s.m.org.). Bardzo wysoką i dla badanych odpadów najwyższą produkcję

biogazu, zawierającego średnio 73% metanu, uzyskano dla próbki osadu poflotacyjnego (0,892 m³/kg s.m.org.). Było to wynikiem dużej zawartości tłuszczu w tych osadach. Natomiast skuteczność fermentacji wody poubojowej określona była produkcją biogazu w ilości 0,188 m³/kg s.m.org. i udziale metanu w biogazie ok. 40%. W grupie odpadów stałych poubojowych najwyższą produkcję biogazu uzyskano dla próbek zawierających nogi indycze (0,484 m³/kg s.m.org.) oraz wnętrzości indycze (0,261 m³/kg s.m.org.). Udział metanu w biogazie z tych odpadów wynosił 73%. Produkcja biogazu i metanu dla próbek piór i głów indycznych była porównywalna i niska: biogaz – 0,104 i 0,117 m³/kg s.m.org., metan – 0,059 i 0,051 m³/kg s.m.org., odpowiednio [16].

Wysoki potencjał metanowy odpadów poubojowych (ok. 73%) oraz obornika (63%), wskazują na zadowalające możliwości ich unieszkodliwiania z jednoczesnym odzyskiem energii w procesie fermentacji metanowej. Efektywność procesu jest jednak uwarunkowana odpowiednim obciążeniem reaktora suchą masą organiczną i jednocześnie ograniczona ze względu na wysoką zawartość azotu w odchodach drobiowych.

Finansowanie badań: środki własne Zakładu Technologii Wody, Ścieków i Odpadów uzyskane w ramach Badań Statutowych

Wykaz piśmiennictwa

1. GUS rocznik statystyczny rolnictwa, roczniki branżowe. 2010.
2. Informacja o tuczu indyków. Świebodzin, Kartzfeln Polska sp. z o.o., 2009.
3. Dokument referencyjny o najlepszych dostępnych technikach dla intensywnego chowu drobiu i świń. IPPC - Integrated pollution prevention and control. Ministerstwo Środowiska, Warszawa, 2005.
4. Rachwał A.: Jaka ściółka jest najlepsza. *Hodowca drobiu* 2011; 6: 28-33.
5. Frame D., Klingber K., Weisenberger A. i wsp.: Understanding Headland Stacked Poultry Manure - Characterization of Turkey Manure UW-Extension publication number GWQ 050-A, University of Wisconsin-Madison, 2008.
6. Jankowska K.: Rodzaje ściółek i ich wpływ na wyniki produkcyjne kurcząt brojlerów. *Hodowca drobiu* 2011; 9: 46-48.
7. Biegański M.: Produkcja indyków w Polsce w 2008 roku, www.portalhodowcy.pl
8. Rozporządzenie (WE) nr 166 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 stycznia 2006 r. w sprawie ustanowienia europejskiego rejestru uwalniania i transferu zanieczyszczeń (Dz.U.L33 z 4.2.2006).

9. Poradnik metodyczny w zakresie PRTR dla instalacji do intensywnego chowu i hodowli drobiu wykonany dla Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Warszawie w ramach umowy Nr DIIO-1/2009 z dnia 27.05.2009 r.
10. Majewska T., Mikulski D., Święcicka-Grabowska G. i wsp.: Wodny wyciąg z surowego czosnku w żywieniu indyków rzeźnych. *Medycyna Weterynaryjna* 2007; 63 (11): 1357-1360.
11. Konieczka P.: Skuteczne i bezpieczne zagospodarowanie padłych ptaków z ferm. *Hodowca drobiu* 2011; 10: 30-32.
12. Deublei D., Steinhäuser A.: Biogas from waste and renewable resources. Wiley-VCH Verlag GmbH&Co. KGaA, 2009.
13. Kashani A.K.: Application of various pretreatment methods to enhance biogas potential of waste chicken feathers. University of Borås 2009.
14. Pound B., Preston D. F & T R.: Biogas production from mixtures of cattle slurry and pressed sugar cane stalk, with and without urea. *Trop Anim Prod.* 1981; 6 (1): 11-20.
15. Salminen E., Rintala J.: Anaerobic digestion of organic solid poultry slaughterhouse waste – a review. *Bioresour. Technol.* 2002; 83: 13-26.
16. Jędrzak A., Myszograj S.: Fermentation of organic waste from turkey breeding and slaughterhouses. *Polish Journal of Environmental Studies* 2010; 2: 62-72.
17. Rachwał A.: Aspekty środowiska w intensywnej produkcji drobiarskiej. *Hodowca drobiu* 2011; 3:24-27.
18. Barowicz T.: Jakość powietrza w kurniku. *Hodowca drobiu* 2011; 5: 30-34.
19. Jankowska K.: Pozbyć się amoniaku. *Hodowca drobiu* 2011; 4: 8-13.
20. Orłowska A.: Znaczenie mokrej ściółki w chowie drobiu, *Indyk Polski*, 2008; 4: 81-83.
21. Grudzień W.: Niekorzystny nadmiar białka w diecie dla kurcząt brojlerów. *Hodowca drobiu* 2011; 3: 8-11.
22. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U.2001.112.1206).
23. Romanowska-Słomka I., Mirosławski J.: Zagrożenia biologiczne na przemysłowej fermie drobiu - wyniki badań. *Bezpieczeństwo pracy - nauka i praktyka* 2009; 7-8:16-19.
24. Barowicz T.: Higiena pomieszczeń i personelu jako prewencja zakażeń salmonellozą. *Hodowca drobiu* 2011; 4: 14-17.
25. Raporty końcowe z realizacji Krajowego programu zwalczania niektórych serotypów Salmonella w 2010 r.: w stadach brojlerów gatunku Gallus gallus, w stadach indyków rzeźnych, w stadach niosek gatunku Gallus Gallus. on-line <http://www.wetgiw.gov.pl>.

Adres do korespondencji:

*dr inż. Sylwia Myszograj
Uniwersytet Zielonogórski
Instytut Inżynierii Środowiska
ul. Z. Szafrana 15
65-246 Zielona Góra
tel. 68 328 25 74, fax. 68 324 72 90
S.Myszograj@iis.uz.zgora.pl*