

Wpłynęło 05.03.2012 r.
Zrecenzowano 13.04.2012 r.
Zaakceptowano 26.04.2012 r.

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

Wykorzystanie komory fitotronowej w ograniczaniu emisji związków odorowych z kurników

Zbigniew DOMAGALSKI^{ABDEF},
Przemysław MAREK^{ABDEF}, **Joanna SOBCZAK**^{ABDEF}

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Oddział w Poznaniu

Streszczenie

Problem usuwania zanieczyszczonego powietrza i odorów z budynków inwentarskich, zwłaszcza z ferm drobiarskich, nie został do dziś rozwiązany. W Instytucie Technologiczno-Przyrodniczym przeprowadzono badania możliwości dezodoryzacji powietrza usuwanego z kurników w komorze fitotronowej. W ramach wstępnych obserwacji wyselekcjonowano rośliny paciorecznika jako absorbenty substancji odorowych. Przez komorę fitotronową przeprowadzano zanieczyszczone powietrze, a następnie dokonano jego jakościowej i ilościowej analizy pod kątem zawartości związków chemicznych przed i po procesie biofiltracji. Celem przeprowadzonych badań było wykazanie skuteczności stosowania roślin jako biofiltrów oczyszczających powietrze z substancji odorowych, powstających w kurnikach. Przeprowadzone badania wykazały ogólne zmniejszenie zawartości związków odorowych w powietrzu o 20–30%. W wyniku pomiarów stężenia wyselekcjonowanego odorantu – amoniaku, stwierdzono jego zmniejszenie nawet o 41%. Wyniki te są przesłanką do prowadzenia dalszych badań w kierunku zastosowania komory fitotronowej do zmniejszania emisji odorów z kurników.

Słowa kluczowe: PN-EN 13725, emisja, stężenie zapachowe, olfaktometria, uciążliwość zapachowa, odór

Wstęp

Wysokie wymagania środowiskowe drobiu stwarzają konieczność intensywnej wymiany powietrza – $0,5\text{--}6,0\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ [SOBCZAK, WALIGÓRA 2005]. Powoduje to znaczną emisję zanieczyszczeń gazowych do atmosfery, z których wiele ma właściwości odorowe. Odory występujące w budynkach inwentarskich i w ich



pobliżu, szczególnie wokół dużych ferm, są przyczyną pogorszenia warunków życia ludności i stwarzają zagrożenie dla ich zdrowia.

Nieznany jest dotychczas mechanizm interakcji odorów. W przypadku oddziaływania wielu substancji zapachowych, jak na przykład w powietrzu usuwanym z kurników, może występować zjawisko maskowania lub neutralizowania bodźców zapachowych [KOŚMIDER i in. 2002]. Równoczesne występowanie dużej liczby odorantów sprawia, że wskazanie czynników decydujących o zapachu mieszaniny jest praktycznie niemożliwe [FRIEDRICH, KOŚMIDER 2010]. Realizowany obecnie, nowatorski kierunek badań, ma wskazać możliwy sposób ograniczania niepożądanych substancji. Badania tego typu są prowadzone po raz pierwszy i dają możliwość oceny zastosowania komory fitotronowej oraz procesu fitoremediacji jako skutecznego rozwiązania problemu odorów [MALEPSZY 2009].

Obecnie nie ma metody, która umożliwi określenie, czy wyczuwany zapach jest już uciążliwy, czy nie. Eksperti wskazują, że można ocenić go tylko za pomocą zmysłu powonienia, ale jest to zawsze ocena subiektywna. Podstawą stosowanych w praktyce systemów klasyfikowania zapachów i substancji zapachowych są wyniki: oznaczeń lotności substancji (prężności pary w ustalonej temperaturze), ocen intensywności zapachu w określonych warunkach (np. z użyciem skal punktowych 10-stopniowych), ocen podobieństwa rodzaju zapachu do określonych wzorców (np. najbliższe skojarzenie z zapachem naturalnym) [KOŚMIDER 2000]. Są to jednak również oceny subiektywne. Ocenę taką wykonuje się z użyciem olfaktometrów dynamicznych, w których strumień próbki jest mieszany ze strumieniem czystego powietrza; rolę detektora odgrywa zespół ludzi, którzy spełniają określone w normie kryteria wrażliwości węchowej. Zgodnie z normą EN13725:2003 (PN-EN13725:2007), stężenie odorantów w powietrzu lub w odlotowych gazach przemysłowych (stężenie zapachowe) wyraża się w europejskich jednostkach zapachowych w objętości metra sześciennego.

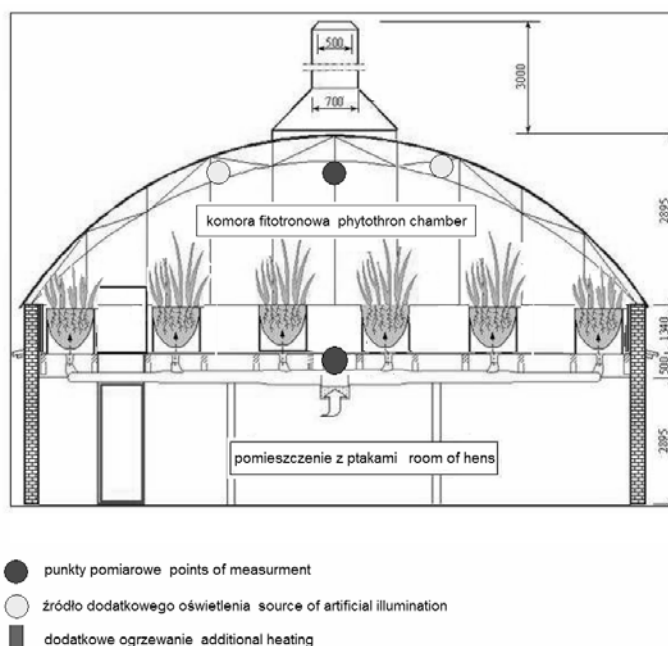
Celem pracy było wykazanie skuteczności stosowania wybranych roślin jako biofiltrów oczyszczających powietrze z substancji odorowych, powstających w kurnikach. W badaniach wykorzystano rośliny charakteryzujące się bujnym i szybkim wzrostem, dzięki czemu powietrze wprowadzane do szklarni musiało wielokrotnie opływać pędy i liście. W ten sposób udało się zmniejszyć zapylenie oraz stężenie CO₂ i NH₃. Założono, że uprawiane w szklarni rośliny, stanowiące filtr biologiczny, nie tylko częściowo wyeliminują domieszki gazowe, ale będą przeznaczone do dalszego zagospodarowania, np. na paszę, biomasę do kompostowania, ścielenia lub do celów energetycznych. Na podstawie wcześniejszych obserwacji do doświadczeń wybrano paciorecznik (*Canna x Generalis*). Stwierdzono, że inne rośliny z wielu powodów, takich jak np. pokrycie liści włoskami (np. pokrzywa, topinambur), lub nieodpowiedniej czystości powietrza – chorowały, były podatne na inwazję szkodników i w ocenie specjalistów nie nadawały się do dalszych doświadczeń. W przedstawionym obszarze badań brak jest również publikacji zagranicznych.

Występowanie dużej liczby odorantów sprawia, że wskazanie czynników decydujących o zapachu mieszaniny jest praktycznie niemożliwe. Dlatego też za cel postawiono rozwiązanie wybranych zadań badawczych:

- w jakim stopniu możliwe jest ograniczenie odorów za pomocą procesu fitoremediacji?
- jaki jest wpływ warunków mikroklimatycznych w układzie kurnik–komora fitotronowa na poziom ograniczenia odorów?

Metody badań

Obiekt badawczy składał się z 2 części – stanowiska z kurami nieśnymi i komory fitotronowej (w pełni zautomatyzowanej szklarni), nadbudowanej nad kurnikiem (rys. 1). Kojec o powierzchni użytkowej równej 36 m² był wyposażony zgodnie z zasadami przestrzennego chowu alternatywnego kur, w którym wszystkie zabiegi technologiczne zostały zmechanizowane i zautomatyzowane. W stanowisku na podłożu z rusztu metalowego umieszczono 270 młodych kurek nieśnych. Ptaki miały do dyspozycji 6 m² korytarza ze żwirem, służącego jako grzebielisko, były żywione pełnoporcjową granulowaną mieszanką paszową. Stanowisko ogrzewane przez nadmuch ciepłego powietrza miało sztuczne oświetlenie ze sterowanym dniem świetlnym. Wymiana powietrza odbywała się grawitacyjnie, kominem wentylacyjnym z ciepłowodami.



Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Rys. 1. Stanowisko badawcze
Fig. 1. Research stand

Drugą część obiektu badawczego stanowiła komora fitotronowa o powierzchni 40 m². Zaizolowane termicznie ściany oraz pokrycie dwukomorową (16 mm) płytą poliwęglanową minimalizowały straty ciepła. Obiekt wyposażono w urządzenia do cieniowania roślin, automatycznego nawadniania bezpośrednio do systemów korzeniowych, doświetlania oraz dogrzewania w miarę potrzeb. Szklarnię obsadzono (wyselekcjonowanymi w badaniach wstępnych) roślinami paciorecznika (*Canna x Generalis*) w 40 donicach o pojemności 20 l tak, aby wypełniły w miarę możliwości całą powierzchnię. Gatunek roślin wybrano ze względu na ich szybki rozwój w atmosferze zanieczyszczonego powietrza z kurnika.

Powietrze usuwane z kurnika rozprowadzono systemem rur, których ujście znajdowało się bezpośrednio w podłodze komory. Wymiana powietrza w stanowisku z ptakami odbywała się wyłącznie przez szklarnię, skąd drogą grawitacji, po przejściu pomiędzy roślinami, powietrze było wydalone na zewnątrz.

Stosowanym w badaniach urządzeniem pomiarowym był czterostanowiskowy olfaktometr TO8 wraz z niezbędnym oprzyrządowaniem oraz system pomiarowy NANO 60, z sondami oznaczającymi poziom amoniaku. Badania olfaktometryczne miały na celu subiektywne określenie zmiany stężenia odorantów, natomiast pomiar różnicy stężenia amoniaku (jako wskaźnikowego, często spotykanego odorantu) [RUTKOWSKI i in. 1995] miał wskazać, czy istnieje możliwość filtracji gazowych związków odorowych przez rośliny w szklarni.

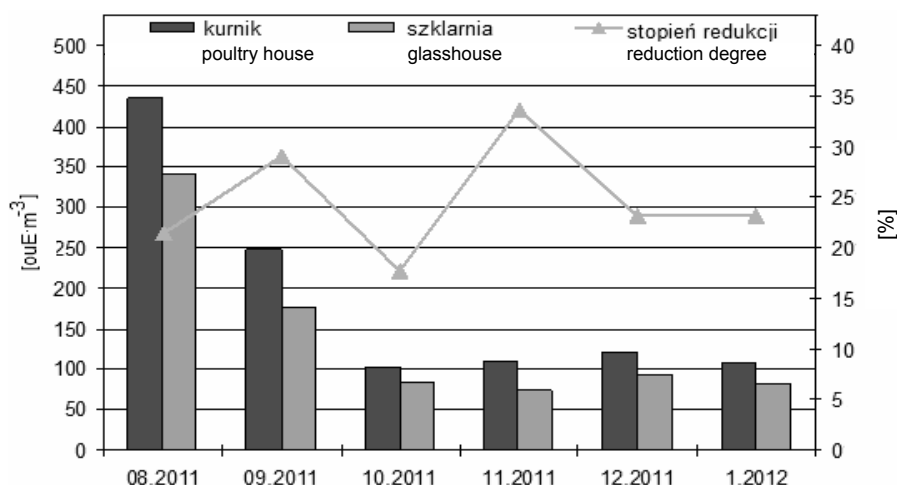
Próbki powietrza do badań olfaktometrycznych pobierano ze stanowiska badawczego z kurami, na wejściu do systemu rur rozprowadzających je poprzez podłogę w komorze fitotronowej oraz w miejscu wylotu do kanału wentylacyjnego, na zewnątrz obiektu. Przeprowadzono 6 pomiarów olfaktometrycznych w odstępach miesięcznych.

Pomiar stężenia odorantów przeprowadzono zgodnie ze wspomnianą normą PN-EN 13725:2007. Podczas pomiaru próbka zanieczyszczonego powietrza była podłączona do olfaktometru, a zadaniem probantów było sygnalizowanie, czy wyczuwają zapach w badanym strumieniu gazów.

Pomiary stężenia amoniaku NH₃ były prowadzone całodobowo, w sposób ciągły w stanowisku z kurami oraz przy wylocie powietrza z komory fitotronowej przez 3 miesiące.

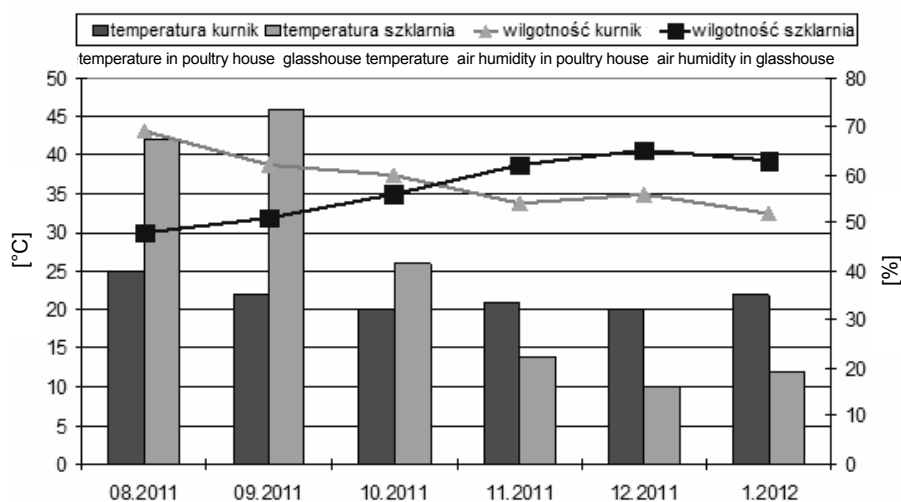
Analiza wyników badań

Zebrane drogą pomiarów wartości zostały obliczone jako wynik pomiaru zespołowego – średnia geometryczna ze wszystkich pomiarów indywidualnych. Była to jednocześnie wartość stężenia odorów w danej próbce, wyrażona w europejskich jednostkach zapachowych w metrze sześciennym (ouEm⁻³) – rysunek 2. Rejestrowano również przebieg temperatury i wilgotności w czasie pomiarów (rys. 3).



Źródło: wyniki własne. Source: own study

Rys. 2. Poziom odorów w kurniku i komorze fitotronowej (szklarni)
Fig. 2. Odour levels in the poultry house and phytotron chamber (glasshouse)



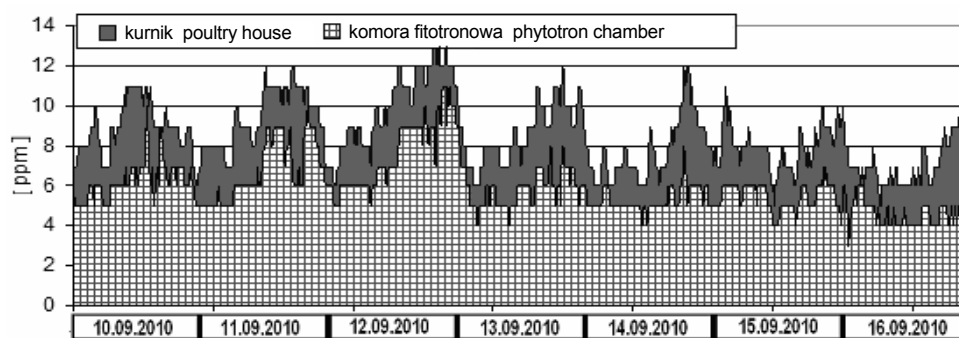
Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Rys. 3. Temperatura i wilgotność w obiektach doświadczalnych
Fig. 3. Temperature and humidity of air in the experimental objects

Poziom odorantów w kurniku był wyższy niż w szklarni przez cały okres badań. W kurniku poziom ten był najwyższy w okresie podwyższonej temperatury i wilgotności powietrza. Podobną zależność odnotowano w szklarni. Temperatura i wilgotność w kurniku miały zbliżone wartości ze względu na stosowanie automa-

tycznej klimatyzacji. Stwierdzono jednak, że przekroczenie temperatury 20°C w kurniku powodowało duże zwiększenie stężenia odorantów, nawet o 70%. Wpływ na tę zależność miała również podwyższona w tym okresie wilgotność powietrza, wynosząca ponad 60%. Wraz ze spadkiem temperatury i wilgotności powietrza poziom odorantów ulegał zmniejszeniu, np. w temperaturze 20°C ustalił się na średnim poziomie ok. 100 jednostek zapachowych. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że w całym okresie badań w wyniku działania roślin zmniejszenie odorów wahało się od 20 do 30%. Różne były tylko punkty odniesienia, na które wpływ miały warunki mikroklimatu (temperatura–wilgotność).

W 2010 r. przeprowadzone zostały w tych samych warunkach badania zmniejszenia amoniaku w komorze fitotronowej. Porównując poziom zanieczyszczenia powietrza usuwanego ze stanowiska z ptakami z dopuszczalnym stężeniem amoniaku w kurniku, stwierdzono, że we wszystkich badanych okresach na analizowanym obiekcie był on niższy i wahał się od 8,5 do 17,0 ppm. Taki wynik ma bezpośredni związek z właściwymi rozwiązaniami i parametrami technologicznymi, a także odpowiednią wymianą powietrza (zainstalowany system samoistnie dostosowuje intensywność ciągu powietrza do wymaganych warunków środowiskowych).



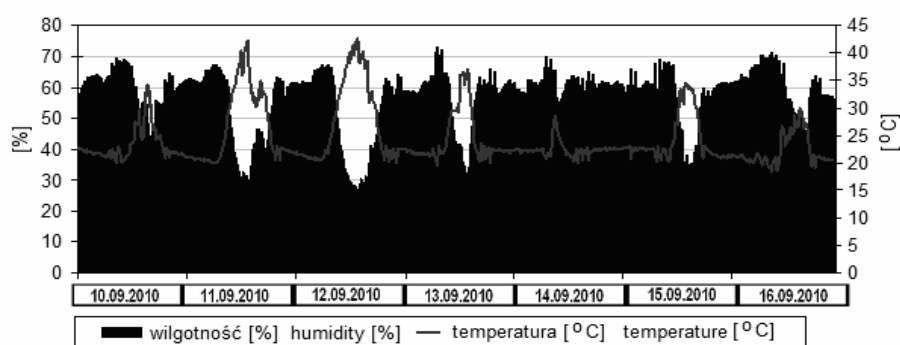
Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Rys. 4. Stężenie amoniaku; wrzesień

Fig. 4. Ammonia concentration; September

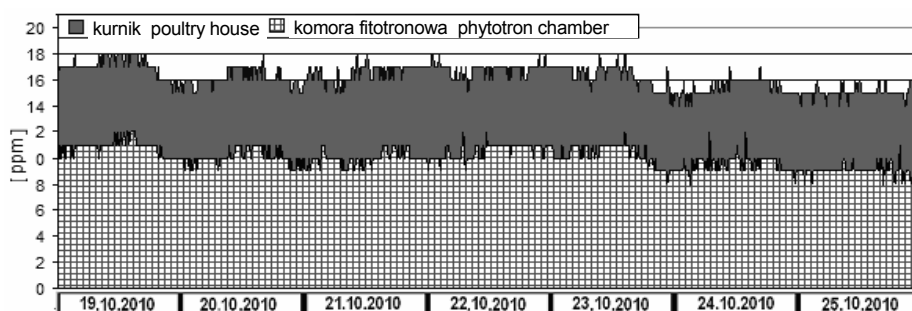
Pomiary rejestrowane we wrześniu w szklarni, w warunkach wilgotności 55,6% i średniej dziennej temperatury 27°C, wykazały najmniejsze stężenie NH_3 (8,55 ppm) na wlocie do szklarni. Zmniejszenie stężenia tego gazu po przejściu między roślinami wynosiło 29%.

Drugi cykl pomiarów przeprowadzonych w październiku wykazał zmniejszenie stężenia amoniaku o 37%, gdy temperatura powietrza w szklarni wynosiła średnio 8°C, wilgotność względna 60%, a stężenie NH_3 16 ppm.



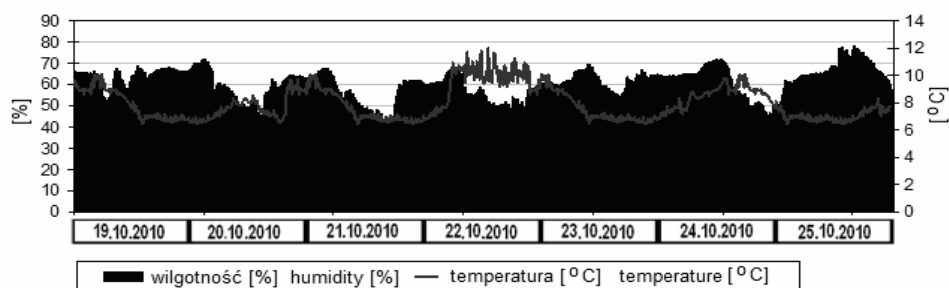
Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Rys. 5. Poziom wilgotności i temperatura w komorze fitotronowej; wrzesień
 Fig. 5. The level of air humidity and temperature in phytotron chamber; September



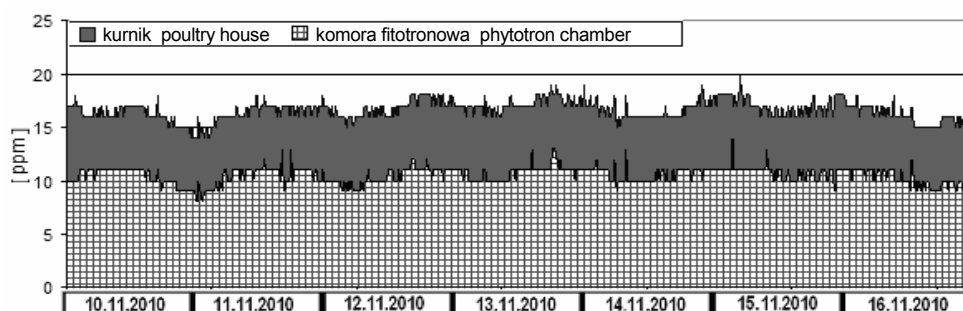
Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Rys. 6. Stężenie amoniaku; październik
 Fig. 6. Ammonia concentration; October



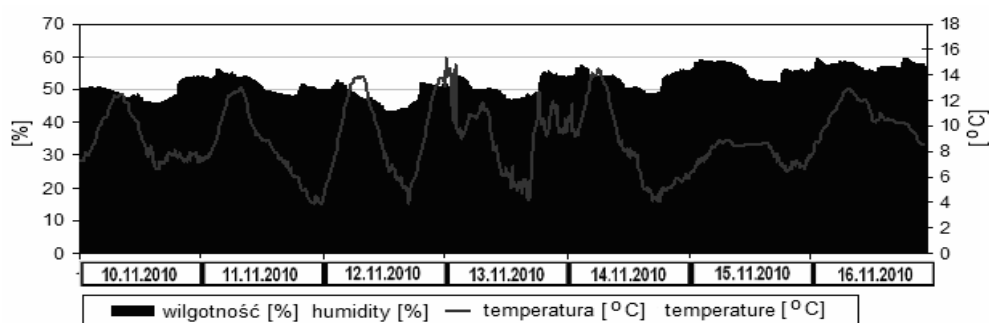
Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Rys. 7. Poziom wilgotności i temperatura w komorze fitotronowej; październik
 Fig. 7. The level of air humidity and temperature in phytotronic chamber; October



Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Rys. 8. Stężenie amoniaku; listopad
Fig. 8. Ammonia concentration; November



Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Rys. 9. Poziom wilgotności i temperatura w komorze fitotronowej; listopad
Fig. 9. The level of air humidity and temperature in phytotronic chamber; November

Ostatni cykl pomiarów wykonano w listopadzie, w temperaturze powietrza w komorze fitotronowej 9°C i wilgotności względnej powietrza 52%. Wejściowe stężenie amoniaku wynosiło 17 ppm. W tych warunkach uzyskano największe w całym doświadczeniu zmniejszenie NH_3 , wynoszące 41%. Dokonując analizy stopnia zmniejszenia NH_3 oraz warunków środowiskowych (temperatura stężenia, wilgotność względna), można stwierdzić ich silne powiązania. Ze wzrostem temperatury w szklarni zmniejszała się wilgotność, gdyż szybsza była grawitacyjna wymiana powietrza. Większa wilgotność oraz spadek temperatury generowały zwiększenie stężenia amoniaku, średnio z 8 ppm we wrześniu do 17 ppm w listopadzie, przy czym stężenie amoniaku było wartością dobowo zmienną, w zależności od warunków w szklarni. Im większe było stężenie amoniaku w powietrzu, tym większe zmniejszenie – od 29 % we wrześniu do 41% w listopadzie.

Podsumowanie

Przeprowadzone w Instytucie Technologiczno-Przyrodniczym badania, zarówno jakościowe, jak i selekcyjne ilościowe, wykazały zdolność roślin umieszczonych w komorze fitotronowej włączonej do systemu wymiany powietrza w kurniku, do redukcji substancji odorowych. Ogólny poziom redukcji substancji zapachowych wynosił między 20 a 30%, w przypadku amoniaku stwierdzono nawet 40%. Niezbędne było w tym przypadku sztuczne doświetlanie roślin przez ok. 4 godziny dziennie, aby przedłużyć jasną fazę dnia i zapewnić im wymagane warunki rozwojowe. Rośliny uprawiane w zanieczyszczonej przez ptaki atmosferze rozwijały się w sposób prawidłowy, a umieszczenie komory fitotronowej nad kurnikiem zmniejszyło nakłady konieczne na ogrzewanie obiektu, co jest korzystne ze względu na ekonomiczne uzasadnienie jej budowy w przypadku wdrożenia rozwiązania.

Planowane wprowadzenie restrykcyjnego prawa [Projekt ustawy... 2009] w zakresie emisji związków odorowych może zmusić producentów drobiu do ograniczenia działalności lub poszukiwania rozwiązań, mających na celu eliminację uciążliwych zapachów. Uzyskane w badaniach wyniki pozwalają traktować badany sposób ograniczania odorów jako jedno z rozwiązań, przyczyniających się do ochrony środowiska naturalnego.

Bibliografia

FRIEDRICH M., KOŚMIDER J. 2010. Oszacowanie wskaźnika emisji zapachowej. Przykład tuczu świń, Ochrona Powietrza i Problemy Odpadów. Nr 2 s. 37–44.

KOŚMIDER J. 2000. Problemy normalizacji oznaczania stężenia odorów. Normalizacja. Nr 1 s. 8–14.

KOŚMIDER J., MAZUR-CHRZANOWSKA B., WYSZYŃSKI B. 2002. Odory. Warszawa. Wydaw. Nauk. PWN S.A. ISBN 83-01-13744-4 ss. 302.

MALEPSZY S. 2009. Biotechnologia roślin: zastosowanie praktyczne biotechnologii – klonowanie, substancje bioaktywne, GMO, bakterie niepatogenne, fitoremediacja i uprawy molekularne. Wyd. 2. Warszawa. Wydaw. Nauk. PWN. ISBN 83-01-15947-2 ss. 736.

RUTKOWSKI J., KOŚMIDER J., SZKLARCZYK M. 1995. Substancje odorotwórcze w środowisku. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa. PIOŚ. ISBN 83-86676-41-8 ss. 72.

SOBCZAK J., WALIGÓRA T. 2005. Systemy utrzymania drobiu – Poradnik. Warszawa. IBMER i Duńskie Służby Doradztwa Rolniczego. ISBN 83-86264-98-5 ss. 108.

Projekt ustawy o przeciwdziałaniu zapachowej uciążliwości z roku 2009 [online]. [Dostęp 15.12.2011]. Dostępny w Internecie: <http://www.mos.gov.pl>

Pomiary stężenia zapachowego metodą olfaktometrii dynamicznej zgodnie z PN-EN 13725:2007.

PN-EN 13725:2007 Jakość powietrza – Oznaczanie stężenia zapachowego metodą olfaktometrii dynamicznej.

Zbigniew Domagalski, Przemysław Marek, Joanna Sobczak

**USING OF THE PHYTOTRON CHAMBER TO REDUCE THE EMISSION
OF OFFENSIVE ODOUR COMPOUNDS FROM THE POULTRY HOUSES**

Summary

The problem of removing polluted air and odours from the livestock buildings, and from the poultry farms in particular, was not solved until now. The tests of possibilities to deodorize in phytotron chamber the air removed from the poultry houses were conducted at the Institute of Technology and Life Sciences, Branch in Poznań.. For the preliminary investigations the plants of canna were selected as the absorbents of odour substances. Polluted air flowed through the phytotron chamber. The air was qualitatively and quantitatively analysed in aspect of the chemical compound contents, before and after process of biofiltration. The aim of investigations was to prove the effectiveness of using canna plants as biofilters purifying air from odour substances generated in the poultry houses. The tests showed general reduction of odour compounds in air by 20–30%. Measurements of selected gas – ammonia, indicated its concentration decrease even by 41%. Obtained results are pointing the further research direction, with the use of phytotron chamber to reduce the odour emission from poultry houses.

Key words: PN-EN 13725 standard, emission, smell concentration, olfactometry, smell arduousness, odour

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. inż. Joanna Sobczak
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy
Oddział w Poznaniu
Zakład Inżynierii Produkcji Zwierzęcej i Dobrostanu Zwierząt
ul. Biskupińska 67, 60-463 Poznań
tel. 61 820-33-31; e-mail: jsobczak@itep.edu.pl