

Wpłynęło 31.07.2013 r.
Zrecenzowano 05.09.2013 r.
Zaakceptowano 19.09.2013 r.
A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

OCENA WYSTĘPOWANIA GRZYBÓW ORAZ AMONIAKU I METANU W POWIETRZU W WYBRANYM BUDYNKU INWENTARSKIM

**Anna KILISZCZYK^{ABD}, Barbara PODLASKA^B,
Katarzyna SADOWIEC^B, Beata ZIELIŃSKA-POLIT^E,
Michał RYTEL^F, Stefan RUSSEL^F**

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Zakład Biologii Środowiska i Higienizacji Wsi

Streszczenie

Celem badań było określenie liczebności grzybów, występujących w budynku inwentarskim zlokalizowanym na terenie Zakładu Doświadczalnego ITP. Podjęto również próbę określenia dynamiki zmian zawartości amoniaku oraz metanu w powietrzu badanego obiektu. Do badań wybrano oborę położoną na terenie Zakładu Doświadczalnego Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego w Falentach. Pomiary wykonywano w 10 wytypowanych punktach badawczych. Próbkę powietrza pobierano za pomocą urządzenia MASS 100 ECO na szalki Petriego, zawierające podłoże według Martina. Hodowle inkubowano w 28°C. Zawartość gazów w powietrzu badano za pomocą analizatora gazów.

Wyniki badań wykazały wpływ terminu i miejsca na liczebność drobnoustrojów w powietrzu. Wyniki analiz amoniaku i metanu wykazały niewielkie ilości badanych gazów w powietrzu.

Słowa kluczowe: stan sanitarny powietrza, grzyby, budynki inwentarskie, amoniak, metan

WSTĘP

Stan sanitarny powietrza na stanowiskach pracy wpływa bezpośrednio na zdrowie i samopoczucie pracowników i jest istotnym czynnikiem bezpieczeństwa wykonywanej pracy [RUTKOWSKI 1993].

Narażenie na szkodliwe czynniki biologiczne i chemiczne w środowisku zawodowym rolników jest powszechne i często przyczynia się do powstawania proble-

mów zdrowotnych, takich jak podrażnienia, alergie, choroby zakaźne i reakcje toksyczne [SIEMIŃSKI 2007].

Bioaerozole składają się z kropelek wody lub wydzielin oraz żywych bądź martwych komórek bakterii, promieniowców, elementów grzybów, a także wirusów, pyłków roślin i innych fragmentów roślin lub zwierząt. Dużą część bioaerozoli stanowi mikroaerozol, zawierający części grzybni, zarodniki grzybów, w tym często także mikotoksyny produkowane przez grzyby toksynotwórcze. Grzyby wykrywane w powietrzu atmosferycznym i wewnętrznym pomieszczeń w przeważającej liczbie rodzajów należą do saprotrofów, chociaż niektóre z nich mogą należeć do bioty patogennej [KAŻMIERCZUK i in. 2004].

Negatywny wpływ grzybów na organizm ludzki jest bardzo szeroki. Grzyby stanowią jedną z podstawowych grup alergenów inhalacyjnych. Silnymi alergenami są przede wszystkim grzyby o dużych zarodnikach z rodzajów: *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Mucor*, *Aspergillus* [BREITENBACH, SIMON-NOBLE 2002]. U osób z obniżoną odpornością grzyby mogą być przyczyną rozwoju grzybic powierzchniowych i grzybic układowych. Kolejnym zagrożeniem spowodowanym dużą ilością grzybów w powietrzu są produkowane przez wiele gatunków mikotoksyny. Mikotoksyny mogą wnikać do organizmu z wdychanym powietrzem, przez skórę i błony śluzowe lub zostać wprowadzone z pożywieniem. Mogą mieć działanie kancerogenne, mutagenne, immunotoksyczne, geno- oraz neurotoksyczne [PITT 2000]. Negatywne oddziaływanie grzybów na organizmy żywe nie ogranicza się tylko do ludzi, ale obejmuje również zwierzęta. Mikotoksyny powodują zmniejszenie wagi ciała zwierząt, obniżenie ich produktywności i zdolności reprodukcyjnych, a niekiedy są przyczyną poronień [DIEKMAN, GREEN 1992; FRIEND i in 1990]. Duża zawartość grzybów w powietrzu pogarsza dobrostan zwierząt. Równocześnie zwiększa się ryzyko strat ekonomicznych. Rozwijające się w poszczególnych miejscach budynku grzyby, przez korozję biologiczną, mogą również powodować niszczenie budynków, a przede wszystkim niosą ze sobą ryzyko pleśnienia pasz. Pasaż, na której rozwija się grzybnia jest ogromnym zagrożeniem nie tylko dla zdrowia, ale i dla życia zwierząt – wiele śmiertelnych zatruc grzybami (mikotoksykoz) u zwierząt jest spowodowanych spożyciem pożywienia zawierającego pleśń [KARLOVSKY 1999].

Celem pracy jest zwrócenie uwagi na zagadnienie sanitarnego stanu powietrza w środowisku pracy rolników. W prezentowanych badaniach poddano obserwacji dwa rodzaje zagrożenia w środowisku pracy – związane z obecnością amoniaku i metanu oraz obecnością grzybów.

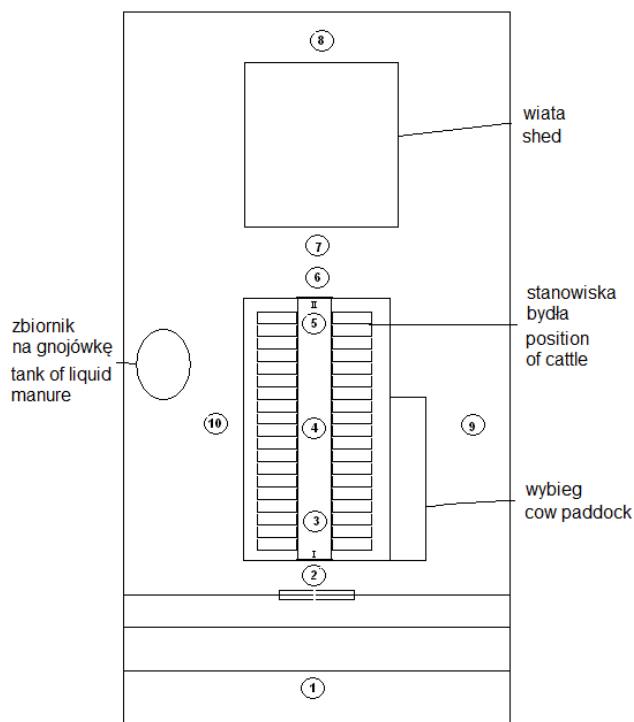
MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania prowadzono od maja do września 2011 r. (tab. 1). Obiektem badawczym była obora z obsadą około 100 dorosłych zwierząt (punkty badawcze 3, 4, 5),

Tabela 1. Terminy wykonywanych analiz**Table 1.** Term of analyses

Data analizy Date	Oznaczenie terminu Term marking	Data analizy Date	Oznaczenie terminu Term marking
05.05.2011	I	24.07.2011	IV
30.05.2011	II	27.08.2011	V
22.06.2011	III	22.09.2011	VI

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.



Rys. 1. Schemat obiektu badawczego z wyszczególnionymi stanowiskami badawczymi; 1–10 – punkty pomiarowe; źródło: opracowanie własne

Fig. 1. A scheme of the study object with the specified test stand, 1–10 – sampling points; source: own elaboration

wraz z terenami sąsiadującymi (punkty badawcze 1, 2, 6, 7, 8, 10), należąca do Zakładu Doświadczalnego ITP w Falentach (rys. 1).

Do pomiaru zawartości amoniaku i metanu wykorzystano fotoakustyczny analizator gazów.

Analizy liczebności grzybów przeprowadzono metodą zderzeniową, która polega na zderzeniu strumienia zassanego przez próbnik powietrza z powierzchnią

zestalonego podłoża. Próby powietrza pobierano za pomocą Mass 100 EKO Air Sampler. Prędkość poboru powietrza wynosiła $100 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

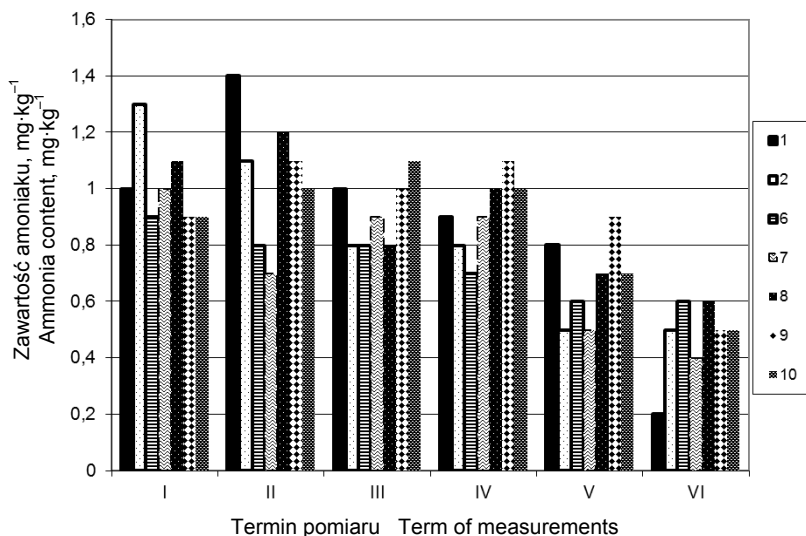
Do oznaczeń ilościowych stosowano podłoże wg Martina ze streptomycyną. Po pobraniu, próbę inkubowano w temperaturze 28°C przez 3 do 6 dni.

WYNIKI BADAŃ

IŁOŚĆ AMONIAKU W BADANYCH OBIEKTACH

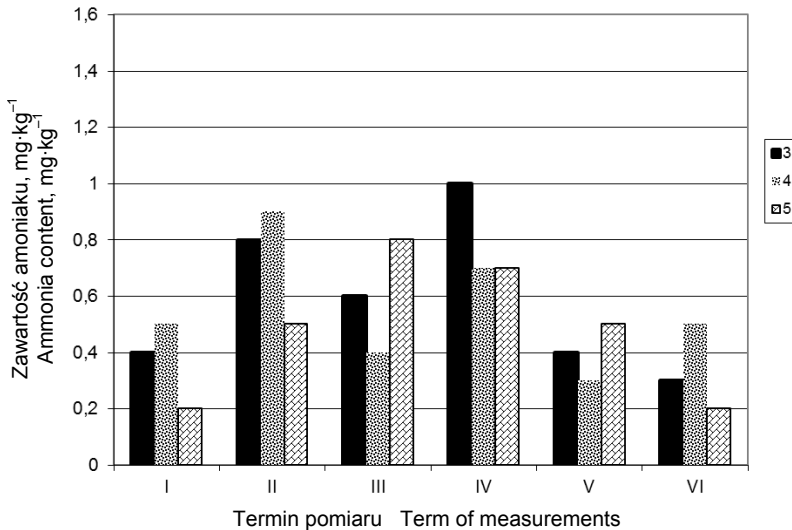
Maksymalna zawartość amoniaku w powietrzu wokół obory była większa niż w oborze i wynosiła około $1,4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (rys. 2 i 3). Średnia zawartość amoniaku w powietrzu w oborze i w punktach pomiarowych na zewnątrz wynosiła odpowiednio $0,54$ oraz $0,84 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Stosunkowo mała zawartość badanego gazu była uwarunkowana fizjologią bydła oraz rozwiązaniem architektonicznym obory, które sprzyjało intensywnej wymianie powietrza wewnętrznego z atmosferycznym.

Zawartość amoniaku w powietrzu na zewnątrz obory wynosiła od $0,2$ do $1,4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Największe stężenie badanego gazu, średnie ze wszystkich punktów pomiarowych, odnotowano w I oraz II terminie (odpowiednio $1,1$ i $1,15 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Zawartość amoniaku w powietrzu w poszczególnych punktach pomiarowych nie różniła się znacznie.



Rys. 2. Zmiany zawartości amoniaku w powietrzu na stanowiskach badawczych na zewnątrz obory; 1, 2, 6, 7, 8, 9, 10 – stanowiska badawcze wg rysunku 1., I, II, III, VI – terminy pomiarów wg tabeli 1.; źródło: wyniki własne

Fig. 2. Changes in the concentration of ammonia outside the stable; 1, 2, 6, 7, 8, 9, 10 – position as in fig. 1; I, II, III, VI – terms of measurements as in tab. 1; source: own studies



Rys. 3. Zmiany zawartości amoniaku w powietrzu na stanowiskach badawczych w oborze; 3, 4, 5 – stanowiska badawcze wg rysunku 1.; I, II, III, VI – terminy pomiarów wg tabeli 1.; źródło: wyniki własne

Fig. 3. Changes in the concentration of ammonia in the stable; 3, 4, 5 – position as in fig. 1; I, II, III, VI – terms of measurements as in tab. 1; source: own studies

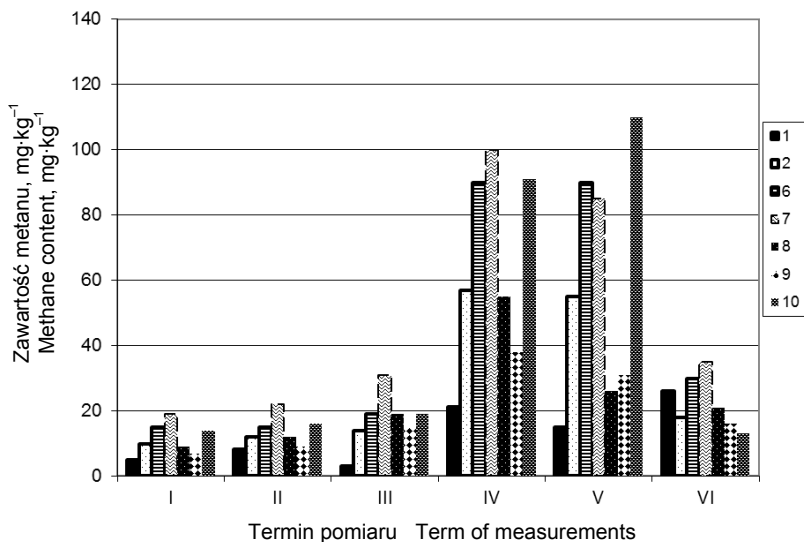
Zawartość amoniaku w powietrzu w oborze wynosiła od 0,2 do 1 mg·kg⁻¹. W czasie trwania pomiarów była zdecydowanie największa w IV terminie i wynosiła średnio 0,91 mg·kg⁻¹. Stężenie amoniaku było zbliżone we wszystkich badanych punktach budynku.

ILOŚĆ METANU W BADANYCH OBIEKTACH

Zawartość metanu w powietrzu pomieszczeń inwentarskich zależy od gatunku oraz liczby zwierząt hodowlanych. Średnie stężenie metanu było większe w powietrzu wewnątrz obory (42,72 mg·kg⁻¹) niż wokół niej (29,5 mg·kg⁻¹) (rys. 4 i 5).

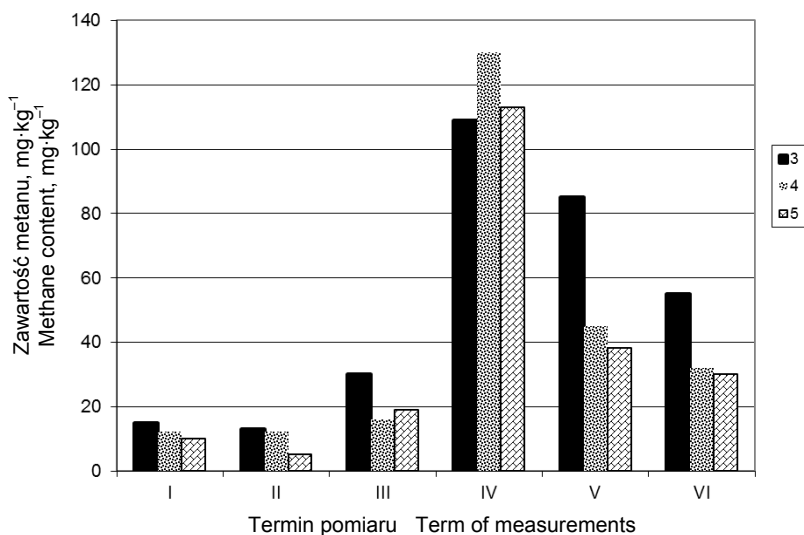
Zawartość metanu w powietrzu, średnia ze wszystkich punktów pomiarowych przy oborze, wynosiła od 3 do 110 mg·kg⁻¹. Największe stężenie tego gazu w powietrzu, wynoszące średnio 64 mg·kg⁻¹, odnotowano w IV terminie pomiarów. Zawartość amoniaku w powietrzu w poszczególnych punktach pomiarowych nie różniła się znacznie.

Zawartość metanu w punktach badawczych w oborze wynosiła od 5 do 130 mg·kg⁻¹. Największe stężenie metanu, średnie ze wszystkich punktów pomiarowych w powietrzu wokół budynku, stwierdzono w IV terminie pomiarowym (117 mg·kg⁻¹).



Rys. 4. Zmiany zawartości metanu w powietrzu na stanowiskach badawczych na zewnątrz obory; 1, 2, 6, 7, 8, 9, 10 – stanowiska badawcze wg rysunku 1.; I, II, III, VI – terminy pomiarów wg tabeli 1.; źródło: wyniki własne

Fig. 4. Changes in the concentration of methane outside the stable; 1, 2, 6, 7, 8, 9, 10 – position as in fig. 1; I, II, III, VI – terms of measurements as in tab. 1; source: own studies

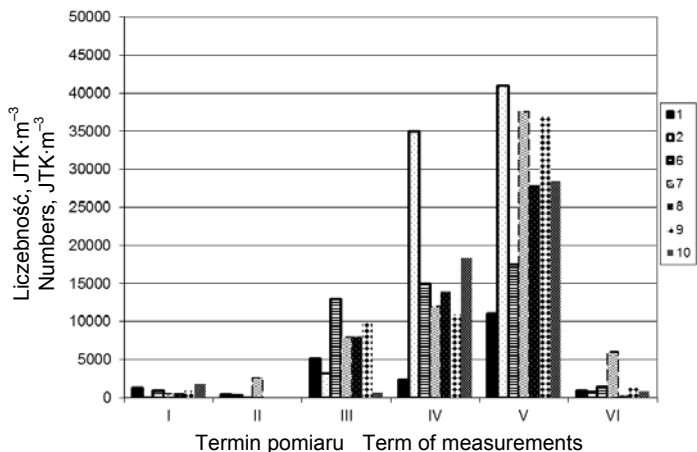


Rys. 5. Zmiany zawartości metanu w powietrzu na stanowiskach badawczych w oborze; 3, 4, 5 – stanowiska badawcze wg rysunku 1.; I, II, III, VI – terminy pomiarów wg tabeli 1.; źródło: wyniki własne

Fig. 5. Changes in the concentration of methane in the stable; 3, 4, 5 – position as in fig. 1; I, II, III, VI – terms of measurements as in tab. 1; source: own studies

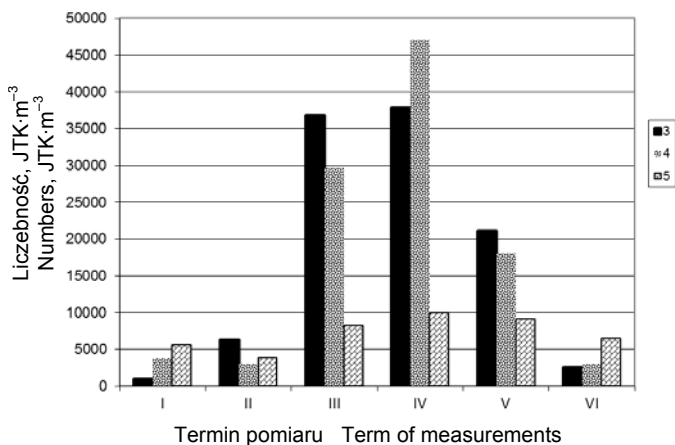
ILOŚĆ GRZYBÓW W POWIETRZU BADANYCH OBIEKTÓW

Liczebność grzybów w badanych punktach wynosiła od 100 do 47 000 JTK·m⁻³. Średnio większą liczebność grzybów odnotowano wewnątrz obory niż na wolnym powietrzu (odpowiednio 14 000 i 9 050 JTK·m⁻³) (rys. 6 i 7).



Rys. 6. Zmiany liczebności grzybów w powietrzu na stanowiskach badawczych na zewnątrz obory; 1, 2, 6, 7, 8, 9, 10 – stanowiska badawcze wg rysunku 1.; I, II, III, VI – terminy pomiarów wg tabeli 1.; źródło: wyniki własne

Fig. 6. Changes in the number of airborne fungi outside the stable; 3, 4, 5 – position as in fig. 1; I, II, III, VI – terms of measurements as in tab. 1; source: own studies



Rys. 7. Zmiany liczebności grzybów w powietrzu na stanowiskach badawczych w oborze; 3, 4, 5 – stanowiska badawcze wg rysunku 1.; I, II, III, VI – terminy pomiarów wg tabeli 1.; źródło: wyniki własne

Fig. 7. Changes in the number of airborne of fungi in the stable; 3, 4, 5 – position as in fig. 1; I, II, III, VI – terms of measurements as in tab. 1; source: own studies

Najmniejszą liczebność grzybów na zewnątrz obory, średnią ze wszystkich punktów pomiarowych, zaobserwowano w I, a największą w V terminie pomiarowym.

W punktach znajdujących się w pobliżu budynku inwentarskiego liczebność grzybów wynosiła od 100 do 41000 JTK·m⁻³. Średnio największą liczbę grzybów zanotowano w 2 punkcie badawczym.

Liczebność grzybów w oborze wynosiła średnio 14 000 JTK·m⁻³ (od 1 000 do 47 000 JTK·m⁻³). Najmniejszą liczebność badanych drobnoustrojów odnotowano w 5 punkcie pomiarowym (średnio 7 180 JTK·m⁻³).

DYSKUSJA

Rolnicy należą do grup zawodowych narażonych na szkodliwe dla zdrowia działanie czynników biologicznych i chemicznych [SIEMIŃSKI 2007]. W niniejszych badaniach podjęto próbę przeanalizowania zagrożeń spowodowanych obecnością amoniaku, metanu oraz grzybów w środowisku pracy.

Otrzymana w prezentowanych badaniach maksymalna zawartość amoniaku w powietrzu w oborze (1 mg·kg⁻¹) była mniejsza niż zanotowana przez MARCIŃIAKA i in. [2005], która wynosiła około 4 mg·kg⁻¹. Mała ilość amoniaku jest uwarunkowana fizjologią bydła oraz rozwiązaniem architektonicznym badanego obiektu, które sprzyjało intensywnej wymianie powietrza wewnętrznego z atmosferycznym.

Brak jest obowiązującej prawnie normy, wyznaczającej maksymalne stężenie metanu w budynkach inwentarskich. Fizjologia zwierząt jest dominującym czynnikiem wpływającym na ilość badanego gazu w powietrzu, w tym wypadku bardziej znaczącym niż architektura obiektu i wymiana powietrza [WĘGLARZ 2003].

Grzyby należą do organizmów występujących bardzo powszechnie. Do rozwoju potrzebują obecności odpowiedniego substratu oraz właściwych warunków wilgotności i temperatury. BURRELL [1991] określa 3 główne przyczyny, w wyniku których mikroorganizmy i ich zarodniki lub przetrwalniki pojawiają się w powietrzu w pomieszczeniach zamkniętych: przemieszczanie ich komórek lub zarodników wraz z powietrzem do pomieszczeń ze środowiska zewnętrznego, wzrost grzybów na materiałach obecnych we wnętrzach budynków (np. materiały budowlane, pasze itp.), przenoszenie grzybów i bakterii do pomieszczeń przez zwierzęta, ludzi lub przez stosowane materiały.

Zawartość grzybów w powietrzu zależy od kilku czynników. Najważniejszymi są pora roku, temperatura, obsada zwierząt, sposób wentylacji oraz stopień utrzymania czystości. Duże stężenie grzybów obserwujemy zwłaszcza w porze wiosennej i letniej, kiedy ich rozmnażanie w glebie, z powodu sprzyjającej wysokiej temperatury, jest najbardziej intensywne [NIELSEN 2002].

Większa ilość grzybów w powietrzu na stanowiskach w budynku świadczy o wewnętrznym źródle emisji ich zarodników, niezależnym od czynników zewnętrznych. W miesiącach o dużej liczebności grzybów w powietrzu zaobserwowano, że w środku obiektu (5 punkt pomiarowy), gdzie kontakt z powietrzem atmosferycznym jest najmniejszy, liczebność grzybów była większa. Podobne prawidłowości wykazali m.in. BERGER i in. [2005]. Duża rozpiętość wyników dotyczących liczebności grzybów świadczy o występowaniu wielu czynników mających wpływ na ich obecność w powietrzu.

W prowadzonych badaniach liczebność grzybów w oborze wynosiła od 2 500 do 47 000 JTK·m⁻³, średnio 14 050 JTK·m⁻³. Według WANGA i in. [2007] średnia liczebność grzybów w oborze wynosi 1 660 JTK·m⁻³, z kolei BARUAH [1961] donosi o aż 95 000 JTK·m⁻³.

Bardzo trudno jest porównać wyniki otrzymane w prezentowanych badaniach z wynikami innych badaczy, ponieważ ich rozpiętość jest ogromna. Trudności w dokładnym porównywaniu wyników mikrobiologicznej analizy powietrza w pomieszczeniach inwentarskich, uzyskanych przez różnych autorów, są spowodowane różnicami, jakie występują między analizowanymi budynkami i poszczególnymi pomieszczeniami. Rozbieżności mogą pojawiać się nawet z powodu chwilowej zmiany warunków, jak ruch powietrza w otoczeniu, unoszenie się kurzu itp. [KUHN i in. 2003]. Największy wpływ na tak dużą rozpiętość otrzymywanych wyników, obok pory roku i temperatury, mają sposób wentylacji oraz stopień utrzymania czystości.

WNIOSKI

1. Liczebność grzybów w powietrzu przekraczała okresowo i punktowo granicę 10 000 JTK·m⁻³, wspólną dla wielu norm i wytycznych [GÓRNY 2004].
2. Przeprowadzone badania potwierdzają hipotezę, że istnieje realne zagrożenie stanu zdrowia w środowisku pracy rolników, spowodowane obecnością grzybów w powietrzu.
3. Nie stwierdzono zagrożenia spowodowanego niebezpiecznym stężeniem amoniaku i metanu w badanym obiekcie.

LITERATURA

- BARUAH H. 1961. The air spora of cowshed. *Journal of General Microbiology*. Vol. 25 s. 483–491.
- BERGER I., SCHIERL R., OCHMANN U., EGGER U. 2005. Concentrations of dust, allergens and endotoxin in stables, living rooms and mattresses from cattle farmers in Southern Bavaria. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. Vol. 12. No. 1 s. 101–107.

- BREITENBACH M., SIMON-NOBBE B. 2002. The allergens of *Cladosporium herbarum* and *Alternaria alternata*. W: Fungal allergy and pathogenicity. Pr. zbior. Red. M. Breitenbach, R. Crameri, S.B. Lehrer. Basel. Karger Verlag. s. 48–72.
- BURREL R. 1991. Microbiological agents as health risks in indoor air. *Environmental Health Perspectives*. Vol. 95 s. 29–34.
- DIEKMAN M. A., GREEN M. L. 1992. Mycotoxins and reproduction in domestic livestock. *Journal of Animal Science*. Vol. 70 s. 1615–1627.
- FRIEND D.W., TRENHOLM H.L., THOMPSON B.K., HARTIN K.E., FISER P.S., ASEM E.K., TSANG B.K. 1990. The reproductive efficiency of gilts fed very low level of zearalenone. *Canadian Journal of Animal Science*. Vol. 70 s. 635–645.
- GÓRNY R. 2004. Biologiczne czynniki szkodliwe: normy, zalecenia i propozycje wartości dopuszczalnych. *Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy*. Vol. 3(41) s. 17–39.
- KARLOVSKY P. 1999. Biological detoxification of fungal toxins and its use in plant breeding, feed and food production. *Natural Toxins*. Vol. 7 s. 1–23.
- KAŹMIERCZUK M., KALISZ L., SALBUT J. 2004. Mikrobiologiczne zanieczyszczenia powietrza w otoczeniu obiektów gospodarki komunalnej. Warszawa. IOŚ. ISBN: 838580594X ss. 66.
- KUHN D.M., GHANNOUM M.A. 2003. Indoor mold, toxigenic fungi, and *Stachybotrys chartarum*: infectious disease perspective. *Clinical Microbiology Reviews*. Vol. 16. Iss. 1 s. 144–172.
- MARCINIAK A.M., ROMANIUK W., TOMZA A. 2005. The effects of cattle housing system on concentration of gaseous pollutants in free-stall cowsheds. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Vol. 13. No. 4 s. 71–78.
- NIELSEN K.F. 2002. Moulds growth on building materials. Secondary metabolites, mycotoxins and biomarkers. Lyngby. Technical University Denmark. ISBN 87-88584-65-8 ss. 116.
- PITT J.I. 2000. Toxigenic fungi and mycotoxins. *British Medical Journal*. Vol. 56 s. 184–192.
- RUTKOWSKI J.D., SYCZEWSKA K., TRZEPICZYŃSKA L. 1993. *Podstawy inżynierii ochrony atmosfery*. Wrocław. Wydaw. P.Wroc. ISBN 8370880286 ss. 145.
- SIEMIŃSKI M. 2007. *Środowiskowe zagrożenia zdrowia: inne wyzwania*. Warszawa. Wydaw. Nauk. PWN. ISBN 9788301146771 ss. 392.
- WANG Y., CHAI T., LU G., SONG Y. 2007. The airborne fungi from indoor air of animal houses. W: *Proceedings of the 13th International Congress in Animal Hygiene*. Vol. 1. Tartu, Estonia. 17–21.06.2007 r. Tartu. Estonian University of Life Sciences, Jõgeva Plant Breeding Institute, Estonian Research Institute of Agriculture s. 571–577.
- WĘGLARZ A. 2003. *Hodowla bydła*. Kraków. Wydaw. AR. ISBN 9788386524815 ss. 303.

***Anna KILISZCZYK, Barbara PODLASKA, Katarzyna SADOWIEC,
Beata ZIELIŃSKA-POLIT, Michał RYTEL, Stefan RUSSEL***

**AN ASSESSMENT OF THE PRESENCE OF AIRBORNE FUNGI,
AMMONIA AND METHANE IN THE ATMOSPHERE IN A SELECTED STABLE**

Key words: ammonia, fungi, methane, sanitary condition of the air, stable

S u m m a r y

The aim of present study was to analyse the occurrence of airborne fungi and some toxic and odor-forming gases (NH₃, CH₄) in the atmosphere of a selected livestock production building. The studies were located in milk farm building of the Experimental Station of the Institute of Technology and Life Sciences at Falenty. In experimental object 10 test points were chosen. Air samples were introduced onto Petri dishes with Martin agar using Merck s MASS 100 ECO sampler. The cultures

were incubated at a temperature of 28°C. The concentration of gases in the air were tested using Anova fotoacoustic apparatus and Q-Ray IR gas analyser.

Microbiological analysis of air of investigated building showed that the density of mycoerosol depends on the date of sample collection, air temperature and location of sampling point. Results of analyses of the amount of ammonia and methane showed small amounts of these gases in the air.

Adres do korespondencji: mgr A. Kiliszczyk, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Zakład Biologii Środowiska i Higienizacji Wsi, al. Hrabka 3, 05-090 Raszyn; tel. +48 22 628-37-63, e-mail: A.Kiliszczyk@itep.edu.pl