

*Andrzej M. Marciniak, Waclaw Romaniuk
Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa
w Warszawie*

*Agnieszka Tomza
Katedra Higieny Zwierząt i Profilaktyki
Akademia Rolnicza w Szczecinie*

WPŁYW SYSTEMU CHOWU NA KONCENTRACJĘ ZANIECZYSZCZEŃ GAZOWYCH (NH₃, CO₂, H₂S) W OBORACH WOLNOSTANOWISKOWYCH

Streszczenie

Badania dotyczące wpływu zastosowanego systemu chowu bydła mlecznego w wybranych oborach wolnostanowiskowych na poziom koncentracji w powietrzu amoniaku, dwutlenku węgla i siarkowodoru przeprowadzono w okresie od maja do sierpnia 2001 r. i od czerwca do lipca 2002 r. W oborach, w których zwierzęta utrzymywane były w systemie ściółkowym boksowym, z podłożem samospławialnym oraz na głębokiej ściółce, średnie stężenie amoniaku było istotnie niższe ($p < 0,05$) niż w oborze boksowej bezściółkowej. W żadnym z badanych obiektów nie stwierdzono obecności siarkowodoru (H₂S) w powietrzu, a średnia zawartość dwutlenku węgla wahała się we właściwym zakresie, tj. 1011,71 ± 416,53 do 1284,45 ± 289,14 ppm.

Słowa kluczowe: system chowu, bydło mleczne, obory wolnostanowiskowe, amoniak, dwutlenek węgla, siarkowodór, emisja

Wstęp

Budynki inwentarskie powinny zapewniać właściwe prowadzenie chowu i hodowli, racjonalną reprodukcję i genetyczne doskonalenie stada, zdrowotność i długowieczność oraz uzyskiwanie wysokiej wydajności zwierząt i jakości produkowanego mleka. Jednym z ważniejszych czynników środowiskowych decydujących o warunkach bytowania zwierząt i efektach produkcyjnych jest mikroklimat pomieszczeń. Do czynników kształtujących mikroklimat w budynkach inwentarskich zalicza się: temperaturę powietrza, wilgotność względną powietrza, prędkość ruchu powietrza, zanieczyszczenia gazowe powietrza (dwutlenek węgla, siarkowodór, amoniak itd.), zapylenie powietrza, oświetlenie pomieszczeń inwentarskich, ciepłochronność budynku inwentarskiego, sposób utrzymania zwierząt i ich zagęszczenie i system chowu zwierząt [Wolski 1988; CIGR 1994; Głowacki 1996; Myczko 1996].

Obecność w pomieszczeniach inwentarskich szkodliwych gazów wynika przede wszystkim z zachodzących procesów rozkładu kału i moczu, wydzielania substancji lotnych z zadawanych pasz. Spośród wielu zanieczyszczeń gazowych podstawowe znaczenie mają dwutlenek węgla (CO₂), siarkowodor (H₂S) i amoniak (NH₃), z uwagi na ich dużą koncentrację i ogromną szkodliwość [Sommer i in. 1991; Głowacki 1996; Külling i in. 2001; Frank i in. 2002; Fabbri i in. 2003a,b; Hobby i in. 2003; Lim i in. 2003; Powers 2003].

Głównym źródłem CO₂ wewnątrz budynku jest wydychane przez zwierzęta powietrze. Powstaje on również w niewielkich ilościach podczas gnicia odchodów i pasz. Ocenia się, że w pomieszczeniu inwentarskim stężenie tego gazu może być kilka, a nawet kilkanaście razy wyższe niż w powietrzu atmosferycznym [Sommer i in. 2003; Powers 2003]. Nadmierna ilość dwutlenku węgla wywołuje u zwierząt pogłębienie i przyspieszenie oddechu, zmniejszony apetyt i apatię. Konsekwencją tych zaburzeń jest obniżenie mleczności u krów, spadek zawartości lipidów w mleku oraz słabe przyrosty u młodzięży. Wysoki poziom koncentracji CO₂ w pomieszczeniach inwentarskich jest wynikiem niedostatecznej wydajności wentylacji lub jej brakiem.

Siarkowodor powstaje podczas rozkładu materii organicznej (białek zawierających aminokwasy siarkowe) w warunkach beztlenowych. Jest to bardzo toksyczny gaz, wywierający negatywny wpływ na zwierzęta nawet w małych stężeniach [Zahn i in. 2001, Hobby i in. 2003]. Podrażnia on błony śluzowe, wywołując stany zapalne spojówek, dróg oddechowych i układu pokarmowego, a także przyczynia się do obniżenia odporności i wystąpienia nieodwracalnych zmian we krwi. Ponadto poraża układ nerwowy, szczególnie ośrodek oddychania i ośrodek naczyniowo ruchowy [Seńczuk 1994].

Amoniak jest produktem rozkładu białka zawartego w odchodach zwierzęcych. Podwyższone stężenia tego gazu niekorzystnie wpływa na ogólną kondycję zwierząt i ich wydajność [Zahn i in. 2001; Frank i in. 2002]. Amoniak, podobnie jak siarkowodor, powoduje podrażnienie błon śluzowych i obniżenie odporności immunologicznej, a także pojawienie się bólu kończyn i problemów z oddychaniem, które nierzadko związane są z obecnością krwawych wylewów do tchawicy i oskrzeli oraz obrzękiem płuc [Seńczuk 1994].

Obok tych zanieczyszczeń, w pomieszczeniu inwentarskim znajdują się także inne gazy kłoczące, takie jak: metan, indol, fenol, skatol, merkaptan i inne. Nie poświęca się im jednak wiele uwagi ze względu na ich niewielką koncentrację i małą szkodliwość dla organizmu zwierząt [Külling i in. 2001; Fabbri i in. 2003a,b; Sommer i in. 2003].

W niniejszej pracy podjęto próbę oceny wpływu zastosowanego systemu chowu bydła mlecznego w wybranych oborach wolnostanowiskowych na poziom koncentracji podstawowych zanieczyszczeń powietrza – amoniaku, dwutlenku węgla i siarkowodoru.

Materiały i metody

Badania przeprowadzono w siedmiu oborach wolnostanowiskowych w okresie od maja do sierpnia 2001 r. i od czerwca do lipca 2002 r. Podstawową charakterystykę badanych obiektów przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Charakterystyka badanych obór
Table 1. Characteristics of investigated cowsheds

Obiekt	Województwo	Obsada SD	Rasa krów	Pow. użytkowa m ³	Kubatura m ³ /SD	System chowu	Wentylacja
1	mazowieckie	45	CB+HF	505,5	51,8	na głębokiej ściółce	naturalna
2	warmińsko-mazurskie	70	Jersey	679,9	39,5	na głębokiej ściółce	naturalna
3	warmińsko-mazurskie	60	CB+HF	910,6	53,1	beźściółkowy, boksowy	naturalna
4	lubelskie	80	CB+HF	1033,3	72,9	ściółkowy, boksowy	naturalna
5	lubelskie	80	CB+HF	1240,3	90,1	ściółkowy z podłożem samospalającym	naturalna
6	warmińsko-mazurskie	232	CB+HF	1545,5	30,3	na głębokiej ściółce	naturalna
7	mazowieckie	70	CB+HF	1049,2	72,0	ściółkowy, boksowy	naturalna

Do pomiaru stężenia amoniaku, dwutlenku węgla i siarkowodoru wykorzystano aparaturę rejestrująco-pomiarową firmy LAB-EL (czujnik LB550 do pomiaru dwutlenku węgla CO₂) i Industrial Scientific Corporation (miernik wielogazowy iTX do pomiaru stężenia amoniaku NH₃ i siarkowodoru H₂S).

W czasie badań w budynku znajdowała się pełna obsada zwierząt. Punkty pomiarowe wewnątrz budynku inwentarskiego wyznaczono w obrębie stanowisk, na wysokości wahającej się w zakresie 40–130 cm względem poziomu posadzki, w miejscach oddalonych przynajmniej o 2 metry od ścian zewnętrznych i otworów wentylacyjnych.

Liczba punktów pomiarowych wyznaczona została według założenia, że jeden czujnik z każdej grupy badanych czynników przypada na powierzchnię 30 m² [BN-86/8800-03].

Do analizy statystycznej wykorzystano program Statistica 6.1.

Wyniki i dyskusja

Pomiar stężenia zanieczyszczeń gazowych (amoniaku, dwutlenku węgla i siarkowodoru) przeprowadzono w oborach wolnostanowiskowych, w których zwierzęta utrzymywane były w systemie ściółkowym i bezściółkowym. Uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Średnia koncentracja amoniaku, dwutlenku węgla i siarkowodoru w powietrzu badanych oborach

Table 2. Average concentration of ammonia, carbon dioxide and hydrogen sulphide in the cowsheds

	Obora						
	1	2	3	4	5	6	7
Amoniak (NH₃), ppm							
minimum	9,15	7,12	9,40	1,81	3,05	6,50	6,12
maximum	30,70	20,41	33,00	30,00	29,60	23,00	33,72
średnia, \bar{x}	19,84	15,27	20,17	15,70	17,55	13,93	18,06
odch. stand., s	4,91	3,38	4,88	5,46	6,21	3,97	6,82
Dwutlenek węgla (CO₂), ppm							
minimum.	854,00	390,10	520,05	650,12	600,15	840,13	505,06
maximum	1960,23	1900,11	1950,20	1960,00	1980,00	1554,05	1884,00
średnia, \bar{x}	1266,80	1110,23	1011,90	1284,45	1058,71	1144,66	1168,22
odch. stand., s	237,50	407,66	416,531	289,14	304,77	122,08	247,36
Siarkowodór (H₂S), ppm							
koncentracja	--	--	--	--	--	--	--

-- -- nie stwierdzono (limit detekcji 1 ppm)

-- - not detected (detection limit 1 ppm)

Źródłem amoniaku w budynkach inwentarskich są głównie rozkładające się odchody zwierząt. W niedostatecznie wentylowanych pomieszczeniach stężenie tego gazu może być wysokie. W badanych obiektach średnia koncentracja amoniaku wahała się w granicach od 13,93 ± 3,97 do 20,17 ± 4,88 ppm.

Jedynie w oborze nr 3, w której zwierzęta utrzymywane były w systemie bezściółkowym boksowym, średnie stężenie tego gazu było wyższe od dopuszczalnego maksymalnego stężenia – 20 ppm [SUB 2004]. Gustafsson i inni [2001], prowadząc badania nad emisją amoniaku w oborach boksowych ściółkowych, stwierdzili znacznie niższą koncentrację tego gazu w powietrzu. Średnie stężenie NH_3 kształtowało się na poziomie 7,9 ppm, a stężenie maksymalne wynosiło 13,9 ppm. Wytłumaczeniem tych różnic w koncentracji NH_3 jest prawdopodobnie lepsza wymiana powietrza wynikająca z zastosowania w badanych przez nich oborach wentylacji mechanicznej.

Z wielu badań wynika, że stosowanie ściółki zapewnia lepszy komfort zwierzętom, ponieważ stanowi ona nie tylko izolację termiczną, ale również pochłania wilgoć i gazowe produkty rozkładu materii, w tym amoniak i siarkowodór [Ober, Koller 1975; Winnicki 1980; Rotz 2004]. Znalazło to potwierdzenia w badaniach własnych. Analiza statystyczna wykazała, że stężenie NH_3 w oborze boksowej bezściółkowej było istotnie wyższe ($p < 0,05$) od stężenia stwierdzonego w pozostałych oborach ściółkowych. Nie zaobserwowano natomiast, statystycznie istotnych różnic w koncentracji tego gazu między oborami z systemem ściółkowym boksowym, z podłożem samospławnym oraz z głęboką ściółką.

Głównym źródłem dwutlenku węgla wewnątrz budynku jest wydychane przez zwierzęta powietrze. Gaz ten powstaje również w wyniku gnicia odchodów i pasz. Ocenia się, że w pomieszczeniu inwentarskim stężenie tego gazu może być kilka, a nawet kilkanaście razy wyższe niż w powietrzu atmosferycznym [Loyon i in. 2003, Sommer i in. 2003]. W standardach dla gospodarstw rolnych [SUB 2004] maksymalna koncentracja dwutlenku węgla w budynkach inwentarskich przeznaczonych do chowu bydła została określona na poziomie 3000 ppm. Natomiast w badanych obiektach średnia zawartość dwutlenku węgla wahała się od $1011,71 \pm 416,53$ do $1284,45 \pm 289,14$ ppm (tab. 2), czyli była około 3-krotnie niższa od górnej granicy dopuszczalnego stężenia. Największą koncentrację tego gazu odnotowano w obiekcie nr 4, a najniższą w obiekcie nr 3. Zaobserwowano, że poziom tego gazu w powietrzu wewnątrz obór z utrzymaniem zwierząt na głębokiej ściółce był istotnie niższy ($p < 0,05$) niż w oborach o innym systemie chowu.

We wszystkich badanych oborach stężenie CO_2 kształtowało się poniżej zalecanego poziomu (ok. 1000 ppm) [SUB 2004].

Siarkowodór jest bardzo toksycznym gazem, powstającym w wyniku rozkładu materii organicznej w warunkach beztlenowych. Poziom tego gazu w powietrzu budynku inwentarskiego nie powinien przekraczać 0,5 ppm. Jednak przy wykonywaniu czynności związanych z usuwaniem odchodów, dopuszcza się krótkotrwały wzrost stężenia siarkowodoru do 5 ppm [SUB 2004]. W żadnym badanych obiektów nie stwierdzono obecności tego gazu w powietrzu (tab. 2).

Podsumowanie

Z przeprowadzonych badań wynika, że niższy stopień zanieczyszczenia powietrza stwierdza się w oborach, w których zwierzęta utrzymywane są na głębokiej ściółce. Zastosowanie dużej ilości ściółki zapobiega nadmier- nemu parowaniu oraz ogranicza emisję amoniaku i innych szkodliwych gazów. Jedynie w przypadku obory bezściółkowej boksowej (nr 3) średnie stężenie amoniaku (NH_3) przekroczyło wartość dopuszczalną. W żadnym z badanych obiektów nie stwierdzono obecności siarkowodoru (H_2S) w po- wietrzu, a średnia zawartość dwutlenku węgla kształtowała się na właści- wym poziomie.

Bibliografia

- BN-86/8800-03 Mikroklimat w budynkach inwentarskich. Metody badań
- CIGR – Commission Internationale du Génie Rural, 1994. Design recom- mendations dairy cow housing. Report of the CIGR section II, Working Group No. 14 ADAS. Marytyr Worthy Winchester SO21 1 AP. England 56
- Fabrizi C., Valli L., Bonazzi G., 2003a. A method to assess the reduction of ammonia and methane emissions by application of BAT in intensive live- stock farming. 11th International Conference of the FAO ESCORENA Net- work on Recycling of Agricultural. Municipal and Industrial Residues in Agri- culture, Ramiran
- Fabrizi C., Valli L., Guarino M., Mazzotta V., 2003b. Ammonia, methane, nitrous oxide and particulate matter emissions in two different buildings for laying hens. 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural. Municipal and Industrial Residues in Agri- culture, Ramiran
- Frank B., Person M., Gustafsson G., 2002. Feeding dairy cows for decrea- sed ammonia emission. *Livest. Prod. Sci.* 76: 171–179
- Głowacki J. 1996. Mikroklimat pomieszczeń dla bydła. Ośrodek Doradztwa Rolniczego Lubniewice
- Gustafsson G., Hultgren J., Jeppsson K., 2001. Ammonia emission from the cowshed, and animal cleanliness, reproductive performance and health – reference measurements. *Life-Ammonia*, 5 February 2001 ([www. hmh.slu.se/ammoniak/ammoniak](http://www.hmh.slu.se/ammoniak/ammoniak))
- Hobby P., Noble R., Williams J., Dobrovin-Pennington A., 2003. Quantifying odour emission from composting. 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural. Municipal and Industrial Residues in Agriculture, Ramiran

- Külling D., Menzi H., Kröber T., Neftel A., Sutter F., Lischer P., Kreuzer M., 2001. Emission of ammonia, nitrous oxide and methane from different types of dairy manure during storage as affected by dietary protein content. *J. Agric. Sci.* 137: 235–250
- Lim T., Heber A., Ni J., 2003. Air quality measurements at a laying hen house: odor and hydrogen sulfide emissions. In.: *Gaseous and odour emissions from animal production facilities*, International Symposium, Horsens
- Myczko A. 1996. *Mikroklimat w budynku inwentarskim*. Centrum Doradztwa i Edukacji w Rolnictwie, Poznań
- Ober J., Koller G., 1975. *Pomieszczenia dla bydła. Planowanie, budownictwo, urządzenia*. PWRiL, Warszawa
- Powers W., 2003.: *Characterization of air in and around poultry and livestock facilities*. In.: *Gaseous and odour emissions from animal production facilities*. International Symposium, Horsens
- Rotz C., 2004. Management to reduce nitrogen losses in animal production. *J. Anim. Sci.* 82 (E. Suppl.): 119–137
- Seńczuk W., 1994. *Toksykologia*. PZWL Warszawa
- Sommer S., Oleson J., Christensen B., 1991. Effects of temperature, wind speed and air humidity on ammonia volatilization from surface applied cattle slurry. *J. Agric. Sci.* 117: 91–100
- Sommer S., McGinn S., Hao X., Larney F., 2004. New micro-meteorological techniques for measuring gas emission from stored solid manure. 11th International Conference of the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture, Ramiran
- SUB – Systemy utrzymania bydła. Poradnik, Projekt bliźniaczy PHARE. Standardy technologiczne dla gospodarstw rolnych. Warszawa 2004 Valbjern 1995
- Winnicki S., 1980. Zoohigieniczna ocena ferm krów mlecznych z uwzględnieniem przydatności frakcji stałej odchodów trzody chlewnej jako ściółki dla bydła. Praca habilitacyjna. Instytut Zootechniki, Kraków
- Wolski L., 1988. *Mikroklimat w budynkach inwentarskich*. PWN, Warszawa
- Zahn J., Tung A., Roberts B., Hatfield J., 2001. Abatement of ammonia and hydrogen sulfide emissions from a swine lagoon using a polymer biocover. *Journal of the Air & Waste Management Association* 51: 562–573