

Wstępna ocena proekologicznej metody ograniczenia emisji NH₃ z powietrza usuwanego z kurnika

**Joanna Sobczak, Przemysław Marek,
Adam Chmielowski, Andrzej Rakowski**

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy,
Zakład Inżynierii Produkcji Zwierzęcej i Dobrostanu Zwierząt,
Oddział w Poznaniu,
ul. Biskupińska 67, 60-463 Poznań;
e-mail: j.sobczak@itep.edu.pl

Celem podjętych badań było określenie skuteczności fitoremediacji, jako proekologicznej metody ograniczania amoniaku w powietrzu usuwanym z kurnika. Badania prowadzono w obiekcie doświadczalnym złożonym ze stanowiska z kurami nieśnymi i szklarni zbudowanej nad kurnikiem, przez którą przepływało zanieczyszczone powietrze. Badania porównawcze wykonano w 3 kolejnych miesiącach, ze względu na zmieniające się warunki pogodowe. Wstępne badania dały wyniki uzasadniające rozważenie metody fitoremediacji, jako ekologicznej alternatywy w oczyszczaniu powietrza usuwanego z budynków inwentarskich.

SŁOWA KLUCZOWE: stężenie amoniaku / fitoremediacja / oczyszczanie powietrza z kurnika

W 1988 roku Polska ratyfikowała protokół w sprawie długofalowego finansowania wspólnego programu monitoringu i oceny przenoszenia zanieczyszczeń powietrza na dalekie odległości w Europie – EMEP [8]. Zobowiązywał on nasz kraj do ograniczenia emisji NH₃ o 8%. Komisja Ochrony Środowiska Naturalnego Parlamentu Europejskiego stwierdziła, że głównym źródłem zanieczyszczeń powietrza NH₃ jest rolnictwo, głównie sektor produkcji zwierzęcej. Prowadzone badania wykazały, że najwięcej tego gazu w przeliczeniu na DJP powstaje na fermach drobiu, gdzie roczna produkcja w przeliczeniu na 1 ptaka waha się w granicach 0,26-0,32 kg [6]. Intensywność wydzielania amoniaku w istotny sposób zależy od warunków środowiskowych kurnika, głównie wilgotności i temperatury powietrza, ale także od stosowanej technologii utrzymania ptaków, w tym rodzaju podłoża, sposobu pojenia, częstotliwości usuwania pomiotu oraz czynników żywieniowych (np. zawartości białka lub dodatków paszowych). W warunkach produkcyjnych stężenie NH₃ w powietrzu często przekracza dopuszczalne normy – 26 ppm [10] i waha się nawet w granicach 40-60 ppm. Stężenia takie są niebezpieczne dla zdrowia ptaków, powodują

ponadto korozję biologiczną obiektów, np. urządzeń i budynków, zagrażają także zdecydowanie czystości środowiska naturalnego. Dlatego też fermy drobiarskie są zobowiązane do posiadania pozwoleń zintegrowanych [1].

Intensywność odczuwania odorów, w tym amoniaku, w kurnikach gwałtownie wzrasta, gdy ze względów oszczędnościowych zmniejsza się wymianę powietrza. Natomiast intensywne wietrzenie kurników budzi sprzeciw okolicznych mieszkańców i często jest przyczyną sporów sądowych.

Podjęto szereg badań nad ograniczeniem stężenia NH_3 w powietrzu wydalanych z budynków. Omawiano je między innymi na konferencjach organizowanych w Instytucie Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa (IBMER) [2, 3, 7]. Jedną z badanych metod jest stosowanie biofiltrów pochłaniających NH_3 [4, 5]. Okazało się jednak, że ich skuteczność jest problematyczna, a stosowanie kosztowne, ponadto powstaje zagrożenie, które stanowią zużyte wkłady biofiltrów [9]. W innym kierunku prowadzą badania nad ograniczeniem NH_3 usuwanego z kurników przez podawanie ptakom preparatów saponinowych, które mogą zredukować ilość amoniaku w powietrzu nawet o 38% [6].

Dlatego podjęto badania nad inną metodą ekologicznego utylizowania usuwanego z powietrzem amoniaku, polegającą na wykorzystaniu zdolności roślin do fitoremediacji. Badania rozpoczęto w IBMER i obecnie są kontynuowane w Instytucie Technologiczno-Przyrodniczym.

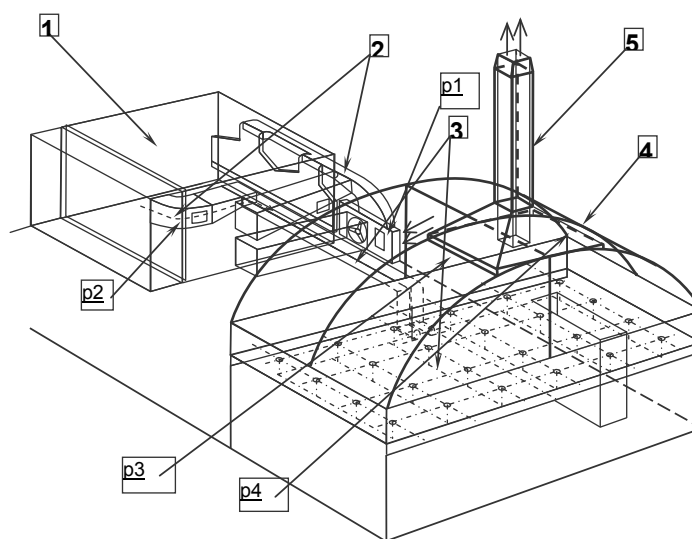
Material i metody

Obiekt badawczy składał się z 2 części – stanowiska z kurami nieśnymi i szklarni nadbudowanej nad kurnikiem (rys. 1.).

Pierwszą część obiektu badawczego stanowiła komora o powierzchni ok. 40 m², wyposażona zgodnie z zasadami przestrzennego chowu alternatywnego, w którym wszystkie zabiegi technologiczne zostały zmechanizowane i zautomatyzowane. W stanowisku na podłożu z rusztu metalowego umieszczono 270 kurek zestawu towarowego Ross, w wieku 16 tygodni. Ptaki były żywione pełnoporcjową granulowaną mieszanką paszową. Miały do dyspozycji 6 m² korytarza ze żwirem, służącego jako grzebalisko (łącznie 30 m²). Do stanowiska doprowadzane było świeże, ogrzane powietrze z układu klimatyzacji. Pomieszczenie posiada sztuczne oświetlenie, ze sterowaną długością dnia świetlnego. Wymiana powietrza odbywa się poprzez szklarnię, grawitacyjnie, kominem wentylacyjnym z ciepłowodami (współpracuje wentylator stacji klimatyzacyjnej).

Drugą część obiektu badawczego stanowiła szklarnia o powierzchni 40 m². Izolowane termicznie ściany oraz pokrycie dwukomorową (16 mm) płytą poliwęglanową zapewniają minimalizację strat ciepła. Obiekt wyposażono w urządzenia do cieniowania roślin, automatycznego nawadniania bezpośrednio do systemów korzeniowych, doświetlania oraz dogrzewania w miarę potrzeby.

Szklarnia została podzielona na 2 części ścianą z tworzywa sztucznego. W każdej z nich uprawiano oddzielnie wybrane w badaniach wstępnych gatunki roślin – paciorecznik (*Canna L.*) i miskant (*Miscanthus*). Powietrze z kurnika rozprowadzono systemem rur, których ujście znajduje się bezpośrednio w podłodze szklarni.



- 1 – pomieszczenie z ptakami – room for birds
- 2 – kanały powietrza świeżego i zanieczyszczonego – channels of fresh and contaminated air
- 3 – kanały dostarczające i rozprowadzające powietrze w szklarni – channels, supplying and distributing air in the greenhouse
- 4 – szklarnia – the greenhouse
- 5 – komin wentylacyjny szklarni z ciepłowodami – ventilating duct of the greenhouse with hot air pipelines
- p1 – punkt pomiarowy powietrza świeżego – measuring point of fresh air
- p2 – punkt pomiarowy powietrza zanieczyszczonego – measuring point of contaminated air
- p3 – punkt pomiarowy powietrza przefiltrowanego – miskant – measuring point of filtered air – *Miscanthus*
- p4 – punkt pomiarowy powietrza przefiltrowanego – paciorecznik – measuring point of filtered air – *Canna*

Rys. 1. Obiekt badawczy

Fig. 1. Research facility

Wymiana powietrza w stanowisku z ptakami odbywała się wyłącznie poprzez szklarnię, skąd drogą grawitacji, po przejściu pomiędzy roślinami, usuwane było na zewnątrz.

W okresie badań, poza standardową kontrolą warunków środowiskowych w kurniku oraz szklarni, rejestrowano między innymi poziomy stężenia NH_3 za pomocą systemu pomiarowo-rejestrującego TESTO 454.

Wyniki i dyskusja

Omówienie i analizę wyników przeprowadzono na podstawie danych zebranych w ciągu dwóch okresów wegetacyjnych roślin doświadczalnych – paciorecznika i miskanta. Ogólnie stwierdzono, że zanieczyszczenia znajdujące się w powietrzu usuwanym z kurnika nie zakłóciły rozwoju roślin, a nawet przyczyniły się do bujniejszego ich wzrostu.

W tabeli podano niektóre parametry fizyczne roślin doświadczalnych (uprawianych nad kurnikiem) i kontrolnych (uprawianych w typowych warunkach szklarniowych).

Tabela – Table

Średnie wyniki badań masy roślinnej

Average results of testing plant mass

Wyszczególnienie Specification	Paciorecznik – <i>Canna</i>		Miskant – <i>Miscanthus</i>	
	kontrolny control	doświadczalny experimental	kontrolny control	doświadczalny experimental
Powierzchnia 1 liścia (dm ²) Area of one leaf (dm ²)	4,05	4,95	0,48	0,55
Wysokość roślin* (średnio, cm) Height of plants (average, in cm)	138	185	70	153
Sucha masa 1 liścia (g) Dry matter of one leaf (g)	1,77	2,24	0,19	0,25
Świeża masa 1 kłosa, wiechy (g) Fresh mass of one spike, panicle (g)	54,74	60,80	0,56	0,50
Sucha masa 1 kłosa, wiechy (g) Dry matter of one spike, panicle (g)	10,13	11,25	0,13	0,13

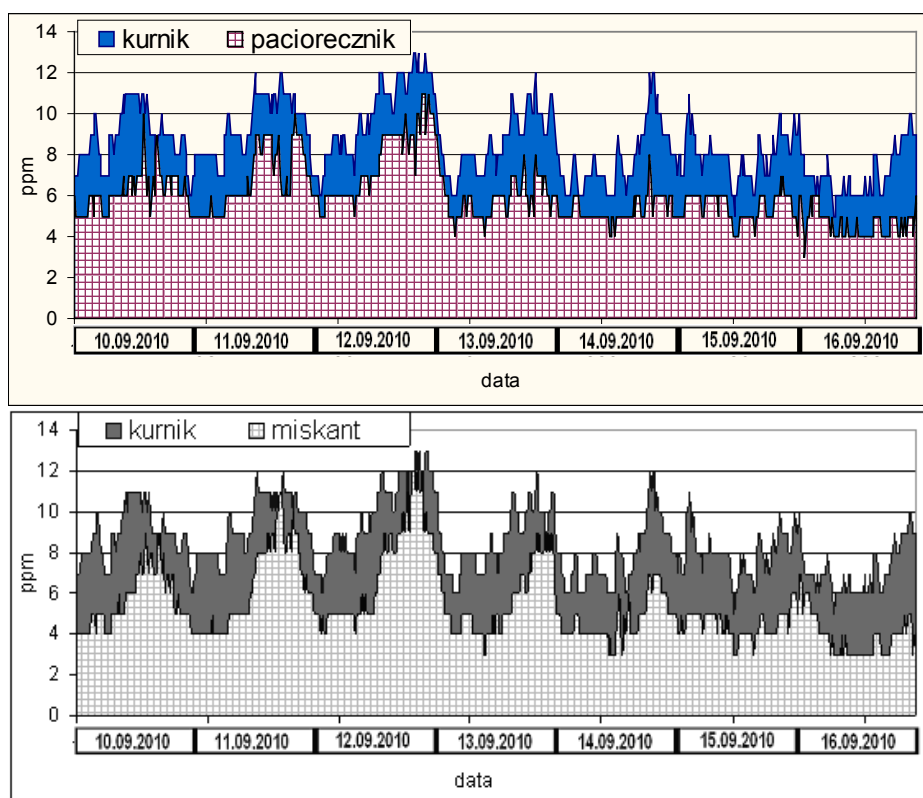
*Do podstawy pąka kwiatowego – up to basis of flower bud

Porównując poziom zanieczyszczenia powietrza usuwanego ze stanowiska z ptakami z dopuszczalnym stężeniem amoniaku w kurniku stwierdzono, że we wszystkich badanych okresach było ono niższe i wahało się w granicach 8,5-17,0 ppm. Wynik taki ma bezpośredni związek z poprawnymi rozwiązaniami i parametrami technologicznymi, a także odpowiednią wymianą powietrza (zainstalowany system samoistnie dostosowuje intensywność ciągu powietrza do wymaganych warunków środowiskowych).

Temperatura powietrza w szklarni, ogrzewanej ciepłem usuwanym z kurnika oraz dostarczonym z zewnątrz przez słońce, oscylowała jesienią (wrzesień–październik 2010 r.) w granicach 8,0-24,3°C, a wilgotność względna – 55,6-60,0%. Pomiarzy rejestrowane w szklarni we wrześniu, przy wilgotności 55,6% i temperaturze 27°C, wskazały najniższe stężenie NH₃ – 8,55 ppm na wlocie do szklarni. Redukcja tego gazu po przejściu między roślinami była na zbliżonym poziomie pomiędzy roślinami obu gatunków i wynosiła: 29% w części z paciorecznikami i 36% z miskantami. Wyniki siedmiodniowych pomiarów przedstawiono na rysunkach 2 i 3.

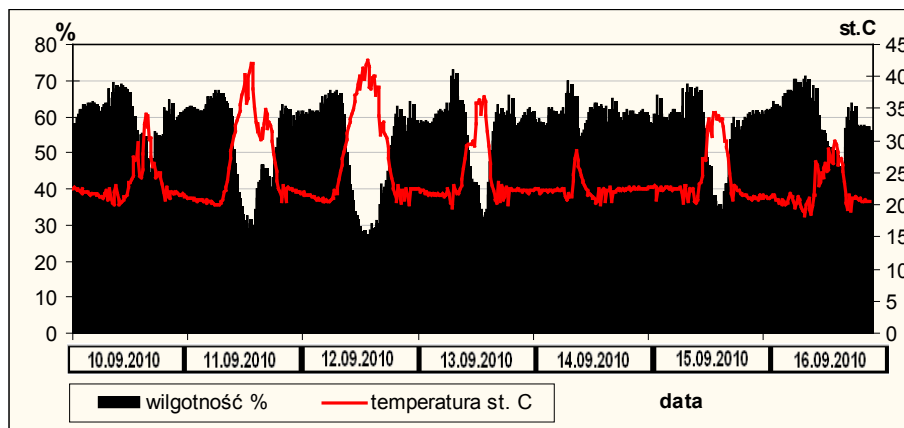
Drugi cykl pomiarów, przeprowadzony w październiku, gdy temperatura powietrza w szklarni wynosiła średnio 8°C, wilgotność względna 60%, a poziom amoniaku 16 ppm, wykazał redukcję NH₃ wśród pacioreczników o 37% i miskantów o 12%. Wyniki przedstawiono na rysunkach 4 i 5.

Ostatni cykl pomiarów wykonywano w listopadzie 2010 r., przy temperaturze powietrza w szklarni 9°C i wilgotności względnej powietrza 52%, przy wejściowym stężeniu NH₃ wynoszącym 17 ppm. W tych warunkach uzyskano najwyższą w całym doświadczeniu redukcję amoniaku, wynoszącą 41% w części szklarniowej z paciorecznikami. Obniżenie poziomu NH₃ wśród miskantów było wyższe niż w październiku o 17%, choć trawa ta najskuteczniej zredukowała amoniak (o 36%) we wrześniu. Wyniki przedstawiono na rysunkach 6 i 7.



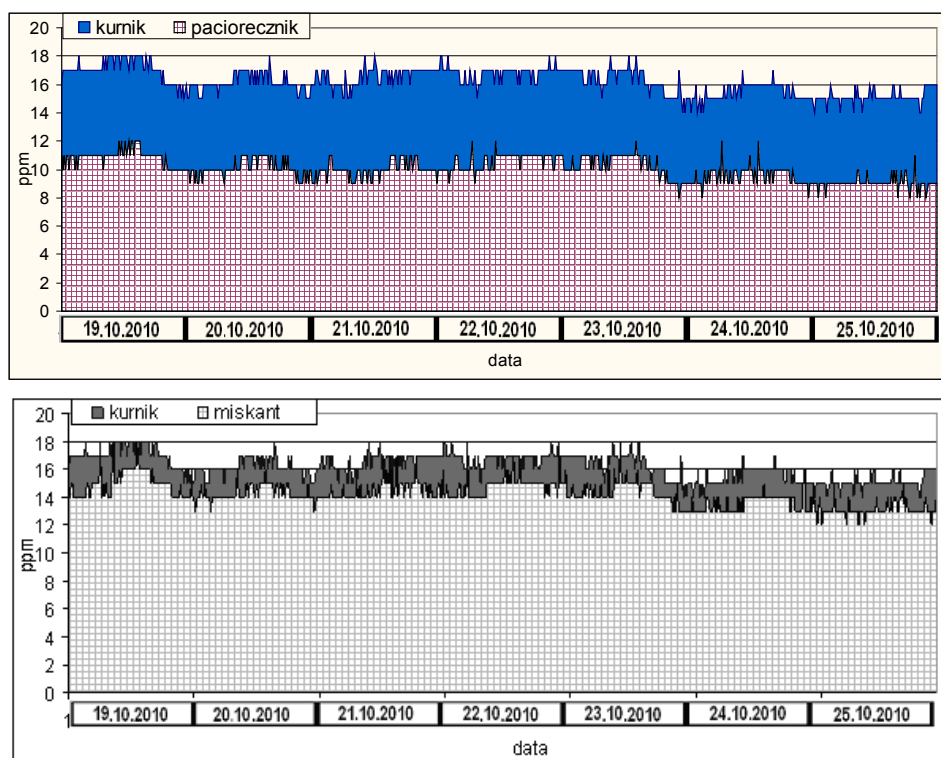
kurnik – henhouse; paciorecznik – *Canna*; miskant – *Miscanthus*

Rys. 2. Redukcja stężenia amoniaku – wrzesień
Fig. 2. Reduction in the concentration of ammonia – September



wilgotność – humidity; temperatura – temperature

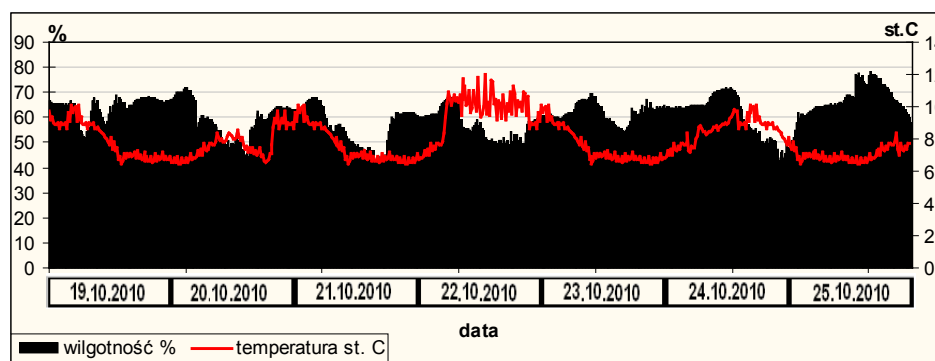
Rys. 3. Wilgotność i temperatura w szklarni – wrzesień
Fig. 3. The humidity and the temperature in the greenhouse – September



kurnik – henhouse; paciorecznik – *Canna*; miskant – *Miscanthus*

Rys. 4. Redukcja stężenia amoniaku – październik

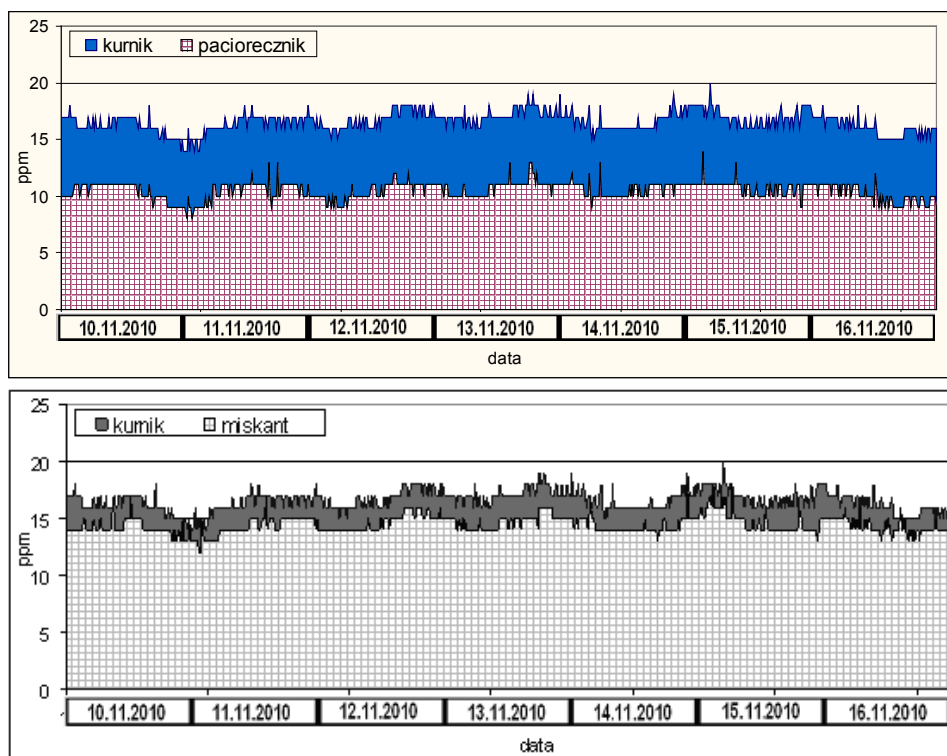
Fig. 4. Reduction in the concentration of ammonia – October



wilgotność – humidity; temperatura – temperature

Rys. 5. Wilgotność i temperatura w szklarni – październik

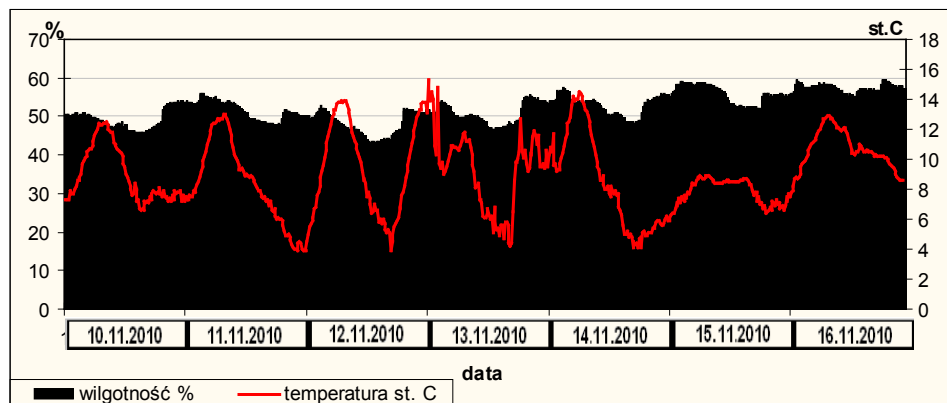
Fig. 5. The humidity and the temperature in the greenhouse – October



kumik – henhouse; paciorecznik – *Canna*; miskant – *Miscanthus*

Rys. 6. Redukcja stężenia amoniaku – listopad

Fig. 6. Reduction in the concentration of ammonia – November



wilgotność – humidity; temperatura – temperature

Rys. 7. Wilgotność i temperatura w szklarni – listopad

Fig. 7. The humidity and the temperature in the greenhouse – November

Na podstawie zebranych wyników można stwierdzić, że rośliny doświadczalne bardzo dobrze rozwijały się w atmosferze z zanieczyszczeniami typowymi dla zasiedlonego kurnika. Wegetacja była przyspieszona w stosunku do roślin kontrolnych, oba gatunki nie wykazywały objawów chorobowych, nie były atakowane przez szkodniki, zakwitły i zawiązały nasiona.

Niezwykłe bujny wzrost paciorecznika (maksymalna wysokość 2,87 m, długość liścia 76 cm, szerokość liścia 48 cm), który utrudniał przelot powietrza w kierunku komina wentylacyjnego oraz intensywne kiełkowanie młodych odrostów w donicach, pozwoliło zredukować poziom NH_3 w powietrzu aż o 41%.

Stosunkowo niska temperatura (9°C) nie miała wpływu na intensywność rozwoju roślin, które pobierając azot z powietrza rosły zdecydowanie lepiej niż paciorecznik z grupy kontrolnej, który wykazywał w tym czasie tendencje do zasychania.

Analiza wyników pomiarów zebranych w części szklarni z miskantami, gdzie we wrześniu stwierdzono redukcję NH_3 o 36%, wykazała, że w miesiącach chłodniejszych trawy choć nie zasychały, to nie wykazywały tendencji do dalszego rozwoju i zmniejszyły swoje potrzeby bytowe, nie przyswajając azotu z powietrza w takim stopniu, jak w okresie wcześniejszym (redukcja NH_3 o 12 i 14%).

Konieczność poszukiwania proekologicznych rozwiązań mających na celu ograniczenie niekorzystnych dla środowiska naturalnego skutków emisji amoniaku zainspirowała podjęcie badań nad innowacyjnym rozwiązaniem wentylacji grawitacyjnej w kurniku. Komin wentylacyjny, dodatkowo wyposażony w ciepłowodny wzmacniający ruch powietrza, usuwał je ze stanowiska kur nieśnych, przeprowadzając pomiędzy roślinami, których zadaniem było ograniczenie poziomu amoniaku. Wybrane po wstępnych doświadczeniach gatunki roślin, wyróżniające się intensywnym wzrostem, dużą ilością masy zielonej i powierzchnią liści, pozwoliły zmniejszyć emisję NH_3 w granicach od 12 do 41%.

Wprowadzenie tej metody do praktyki wymaga dodatkowej inwestycji – szklarni w miejsce poddasza, lecz eliminuje koszt pokrycia dachowego na kurniku.

Uprawiane w szklarni rośliny, dogrzewane głównie ciepłem z kurnika, umożliwiają eliminację znacznej części amoniaku i mogą być także dodatkowym źródłem korzyści gospodarczych (wykorzystanie masy zielonej).

PIŚMIENNICTWO

1. Dokument referencyjny o Najlepszych Dostępnych Technikach dla Intensywnego Chowu Drobiu i Świń z lipca 2003 z suplementem Najlepszych Dostępnych Technik w warunkach polskich opracowanych przez IBMER. Zapobieganie i Kontrola Zanieczyszczeń (IPPC). IBMER, Warszawa. 2007.
2. HANSEN A.G., 2003 – Redukcja odorów w produkcji zwierzęcej – stan i perspektywy. IX Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem ochrony środowiska i przepisów UE”. IBMER, Warszawa.
3. JUGOWAR L., 2002 – Rozprzestrzenianie się amoniaku z budynków inwentarskich. *J. Res. Appl. Agricult. Eng. – Pr. PIMR* 46(2), 20-24.
4. KASTNER J.R., DAS K.C., CROMPTON B., 2004 – Kinetics of ammonia removal in a pilot-scale biofilter. *Trans. ASABE* 47(5), 1867-1878.

5. MALEC R., EYMONTT A., 2002 – Opracowanie metody filtracji gazów i związków szkodliwych przy produkcji zwierzęcej. IBMER, Warszawa.
6. MROCZEK J., 2009 – Możliwości wykorzystania preparatów saponinowych w ograniczaniu emisji amoniaku z pomiotu drobiowego. *Polskie Drobniarstwo* 2, 38-42.
7. PIETRZAK S., 2001 – Sposoby ograniczenia emisji amoniaku z produkcji rolnej. VII Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem ochrony środowiska i przepisów UE”. IBMER, Warszawa.
8. Protokół do Konwencji z 1979 r. w prawie transgranicznego zanieczyszczenia powietrza na dalekie odległości, dotyczący długofalowego finansowania wspólnego programu monitoringu i oceny przenoszenia zanieczyszczeń powietrza na dalekie odległości w Europie (EMEP), sporządzony w Genewie dn. 28 września 1984 r. (Dz.U. 40, 1988, poz. 313).
9. SHERIDAN B., CURRAN T., DODD V., COLLIGAN J., 2002 – Biofiltration of odour and ammonia from a pig unit – a pilot-scale study. *Biosystems Engineering* 82(4), 441-453.
10. SOBCZAK J., WALIGÓRA T., 2005 – Systemy utrzymania drobiu – Poradnik. Wydawnictwa IBMER i Duńskie Służby Doradztwa Rolniczego.

Joanna Sobczak, Przemysław Marek,
Adam Chmielowski, Andrzej Rakowski

Preliminary assessment of the environment-friendly method of limiting emission of ammonia in air removed from the henhouse

S u m m a r y

The aim of undertaken examinations was to determine the effectiveness phyto-remediation as the environment-friendly method of limiting ammonia in air removed from the henhouse. There were carrying out research in the research facility consisting of the henhouse with broody chickens and the greenhouse built above the henhouse through which came polluted air. The benchmarking was carried out in 3 consecutive months on account of changing weather conditions. Preliminary examinations gave results allowing considering the method phyto-remediation as the environmental alternative in purifying air removed from henhouses. Plants in the greenhouse heated up mainly with the warm from the henhouse, enable the elimination of the considerable part of ammonia and they can be also an additional source of economic benefits (using green mass).

KEY WORDS: ammonia concentration / phyto-remediation / purification of air in henhouse