

Alina Buczyńska

Irena Szadkowska-Stańczyk

PROBLEMY HIGIENY PRACY I ZAGROŻENIA ZDROWOTNE TOWARZYSZĄCE INTENSYWNEJ PRODUKCJI TRZODY CHLEWNEJ

OCCUPATIONAL HYGIENE AND HEALTH HAZARDS
RELATED TO CONCENTRATED ANIMAL FEEDING OPERATIONS (CAFOs)

Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, Łódź
Zakład Środowiskowych Zagrożeń Zdrowia

STRESZCZENIE

Emisje czynników szkodliwych towarzyszące intensywnej produkcji i hodowli trzody chlewnej stanowią istotny problem w zakresie ochrony zdrowia pracowników. Koncentracja dużej liczby zwierząt na relatywnie niewielkich przestrzeniach powoduje wysoki stopień zanieczyszczenia powietrza wewnątrz pomieszczeń hodowlanych, m.in. bioaerozolami zawierającymi głównie pył organiczny, drobnoustroje, endotoksyny i glukany oraz gazami drażniącymi. Ze względu na ochronę zdrowia i bezpieczeństwo osób zatrudnionych przy obsłudze zwierząt ważne jest prowadzenie badań mających na celu kompleksową ocenę narażenia na czynniki szkodliwe występujące w środowisku pracy, wskazanie determinant ich poziomów oraz pogłębianie informacji naukowej o relacjach typu dawka–odpowiedź. W niniejszym artykule dokonano przeglądu literatury dotyczącej procesu produkcji trzody chlewnej w Polsce, z uwzględnieniem aktualnego stanu, uwarunkowań prawnych, problemów w zakresie higieny pracy oraz potencjalnych zagrożeń dla zdrowia pracowników zatrudnionych przy obsłudze zwierząt. Med. Pr. 2010;61(3):323–331

Słowa kluczowe: produkcja trzody, higiena pracy, narażenie zawodowe, bioaerozole, gazy drażniące

ABSTRACT

Emissions of harmful agents, inherent in the intensive production of pigs, create an important problem concerning the protection of workers' health. Concentration of many animals on relatively small areas contributes to high air contaminations inside swine confinement buildings. They are mostly induced by bioaerosols, such as organic dust, microorganisms, endotoxins, glucans and irritant gases. In view of the health care and safety of people employed in animal farming, it is crucial to conduct research involving a comprehensive evaluation of exposure to occupational hazards, indicating their level determinants and increasing the scientific information on dose-response relations. This article presents the review of the literature on the process of pig farming in Poland, including legislation, occupational hygiene and potential risk for the health of animal-handling workers. Med Pr 2010;61(3):323–331

Key words: swine production, hygiene issues, occupational exposure, bioaerosols, irritant gases

Adres autorek: Zakład Środowiskowych Zagrożeń Zdrowia, Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera,
ul. św. Teresy 8, 91-348 Łódź, e-mail: alina@imp.lodz.pl
Nadesłano: 13 listopada 2009
Zatwierdzono: 15 kwietnia 2010

WSTĘP

Czynnikiem wyróżniającym intensywną produkcję i hodowlę trzody chlewnej jest koncentracja dużej liczby zwierząt na relatywnie niewielkich przestrzeniach inwentarskich. Wynikiem tego jest wysoki poziom zanieczyszczeń stwierdzany w powietrzu pomieszczeń hodowlanych. Do najistotniejszych czynników szkodliwych dla zdrowia pracowników zatrudnionych przy chowie zwierząt należą bioaerozole (głównie pył organiczny, drobnoustroje, endotoksyny i glukany) oraz gazy drażniące, tj. amoniak i siarkowodór.

Celem artykułu jest charakterystyka procesu produkcji trzody chlewnej w Polsce z uwzględnieniem aktualnego stanu, uwarunkowań prawnych, problemów w zakresie higieny pracy oraz potencjalnych zagrożeń dla zdrowia pracowników zatrudnionych przy obsłudze zwierząt.

PRODUKCJA TRZODY CHLEWNEJ W POLSCE

Według danych Głównego Urzędu Statystycznego (1) w 2007 roku produkcja trzody chlewnej w kraju wyniosła 9629,6 mln zł, co stanowiło ok. 12% globalnej

Praca wykonana w ramach projektu finansowanego przez Ministerstwo Szkolnictwa Wyższego, Nauki i Informatyzacji nr N404 034 31/1987 pt. „Ocena wpływu toksycznego działania endotoksyn i glukonów na czynność układu oddechowego: badanie zależności dawka–odpowiedź u pracowników zatrudnionych przy hodowli zwierząt”. Kierownik projektu: dr hab. med. Irena Szadkowska-Stańczyk.

produkcji rolniczej. W najnowszych wynikach reprezentatywnego badania pogłowia trzody chlewnej i produkcji żywca wieprzowego przeprowadzonego na próbie 20 tys. gospodarstw indywidualnych utrzymujących trzodę chlewną (2) pogłowie trzody chlewnej w końcu marca 2009 r. wynosiło 13 287,4 tys. sztuk i było o 15,3% niższe od stanu notowanego w analogicznym okresie 2008 r. oraz o 26% niższe od stanu z roku 2007. W sektorze prywatnym w 2009 r. pogłowie trzody chlewnej wynosiło 13 208,5 tys. sztuk i spadło w ciągu roku o 15,3%. W gospodarstwach indywidualnych odnotowano 11 460,5 sztuk świń, tj. blisko 87% krajowego pogłowia. Roczny spadek liczebności stada w tej grupie wyniósł 15,8%. W sektorze publicznym pogłowie trzody chlewnej zmniejszyło się w skali roku o 14,8% i spadło do poziomu 78,9 tys. sztuk.

Analizując pogłowie trzody chlewnej, w tym loch na chów w latach 2001–2009 (ryc. 1) (2), można stwierdzić cykliczne spadki i wzrosty notowanego stanu, które odzwierciedlają m.in. zmiany popytu i podaży, sytuację na rynku pasz oraz sytuację na rynkach zagranicznych, a także opóźnienia decyzyjne producentów wynikające z trudności technologicznych w dostosowaniu rozmiarów chowu do zmian popytu (3).

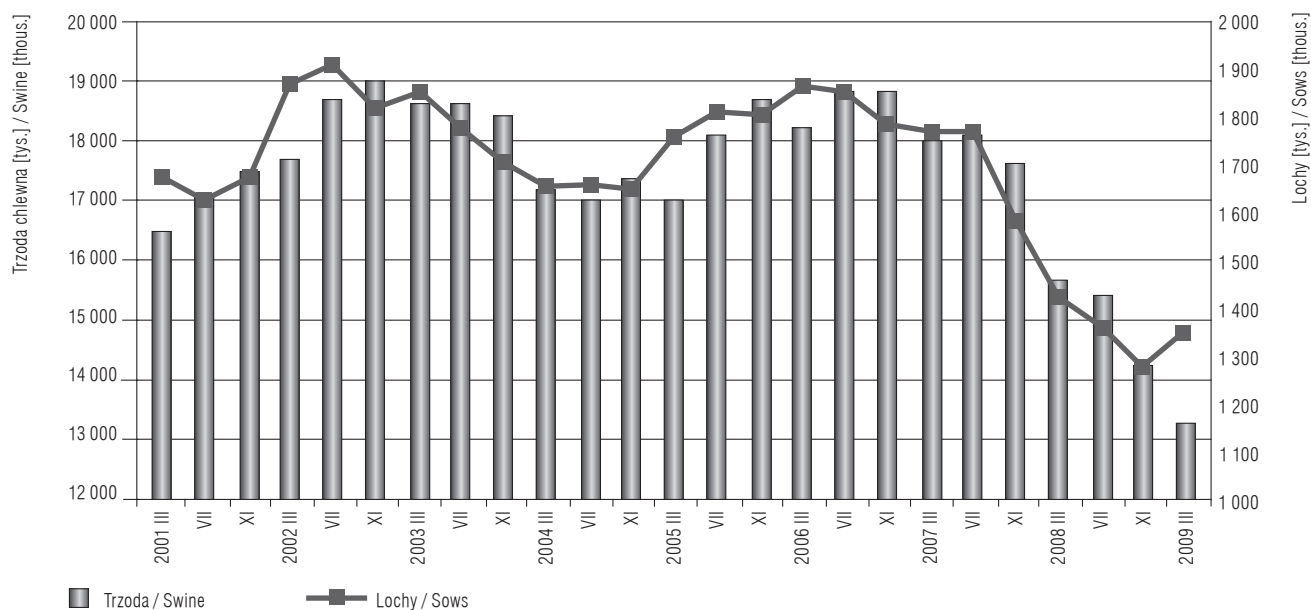
W strukturze stada dominowała trzoda chlewna o wadze 50 kg i więcej, z przeznaczeniem na ubój (31,2%), oraz prosięta o wadze do 20 kg (30,8%). Udział procentowy pozostałych grup produkcyjnych wy-

nosił: warchlaki o wadze 20–50 kg — 27,6%, trzoda chlewna o wadze 50 kg i więcej, z przeznaczeniem na chów — 10,4%, w tym lochy na chów wraz z lochami prośnymi — 10,2% (2).

Według danych uzyskanych z ostatniego Powszechnego Spisu Rolnego przeprowadzonego w roku 2002 chowem i hodowlą trzody chlewnej zajmowało się ponad 760 tys. gospodarstw (4). W roku 2007 pogłowie trzody chlewnej na 100 ha użytków rolnych w kraju wynosiło 112 sztuk (1). Natężenie chowu trzody chlewnej w przekroju regionalnym charakteryzuje duże zróżnicowanie. Największym natężeniem chowu charakteryzują się województwa wielkopolskie i kujawsko-pomorskie, skupiające ponad 40% ogólnego pogłowia. Wyższa obsada od średniej krajowej jest odnotowana w województwach: łódzkim, opolskim i pomorskim, a najniższa w skali kraju w województwach: podkarpackim, świętokrzyskim, małopolskim i śląskim.

Osiągnięty poziom pogłowia w roku 2007 na poziomie 18 129 tys. sztuk uplasował Polskę na siódmym miejscu w grupie dziesięciu największych producentów trzody chlewnej na świecie (1,8% udział w produkcji globalnej) oraz na trzecim miejscu w grupie liderów produkcji europejskiej (tab. 1) (1).

Największa intensyfikacja produkcji trzody chlewnej ma miejsce w Holandii i Danii, gdzie na 100 ha użytków rolnych przypada ponad 500 sztuk zwierząt. Ze względu na bardzo duże obciążenia dla środowiska



Ryc. 1. Pogłowie trzody chlewnej w Polsce w latach 2001–2009 (2).
Fig. 1. Swine production in Poland, 2001–2009 (2).

Tabela 1. Pogłowie trzody chlewnej w 2007 r. — przegląd międzynarodowy (1)
Table 1. Number of swine in 2007 — an international survey (1)

Kraje Countries	Trzoda chlewna Swine		
	n [w tysiącach / thousands]	n/100 ha	%
Ogółem / Total	989 744	19,9	100,0
Chiny (CN)	501 476	90,1	50,7
Stany Zjednoczone (US)	61 860	14,9	6,3
Brazylia (BR)	34 080	12,9	3,4
Wietnam (VN)	26 500	276,3	2,7
Niemcy (DE)	26 530	155,8	2,7
Hiszpania (ES)	26 034	89,7	2,6
Polska (PL)	18 129	112,1	1,8
Francja (FR)	14 736	49,8	1,5
Dania (DK)	13 599	525,3	1,4
Holandia (NL)	11 600	603,9	1,2

oraz ograniczenia przestrzenne dalszy rozwój produkcji zwierzęcej stanowi obecnie w tych krajach istotny problem. Z tego wynika obserwowana od kilku lat translokacja kapitału oraz inwestycji duńskich i holenderskich związanych z chowem i hodowlą trzody na obszary krajów sąsiednich, m.in. Polski.

WYMAGANIA PRAWNE

Działalność związana z hodowlą i produkcją zwierząt gospodarskich, w tym trzody chlewnej, ujęta jest w ustawodawstwie polskim w zakresie wymagań prawnych i zaleceń odnoszących się do ochrony zdrowia pracowników, przeciwdziałania negatywnemu wpływowi na środowisko oraz zapewnienia odpowiednich warunków utrzymania zwierząt gospodarskich.

Podstawowym aktem prawnym zawierającym przepisy dotyczące organizacji pracy przy chowie i hodowli zwierząt jest Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 28 września 2001 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy obsłudze zwierząt gospodarskich (5). W rozumieniu przepisów ww. rozporządzenia obsługa zwierząt gospodarskich obejmuje wszystkie czynności związane z chowem i hodowlą tych zwierząt wykonywane codziennie lub okresowo, a w szczególności prace związane z karmieniem, pojeniem, wymianą ściółki oraz pielęgnacją, leczeniem i transportem. Ze względu na ochronę zdrowia pracowników ferm trzody chlewnej do wymagań prawnych nałożonych na pracodawcę w świetle obowiązującego rozporządzenia należą m.in.:

- utrzymywanie czystości i porządku, w tym regularne usuwanie odchodów z pomieszczeń hodowlanych;
- utrzymywanie właściwej wentylacji;
- odpowiednie zabezpieczenie kanałów odprowadzających ścieki i gnojowicę;
- ograniczenie stężenia pyłów organicznych w pomieszczeniach inwentarskich poprzez wyposażenie pomieszczeń przeznaczonych dla trzody chlewnej w urządzenia odpylające lub poprzez stosowanie innych dostępnych odpylających urządzeń technicznych;
- zapewnienie pracownikom wydzielonego pomieszczenia przeznaczonego do spożywania w nim posiłków, po uprzednim umyciu rąk i twarzy;
- wprowadzenie zakazu spożywania posiłków i palenia tytoniu podczas obsługi zwierząt;
- zapewnienie pomocy lekarskiej pracownikom poszkodowanym na skutek ugryzienia lub poturbowania przez zwierzęta oraz na skutek zranienia przez przedmioty zanieczyszczone nawozem organicznym lub ziemią;
- poddanie pracowników zatrudnionych przy obsłudze zwierząt szczepieniom ochronnym przeciw tężcowi.

Ze względu na występowanie szkodliwych czynników biologicznych podczas czynności związanych z obsługą zwierząt gospodarskich pracodawcy oraz osoby zatrudnione przy hodowli i produkcji trzody chlewnej podlegają także przepisom prawnym zawartym w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 29 lutego 2008 r.

w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki (6). Zgodnie z jego przepisami podstawowym obowiązkiem pracodawcy jest zastosowanie wszelkich dostępnych środków technicznych, organizacyjnych, higieniczno-sanitarnych, a także odpowiednich środków ochrony indywidualnej, które w znaczący sposób ograniczą bądź wyeliminują narażenie pracowników na szkodliwe czynniki biologiczne występujące na stanowiskach pracy oraz podczas wykonywania określonych czynności zawodowych. Przed wyborem środka zapobiegawczego pracodawca zobowiązany jest do przeprowadzenia oceny ryzyka zawodowego, na jakie jest lub może być narażony pracownik, uwzględniając w szczególności:

- wiodące czynniki biologiczne, tzn. czynniki biologiczne charakterystyczne dla danego środowiska pracy lub wykonywanej czynności;
- grupę zagrożeń dla poszczególnych czynników, na podstawie klasyfikacji i wykazu szkodliwych czynników biologicznych zawartych w Załączniku nr 1 do ww. rozporządzenia;
- stopień oraz czas trwania narażenia;
- potencjalne działanie szkodliwych czynników biologicznych na organizm człowieka.

Ocena ryzyka powinna być aktualizowana przede wszystkim w odniesieniu do zmian mających znaczenie dla zdrowia pracowników w miejscu pracy oraz wykonana ponownie w przypadku wystąpienia wśród pracowników dolegliwości lub chorób, które mogą być wynikiem kontaktu z czynnikami biologicznymi występującymi w środowisku pracy.

Pracodawca ma obowiązek dostarczyć pracownikowi nieodpłatne środki ochrony indywidualnej zabezpieczające przed działaniem niebezpiecznych i szkodliwych dla zdrowia czynników występujących w środowisku pracy oraz wskazać miejsce ich przechowywania. Dobór środków ochrony indywidualnej przed szkodliwymi czynnikami biologicznymi powinien uwzględniać: rodzaj czynnika biologicznego i stopień jego szkodliwości, drogi narażenia, warunki mikroklimatyczne środowiska pracy, a także specyfikę wykonywanej czynności.

Inną grupę przepisów stanowią uregulowania prawne dotyczące ochrony środowiska i zasobów naturalnych przed negatywnym oddziaływaniem inwestycji zajmujących się intensywnym chowem zwierząt gospodarskich. Prowadzący taką działalność w rozumieniu przepisów Ustawy z dnia 17 kwietnia 2001 r. — Prawo

ochrony środowiska (7) jest tzw. podmiotem korzystającym ze środowiska i podlega obowiązującym przepisom związanym z ochroną środowiska oraz zdrowia i życia ludzi.

Inwestycje prowadzące chów lub hodowlę zwierząt — w liczbie nie mniejszej niż 240 dużych jednostek przeliczeniowych inwentarza (DPJ), co w odniesieniu do trzody chlewnej oznacza 1714 sztuk tuczników, 685 sztuk macior, 600 sztuk knurów, 3428 sztuk 2–4-miesięcznych warchlaków oraz 12 000 sztuk prosiąt w wieku do 2 miesięcy — kwalifikowane są jako przedsięwzięcia mogące znacząco oddziaływać na środowisko i wymagające sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko (8). Inwestycje te wymagają również uzyskania pozwolenia emisyjnego wydanego decyzją wojewody, po uprzednim przedłożeniu dokumentacji, która zawiera poziomy emisji pyłów oraz gazów (amoniak, siarkowódór). Wylczone są one za pomocą referencyjnych metod modelowania zgodnie z Załącznikiem nr 4 do Rozporządzenia Ministra Ochrony Środowiska z dnia 5 grudnia 2002 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (9).

Pozwolenie na emisję do powietrza nie jest wymagane w odniesieniu do obiektów posiadających wentylację grawitacyjną (10). Szczególnym rodzajem pozwolenia emisyjnego jest tzw. pozwolenie zintegrowane, obejmujące swoją treścią całość oddziaływań na środowisko (11). Podstawę w ocenie dokumentacji dla inwestycji produkcyjnych pod kątem uzyskania pozwolenia zintegrowanego na działalność związaną z przemysłowym chowem trzody chlewnej stanowi Dokument Referencyjny o Najlepszych Dostępnych Technikach (Best Available Techniques — BAT) wymagania i zalecenia dotyczące intensywnego chowu świń i drobiu (12).

Do chwili obecnej nie ma w Polsce rozporządzeń określających standardy jakości powietrza i metody oceny zapachowej jakości powietrza, co skutkuje brakiem możliwości podejmowania przez odpowiednie organy decyzji w zakresie uciążliwości zapachowej, która towarzyszy produkcji zwierzęcej.

Przepisy odnoszące się do działalności związanej z chowem i hodowlą zwierząt gospodarskich uwzględniają podstawowe wymagania w zakresie opieki, żywienia oraz utrzymania zwierząt hodowlanych — rozdział 4. (Minimalne warunki utrzymywania świń) Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 2 września 2003 r. w sprawie minimalnych warunków utrzymywania poszczególnych gatunków zwierząt gospodarskich (13).

PROCES PRODUKCJI I HODOWLI TRZODY CHLEWNEJ

Chów przemysłowy zwierząt gospodarskich, w tym trzody chlewnej, charakteryzuje się zamkniętym cyklem produkcji w obrębie danej inwestycji, optymalną dla właściwej organizacji produkcji koncentracją pogłowia zwierząt, określonym rytmem produkcyjnym oraz wdrożonym systemem zarządzania mającym na celu zapewnienie maksymalnego wykorzystania potencjalnych możliwości zwierząt w określonych grupach technologicznych, poprzez zapewnienie optymalnych warunków chowu (14).

Ogólny schemat działań związanych z intensywną produkcją zwierząt gospodarskich obejmuje: podstawowe czynności związane z obsługą zwierząt (tj. karmienie, pojenie, zabiegi pielęgnacyjne, weterynaryjne i porządkowe), działania związane z magazynowaniem i przygotowywaniem paszy, postępowanie z powstającymi podczas produkcji odpadami oraz czynności związane z wykorzystaniem nawozów naturalnych.

Rozróżnia się dwa zasadnicze systemy utrzymania świń:

- system alkierzowy (zwierzęta przebywają w zamkniętych pomieszczeniach) — stosowany najczęściej przy produkcji tuczników, pozwala na maksymalne wykorzystanie powierzchni użytkowej oraz na zautomatyzowanie usuwania odchodów i zadawania paszy;
- system alkierzowo-okólnikowy (zwierzęta utrzymywane są w pomieszczeniach zamkniętych z regulowanym dostępem do wybiegów) — zalecany do loch i odchowu młodzięży.

Ze względu na pokrycie podłóg w chlewniach różni się system ściółowy płytki (warstwa ściółki wymieniana każdego dnia) lub ściółowy głęboki (ściółka wymieniana po zakończeniu cyklu produkcyjnego) oraz system bezściółowy (podłogi rusztowe).

W zależności od grupy produkcyjnej świnię utrzymuje się w kojcach grupowo (warchlaki, tuczniki, lochy luźne i niskoprośne) lub indywidualnie (knury stadne, lochy prośne lub karmiące), przy czym wielkość powierzchni użytkowej kojców w przeliczeniu na jednego osobnika zależy od rodzaju grupy produkcyjnej (np. knury stadne: 8 m²/szt., lochy karmiące z prosiętami: 6,5–9 m²/szt., warchlaki i tuczniki: 0,5–1,2 m²/szt.) (15).

Parametry mikroklimatu pomieszczeń hodowlanych mają decydujący wpływ na kondycję oraz produktywność zwierząt. Z tego powodu stałej kontroli podlega wilgotność względna powietrza (świnie

do 25 kg: 60–80%; świnię powyżej 25 kg: 50–60%), temperatura (prosięta do 2 tyg.: 24–25°C, pozostałe: 17–27°C), przepływ powietrza (prosięta ≤ 0,15 m/s, lochy karmiące ≤ 0,2 m/s, pozostałe ≤ 0,4 m/s), zanieczyszczenia powietrza, tj. amoniak (maksymalnie 10 ppm), siarkowodór (2–3 ppm) oraz dwutlenek węgla (maksymalnie: 0,20 objętości) (14,15).

Pomieszczenia dla świń mogą być ogrzewane różnymi systemami z uwzględnieniem wymagań temperaturowych związanych z warunkami klimatycznymi, parametrami technicznymi budynku oraz fazą produkcyjną. Systemy wentylacyjne w pomieszczeniach chlewni usuwają powietrze zanieczyszczone pyłem, metabolitami zwierząt, produktami rozkładu kału i moczu oraz redukują nadmierne wysycenie powietrza parą wodną. Minimalny poziom wymiany to 5–6 m³ powietrza/1 godz./1 zwierzę o masie 100 kg. Najczęściej stosowana jest wentylacja grawitacyjna poprzez otwory nawiewowe i kanały wywiewne lub bardziej wydajna wentylacja mechaniczna (ruch powietrza wymuszony za pomocą wentylatorów nisko- lub średnio-ciśnieniowych).

System zaopatrzenia w wodę obejmuje wewnętrzną instalację z automatycznymi poidłami, zapewniającymi zwierzętom nieograniczony dostęp do wody pitnej. Sposób zadawania paszy uzależniony jest od wielkości produkcji i technologii żywienia. W obiektach małych stosuje się ręczne zadawanie paszy, która dostarczana jest z paszarni za pomocą wózków paszowych lub podwieszanych kolejek i zadawana bezpośrednio do koryt. Przy intensywnej produkcji trzody chlewnej stosowany jest system mechanicznego zadawania paszy (zestawy przenośników oraz urządzeń dozujących w sposób automatyczny paszę do koryt).

Sposób usuwania odchodów dostosowywany jest do systemu utrzymania zwierząt oraz technologii chowu. W systemie ściółowym odchody wymieszane ze ściółką tworzą obornik, który może być usuwany ręcznie (małe objekty) lub mechanicznie (duże objekty) przy zastosowaniu szuflady mechanicznej spychającej obornik wzdłuż obniżonego w stosunku do podłoża kanału gnojowego lub za pomocą przenośników taśmowych. Przy bezściółowym utrzymaniu zwierząt powstaje gnojowica, która stanowi mieszaninę moczu i kału, resztek paszy oraz wody pochodzącej ze zmywania podłóg w kojcach. Z chlewni z podłogami rusztowymi lub szczelinowymi gnojowica usuwana jest za pomocą systemu kanałowego (kanały stanowiskowe, zbiorcze i odpływowe). Najczęstsze metody usuwania gnojowicy to samospływ ciągły (kanał wypełniony wodą, która

stanowi nośnik usuwanych nieczystości) lub samospływ okresowy (gromadzenie gnojowicy w kanałach przez kilka dni, a następnie spuszczenie nieczystości do specjalnych zbiorników).

CZYNNIKI SZKODLIWE DLA ZDROWIA TOWARZYSZĄCE INTENSYWNEJ PRODUKCJI TRZODY CHLEWNEJ

Emisje zanieczyszczeń związane z przemysłową produkcją trzody chlewnej stanowią istotny problem w zakresie ochrony zdrowia pracowników, utrzymania optymalnych warunków chowu oraz ochrony środowiska naturalnego. Do głównych czynników wpływających na warunki środowiskowe wewnątrz i na zewnątrz budynków inwentarskich, należą: koncentracja i rodzaj produkcji zwierzęcej, system chowu zwierząt, organizacja procesu produkcyjnego, mikroklimat pomieszczeń oraz ilość i jakość odchodów zwierzęcych (16).

Podczas chowu świń do powietrza jest emitowanych około 200 różnych substancji zanieczyszczających. Do najistotniejszych należy amoniak — produkt bakteryjnego rozkładu aminokwasów, amidów, mocznika i kwasu moczowego, którego roczna emisja z ferm hodowlanych na świecie szacowana jest na poziomie ok. 26 mln ton, co stanowi ok. 42% emisji globalnej tego gazu (17). Na poziom amoniaku w pomieszczeniach hodowlanych ma wpływ zawartość białka w paszy, wysoka temperatura oraz zaleganie odchodów zwierzęcych w kojcach. Najwięcej amoniaku wydziela się podczas ściółkowego utrzymania stada (18). Ze względu na swoje właściwości drażniące amoniak stanowi zagrożenie dla zdrowia osób wykonujących czynności w pomieszczeniach hodowlanych, powodując podrażnienie i stany zapalne w obrębie śluzówki oczu, nosa

i dróg oddechowych pracowników. Średnie poziomy amoniaku oznaczone u pracowników zatrudnionych przy wielkoprzemysłowym chowie trzody chlewnej wynoszą od 1,1 ppm do 12 ppm (19–22).

Innym gazem drażniącym uwalnianym podczas produkcji zwierząt jest siarkowodór, który powstaje z odchodów zwierzęcych w wyniku bakteryjnego rozkładu białek zawierających aminokwasy siarkowe. Siarkowodór ze względu na swój ciężar gromadzi się na dnie kanałów spływowych i stanowi zagrożenie dla pracowników, szczególnie podczas prac związanych z czyszczeniem systemów odprowadzających nieczystości (23). Analiza publikowanych wyników badań wskazuje, że średnie poziomy siarkowodoru w powietrzu pomieszczeń hodowlanych kształtują w zakresie od 20 ppb do ponad 1200 ppb (21,24).

Podczas chowu trzody chlewnej uwalniane są do powietrza także metan, tlenki azotu (metabolizm) i dwutlenek węgla (oddychanie). Zakresy emisji wybranych gazów w zależności od grupy produkcyjnej i systemu chowu przedstawiono w tabeli 2 (25).

Chów trzody chlewnej jest również źródłem emisji pyłu organicznego, drobnoustrojów, endotoksyn bakteryjnych i (1→3)-β-D-glukanów, a także złoonych gazów, które ze względu na swoje relatywnie wysokie poziomy stanowią bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia pracowników oraz uciążliwość zapachową podczas wykonywania czynności związanych obsługą zwierząt. Odory emitowane z ferm trzody chlewnej stanowią ponadto istotny problem dla osób zamieszkujących w ich bezpośrednim sąsiedztwie.

Średnie stężenia pyłu organicznego oznaczone u pracowników zatrudnionych bezpośrednio przy obsłudze świń mogą przekraczać poziom 12 mg/m³ i 0,3 mg/m³ powietrza, odpowiednio dla frakcji

Tabela 2. Emisja amoniaku, metanu i tlenków azotu z ferm chowu świń (25)

Table 2. Ammonia, methane and nitric oxides concentration in various types of animal production facilities (25)

Grupa zwierząt Group of animals	Emisja [kg/osobnik/rok] Concentration [kg/animal/year]		
	amoniak ammonia	metan methane	tlenki azotu nitric oxides
Lochy luźne i prośne / Pregnant swine	0,4–4,2	21,1	–
Lochy karmiące / Delivered swine	0,8–0,9	–	–
Prosięta < 30 kg / Piglets < 30 kg	0,06–0,8	3,9	–
Zwierzęta > 30 kg / Fattening unit (> 30 kg)			
system rusztowy / unbedded	1,35–3,0	2,8–4,5	0,02–0,15
system ściółkowy / bedded	2,1–4,0	0,9–1,1	0,05–2,40

wdychalnej i respirabilnej pyłu (20). Do najczęściej obserwowanych skutków zdrowotnych związanych z narażeniem zawodowym na pył pochodzenia organicznego należą: alergiczne zapalenie pęcherzyków płucnych, astma oskrzelowa i alergiczne zapalenie błony śluzowej nosa (26).

Środowisko pracy związane z wielkoprzemysłową produkcją trzody chlewnej charakteryzuje się również wysokim stopniem zanieczyszczenia mikrobiologicznego, przekraczającym w przypadku ogólnej liczby bakterii poziom 10^5 , a w przypadku grzybów — 10^4 jtk/m³ powietrza. W grupie czynników biologicznych oznaczanych w pomieszczeniach hodowlanych mogą występować drobnoustroje, które ze względu na swoje właściwości infekcyjne, toksyczne i alergizujące stanowią zagrożenie dla zdrowia osób narażonych (27–31).

Powszechnie stosowanym wskaźnikiem w ocenie narażenia zawodowego na mikroorganizmy bakteryjne i grzybowe są endotoksyny i (1→3)-β-D-glukany występujące w powietrzu środowiska pracy. Strukturalnie endotoksyny są makrocząsteczkami o masie cząsteczkowej od kilku do kilkudziesięciu megadaltonów, powstałymi przez polimeryzację mniejszych jednostek LPS z białkami i fosfolipidami ściany komórkowej bakterii Gram-ujemnych. Uwalniają się łatwo do środowiska poprzez fragmentację ściany komórkowej, która uwypukla się i odłącza w postaci sferycznych cząstek mierzących średnio 30–50 nm. Liczne badania wykazują wpływ endotoksyn u osób narażonych na zaburzenia funkcji płuc i oskrzeli oraz układu immunologicznego, objawiający się odczynem zapalnym w płucach, zaburzeniami w wymianie gazów, skurczem oskrzeli, spadkiem wydolności płuc, a także bólami mięśniowymi i gorączką (26,32–36). Zakres poziomów endotoksyn bakteryjnych występujących na stanowiskach pracy osób zatrudnionych przy hodowli trzody chlewnej, według wybranych danych literaturowych, wynosił dla frakcji wdychalnej od ok. 100 EU/m³ do ponad 75 000 EU/m³ powietrza (21,37–39).

Glukany są naturalnymi polisacharydami szeroko rozpowszechnionymi w przyrodzie. (1→3)-β-D-glukany stanowią stały składnik ściany komórkowej grzybów. Są to polimery cząsteczek d-glukozy, które występują w postaci łańcuchów ogniw pierścieniowych połączonych wiązaniami poliglikozydowymi. Efekt oddziaływania glukawanów nie został tak dobrze poznany jak to ma miejsce w przypadku endotoksyn bakteryjnych. Nieliczne badania, z których znaczna większość została przeprowadzona przez badaczy skandynawskich,

wskazują, że są one w stanie wpływać na obniżenie parametrów czynnościowych układu oddechowego i działać pozapalnie (34). Wyniki niektórych badań wskazują jednocześnie, że glukany mogą działać synergistycznie z endotoksynami wzmagając niekorzystne oddziaływanie na organizm człowieka (40).

WNIOSKI

Intensywna produkcja i hodowla trzody chlewnej charakteryzuje się koncentracją dużej liczby zwierząt na relatywnie niewielkich przestrzeniach inwentarskich. Wynikiem tego jest wysoki poziom zanieczyszczeń generowanych w pomieszczeniach hodowlanych. Pracownicy zatrudnieni przy produkcji i hodowli trzody chlewnej narażeni są podczas czynności związanych z obsługą zwierząt na wysokie stężenia bioaerozoli oraz gazów drażniących. Efektem zdrowotnym wynikającym z ekspozycji zawodowej na wymienione wyżej czynniki jest m.in. obniżenie parametrów czynnościowych układu oddechowego stwierdzane w grupie pracowników wielkoprzemysłowych ferm zwierząt. Ze względu na ochronę zdrowia i bezpieczeństwo zatrudnionych ważne jest prowadzenie badań mających na celu kompleksową ocenę narażenia na czynniki szkodliwe występujące w pomieszczeniach inwentarskich, wskazanie determinant ich poziomów oraz zależności między stopniem zanieczyszczenia środowiska pracy a skutkami zdrowotnymi u pracowników narażonych.

PIŚMIENNICTWO

1. Główny Urząd Statystyczny: Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej. Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2008
2. Główny Urząd Statystyczny: Departament Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej. Informacja sygnałna. Wyniki badań GUS. Pogłowie trzody chlewnej według stanu w końcu marca 2009 roku. GUS, Warszawa 2009
3. Hamulczyk M.: Cykliczne zmiany na rynku trzody chlewnej w Polsce. Roczn. Nauk Roln. Ser. G 2006;92:42–51
4. Główny Urząd Statystyczny: Powszechny Spis Rolny 2002. Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2002
5. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 28 września 2001 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy obsłudze zwierząt gospodarskich. DzU z 2001 r. nr 1268, poz. 118
6. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 lutego 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia

- w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki. DzU z 2008 r. nr 288, poz. 48
7. Ustawa z dnia 17 kwietnia 2001 r. Prawo Ochrony Środowiska. DzU z 2001 r. nr 62, poz. 627 z późn. zm.
 8. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko. DzU z 2004 r. nr 257, poz. 2573 z późn. zm.
 9. Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska z dnia 5 grudnia 2002 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu. DzU z 2003 r. nr 1, poz. 2
 10. Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska z dnia 22 grudnia 2004 r. w sprawie przypadków, w których wprowadzanie gazów lub pyłów do powietrza z instalacji nie wymaga pozwolenia. DzU z 2004 r. nr 283, poz. 2840
 11. Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska z dnia 26 lipca 2002 r. w sprawie rodzajów instalacji mogących powodować znaczne zanieczyszczenie poszczególnych elementów przyrodniczych albo środowiska jako całości. DzU z 2002 r. nr 122, poz. 1055
 12. Ministerstwo Środowiska. IPPC — Integrated Pollution Prevention and Control, 2003. Tłumaczenie — Dokument Referencyjny o Najlepszych Dostępnych Technikach dla Intensywnego Chowu Drobiu i Świń. Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2005
 13. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 2 września 2003 r. w sprawie minimalnych warunków utrzymywania poszczególnych gatunków zwierząt gospodarskich. DzU z 2003 r. nr 167, poz. 1629
 14. Miłułka M.: Charakterystyka technologiczna hodowli drobiu i świń w Unii Europejskiej. Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2003
 15. Kondracki S.: Chów świń. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1998
 16. Romaniuk W., Karbowy A.: Kształtowanie warunków środowiskowych w nowoczesnych obiektach inwentarskich. Probl. Inż. Roln. 2008;4:93–101
 17. Barowicz T.: Produkcja zwierzęca a ochrona środowiska. Wiad. Roln. 2007;9(37):32–35
 18. Myczko A., Lundgaard N.H., Bunsen N., Kreis-Tomczak K., Nawrocki L.: Ograniczenie wpływu na środowisko produkcji trzody chlewnej. Trzoda Chlewna 2005;5:95–97
 19. Donham K.J., Reynolds S.J., Whitten P., Merchant J.A., Burmeister L., Pendorf W.J.: Respiratory dysfunction in swine production facility workers: dose-response relationships of environmental exposures and pulmonary function. Am. J. Ind. Med. 1995;27:405–418
 20. Omland O.: Exposure and respiratory health in farming in temperate zones — a review of the literature. Ann. Agric. Environ. Med. 2002;9:119–136
 21. Eduard W., Pearce N., Douwes J.: Chronic bronchitis, COPD, and lung function in farmers. The role of biological agents. Chest 2009;136:716–725
 22. Bonlokke J.H., Meriaux A., Duchaine C., Grodbout S., Cormier Y.: Seasonal variations in work-related Health effects in swine farm workers. Ann. Agric. Environ. Med. 2009;16:43–52
 23. Chénard L., Lemay S.P., Laguë C.: Hydrogen sulfide assessment in shallow-pit swine housing and outside manure storage. J. Agric. Saf. Health 2003;9(4):285–302
 24. Kim K.Y., Jong K.H., Tae K.H., Shin K.Y., Man R.Y., Min L.C. i wsp.: Quantification of ammonia and hydrogen sulfide emitted from pig buildings in Korea. J. Environ. Manage. 2008;88(2):195–202
 25. Szymańska E.: Wpływ chowu trzody chlewnej na środowisko. Zeszyty Nauk. Akad. Roln. Wrocl. 2006;540:531–536
 26. Douwes J., Thorne P., Pearce N., Heederic D.: Bioaerosol health effects and exposure assessment: progress and prospects. Ann. Occup. Hyg. 2003;47(3):187–200
 27. Dutkiewicz J., Pomorski Z.J.H., Sitkowska J., Krysińska-Traczyk E., Skórska C., Prażmo Z.: Airborne microorganisms and endotoxin in animal houses. Gra-na 1994;33(2):85–90
 28. Cormier Y., Tremblay G., Meriaux A., Brochu G., Lavoie J.: Airborne microbial contents in two types of swine confinement buildings in Quebec. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 1990;51(6):304–309
 29. Adhikari A., Reponen T., Lee S.A., Grinshpun S.A.: Assessment of human exposure to airborne fungi in agricultural confinements: personal inhalable sampling *versus* stationary sampling. Ann. Agric. Environ. Med. 2004;11:269–277
 30. Rautiala S., Kangas J., Louhelainen K.: Farmers exposure to airborne microorganisms in composting swine confinement buildings. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 2003;64(5):673–667
 31. Thorne P.S., Ansley A.C., Spencer Perry S.: Concentrations of bioaerosols, odors, and hydrogen sulfide inside and downwind from two types of swine livestock operations. J. Occup. Environ. Hyg. 2009;6:211–220
 32. Castellan R.M., Olenchock S.A., Kinsley K.B., Hankinson J.L.: Inhaled endotoxin and decreased spirometric values. N. Engl. J. Med. 1987;317(10):605–610
 33. Rylander R., Jacobs R.R. [red.]: Organic dust. Exposure, effects, and prevention. CRS Press, Boca Raton 1994

34. Rylander R.: Endotoxins in the environment — A criteria document. *Int. J. Occup. Environ. Health* 1997;3:1–48
35. Michel O.: Role of lipopolysaccharide (LPS) in asthma and other pulmonary conditions. *J. Endotoxin Res.* 2003;9(5):293–300
36. Liebers V., Bruning T., Raulf-Heimsoth M.: Occupational endotoxin — exposure and possible health effects on humans. *Am. J. Ind. Med.* 2006;49:474–491
37. Vogelzang P.F.J., van der Gulden J.W.J., Folgering H., Kolk J.J., Heederik D., Preller L. i wsp.: Endotoxin exposure as a major determinant of lungs function decline in pig farmers. *Am. J. Respir. Cirt. Care Med.* 1998;157:15–18
38. Donham K.J., Cumro D., Reynolds S.J., Merchant J.A.: Dose-response relationship between occupational aerosol exposures and cross-shift declines of lung function in poultry workers: recommendations for exposure limits. *J. Occup. Environ. Med.* 2000;42(3):260–269
39. Wenger I.: What airborne contaminants are pig barn workers exposed to — really? *Adv. Pork Prod.* 2002;13:185–190
40. Rylander R.: Endotoxins in the environment. W: Levin J., Alving C.R., Munford R.S., Redl H. [red.]. *Progress in Clinical and Biological Research. Bacterial Endotoxins: Lipopolysaccharides Genes to Therapy.* Wiley-Liss, New York 1995, ss. 79–90