

Wacław Romaniuk

Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie

Akademia Rolnicza w Szczecinie

Andrzej Karbowy

Akademia Rolnicza w Szczecinie

## KSZTAŁTOWANIE WARUNKÓW ŚRODOWISKOWYCH W NOWOCZESNYCH OBIEKTACH INWENTARSKICH

### Streszczenie

Wysoka koncentracja produkcji zwierzęcej prowadzi do niekorzystnego oddziaływania na środowisko (zanieczyszczenie wody, gleby i powietrza). Wynika to ze zwiększonej w jednym miejscu emisji szkodliwych gazów (np. amoniaku, dwutlenku węgla, siarkowodoru, tlenku węgla, metanu itp.) i odoru, a także produkcji nawozu naturalnego. Przestrzeganie Najlepszych Dostępnych Techniek (Best Available Technique – BAT) przepisów formalno–prawnych takich jak Ustawa o nawozach i nawożeniu a także zaleceń wynikających z Crosse Compliance w projektowaniu i eksploatacji może zdecydowanie ograniczyć emisję szkodliwych gazów i zmniejszenie niekorzystnego ich oddziaływania na otoczenie.

**Słowa kluczowe:** produkcja zwierzęca, ochrona środowiska, magazynowanie nawozów, systemy chowu, amoniak, dwutlenek węgla, siarkowodor, ograniczenie emisji

### Wstęp

Głównymi czynnikami wpływającymi na warunki środowiskowe wewnątrz i na zewnątrz obiektów inwentarskich:

- koncentracja i rodzaj produkcji zwierzęcej,
- system chowu zwierząt (ściółkowy, bezściółkowy, stanowiskowy, wolno-stanowiskowy),
- strefa klimatyczna,
- organizacja procesu produkcyjnego,
- gospodarka nawozami naturalnymi (obornikiem, gnojówką, gnojowicą),
- mikroklimat wewnątrz obiektów kształtowany przez czynniki techniczne i technologiczne.

W chowie zwierząt dużo uwagi w ostatnich latach poświęca się ograniczeniu stężenia w obiektach emisji różnych gazów. Do najbardziej szkodliwych gazów zaliczanych do gazów cieplarnianych jest metan (CH<sub>4</sub>), którego emisję

bardzo trudno ograniczyć, powstaje on bowiem w procesie naturalnego trawienia. Ponadto dużą uwagę w chowie zwierząt należy poświęcić amoniakowi w większych stadach zwierząt, gdzie jego emisja do środowiska dochodzi do kilku ton rocznie.

Jeśli środowisko naturalne wokół gospodarstwa jest wrażliwe na amoniak, trwająca dłużej emisja może spowodować zmiany w roślinności. By uniknąć tego procesu zobowiązano np. w większych stadach świń i drobiu do stosowania takich systemów utrzymania oraz technik, które wiążą się z najniższą możliwą emisją amoniaku – zwanych także Najlepszymi Dostępnymi Technikami (Best Available Technique – BAT).

Podstawę do wprowadzenia BAT daje Dyrektywa Rady 96/61/EC z 24 września 1996 r. Ma ona na celu osiągnięcie zintegrowanego zapobiegania i kontroli zanieczyszczeń (Integrated Prevention and Control of Pollution – IPCP) powstających w związku z wieloma inwestycjami, w tym także z fermami do intensywnego chowu świń i drobiu, mającymi ponad:

- 40 000 miejsc dla drobiu,
- 2 000 miejsc dla świń (ponad 30 kg),
- 750 miejsc dla loch.

Dyrektywa określa środki zapobiegania lub redukcji zatrucia powietrza, wody i gleby przez emisje, jak również postępowanie z odpadami w celu osiągnięcia wyższego poziomu ochrony środowiska jako całości. Dyrektywa nie wymienia konkretnych technik czy technologii zapobiegania bądź redukcji emisji, nakazując stosowanie w walce z zatruciem środowiska wszelkich środków zapobiegawczych, szczególnie w wyniku stosowania BAT.

Ocena systemu chowu na podstawie powyższych parametrów powoduje, że system utrzymania czy też technika nie może zostać uznana za BAT, jeśli na przykład niekorzystnie wpływa na dobrostan zwierząt czy też wiąże się z bardzo wysokimi kosztami inwestycji bądź stosowania – choćby nawet technika ta dawała dużą redukcję emisję amoniaku.

Za BAT uznawane są także systemy utrzymania zapewniające bardzo wysoki poziom dobrostanu zwierząt – na przykład utrzymanie na głębokiej ściółce – mimo stosunkowo wysokiej emisji amoniaku.

W opracowaniach IBMER we współpracy z ekspertami duńskim powstały „Standardy technologiczne dla gospodarstw rolnych”, w których przedstawiono systemy utrzymania zwierząt oraz sposoby magazynowania nawozu naturalnego, które można uznać za BAT w warunkach polskich.

Biorąc powyższe pod uwagę, celem niniejszej pracy było określenie wpływu głównych czynników technologicznych na kształtowanie warunków środowiskowych w obiektach inwentarskich oraz dobrostan zwierząt.

## **Materiały i metody**

Realizacja celu pracy wymagała uszczegółowienia metodyki badań opracowanej w IBMER [Praca zbiorowa IBMER 2006] w zakresie możliwości dokonania analizy wyników badań uzyskanych w badanych obiektach.

Dokonano analizy uzyskanych wyników badań prowadzonych głównie przez IBMER w zakresie emisji gazów wewnątrz obiektów.

Dokonano przeglądu danych z badań innych ośrodków, głównie autorstwa prof. Sapka i zespołu [2008] w zakresie jakości gleby i wody w otoczeniu obiektów produkcyjnych, a także wyników badań zagranicznych [Lundgaard i in. 2005].

Głównym przedmiotem badań w okresie 2005-2007 były obory wolnostanowiskowe o koncentracji powyżej 50 krów dojnych.

## **Wyniki badań i analiz**

Ograniczono się do analizy wyników badań elementów mikroklimatu kształtujących najważniejsze warunki wpływające na środowisko naturalne. Parametry mikroklimatu uzyskane w badanych obiektach przykładowo (uznanych za nowoczesne) w okresie jesienno-zimowym podano w tabeli 1.

Pomiar stężenia zanieczyszczeń gazowych (amoniaku, dwutlenku węgla i siarkowodoru) przeprowadzono w oborach wolnostanowiskowych, w których zwierzęta utrzymywane były w systemie ściółkowym i bezściółkowym. Źródłem amoniaku w budynkach inwentarskich są głównie rozkładające się odchody zwierząt, jak również z niezbyt dobrze zbilansowanego pod względem białkowo-energetycznym żywienia. Według Lipiec, Semeniuk i in. (2008) głównym dostarczycielem azotu (w formie  $\text{NH}_3$ ) trafiającego do środowiska jest bydło 45% i świnie 22%. W niedostatecznie wentylowanych pomieszczeniach stężenie tego gazu może być wysokie. W badanych obiektach średnia koncentracja amoniaku wahała się w granicach od  $13,93 \pm 3,97$  do  $20,17 \pm 4,88$  ppm, wobec dopuszczalnej granicy stężenia 20 ppm.

Głównym źródłem zawartości dwutlenku węgla wewnątrz budynku jest wydychane przez zwierzęta powietrze. Gaz ten powstaje również w wyniku gnicia odchodów i pasz. W badanych obiektach średnia zawartość dwutlenku węgla wahała się od  $1011,71 \pm 416,53$  do  $1284,45 \pm 289,14$  ppm, czyli była około trzykrotnie niższa od górnej granicy dopuszczalnego stężenia. Siarkowodor jest bardzo toksycznym gazem, powstającym w wyniku rozkładu materii organicznej w warunkach beztlenowych. W żadnym z badanych obiektów nie stwierdzono obecności tego gazu w powietrzu.

Temperatura powietrza wewnątrz obiektu może być regulowana lub kształtowana przez odpowiedni system chowu zwierząt.

Tabela 1. Parametry mikroklimatu uzyskane w badanych oborach wolnostanowiskowych w 2006 r. – okres jesienno–zimowy [IBMER, statut/12.2006.01]

Table 1. Microclimate parameters recorded in surveyed free-stall cowsheds in the autumn – winter season 2006

Miejscowość	Data, godz. badania	Obsada SD	Kubatura pomieszczenia produk. na 1 SD m <sup>3</sup>	Temp. °C		Wilgotność względna %		Stężenie szkodliwych gazów ppm		Ochładzanie katatermometr. MJ/cm <sup>2</sup> ×s	Prędkość ruchu powietrza m/s	Jasność lx			Ciśnienie atm. wewn. hPa
				wew.	zew.	wew.	zew.	CO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>			wew.	zew.	wsk. jasności %	
Zawady Dworskie Obora nr 1	13.XI 10:00 17.XI 9:40	68	53,2	10,5	4,9	93,6	89,9	1114	10	38,42	0,141	13,2	300	4,4	-
				12,7	6,2	99,9	100,0	1540	12	45,75	0,423	19,7	214	9,2	-
Choszczowe Obora nr 2	17.XI 13:00 22.XI 9:30	58	36,7	15,7	12,2	93,1	96,8	1450	17	35,49	0,276	69,4	474	14,6	-
				13,1	7,5	94,5	99,9	1260	16	38,42	0,226	28,6	394	7,2	-
Wąsosz Obora nr 3	06.XI 10:00	80	55,7	7,9	-0,4	98,4	99,9	2130	16	48,06	0,25	20,1	213,3	9,4	993,0 902,0 993,0
Bobino Grzybki Obora nr 4	09.XI 16:40 13.XI 9:50	108	40,4	10,7	5,6	90,1	98,3	1850	6	40,81	0,16	2	245,0	0,8	-
				12,2	4,4	91,0	99,9	1840	-	40,22	0,23	16,8	245,3	6,8	-
Wąsosz Obora nr 5	06.XI 12:00 09.XI 12:00	65	40,3	9,6	2,4	99,6	100,0	1050	11	32,84	0,076	3,7	167,0	2,2	990,8
				12,3	9,4	80,6	81,6	1060	6	43,70	0,36	5,3	490,0	1,1	-
Dopuszczalna maksymalna norma				25,0	-	3000	20	40 <sup>*)</sup>		25 <sup>**)</sup>				25,0	-

<sup>\*)</sup> komfort termiczny zawarty jest: 29–40 MJ/cm<sup>2</sup>×s

<sup>\*\*)</sup> minimalne oświetlenie wewnętrzne (orientacyjne) – optymalne w oborze 75 lx – ciąg wypoczynkowy i żywieniowy, w dojmarni 200 lx

W tabeli 2 wymieniono przykładowe stężenia gazów w chowie świń [Lundgaard i in. 2005], ogólnie można jednakże stwierdzić, iż systemy z podłogą szczelinową powodują stosunkowo większą emisję amoniaku i dość niewielką – tlenków azotu, które z kolei wysuwają się na pierwsze miejsce w systemach z podłogą litą w części budynku inwentarskiego.

Tabela 2. Ilość gazu emitowanego rocznie z jednego stanowiska dla zwierząt [Lundgaard i in. 2005]

Table 2. Amounts of gases emitted annually per one animal stand (Lundgaard et al., 2005)

Kategoria		Podłoga	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
			kg		
Lochy	krycie/ciąża		0,4 - 4,2	21,1	
	poród		0,8 - 0,9		
Warchlaki	poniżej 30 kg		0,06 - 0,8	3,9	
Tuczniaki	ponad 30 kg	Tylko szczelinowa	1,35 - 3,0	2,8 - 4,5	0,02 - 0,15
		Częściowo szczelinowa	0,9 - 2,4	4,2 - 11,1	0,59 - 3,44
		Lita ze ściółką	2,1 - 4	0,9 - 1,1	0,05 - 2,4

W chowie świń 40-50% amoniaku wytwarzanego pochodzi z budynków inwentarskich, gdzie powstaje z wydalanego moczu; pozostały amoniak pochodzi z magazynów nawozu naturalnego.

Gospodarka nawozami naturalnymi zarówno wewnątrz obiektów, jak i na zewnątrz wpływa w dużej mierze na warunki środowiskowe.

Podstawowymi elementami działań związanych z ograniczeniem oddziaływania nawozów naturalnych na środowisko są:

- system utrzymania zwierząt (ściółkowy, bezściółkowy, stanowiskowy, wolnostanowiskowy),
- ilość i jakość ściółki,
- rodzaj nawozu naturalnego (obornik, gnojówka, gnojowica),
- położenie geograficzne gospodarstwa (gospodarstwo położone na obszarach szczególnie chronionych ponoszą większe koszty, chociaż podlegają one refundacji).

W czasie przechowywania obornika zachodzą w nim procesy chemiczno-biologiczne, w wyniku, których ze słomy i odchodów zwierzęcych tworzy się jednolita masa, a zawarte w niej składniki pokarmowe przechodzą w formy łatwiej dostępne dla roślin. W czasie przechowywania zachodzą również straty niektórych składników, mianowicie azotu i potasu, gdyż są wypłukiwane przez wodę, a ponadto azot ulatnia się do atmosfery w formie amoniaku oraz w postaci elementarnej. Wielkość tych strat zależy od sposobu przechowywania obornika. Najmniejsze występują wówczas, gdy obornik jest w oborze wglębionej.

W oborach płytkich obornik musi być codziennie z nich usuwany i układany warstwami na gnojowni. Warstwy obornika po ich ubiciu powinny mieć gru-

bość 20-30 cm. W czasie przechowywania obornika na gnojowni straty azotu wynoszą około 38%. Przy przechowywaniu obornika na gnojowni odciek jest odprowadzany do zbiornika, gdzie po przefermentowaniu tworzy gnojówkę.

Na skutek wymywania azotanów z obornika źle przechowywanego i wody gnojowej następuje zanieczyszczenie wód gruntowych i studni wiejskich. Badania przeprowadzone przez Sapka i zespół [2008] wykazały, że około 50% wód studni w gospodarstwach wiejskich zawiera powyżej 10 mg  $\text{N-NO}_3 \times \text{dm}^{-3}$ , a 16% powyżej 40 mg  $\text{N-NO}_3 \times \text{dm}^{-3}$ . Polska norma wynosi 10 mg  $\text{N-NO}_3 \times \text{dm}^{-3}$ .

Inne procesy zachodzą w czasie przechowywania gnojowicy. W warunkach beztlenowych powstają różnego rodzaju gazowe związki zapachowe i bezzapachowe ulatniające się w czasie jej mieszania przed wywiezieniem na pole oraz w czasie stosowania. Ilość nagromadzonych gazów może dochodzić do 30% objętości zbiornika. Wiele z tych związków ma charakter toksyczny, np. CO i  $\text{H}_2\text{S}$ . Szczególnego zabezpieczenia przed stratami azotu wymaga gnojówka przechowywana w zbiornikach. Nieprzykryta traci około 50% pierwotnej zawartości azotu [Mazur 2002].

Zagrożenie dla środowiska ze strony odchodów zwierzęcych wynika głównie z powodu strat azotu. Duże niebezpieczeństwo stanowi ulatniający się amoniak i inne gazy pogarszające jakość powietrza. Amoniak ulatnia się z budynków inwentarskich, miejsc składowania odchodów zwierzęcych, a także w czasie rozprowadzania ich na polu. Straty amoniaku z obornika obniżają jego wartość nawozową.

Wymagania formalno-prawne, w tym Ustawa o nawozach i nawożeniu zobowiązują, by płyty do składowania obornika były wykonane w sposób uniemożliwiający przedostawanie się odciekających odchodów zwierzęcych do gruntu. Można ten warunek spełnić budując płytę z obrzeżem, chociaż żadne przepisy nie uszczegółwiają wysokości obrzeża.

Z dość istotnych zadań wynikających z minimalizacji oddziaływania produkcji zwierzęcej na środowisko jest ograniczenie emisji  $\text{NH}_3$  przez: system utrzymania zwierząt, żywienie, stosowanie filtrów, np. biodegradowalnych, biologicznych (biofiltr) lub chemicznych.

Na podstawie badań można stwierdzić np. znaczną redukcję amoniaku przez zastosowanie chowu zwierząt w niższych temperaturach niż dotychczasowo stosowano, zwłaszcza krów w systemach wolnostanowiskowych.

Głównym niekorzystnym oddziaływaniem produkcji zwierzęcej na środowisko może być niekorzystna zmiana składu powietrza poprzez emisję z budynku np.  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ , a także emisję tych gazów i odorów w wyniku nieprawidłowego magazynowania obornika, gnojówki, gnojowicy i kiszonki.

Podstawowe kierunki redukcji emisji gazów w chowie trzody chlewnej obejmują szereg metod: bilansowanie składników paszy, żywienie fazowe, zmniejszenie głębokości kanałów gnojowych w budynkach inwentarskich, zmniejszenie powierzchni gnojowicy, zmiana konstrukcji kanałów, zmiana sposobu opróżniania kanałów i zbiorników, a także – w zakresie oczyszczania powietrza z amoniaku i odoru – stosowanie biofiltrów i oczyszczalni chemicznych oraz płukanie powietrza wychodzącego z budynku. Należy pamiętać o dużym znaczeniu higieny.

**Żywnienie.** Skład paszy należy dostosować do rzeczywistego zapotrzebowania różnych kategorii wiekowych i produkcyjnych świń na energię i składniki pokarmowe zawarte w paszy. Oznacza to, że w gospodarstwie przygotowuje się specjalne mieszanki, inne dla loch karmiących, loch prośnych, prosiąt, warchlaków i tuczników. Zapewnia to stosunkowo niewielkie straty składników nawozowych w odchodach. Możliwa jest jednakże poprawa sytuacji w samym gospodarstwie: zaleca się stosowanie aminokwasów syntetycznych w ilościach zaspokajających zapotrzebowanie świń na ten składnik i jednocześnie obniżenie ogólnej zawartości białka w paszy. Po obniżeniu zawartości azotu w paszy o 10% można oczekiwać trzynastoprocentowej redukcji emisji amoniaku.

**Podłogi w kojach.** Najskuteczniejszym sposobem zredukowania emisji amoniaku i odoru jest stosowanie podłóg częściowo szczelinowych. Zabrudzona podłoga lita powoduje dużą emisję amoniaku i odoru, zwłaszcza przy wysokich temperaturach; podobnie głębokie zbiorniki na gnojowicę oraz podłogi całkowicie szczelinowe emitują zwiększone ilości odoru, amoniaku i innych gazów. Regularnie stosować należy zraszanie gnojowni w okresie letnim, co wychładza powierzchnię nawozu i oczyszcza odchody, zaś materiały stosowane do budowy kanałów i rusztów muszą mieć gładką powierzchnię zapewniającą jak najszybsze zsuwanie się odchodów do kolektorów i zbiorników magazynowych. W systemach z podłogą litą na obszarze gnojowym konieczne jest efektywne odprowadzanie moczu – w przeciwnym razie nastąpi parowanie amoniaku. System utrzymania z głęboką ściółką na całej powierzchni nie można uznać za BAT, natomiast system z wydzielonym obszarem gnojowym, skąd nawóz jest regularnie usuwany spełnia te wymagania.

**Kanały gnojowicowe.** Powierzchnię gnojowicy w kanale można też zmniejszyć stosując kanały o skośnych ścianach. Opróżnianie kanałów najkorzystniej jest przeprowadzać przy użyciu rurociągów (systemy próżniowe). Do redukcji emisji przyczyniają się też systemy chłodzące, jak np. rury z wodą przenoszące ciepło z gnojowicy do innych części budynków czy też żeberka chłodzące. Podobne działanie ma obniżenie wartości czynnika pH gnojowicy.

W budynkach działających należy zainstalować kanały gnojowe o skośnie zbiegających się ścianach, co pomaga zmniejszyć parowanie. Kanały o prze-

kroju w kształcie litery V zapewniają najmniejszą powierzchnię parowania gnojowicy; nadają się do codziennego automatycznego opróżniania. Stosowanie rurociągów zamkniętych w miejsce otwartych także prowadzi do redukcji emisji.

### **Podsumowanie i wnioski**

Przedstawione wyniki badań mogą stanowić podstawy do projektowania nowoczesnych rozwiązań obór czy chlewni spełniających podstawowe wymagania z zakresu ograniczenia emisji gazów oraz spełniać wymagania dobrostanu zwierząt. Spełnienie powyżej sformułowanych zadań może wpłynąć na ilość i jakość produkcji.

Badane nowoczesne obiekty, które były analizowane w ramach niniejszej pracy, potwierdzają ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> poniżej 1500 ppm, co stanowi dwukrotnie poniżej dopuszczalnej granicy (3000 ppm).

Ograniczenie emisji amoniaku w badanych wolnostanowiskowych oborach uzyskano również poniżej dopuszczalnej granicy 20 ppm.

Na podstawie uzyskanych wyników badań z obór i analizy wyników badań chlewni (badania duńskie) można stwierdzić, że sposób chowu zwierząt z mieszanym systemem utrzymywania na głębokiej ściółce z wydzielonym korytarzem gnojowym przykrytym rusztem lub podłogą szczelinową może spełnić podstawowe warunki środowiskowe i zapewnić odpowiedni dobrostan zwierząt.

Stosowanie zbilansowanych dawek paszowych w zależności od gatunku zwierząt i cyklu produkcyjnego.

### **Bibliografia**

Dziennik Ustaw Nr 147 z dnia 10 lipca 2007, poz. 1033 – Ustawa o nawozach i nawożeniu

Kopiczko J. 2006. Płyty obornikowe i zbiorniki na odchody zwierzęce. Podlaski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Szepietowie. <http://odr.zetobi.com.pl>

Lundgaard N.H. i in. 2005. Systemy utrzymywania świń. Poradnik. Praca zbiorowa. IBMER Warszawa, ss.127

Mazur T. 2002. Zagadnienia nawożenia i ochrony środowiska. Uniwersytet Wrocławski. Wykład inauguracyjny 2 października 2002 r.

Pierwszy Portal Rolny <http://www.ppr.pl>

Praca zbiorowa. 2006. Doskonalenie mechanizacji i technologii w chowie bydła. Sprawozdanie z badań IBMER. Statut-02/12.2006.01, s.120

Romaniuk W., Overby T. i in. 2005. Systemy utrzymania bydła. Poradnik. Praca zbiorowa. Projekt Bliźniaczy PHARE, Standardy dla Gospodarstw



Rolnych. Warszawa: Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa; Duńskie Służby Doradztwa Rolniczego; 2004, ss. 172 (dodatkowo wydanie angielskie). II wydanie poprawione i uzupełnione w 2005 r.

Romaniuk W., Overby T. i in. 2005. Magazynowanie nawozów naturalnych. Poradnik. Praca zbiorowa. Projekt Bliźniaczy PHARE, Standardy dla Gospodarstw Rolnych. Warszawa: Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa; Duńskie Służby Doradztwa Rolniczego; 2004, ss. 81 (dodatkowo wydanie angielskie). II wydanie poprawione i uzupełnione w 2005 r.

Romaniuk W., Wardal W. 2007. Techniczne uwarunkowania przechowywania i uzdatniania nawozów naturalnych. Nawozy i Nawożenie, 4(29), Rol. VIII. IUNG. Puławy, ss. 61-79

Sapek B., Sapek A. 2008. Nawozy naturalne w zagrodzie wiejskiej i jej otoczenie, a jakość gleby i wody w tym terenie. Wieś Jutra, 3(116), ss. 24-27

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w 2008 r.  
jako projekt badawczy nr NN 313156535.