

Zagrożenia chemiczne i mikrobiologiczne związane z hodowlą drobiu

Chemical and microbiological hazards related to poultry farming

Kinga Stuper-Szablewska^{1 (a)}, Tomasz Szablewski^{2 (b)}, Sebastian Nowaczewski^{3 (c)}
Ewa Gornowicz^{4 (d)}

¹ Katedra Chemii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

² Katedra Zarządzania Jakością i Bezpieczeństwem Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

³ Katedra Hodowli Zwierząt i Oceny Jakości Produktu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

⁴ Państwowy Instytut Badawczy Hodowli Zwierząt w Krakowie-Balicach

(a) koncepcja i przygotowanie manuskryptu

(b) analiza literaturowa i przygotowanie manuskryptu

(c) przygotowanie tabel, wykresów i manuskryptu

(d) konsultacja merytoryczna i przygotowanie manuskryptu

STRESZCZENIE

Uciążliwość środowiskowa związana z wielkotowarowymi chowami drobiu jest szczególnie ważna gdy w sąsiedztwie występują skupiska mieszkalne lub chronione obszary zieleni. Emitowane z kurników odory oraz pył wpływają na zdrowie ludzi oraz kondycję roślin uprawnych. Źródłem wyziewów są elementy środowiska kurnika wpływające na poziom zapylenia (ściółka i pasza), stężenie związków lotnych (reakcje zachodzące w kurniku oraz metabolizm mikroorganizmów i ptaków) oraz skład mikroflory (ściółka, pył i pasza).

Podjęte w ramach niniejszej pracy badania literaturowe miały za zadanie podsumować istniejący stan wiedzy o zagrożeniach związanych z hodowlą drobiu. Do tej pory w centrum zainteresowania były bakterie jako główne patogeny środowiska kurnika. W niniejszej pracy przedstawiono szereg innych zagrożeń nie tylko mikrobiologicznych ale i chemicznych mających ogromne znaczenie i cechujących się wysokim ryzykiem związanym z ich toksycznym działaniem wobec zwierząt oraz ludzi.

Słowa kluczowe: bakterie, kurniki, mikotoksyny, pleśnie, związki lotne

SUMMARY

Environmental nuisance related to large-scale poultry farming is particularly important when there are clusters of housing or protected green areas in the neighborhood. The odors and dust emitted from the hen houses affect human health and the condition of crop plants. The sources of fumes are the elements of the house environment affecting the level of pollination (litter and feed), the concentration of volatile compounds (reactions in the hen house and the metabolism of microorganisms and birds) and the composition of microflora (litter, dust and feed). The literature research undertaken as part of this work was to summarize the existing state of knowledge on the risks associated with poultry farming. Until now, the focus was on bacteria as the main pathogens of the chicken house environment. This paper presents a number of other hazards, not only microbiological but also chemical ones of great importance and high risk associated with their toxic effects on animals and humans.

Key words:

WSTĘP

Działania na rzecz ochrony środowiska, które skupiają się na minimalizowaniu negatywnych skutków działań ludzkich na otoczenie są w ostatnim czasie istotnym elementem przemysłu rolno-spożywczego. W Ustawie z dnia 27 stycznia 2001 roku dotyczącej Prawa Ochrony Środowiska (Dz. U. z 2001 r. Nr 62,

poz. 627) zawarte są przepisy o ochronie środowiska i postępowania zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju. Planując otwarcie intensywnej produkcji zwierzęcej, w tym kurników wielkotowarowych stosuje się różne metody ograniczania emisji szkodliwych związków do otoczenia.

Według danych GUS (2012) wśród gospodarstw w 2011 roku ponad połowę (57,8%) stanowiły te

o średnim obszarze poniżej 5 ha. Dlatego też charakterystycznym dla Polski ze względu na występowanie wielu małych zagród przydomowych jest utrzymanie niosek w systemie przyzagrodowym, dla zaspokojenia własnych potrzeb. Struktura gatunkowa, jak wynika z danych statystycznych na grudzień 2011 roku w 92% składa się z drobiu kurzego, w tym 32,8% stanowią nioski. Wielkopolska jest województwem, w którym występuje najwyższe погоłowie drobiu to jest ok. 31 mln sztuk, przy czym ogólnie w Polsce wynosi 1,52 mld szt. Dla zwiększenia produktywności, opłacalności i zysków co raz częściej utrzymuje się drób na fermach wielkotowarowych. Chów ściółkowy w Polsce stosuje się na fermach kur nieśnych oraz na fermach brojlerów (Mituriewicz, 2013).

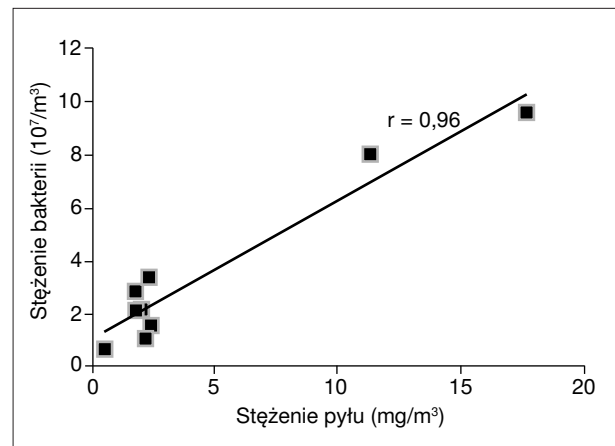
W przedmiotowej literaturze dotyczącej zootechnicznych zagadnień hodowli drobiu pojawiają się doniesienia na temat badań prowadzonych na fermach intensywnego chowu drobiu, gdzie analizowano wpływ emitowanych wyziewów z kurników na otaczające środowisko (Schulze i in., 2006; Hartung i Schulz, 2011). Zagrożenie to jednak nie zostało jeszcze zbadane w odniesieniu do hodowli przyzagrodowych, w których utrzymywane są nioski w mniejszej obsadzie, a kontrola warunków chowu jest ograniczona.

Zanieczyszczenia atmosfery kurnika są odprowadzane na zewnątrz metodami wymuszającymi ruch powietrza oraz grawitacyjnymi. Odprowadzane na zewnątrz przewodami wentylacyjnymi zanieczyszczenia składają się głównie z pyłów organicznych i nieorganicznych stanowiących niebezpieczeństwo dla zdrowia ludzi i zwierząt (Schulz i in., 2005 i 2007; Seedorf, 2005). Istotna jest obecność w nich mikroorganizmów oraz związków chemicznych występujących w atmosferze kurnika. Jak wskazują badania Hartunga i Schulza (2011) zanieczyszczenia emitowane z ferm zwierzęcych stanowią zagrożenie dla: układu oddechowego ludzi i zwierząt, środowiska, w tym gleb i wód oraz powodują globalne ocieplenie. Bioaerozole zawarte w powietrzu wpływają także na zdrowie rolników i mieszkańców sąsiadującej okolicy. Intensywna produkcja zwierzęca generuje do środowiska bardzo duże ilości szkodliwych związków chemicznych w postaci złoonych gazów, ścieków, pyłów oraz patogenów, w tym bakterii i grzybów (Makles i Galwas-Zakrzewska, 2005; Radon i in., 2002, 2004; Schulz i in., 2005).

W ramach niniejszej pracy przeprowadzono badania literaturowe, celem których było usystematyzowanie istniejącego stanu wiedzy na temat zagrożeń chemicznych i mikrobiologicznych związanych z hodowlą drobiu.

CHARAKTERYSTYKA ZANIECZYSZCZEŃ POCHODZĄCYCH Z KURNIKA

Wśród zanieczyszczeń występujących w kurnikach, możemy wyróżnić te, które widzimy gołym okiem oraz te, których nie jesteśmy w stanie bezpośrednio wskazać. Charakterystyczny mikroklimat środowiska kurnika tworzą: wysoka wilgotność powietrza, wysoka temperatura, obniżona wielkość wymiany powietrza oraz elementy stałe takie jak: poidła, karmidła, paszociągi, grzędę, gniazda, ściółka, pasza oraz zwierzęta. Każdy z wyżej wymienionych elementów stałych może stanowić źródło zanieczyszczenia środowiska kurnika. Na poziom zapylenia powietrza kurnika wpływa głównie ściółka oraz pasza, natomiast na rozwój mikroorganizmów, zarówno tych natywnych, jak i tych zawleczonych z zewnątrz, wpływa temperatura oraz wilgotność.



Ryc. 1. Zależność stężenia bakterii od stężenia pyłu w powietrzu (Nimmermark i in., 2009)

Fig. 1. The dependence of bacterial concentration on the concentration of dust in the air (Nimmermark et al., 2009)

Wzrost stężenia bakterii jest skorelowany ze wzrostem zawartości pyłu w powietrzu (Ryc. 1). Bakterie znajdują się w pyłe unoszonym wewnątrz kurników w formie bioaerozoli. Wysoka zawartość pyłu w kurnikach najprawdopodobniej wynika z bezpośredniego kontaktu ptaków ze ściółką oraz ich aktywnością (Nimmermark i in., 2009).

Największe stężenie bioaerozoli w budynkach inwentarskich odnotowywano w kurnikach (Tab. I), najmniejsze stężenie pyłu inhalacyjnego i respirablarnego występuje w oborach dla bydła. Najwyższe stężenia aerozolu bakteryjnego i grzybowego występowały w budynkach dla drobiu. Większe stężenie endotoksyny zarówno inhalacyjnej jak też respirabilnej zidentyfikowano w kurnikach niż w chlewach i oborach.

Tabela I. Stężenie bioaerozoli w budynkach inwentarskich (Hartung i Schulz, 2007)

Table I. Concentration of bio-aerosols in livestock buildings (Hartung and Schulz, 2007)

	Bydło	Trzoda chlewna	Drób
Pył inhalacyjny	0,38 mg/m ³	2,19 mg/m ³	3,60 mg/m ³
Pył respirabilny	0,07 mg/m ³	0,23 mg/m ³	0,45 mg/m ³
Bakterie ogółem	4,4 × 10 log JTK/m ³	5,2 × 10 log JTK/m ³	5,8 × 10 log JTK/m ³
Grzyby ogółem	3,8 × 10 log JTK/m ³	3,8 × 10 log JTK/m ³	4,1 × 10 log JTK/m ³
Endotoksyna inhalacyjna	23,2 ng/m ³	118,9 ng/m ³	660,4 ng/m ³
Endotoksyna respirabilna	2,6 ng/m ³	12,0 ng/m ³	47,5 ng/m ³

JTK – jednostki tworzące kolonie

Pracownicy ferm drobiu mają do czynienia z różnego rodzaju zanieczyszczeniami począwszy od nieorganicznych przez organiczne do gazowych. Z badań przeprowadzonych przez Śpiewak i in. (2001) oraz Śpiewak i Szostak (2000) wynika, iż istnieje powiązanie między występowaniem objawów alergicznych i chorób dróg oddechowych, a pracą w gospodarstwie. Przebywanie w środowisku charakteryzującym się dużym zapyleniem skutkuje występowaniem odczynów alergicznych. Wśród przebadanych studentów pochodzących głównie z rodzin rolniczych ponad 35% wykazywało odczyn alergiczny podczas na kontakcie z roztocznymi kurzu magazynowego. Występowanie alergicznego nieżyty nosa wśród tej populacji wynosiło blisko 13%, alergicznych odczynów skórnych – 6%, a astmy – 2% (Śpiewak, 2001).

Zanieczyszczenia fizyczne

Zanieczyszczenia fizyczne atmosfery kurnika są problemem nierozdzielnie związane z produkcją zwierzęcą. Na intensywność wytwarzanych zanieczyszczeń wpływa: obsada ptaków oraz rodzaj stosowanej ściółki. Jak wynika z charakterystyki mikroklimatu na fermach drobiu (Wilkanowska, 2012), szczególnym czynnikiem wpływającym na zawartość pyłów w powietrzu jest hodowla drobiu na ściółce. Pył jest źródłem mikroorganizmów oraz ich metabolitów, co może być przyczyną odczuwanych uciążliwości.

Zapewnienie odpowiednich warunków chowu dla ptaków według Sikorskiej (2006) jest korzystne zarówno dla zwierząt jak też dla środowiska naturalnego. Podczas wyboru ściółki należy zwrócić uwagę na następujące jej cechy: wodochłonność, czystość chemiczną i mikrobiologiczną oraz bezwonność. Nadmiernie wysuszona ściółka jest niekorzystna ze względu na wzrost zapylenia powietrza i częst-

sze występowanie chorób grzybiczych. Natomiast używanie zbyt wilgotnej ściółki przyczynia się do powstawania odparzeń na piersiach i uszkodzeń poduszki śródstopia. Odpowiednia wilgotność dobrej ściółki mieści się od 65% do 75% suchej masy (Wilkanowska, 2012).

Z badań przeprowadzonych przez Saleha i in. (2004) wynika, że największe średnie stężenie pyłu wdychanego w różnych systemach chowu występuje w systemie, w którym kury nioski znajdują się w wolierach. Wzrost zawartości pyłu w powietrzu odnotowano także dla systemu baterijnego oraz klatkowego. Najmniejsza zawartość pyłu wdychanego została oznaczona na wybiegu dla niosek. Wartością odniesienia była średnia zawartość pyłu w otaczającym powietrzu wyniosła 4 µg. Oznaczenia zawierały średnie wartości zawartości pyłu podczas 24 h pomiaru, obejmując porę odpoczynku oraz aktywności ptaków. Można dlatego też przypuszczać, że wartość zapylenia w ciągu dnia przekraczała dopuszczalne stężenia (Tab. II).

Tabela II. Stężenie wdychanego pyłu w różnych systemach chowu kur – opracowanie własne na podstawie Saleh i in. (2004)

Table II. Concentration of inhaled dust in various hen-breeding systems - own elaboration based on Saleh et al. (2004)

Rodzaj chowu	Średnia wartość zapylenia (mg/m ³)	Minimalna wartość zapylenia (mg/m ³)	Maksymalna wartość zapylenia (mg/m ³)
Klatkowy	0,8	0,44	1,32
Klatkowo-baterijny	1,0	0,24	2,05
Woliera (ściółka)	3,8	1,20	9,50
Wolnowybiegowy	0,3	0,01	1,09

Tabela III. Zanieczyszczenie powietrza w różnych systemach chowu drobiu – opracowanie własne (Nimmermark i in., 2009; Hebel i in., 2006, Radon i in., 2002)

Table III. Air pollution in various poultry rearing systems - own elaboration (Nimmermark et al., 2009, Hebel et al., 2006, Radon et al., 2002)

System chowu	Rodzaj zanieczyszczenia	Stężenie	Literatura
Podłogowy (ściółkowy) Wielopoziomowy Klatki wzbogacane	Pył	12 mg/m ³ 2,3 mg/m ³	Nimmermark i in. (2009) 1,8 mg/m ³
Podłogowy (ściółkowy) Wielopoziomowy Klatki wzbogacane	Bakterie	8,8 × 10 ⁷ JTK/m ³ 2,8 × 10 ⁷ JTK/m ³ 1,6 × 10 ⁷ JTK/m ³	
Podłogowy (ściółkowy) Wielopoziomowy Klatki wzbogacane	CO ₂	1800 ppm 2066 ppm 2499 ppm	
Podłogowy (ściółkowy) Wielopoziomowy Klatki wzbogacane	NH ₃	71,7 ppm 30,0 ppm 5,2 ppm	
Podłogowy (ściółkowy)	PM 10 ¹ PM 2,5 ²	553 ± 79 µg/m ³ 33 ± 75 µg/m ³	Heber i in. (2006)
Podłogowy (ściółkowy)	Pył Endotoksyna NH ₃ CO ₂ Pleśnie ogółem Bakterie ogółem	7,01 mg/m ³ 257,58 ng/m ³ 12 ppm 2100 ppm 2,0 × 10 ⁷ JTK/m ³ 4,7 × 10 ⁷ JTK/m ³	Radon i in. (2002)
Podłogowy (ściółkowy)	Pył Bakterie ogółem Endotoksyna	10 mg/m ³ 1,0 × 10 ⁵ –10 ⁶ JTK/m ³ 339–860 ng/m ³	Hartung i Schulz (2007)
Brojlery na ściółce	Pył Endotoksyna NH ₃	2,0–4,9 mg/m ³ 6,21–99,40 EU/m ³ 5,17–25,49 ppm/m ³	Vucemilo i in., 2008

¹ PM 10 – pomiar cząstek stałych wielkości poniżej 10 µm

² PM 2,5 – pomiar cząstek stałych wielkości poniżej 2,5 µm

W tabeli III zebrano wyniki oznaczeń różnych zanieczyszczeń występujących w kurnikach. Najwyższe zawartość pyłu i bakterii oznaczono w systemie ściółkowym. Całodobowy pomiar cząstek stałych za pomocą filtra TEOM pozwala na oznaczenie zawartości cząstek stałych (PM) w powietrzu (Heber i in., 2006). Zwiększenie zawartości zapylenia związane jest ze wzrostem zanieczyszczenia bakteryjnego środowiska kurnika (Ryc. 2). Największą ilość NH₃ odnotowano także w systemie ściółkowym. Najwyższą emisję CO₂ stwierdzono w systemie klatek wzbogacanych i systemie wielopoziomowym. Na podsta-

wie badania Vucemilo i in. (2008) zaobserwowano wyraźny wzrost zanieczyszczenia środowiska kurnika wraz z okresem odchowu brojlerów. W połowie badania (w 2 tygodniu odchowu) stężenie pyłu w powietrzu wynosiło 2,0 mg/m³, natomiast na końcu wzrosło ponad dwukrotnie i wyniosło 4,9 mg/m³. Nastąpił również pięciokrotny wzrost stężenia amoniaku w powietrzu, z 5,17 do 25,49 ppm/m³. Największy jednak odnotowany wzrost stężenia zanieczyszczeń w czasie odchowu stwierdzono w przypadku endotoksyny, gdzie wzrost był szesnastokrotnie wyższy w porównaniu z początkiem odchowu.

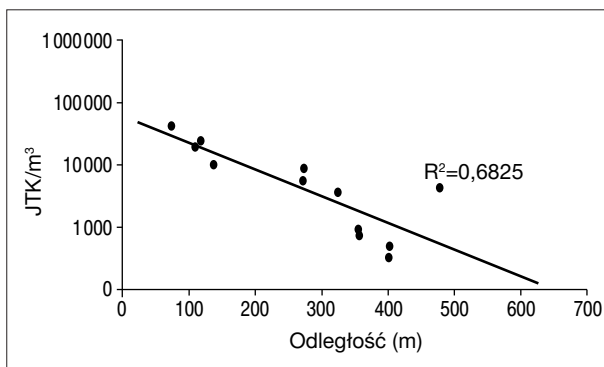
Zanieczyszczenia mikrobiologiczne

Warunki panujące w kurnikach są korzystne do rozwoju licznych mikroorganizmów. Ponadto, w większości kurników wielkotowarowych ograniczony jest dostęp naturalnego promieniowania słonecznego, które mogłoby działać niszcząco na mikroflorę bytującą wewnątrz budynków inwentarskich. Czynnikiem neutralizującym występowanie zanieczyszczeń mikrobiologicznych w powietrzu są także opady atmosferyczne, które oczyszczają powietrze z cząstek koloidalnych (Szynkiewicz, 1975).

Korzystnym rozwiązaniem dla lepszej kontroli nad rozwojem mikroflory w kurnikach jest ich biologizacja. Zaszczepienie ściółki mikroorganizmami antagonistycznymi w stosunku do patogenów lub natywną mikroflorą odpowiedzialną za utrzymanie homeostazy powoduje ukierunkowanie przebiegu procesów w niej zachodzących na dominację bakterii kwasu mlekowego. Za pomocą takiego zabiegu przemiany mają charakter fermentacji, a nie gnicia, przy którym powstają szkodliwe gazy. Ograniczenie emitowanych odorów z procesów zachodzących w ściółce składają się także na poprawę jakości obornika (Kosakowski, 2013). Źródłami zanieczyszczeń mikroorganizmami są: ściółka, pasza, pomiot drobiowy, człowiek i inne zwierzęta, które mają dostęp do kurnika oraz drobnoustroje zawarte we wprowadzanym przez wentylatory powietrzu.

Bakterie

Wśród mikroorganizmów najczęściej występujących w powietrzu zaliczane są ziarniaki, pałeczki i laseczki, a także drobnoustroje chorobotwórcze takie jak *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus* i *Clostridium*. Największym skupiskiem rozwijającej się mikroflory jest obornik, który powstaje na ściółce wraz z odchodami i moczem ptaków (Szynkiewicz, 1975).



Ryc. 2. Stężenie *Staphylococcus* wraz ze wzrostem odległości od fermy brojlerów (Hartung i Schulz, 2011; Seedorf, 2005)

Fig. 2. Concentration of *Staphylococcus* with increasing distance from broiler farm (Hartung and Schulz, 2011, Seedorf, 2005)

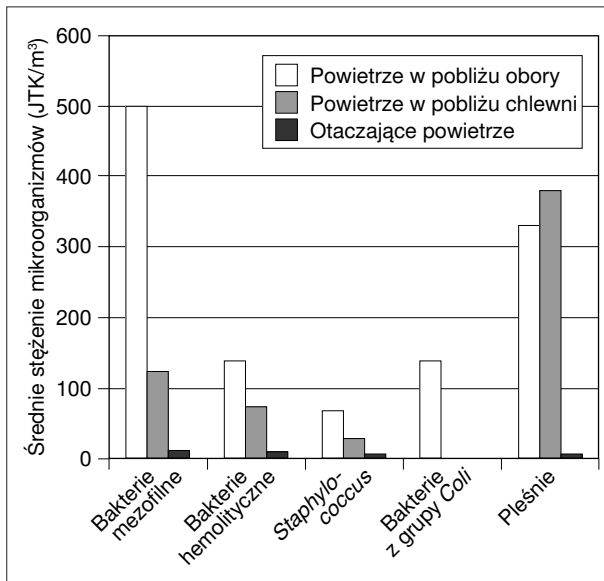
W powietrzu pochodzącym z budynków inwentarskich zawartość bakterii i grzybów w 1 litrze powietrza wynosi od 100 do 1000 JTK, z czego 80% stanowią bakterie z grupy *Staphylococcus*. Gronkowce są typowymi mikroorganizmami występującymi przy produkcji brojlerów, przez co są obserwowane zarówno na fermie jak też w jej pobliżu (Hartung i Schulz, 2011).

Zawartość *Staphylococcus* jest wskaźnikiem bakterieryjnego zanieczyszczenia powietrza. Zagrożenie stanowi możliwość transportu patogenów w powietrzu. Jak wynika z badań przeprowadzonych przez Seedorf (2005) emisja od źródła z wiatrem może wynosić co najmniej 500 m, a stężenie gronkowców na tej odległości nawet 4000 JTK/m³. Stężenie występujących bakterii zmniejsza się wraz ze wzrostem odległości od kurników (Ryc. 2). Wyniki te potwierdzają, że mikroorganizmy rozprzestrzeniają się z kurników na okoliczne budynki. Ze względu na uciążliwość związaną z sąsiedztwem budynków inwentarskich podjęto próby wyznaczenia bezpiecznej odległości (Radon i in., 2004; Hartung i Schulz, 2005 i 2007; Seedorf, 2005). Wyznaczenie nieszkodliwej strefy jest trudne, a wręcz niemożliwe, ponieważ przenoszone w powietrzu patogeny mogą być szkodliwe już w niewielkich stężeniach.

Ponadto, zanieczyszczeniom mikrobiologicznym ulega także gleba wokół ferm drobiu. Trawińska i in. (2006) w przeprowadzonych badaniach w pobliżu fermy reprodukcyjnej kur wykazała obecność bakterii *E. coli* i *Proteus* spp. Podczas całego okresu badawczego nie zaobserwowano występowania pałeczek z rodzaju *Salmonella* i mykoplazm.

Z badań przeprowadzonych przez Karwowską (2004) wynika, iż gospodarstwa są źródłem emitowanych do powietrza bioaerozoli. W doświadczeniu porównano emisje mikroorganizmów z produkcji drobiu, trzody chlewnej oraz bydła, a także różnice wynikające z typu budynków inwentarskich. Próby pobierano zimą przy temperaturach nieco poniżej 0° C na zewnątrz oraz 7–13° C wewnątrz budynków. Stężenie mikroorganizmów w budynkach inwentarskich wynosiła 1,7 × 10³–8,8 × 10⁴ JTK/m³ dla bakterii mezofilnych, 3,5 × 10¹–8,3 × 10² JTK/m³ dla bakterii hemolitycznych, 1,5 × 10³–4,6 × 10⁴ JTK/m³ dla gronkowców, 5 × 10⁰–2 × 10² JTK/m³ dla bakterii z grupy *Coli* oraz 1,7 × 10²–2,4 × 10⁴ JTK/m³ dla pleśni. Dla powietrza w pobliżu chlewni i obór zbadano zawartość bioaerozoli (Ryc. 3). Na podstawie powyższych wyników stwierdzono, że mikroflora łatwo rozprzestrzenia się z budynków inwentarskich do otaczającej atmosfery, która pierwotnie nie zawiera dużego stężenia drobnoustrojów. Można

przypuszczać, że z kurników następuje także emisja mikroflory, jednak w tym badaniu nie przeprowadzono takich oznaczeń.



Ryc. 3. Emisja mikroorganizmów z budynków inwentarskich do otaczającego powietrza (Karwowska, 2005)

Fig. 3. Emission of microorganisms from livestock buildings to the surrounding air (Karwowska, 2005)

Pleśnie (grzyby mikroskopowe)

Badania stężenia kolonii bakterii i grzybów mikroskopowych oraz drożdży w powietrzu otaczającym budynki inwentarskie, przeznaczone do hodowli różnych gatunków zwierząt wykazały, że to właśnie kurniki są źródłem największą ilość drobnoustrojów. Rozpatrując spektrum rodzajowe mikroorganizmów wszystkich budynków inwentarskich stwierdza się, iż wśród grzybów mikroskopowych stanowiących nawet 35% całej mikroflory, dominują: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Mucor* i *Rhizopus* (Karwowska, 2005). W poszczególnych budynkach inwentarskich najczęściej identyfikuje się następujące rodzaje i gatunki pleśni:

- w oborach – *Penicillium* sp., *Penicillium piceum*, *Alternaria* sp., *Monilia* sp., *Rhizopus* sp., *Aspergillus* (*A. niger*, *A. flavipes*, *A. nidulans*, *A. versicolor*)
- w chlewach – *Penicillium* sp., *Penicillium brevicompactum*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus* sp., *Mucor* sp., *Rhizopus* sp., *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp.
- w kurnikach – *Aspergillus* (*A. niger*, *A. nidulans*, *A. ochraceus*), *Penicillium notatum*, *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Alternaria* sp.

Grzyby mikroskopowe stanowią jedną z podstawowych grup alergenów inhalacyjnych. Silnymi aler-

genami są przede wszystkim grzyby o dużych zarodniach z rodzaju: *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Mucor*, *Aspergillus* (Breitenbach i Simon – Noble, 2002). U ludzi i zwierząt z obniżoną odpornością mogą być przyczyną rozwoju grzybic powierzchniowych i grzybic układowych. Duża zawartość grzybów w powietrzu pogarsza dobrostan zwierząt. Rozwijające się w poszczególnych miejscach budynków grzyby, poprzez korozję biologiczną mogą również powodować niszczenie budynków. Zarodniki grzybów mikroskopowych znajdujące się w powietrzu niosą ze sobą ryzyko pleśnienia pasz. Pasa, na której rozwija się grzybnia jest ogromnym zagrożeniem dla życia zwierząt. Duże stężenie zarówno zarodników, jak i fragmentów strzępek grzybnia może mieć istotny wpływ na bezpieczeństwo mikrobiologiczne również otoczenia kurnika. Źródłem emisji zanieczyszczeń do powietrza są systemy wentylacyjne budynków inwentarskich. Usuwane na zewnątrz wraz z innymi zanieczyszczeniami grzyby mikroskopowe oraz ich zarodniki zasiedlają otoczenie kurnika, rozwijając się na roślinach i każdej innej powierzchni zawierającej składniki pokarmowe niezbędne do ich rozwoju.

Drożdże

Wśród identyfikowanych w środowisku kurnika dominują drożdże z rodzaju: *Rhodotorula* i *Candida*. Powszechnie występują one w glebie, na roślinach i zwierzętach. Choroby przez nie powodowane były opisywane od pocz. XVIII w. Powodują one głównie zaburzenia jelitowe. Badania kliniczne wykazały, iż są one przyczyną występowania fungemii (np.: kandydemia) i zakażeń ogólnych. Często dochodzi do zakażenia oczu, które powodują: *R. mucilaginoza*, *R. glutinis* oraz *R. minuta*. Inne zakażenia wywołane przez niniejsze drożdże to np. wodniak jajowaty, zmiany skórne w pachwinach, owrzodzenia jamy ustnej, grzybica paznokci itd. (Barnett, 2004). Drożdże z rodzaju *Candida* wywołują głównie zespoły chorobowe zwane kandydozami. Dotykają one zarówno ludzi jak i zwierzęta. Jest to oportunistyczna infekcja skóry, błon śluzowych, paznokci lub rzadziej infekcja ogólna. Najczęściej wywołują ją drożdże (*Calderone*, 2001), *C. parapsilosis*, *C. krusei* i *C. tropicalis* (Ledwoń i Szeleszczuk, 2008).

Zanieczyszczenia chemiczne

Związki chemiczne mogą występować w kurnikach ze względu na celowe ich wprowadzenie do budynku np. jako leki i antybiotyki podawane ptakom lub w wyniku reakcji chemicznych zacho-

dzących w środowisku kurnika jak również metabolizmu ptaków i mikroorganizmów (Seedorf, 2005). Intensywna produkcja zwierzęca jest jednym z głównych źródeł amoniaku (42%) emitowanych do atmosfery. Fermy drobiu emitują amoniak, który zawiera największą ilość azotu pochodzącego z rozkładu przeprowadzonego przez drobnoustroje, związków organicznych zawierających azot, zawartych głównie w pomociu drobiowym (Gorzka i in., 2012).

Toksyny

Grupy związków wytwarzanych przez różne mikroorganizmy jako drugorzędowe metabolity wtórne mają różne sposoby działania w środowisku, w którym występują. Możemy wyróżnić wśród nich mikotoksyny, endotoksyny oraz egzotoksyny.

Mikotoksyny to związki chemiczne wytwarzane przez grzyby pleśniowe takie jak *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Fusarium*, *Candida*, *Cladosporium*. Charakterystycznymi mikotoksynami produkowanymi przez grzyby z rodzaju *Aspergillus* są aflatoksyny, do których zaliczana się 20 heterocyklicznych difurokumarynowych pochodnych. Związki te są odporne na szkodliwe działanie wysokich temperatur, jednak rozkładają się pod wpływem promieniowania ultrafioletowego i widzialnego. Źródłem aflatoksyn są tylko niektóre szczepy z rodzaju *Aspergillus*, a na ich produkcję ma znaczny wpływ temperatura oraz wilgotność określana za pomocą współczynnika dostępności wody (aw). Dla *Aspergillus flavus* procentowy udział szczepów toksynotwórczych wynosi 20–98%. Następnymi mikotoksynami produkowanymi przez *Penicillium* i *Aspergillus* to ochratoksyny. Związki te są szczególnie odporne na działanie temperatury. *Fusarium* spp. wytwarza natomiast zearalenon, który niekorzystnie wpływa na funkcjonowanie układu hormonalnego i przyczynia się do spadku płodności. Zarówno aflatoksyny, ochratoksyny jak też zearalenon wytwarzane są głównie na roślinach zbożowych, które uległy zapleśnieniu. Na powierzchni ścian budynków rozwijają się mogą *Stachybotrys chartarum*, które wytwarzają satratoksyny, które wpływają niekorzystnie na układ oddechowy (Soroka i in., 2008; Wiszniewska i in., 2004; Krysińska-Tkaczyk i in., 2003). Trichoteceny wytwarzane są m.in. przez *Fusarium*, *Myrothecium* lub *Trichoderma*. Ze względu na różną budowę trichoteceny podzielono na 4 grupy: A, B, C i D. W otaczającym środowisku często występują związki z grupy A oraz B (deoksyniwalenol, niwalenol, fusaryna X). Powszechne występowanie trichotecenów z grupy B w produktach pochodzenia roślinnego

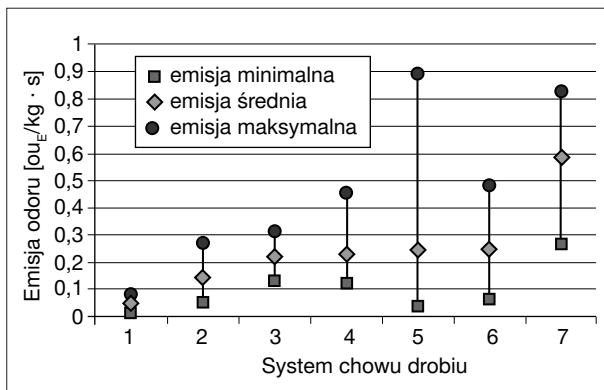
sprawia, iż są uważane za ważny czynnik wpływający na człowieka i środowisko (Suchorzyńska i Misiewicz, 2009). Za najważniejsze trichoteceny uważa się deoksyniwalenol (DON) i jego pochodne, a także niwalenol (NIV).

W pracach Krysińskiej-Traczyk i in. (2003), Pałczyńskiego i in. (2007) oraz Soroka i in. (2008) podkreślone jest narażenie zawodowe rolników na działanie mykotoksyn. Narażeni są oni zarówno na kontakt z mikroflorą grzybową charakterystyczną dla pola tj. *Alternaria*, *Fusarium* i *Cladosporium* oraz grzybami magazynowymi rozwijającymi się w paszach, czyli *Aspergillus* i *Penicillium*. Dlatego też drobnoustroje mogą znajdować się w surowcach wykorzystywanych do produkcji zwierzęcej tj. ściółce oraz zbożu. Jeżeli surowiec pierwotny jest już zanieczyszczony mikrobiologicznie to uzyskany produkt będzie także zawierał mikroorganizmy, a ponadto wytworzone przez nie toksyny.

Drugą grupą toksyn z którą mamy do czynienia w środowisku kurnika są endotoksyny. Te toksyczne związki znajdują się w błonie zewnętrznej bakterii Gram-ujemnych. Endotoksyny to głównie lipopolisacharydy, które są uwalniane po rozpadzie komórki. Zawartość endotoksyny w powietrzu większym jest zmienna w zależności od pory roku. Zawartość endotoksyny zimą wynosi 2,0 natomiast latem wzrasta i wynosi 2,9 EU/m³ tj. 0,2 ng/m³ i 0,29 ng/m³ odpowiednio (Schulze i in., 2006).

Związki lotne

Głównymi uciążliwościami zgłaszanymi przez osoby sąsiadujące z budynkami inwentarskimi jest dyskomfort spowodowany emitowanymi zapachami (Radon i in., 2004). Substancje odpowiedzialne za nieprzyjemny zapach to głównie kwasy organiczne, amoniak i fenole, które powodują pobudzenia nabłonka węchowego, wywołując nieprzyjemne doznania węchowe. Określenie wskaźników emisji odorów w odniesieniu do 1 kg masy ptaków umożliwia oszacowanie całkowitej emisji odorów z budynków inwentarskich. Badanie przeprowadzone przez Jugowara i Piotrowskiego (2012) pozwalają na określenie wskaźników emisji odorów w zależności od liczby i rodzaju ptaków utrzymywanych w różnych systemach chowu bez konieczności wykonywania czasochłonnych oznaczeń (Ryc. 4). Największy wskaźnik emisji odorów odnotowano przy produkcji brojlerów utrzymywanych na ściółce (0,586 ou_E/kg × s). Natomiast najmniejszy średni wskaźnik emisji odorów (0,043 ou_E/kg × s) oznaczono przy produkcji jaj konsumpcyjnych, w których nioski utrzymywano w systemie klatkowo-baterijnym.



Ryc. 4. Zestawienie wskaźników emisji odorów na kilogram żywca z kurników, w których zastosowano następujące systemy utrzymania ptaków (Jugowa i Piotrowski, 2012):

1. System klatkowo-baterijny – produkcja jaj konsumpcyjnych
2. System ściółkowy – odchowalnia młodych kur
3. System ściółkowy – odchowalnia młodych kur
4. System rusztowo-ściółkowy – produkcja jaj wylęgowych
5. System ściółkowy – produkcja jaj wylęgowych
6. System ściółkowy – produkcja jaj wylęgowych
7. System ściółkowy – brojlery

Fig. 4. List of odor emission factors per kilogram of livestock from hen houses (Jugowa and Piotrowski, 2012):

1. Battery-cage system – production of consumer eggs
2. Litter system – breeding of young hens
3. Litter system – breeding of young hens
4. Grate-litter system – production of hatching eggs
5. Litter system – production of hatching eggs
6. Litter system – production of hatching eggs
7. Litter system – broilers

Uciążliwość środowiskowa budynków inwentarskich związana jest z emisją do otaczającego powietrza wielu różnych związków o charakterze odorantów. W przypadku produkcji drobiarskiej zidentyfikowano do tej pory ok. 70 związków chemicznych (Herbut i in., 2010), które zawierają kwasy węglowe, alkohole, fenole, aldehydy, ketony, estry, alifatyczne i heterocykliczne aminy oraz siarczki. Występowanie wielu substancji zapachowych w powietrzu może powodować synergizm, maskowanie lub neutralizację bodźców zapachowych.

Analiza uciążliwości zapachowej odorów emitowanych z kurników przeprowadzona przez Kołodziejczyka i in. (2011) zawierała porównanie dwóch systemów chowu kur reprodukcyjnych. W pierwszym systemie kury utrzymywane były na ściółce, gdzie zbiór jaj był ręczny, natomiast w drugim w systemie ściółkowo-rusztowym z mechanicznym zbiorem jaj. W wyniku uzyskanych pomiarów autorzy wywnioskowali, że technologia chowu kur na ściółce przyczynia się do większej emisji odoru niż w chowie ściółkowo-rusztowym. Dodatkowo stwier-

dziłi, iż na wartość wskaźników emisji odorów ma większy wpływ temperatura wewnątrz kurników niż system utrzymania kur (Tab. IV).

Tabela IV. Stężenie zapachowe (ouE/m³) odorów emitowanych z kurników (Kołodziejczyk i in., 2011)

Table IV. Perfume concentration (ouE/m³) of odors emitted from hen houses (Kołodziejczyk et al., 2011)

Data poboru prób	System utrzymania	Temp. (°C)	Stężenie zapachowe (ouE/m ³)
23.06	Ściółkowy	24,0	235
	Ściółkowo-rusztowy	23,7	166
14.07	Ściółkowy	29,0	450
	Ściółkowo-rusztowy	28,6	406
16.08	Ściółkowy	28,8	420
	Ściółkowo-rusztowy	28	395
09.09	Ściółkowy	22,5	260
	Ściółkowo-rusztowy	22,0	255
04.10	Ściółkowy	21,5	245
	Ściółkowo-rusztowy	21,0	241

● Nieorganiczne związki lotne

Lotne związki organiczne to grupa związków nieorganicznych (gazów) wykazujących następujące właściwości: z łatwością przechodzą w stan pary lub gazu oraz charakteryzują się wysoką prężnością par. Do najważniejszych nieorganicznych związków lotnych zalicza się: NH₃, CO₂ oraz H₂S. Amoniak i dwutlenek węgla w budynkach inwentarskich powstają przede wszystkim w wyniku procesów mikrobiologicznych, w których rozkładowi ulegają kwas moczowy i niestrawione białko. Stężenie amoniaku w budynkach dla drobiu nie powinno przekraczać 20 ppm (15mg/m³) zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi (2010).

Jak wynika z doświadczenia przeprowadzonego przez Krawczyka i Walczyka (2010) obornik pochodzący od niosek zawiera najwyższy poziom emisji i strat związków azotowych, który wynosi 2,94 kg/t. św. m. W oborniku pochodzącym od trzody chlewnej zawartość azotu wynosiła 2,40 kg/t. św. m., a dla obornika krowiego tylko 0,45 kg/t. św. m. Szkodliwe gazy emitowane do atmosfery z ferm intensywnej produkcji zwierzęcej oraz związki biogenne stosowane na polach jako nawozy naturalne działają szkodliwie na środowisko, ponieważ mogą przyczyniać się do powstawania kwaśnych deszczy, efektu cieplarnianego, postępowania eutrofizacji wód oraz wpływać na ich jakość. W zależności od czynników

fizycznych i chemicznych zachodzących w oborniku azot ulega wielu przemianom, w tym amonifikacji, nityfikacji oraz denityfikacji. Redukcja związków biogennych zawartych w oborniku związany jest z warunkami pogodowymi oraz termicznymi.

W celu obniżenia emisji NH_3 do środowiska podjęto próby ekologicznego wykorzystania powietrza usuwanego z kurnika. W badaniu podjętym przez Sobczak i in. (2011) wykorzystano do ogrzania szklarni z roślinami powietrze emitowane z kurnika znajdującego się pod nią. Z przeprowadzonych badań wynika, iż rośliny doświadczalne rozwijały się bardzo dobrze w atmosferze zawierającej typowe zanieczyszczenia transmitowane z kurnika obsadzonego nioskami. Ponadto rośliny odznaczały się szybszym i efektywniejszym wzrostem niż rośliny kontrolne, które nie wzrastały w atmosferze pochodzącej z kurnika. Intensywny wzrost jednej z uprawianych w szklarni roślin przyczynił się do redukcji zawartego w powietrzu NH_3 aż o 41%. Dzięki takiemu rozwiązaniu można ograniczać emisję amoniaku do atmosfery.

Stężenie ditlenku węgla w budynkach inwentarskich jest różne i zależy w dużej mierze od ilości i rodzaju zwierząt, a także od sposobu ich utrzymania. W przypadku kur niosek zawartość CO_2 w kurnikach wynosi przeciętnie ok. 2000 ppm. W badaniach Nimmermark i in. (2009) najniższe stężenie wydzielanego CO_2 występowało w systemie podłogowym na ściółce, a najwyższe w systemie klatek wzbogacanych (Tab. III). Natomiast w doświadczeniu przeprowadzonym przez Rodon i in. (2002) zawartość CO_2 wynosiła 2100 ppm. W przypadku analizowanej fermy hodowli drobiu przez Gorską i in. (2012) zawartość ditlenku węgla stanowiła 0–0,3%.

Siarkowódor to złowny gaz, który jest bardzo toksyczny dla środowiska i człowieka (Makles i Domański, 2008). Jego główne szkodliwe działanie to porażenie organizmu przez drogi oddechowe i błony śluzowe. Narażenie na kontakt z siarkowodorem powoduje łzawienie, kaszel, mdłości, ból oraz zawroty głowy. Najwyższe dopuszczalne stężenie siarkowodoru na stanowisku pracy wynosi 10 mg/m^3 .

Tabela V. Najważniejsze organiczne związki lotne oraz ich stężenie w różnych budynkach inwentarskich w $\mu\text{g/m}^3$ (Huffel i in., 2012)

Table V. The most important organic volatile compounds and their concentration in various livestock buildings in $\mu\text{g/m}^3$ (Huffel et al., 2012)

Związek chemiczny	Trzoda chlewna	Prosięta	Brojlery	Kury nioski
Kwas octowy	432,6 ± 139,9	155,2 ± 45,1	146,3 ± 65,1	248,2 ± 167,0
Kwas propionowy	73,8 ± 16,9	40,0 ± 14,1	5,9 ± 1,8	7,6 ± 2,1
Kwas masłowy (butylowy)	23,6 ± 7,3	25,5 ± 10,3	7,5 ± 3,0	5,1 ± 1,9
Kwas 2 metylopropanowy	22,1 ± 9,4	7,9 ± 3,4	–	–
Kwas 2 metylobutanowy	10,6 ± 5,4	5,2 ± 2,5	0	0
Kwas 3 metylobutanowy	10,1 ± 4,5	6,4 ± 2,4	0	0
Kwas pentanowy (walerianowy)	12,8 ± 5,7	11,5 ± 3,9	5,8 ± 2,5	7,5 ± 4,2
Kwas heksanowy (kapronowy)	7,1 ± 3,4	8,5 ± 4,5	4,1 ± 1,4	8,3 ± 5,2
Siarczek dimetylu	7,2 ± 1,0	11,7 ± 2,2	0,8 ± 0,1	16,0 ± 5,5
Disiarczek dimetylu	2,9 ± 0,2	9,8 ± 3,1	0,7 ± 0,3	14,2 ± 3,4
Trisiarczek dimetylu	2,0 ± 1,0	9,0 ± 5,7	0	0,7 ± 0,3
Disiarczek węgla	1,2 ± 0,1	1,9 ± 0,2	0,7 ± 0,1	1,2 ± 0,2
Skatol (3 metyloindol)	0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0	0
Fenol	3,7 ± 1,7	7,7 ± 5,7	8,0 ± 4,1	4,9 ± 4,6
4-metylofenol	6,6 ± 4,7	2,5 ± 1,4	0,5 ± 0,2	0,6 ± 0,3
Butanal	5,1 ± 2,4	3,1 ± 1,6	5,1 ± 1,2	3,6 ± 0,5
Heksanal	4,0 ± 1,0	3,5 ± 0,7	4,1 ± 0,3	2,6 ± 1,6
Heptanal	2,6 ± 0,6	2,2 ± 0,5	2,3 ± 0,3	1,4 ± 1,1
Aldehyd benzoesowy	9,4 ± 1,7	7,4 ± 1,0	7,9 ± 2,2	6, ± 2,2
2-butanon	10,7 ± 2,0	17,3 ± 3,0	11,7 ± 2,0	7,7 ± 1,6
Octan etylu	8,3 ± 1,7	5,0 ± 1,2	4,6 ± 0,6	6,1 ± 1,7
Toluen	4,6 ± 1,3	3,0 ± 0,3	2,0 ± 0,8	1,5 ± 0,2
Fenylacetan	7,3 ± 2,7	4,2 ± 0,5	4,7 ± 1,0	6,0 ± 1,7

● *Organiczne związki lotne*

Lotne związki organiczne to związki organiczne mające w temperaturze 293,15 K prężność par nie mniejszą niż 0,01 kPa, względnie posiadającą analogiczną lotność w szczególnych warunkach użytkowania (Rozp. Ministra Środowiska z dnia 20.12.2005). Organiczne związki lotne (VOC's) są syntezowane m.in. jako produkty uboczne metabolizmu żywych organizmów. Huffel i in. (2012) dokonali pomiaru substancji zapachowych w czterech różnych budynkach inwentarskich. Zidentyfikowano 23 odoranty, które oznaczono także ilościowo, za pomocą spektrometrii mas z jonizacją w strumieniu wybranych jonów (SIFT-MS). Najczęściej występującymi związkami we wszystkich budynkach to kwas octowy, który stanowił więcej niż 40% masy całego zmierzonego stężenia. Pozostałymi związkami dominującymi w oznaczeniach to kwas propionowy i butanowy w chlewniach, 2-butanonu i fenoli dla brojlerów oraz siarczek dimetylu dla kur niosek (Tab. V). Ze względu na zmieniające się warunki w budynkach inwentarskich odchylenia standardowe od wyznaczonych wartości są stosunkowo duże.

Lotne organiczne związki zawarte w powietrzu powodują, poza odczynami alergicznymi takimi jak kaszel, katar, nadmierna wodna wydzielina z nosa, suchość gardła, kichanie, pieczenie oraz zaczerwienienie oczu (Śpiewak, 2001) – astmę, zapalenie oskrzeli oraz ODTS, czyli zespół toksycznego pyłu organicznego (Hartung i Schulz, 2011). Najczęściej występującymi objawami u osób narażonych na przebywanie w zapyłonych budynkach inwentarskich są: bóle głowy, ucisk w klatce piersiowej, duszności, świszczący oddech i bóle mięśni. W związku z istniejącym realnym zagrożeniem od strony zarówno mikrobiologicznej, jak i chemicznej podczas hodowli drobiu w stosunku do pracowników oraz zwierząt należy prowadzić badania monitoringowe w kurnikach oraz podejmować wszelkie działania w kierunku poprawy czystości powietrza.

LITERATURA

- [1] Barnett J.A., (2004). A history of research on yeast and taxonomy. *Yeast* (Chichester, England) Vol. 21 s. 1141-1193.
- [2] Breitenbach M., Simon – Nobbe B., (2002). The allergens of *Cladosporium herbarum* and *Alternaria alternata*. W: *Fungal allergy and pathogenicity*. Pr. zb. Red. Breitenbach, Cramerii R., Lehrer S.B., Basel, Karger Verlag s. 48-72.
- [3] Calderone R.A., (2001). Virulence factors of *Candida albicans*. *Trends in Microbiology*, Vol. 9, s.327-335.
- [4] Dutkiewicz J., Górny R., (2002). Biologiczne czynniki szkodliwe dla zdrowia klasyfikacja i kryteria oceny narażenia. *Medycyna Pracy*, 1 (53), s. 29-39,
- [5] Gorzka Z., Zaborowski M., Kaźmierczak M., Żarczyński A., Paryczak T., Kędziora A., Ciesielewski R., Pisarek M., (2012). Determination of ammonia and other pollutants in air and in the area of poultry and milker cows keeping farms. *Ecol Chem Eng A*. 19 (6), s. 609-617.
- [6] GUS (2012). *Rocznik Statystyczny rolnictwa*, Warszawa
- [7] GUS (2012). *Zwierzęta Gospodarskie w 2011r.*, Warszawa
- [8] Hartung J., Schulz J. (2007). Risks caused by bio-aerosols in poultry houses. (www.fao.org)
- [9] Hartung J., Schulz J. (2011). Occupational and Environmental Risks Caused by Bio Aerosols in and from Farm Animal Houses. *Agricultural Engineering International: the CIGR Journal*. Manuscript No. 1173. Volume 13, Issue 2.
- [10] Heber A., Lim T., Ni J., Tao P., Schmidt A., Koziel J., Hoft S., Jacobson L., Zhang Y., Baughman G., (2006). Quality-Assured Measurements of Animal Building Emissions: Particulate Matter Concentrations. *Journal of the Air and Waste Management Association*. Vol. 56, s.1642-1648.
- [11] Herbut E., Walczak J., Krawczyk W., Szweczyk A., Pajak T., (2010). Odour emissions from poultry production. Monograph, National Research Institute of Animal Production Krakow. *Pollution and Organic Aspects of Animal Production* s. 58-70.
- [12] Van Huffel K., Heynderickx P., Dewulf J., Van Langenhove H., (2012). Measurement of Odorants in Livestock Buildings: SIFT-MS and TD-GC-MS. *Chemical Engineering Transactions*, Vol. 30, s. 67-72.
- [13] Jugowar J., Piotrowski M., (2012). Porównanie emisji odorów z kurników dla różnych systemów utrzymania ptaków. *Journal of Research and Applications In Agricultural Engineering*, Vol. 57 (3), s. 182-185
- [14] Karwowska E., (2005). Microbiological air contamination in farming environment. *Polish Journal of Environmental Studies*, Vol. 14 (4), s. 445-449.
- [15] Kijowski J., (2002). Systemowe gwarancje jakości i bezpieczeństwa zdrowotnego produktów drobiarskich. (www.ppr.pl)
- [16] Kołodziejczyk T., Jugowar J., Piotrowski M., (2011). Emisja odorów z kurników. *Problemy Inżynierii Rolniczej* nr 1, s. 135-140.
- [17] Kosakowski K., Gralak M., Kosakowski A., (2013) the effect of applied probiotic preparation on health, quality and yield of selected crops. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 58, 261-266.
- [18] Krawczyk W., Walczak J., (2010). Potencjał biogeny obornika jako źródło emisji amoniaku i zagrożenia środowiska. *Roczniki Naukowe Zootechniki*, t.37, z. 2, s. 187-93.
- [19] Krysińska-Traczyk E., Perkowski J., Kostecki M., Dutkiewicz J., Kiecana I., (2003). Grzyby pleśniowe i mikotoksyny jako potencjalne czynniki zagrożenia zawodowego rolników sprzątających zboże kombajnami. *Medycyna Pracy* 54 (2), s.133-138.
- [20] Ledwoń A., Szeleszczuk P., (2008). Grzybice u ptaków. *Mikologia Lekarska*, Vol. 15 (3) s. 172-175.
- [21] Makles Z., Domański W., (2008). Odory w środowisku pracy rolnika-hodowcy. Źródła, zagrożenia, usuwanie. *Bezpieczeństwo Pracy* 2, s. 10-13.
- [22] Makles Z., Galwas-Zakrzewska M., (2005). Złowonne gazy w środowisku pracy. *Bezpieczeństwo Pracy* 9, s.12-16.
- [23] Mituniewicz T., (2013). Zanieczyszczenia mikrobiologiczne w kurniku. *OID* 3 (258), s.10-18.
- [24] Nimmermark S., Lund V., Gustafss G., Eduard W., (2009). Ammonia, dust and bacteria in welfare-oriented systems for laying hens. *Ann Agric Environ Med*, Vol. 16, s. 103-113.

- [25] Pałczyński C., Wiszniewska M., Walusia J., (2007). Alergeny zawodowe. Pleśnie jako alergen zawodowy. *Alergia* 4, s.28-32.
- [26] Radon K., Danser B., Iversen M., Monso E., Weber C., Hartung J., Donham K., Palmgren U., Nowak D., (2002). Air Contaminants In different european farming environments. *Ann Agric Med* 9, s. 41-48.
- [27] Radon K., Danser M., Iversen M., Torres R., Monso E., Opravil U., Weber C., Donham K.J., Nowak D., (2001). Respiratory symptoms In European animal farmers. *Eur Respiro J* 17, s. 747-754.
- [28] Radon K., Peters A., Praml G., Ehrenstein V., Schulze A., Hel O., Nowak D., (2004). Livestock odours and quality of life of neighbouring residents. *Ann Agric Med* 11, s. 59-62.
- [29] Saleh M., Seedorf J., Hartung J., (2004). Inhalable and respirable dust in work place atmospheres of laying hen houses. *International Society for Animal Hygiene*, ss.211-212.
- [30] Schulz J., Seedorf J., Hartung J. (2005). Estimation of a „safe distance“ between a natural ventilated broiler house and a residential dwelling. *International Society for Animal Hygiene*, Vol 2, s. 41-45
- [31] Schulze A., van Strien R., V. Ehrenstein, R. Schierl, H. Kuchenhoff, K. Radon (2006) Ambient endotoxin level in an area with intensive livestock production. *Ann Agric Environ Med* 13, s. 87-91.
- [32] Sobczak J., Marek P., Chmielowski A., Rakowski A., (2011). Wstępna ocena proekologicznej metody ograniczenia emisji NH₃ z powietrza usuwanego z kurnika. *Roczniki Naukowego Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*, t.7 nr 2, s. 75-83.
- [33] Soroka P., Cyprowski M., Szadkowska-Stańczyk I., (2008). Narażenie zawodowe na mykotoksyny w różnych gałęziach przemysłu. *Medycyna Pracy* 59 (4), s. 333-345.
- [34] Suchorzyńska M., Misiewicz A., (2009). Mikotoksynotwórcze grzyby fitopatogeniczne z rodzaju *Fusarium* i ich wykrywanie technikami PCR. *Post. Mikrobiol.* Vol 43 (3), s. 221-230.
- [35] Sz wajkowska-Michałek L., Stuper K., Łakomy P., Matysiak A., Perkowski J., (2010). Contents of microscopic fungi in dust coming from cereal analysis laboratories. *Ann Agric Environ Med* 17, s.101-106.
- [36] Szykiewicz Z. (red.) *Mikrobiologia*. Wydawnictwo PWN, Warszawa 1975, s. 536-537, 550-552
- [37] Śpiewak R., Góra A., Dutkiewicz J., (2001). Work-related skin symptoms and type I allergy among eastern-polish farmers growing hops and other crops. *Ann Agric Environ Med* 2001, Vol. 8, s. 51-56.
- [38] Śpiewak R., Szostak W., (2000). Zoophilic and geophilic dermatophytoses among farmers and non-farmers in eastern Poland. *Ann Agric Environ Med*, Vol. 7, s. 125-129.
- [39] Trawińska B., Polonis A., Tymczyna L., Popielek-Pyrz M., Bombik T., Saba L., (2006). Bakteriologiczne i parazytologiczne zanieczyszczenie środowiska wokół wielkotowarowej fermi kur reprodukcyjnych. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin-Poland*, Vol XXIV, 50, s. 371-376.
- [40] Wiszniewska M., Walusia J., Gutarowska B., Żakowska Z., Pałczyński C., (2004). Grzyby pleśniowe w środowisku komunalnym i w miejscu pracy-istotne zagrożenia zdrowotne. *Medycyna Pracy* 55 (3), s. 257-266.
- [41] Vucemilo H., Matković K., Vinković B., Macan J., Varnai V., Prester L., Granić K., Orct T., (2008). Effect of microclimate on airborne dust and endotoxin concentration in broiler house. *Czech Journal Animal Science*, Vol. 53 (2), s. 83-89.
- [42] Ustawa z dnia 27 stycznia 2001 r. Prawo Ochrony Środowiska (Dz. U. z 2001 r. Nr 62, poz. 627) (<http://isap.sejm.gov.pl>)
- [43] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2005 r. w sprawie standardów emisji z instalacji, (Dz. U. 2005 nr 260, poz.2181, Rozdział 6)
- [44] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 15 lutego 2010 w sprawie wymagań i sposobu postępowania przy utrzymywaniu gatunków zwierząt gospodarskich (Dz. U. 2010, nr 56, poz. 344 z późn. zm.)
- [45] PN-ISO 21528-2: 2005. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda wykrywania i oznaczania liczby Enterobacteriaceae Część 2: Metoda płytkowa.
- [46] PN-ISO 21527-2: 2009. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby drożdży i pleśni. Część 2: Metoda liczenia kolonii w produktach o aktywności wody niższej lub równej 0,95.

Adres do korespondencji
dr hab. Kinga Stuper-Szablewska
Katedra Chemii
Wydział Technologii Drewna
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
ul. Wojska Polskiego 28
60-637 Poznań