

ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENT-FRIENDLY METHOD OF LIMITING EMISSION OF CO₂ IN AIR REMOVED FROM THE HENHOUSE

Summary

The aim of undertaken examinations was to determine the effectiveness phytoremediation as the environment-friendly method of limiting ammonia in air removed from the henhouse. There were carrying out tests 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 for reason of changing weather conditions. Analysis of preliminary results demonstrated the average reduction of CO₂ of about 10 % in air along the passage between plants what allows to consider the method of phytoremediation as the environmental alternative in purifying air removed from henhouses.

OCENA PROEKOLOGICZNEJ METODY OGRANICZENIA EMISJI CO₂ W POWIETRZU USUWANYM Z KURNIKA

Streszczenie

Celem podjętych badań było określenie skuteczności fitoremediacji jako proekologicznej metody ograniczania poziomu dwutlenku węgla w powietrzu usuwanym z kurnika. Badania prowadzono w obiekcie doświadczalnym złożonym ze stanowiska z kurami nieśnymi i szklarni, zbudowanej nad kurnikiem, przez którą przepływało powietrze usuwane z pomieszczenia z ptakami. Badania porównawcze wykonano w 3 kolejnych miesiącach ze względu na zmieniające się warunki pogodowe. Analiza wstępnych wyników wykazała średnią redukcję CO₂ o 10% w powietrzu po przejściu między roślinami, co pozwala rozważać metodę fitoremediacji jako proekologiczną alternatywę w oczyszczaniu powietrza usuwanego z budynków inwentarskich.

1. Wstęp

Na mocy postanowień protokołu z Kioto kraje, które zdecydowały się na jego ratyfikację, zobowiązały się do 2012 roku do redukcji własnych emisji CO₂ o wynegocjowane wartości [2]. W porównaniu z poziomem z 1988 roku, jako rokiem bazowym dla krajów z byłego bloku socjalistycznego, Polska zobowiązała się obniżyć wydalanie tego gazu do atmosfery o 6%. Z powodu zmiany struktury gospodarki narodowej w okresie transformacji, emisja szkodliwych gazów i tak zmniejszyła się o 33% w latach 1988-2001, więc Polska prawdopodobnie nie będzie miała problemów z wypełnieniem kryteriów protokołu z Kioto.

Zgodnie z ustawą z 27 kwietnia 2001 roku „Prawo ochrony środowiska” [4], producenci drobiu, tak jak pozostałe podmioty korzystające ze środowiska, ponoszą opłaty za korzystanie z niego, mające zrekomensować szkody, jakie ich działalność niesie dla otaczającej nas przyrody. Przekroczenie dopuszczalnych norm emisji toksycznych gazów zwiększa ryzyko płacenia kar umownych oraz podniesienia kosztów związanych z opłatami środowiskowymi.

Intensywny chów drobiu, charakteryzujący się znaczną koncentracją ptaków na m² powierzchni użytkowej budynku, generuje duże ilości CO₂ do atmosfery, dlatego producenci są zainteresowani skutecznymi sposobami redukcji emisji tego gazu. Obecnie nie stosuje się filtracji powietrza wychodzącego z obiektów inwentarskich, co stanowi duży problem i może być przyczyną ograniczenia produkcji jaj i mięsa drobiowego [1].

2. Cel badań

Celem podjętych badań było sprawdzenie metody ekologicznego utylizowania usuwanego z powietrzem CO₂,

przez wykorzystanie zdolności roślin do fitoremediacji. Badania rozpoczęto w Instytucie Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa, a obecnie są kontynuowane w Instytucie Technologiczno-Przyrodniczym w Poznaniu.

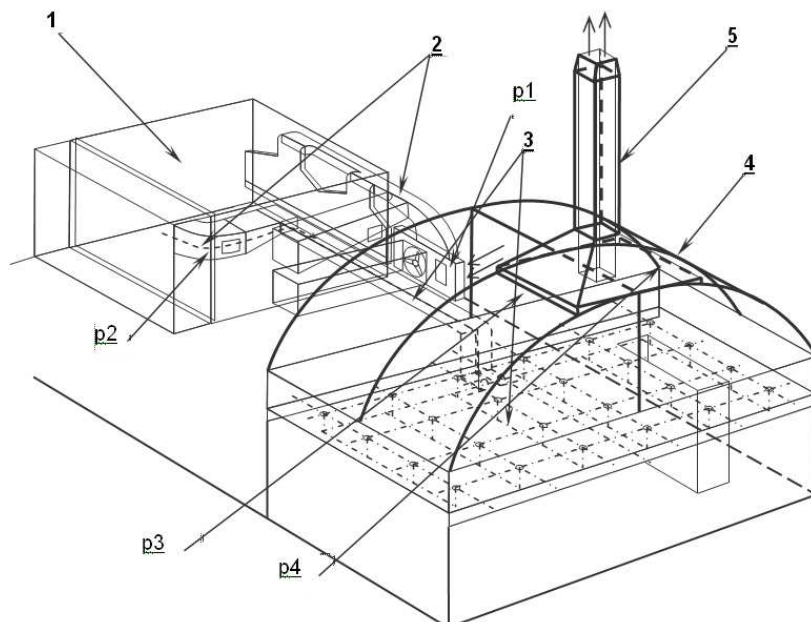
3. Metodyka badań

Obiekt badawczy składał się z dwóch części – stanowiska z kurami nieśnymi i szklarni, zbudowanej ponad poziomem stropu kurnika (rys. 1).

Pierwszą część stanowiło pomieszczenie o powierzchni ok. 40 m², przeznaczone dla kur, wyposażone zgodnie z zasadami przestrzennego chowu alternatywnego, w którym wszystkie zabiegi technologiczne są zmechanizowane i zautomatyzowane. W stanowisku na podłożu z rusztu metalowego umieszczono 270 młodych kurek nieśnych. Ptaki żywione były pełnoporcjową granulowaną mieszanką paszową. Do stanowiska doprowadzane jest świeże, ogrzane powietrze z układu klimatyzacji. Pomieszczenie z ptakami posiada sztuczne oświetlenie ze sterowaniem długością dnia świetlnego. Wymiana powietrza odbywa się poprzez szklarnię, grawitacyjnie, kominem wentylacyjnym z ciepłowodami.

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

Szklarnia została podzielona na dwie części przegrodą z tworzywa sztucznego. W każdej z nich uprawiano oddzielnie w 20 donicach wyselekcjonowane w badaniach wstępnych gatunki roślin – paciorecznik i miskantus.



Rys. 1. Obiekt badawczy

Fig. 1. Research facility

1. pomieszczenie z ptakami
2. kanały powietrza świeżego i zanieczyszczonego
3. kanały dostarczające i rozprowadzające powietrze w szklarni
4. szklarnia
5. komin wentylacyjny szklarni z ciepłowodami

p1 – p.p. powietrza świeżego

p2 – p.p. powietrza zanieczyszczonego

p3 – p.p. powietrza przefiltrowanego – miskantus

p4 – p.p. powietrza przefiltrowanego – paciorecznik

Tab. 1. Parametry fizyczne roślin doświadczalnych i kontrolnych

Table 1. Physical parameters of plants

Wyszczególnienie	Paciorecznik (kontrolne)	Paciorecznik ITP	Miskantus (kontrolne)	Miskantus ITP
Powierzchnia 1 liścia (dm ²)	4,05	4,95	0,48	0,55
Wysokość roślin (średnio, cm) (do podstawy pąka kwiatowego)	138	185	70	153
Sucha masa 1 liścia (g)	1,77	2,24	0,19	0,25
Świeża masa 1 kłosa, wiechy (g)	54,74	60,80	0,56	0,50
Sucha masa 1 kłosa, wiechy (g)	10,13	11,25	0,13	0,13

Powietrze z kurnika rozprowadzано systemem rur, których ujście znajduje się bezpośrednio w podłodze szklarni. 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 poziom stężenia CO₂ za pomocą systemu pomiarowo-rejestrującego TESTO 454.

Dla oceny parametrów rozwoju roślin dodatkowo uprawiano grupę roślin kontrolnych obu gatunków, w typowych warunkach szklarniowych.

4. Wyniki badań

Omówienie i analizę wyników przeprowadzono w oparciu o dane zbierane w ciągu dwóch okresów wegetacyjnych roślin doświadczalnych – paciorecznika i miskantusa. W tab. 1 podano niektóre parametry fizyczne roślin doświadczalnych i kontrolnych.

Ptaki ze względu na intensywną przemianę materii, dużą produkcję metabolitów i szybkie przyrosty mają wysokie zapotrzebowanie na tlen. Wydalają znaczne ilości CO₂, którego dopuszczalne stężenie w kurniku wynosi 3000 ppm.

Wyższa zawartość tego gazu w powietrzu jest śmiertelna [3, 5].

Na rys. 2 i 3 przedstawiono wyniki pomiarów poziomu CO₂ w pomieszczeniu z ptakami oraz po przejściu powietrza przez strefę uprawianych w szklarni roślin doświadczalnych.

Pierwsza seria pomiarów prowadzona była w miesiącu wrześniu.

W kurniku maksymalny poziom CO₂ wyniósł 1620 ppm, minimalny 760 ppm. Średni dobowy pomiar wskazał 1209 ppm. Odpowiednio w szklarni otrzymano dla paciorecznika maksimum stężenia CO₂ 1410 ppm minimum 920 ppm i wartość średnią 1127 ppm. Natomiast dla miskantusa maksimum tego gazu wyniosło 1580 ppm, minimum 990 ppm (wartość średnia 1180).

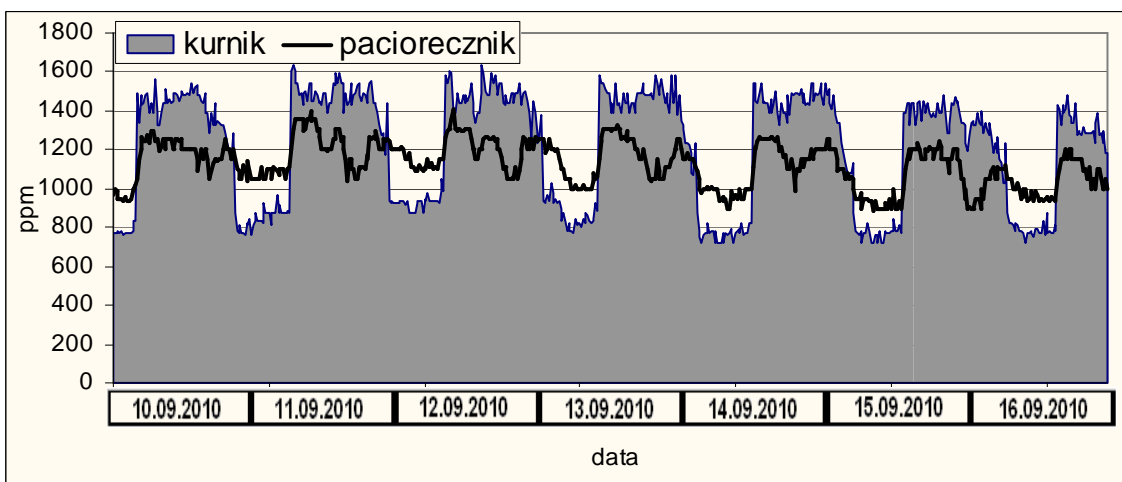
Wykresy stężenia CO₂ w powietrzu doskonale ilustrują cykl dobowy ptaków. W dzień podczas wysokiej aktywności życiowej kur jego stężenia są wysokie, w nocy podczas snu ptaki wytwarzają go mniej.

W przypadku roślin, w dzień zauważono redukcję stężenia CO₂ w powietrzu, a w nocy stężenie CO₂ w szklarni jest wyższe niż w kurniku. Spowodowane to jest cyklem życiowym roślin, które w nocy przechodzą ciemną fazę fotosyntezy i nie tylko że nie pobierają CO₂ z powietrza,

ale również same go wydzielają. Ma to wpływ na efektywność tej metody oczyszczania powietrza, gdyż średnie dobowe poziomy redukcji są przez to niższe, osiągając 7% dla paciorecznika i 3% dla miskantusa. Biorąc jednak pod uwagę redukcję stężenia CO₂ w dzień, uzyskuje się obniżenie poziomu CO₂, średnio ok. 15%. Pomiary rejestrowano

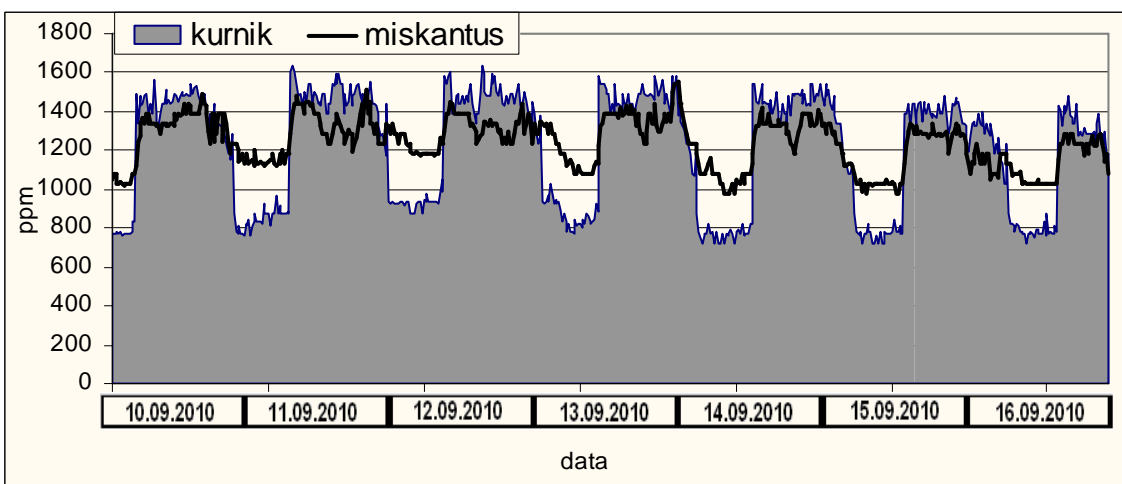
we wrześniu w szklarni, przy średniej wilgotności 55,6% i temperaturze 27°C.

W drugiej serii pomiarów dokonano w miesiącu październiku. Zależności wynikające z cykli życiowych kur i roślin wyglądają podobnie (rys. 4 i 5).



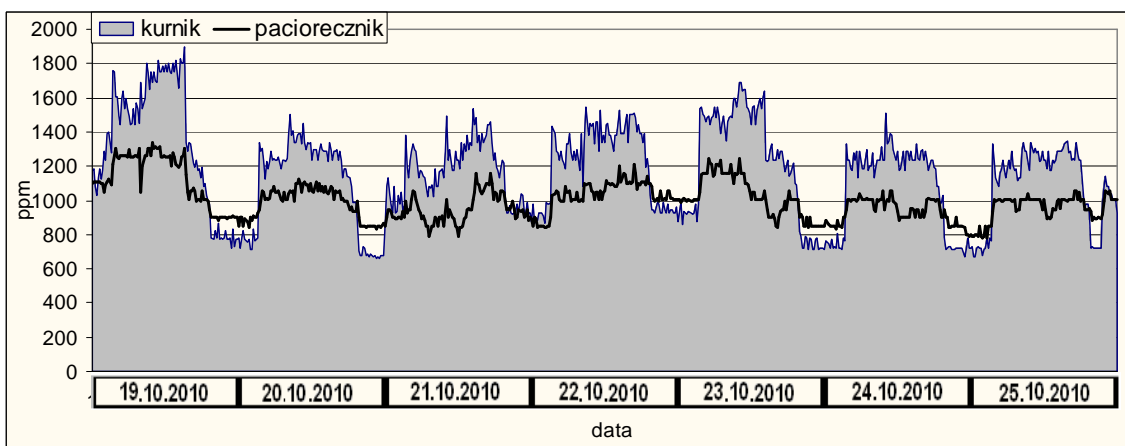
Rys. 2. Stężenie dwutlenku węgla w strefie paciorecznika. Wrzesień

Fig. 2. Concentration of carbon dioxide in the zone of paciorecznik. September



Rys. 3. Stężenie dwutlenku węgla w strefie miskantusa. Wrzesień

Fig. 3. Concentration of carbon dioxide in the zone of miscantus. September

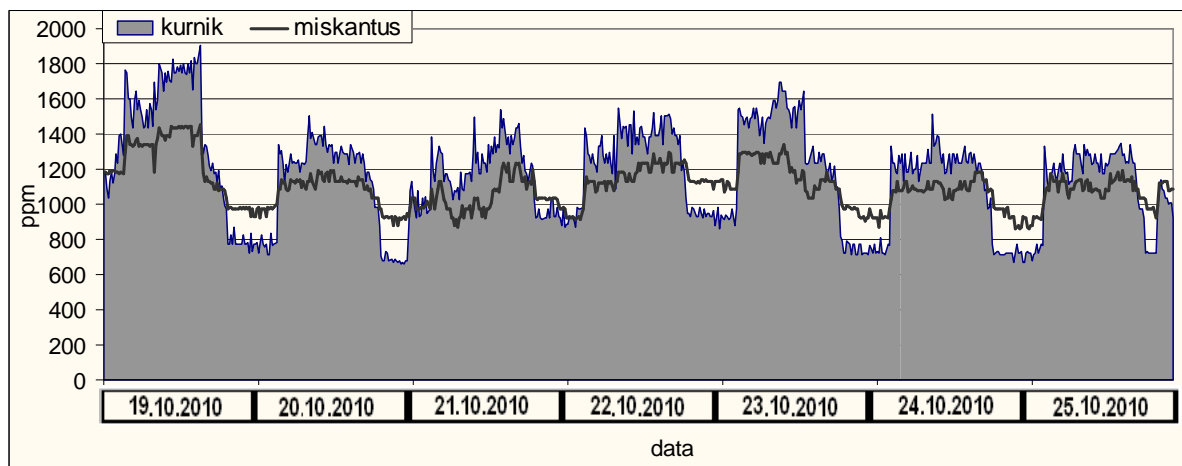


Rys. 4. Stężenie dwutlenku węgla w strefie paciorecznika. Październik

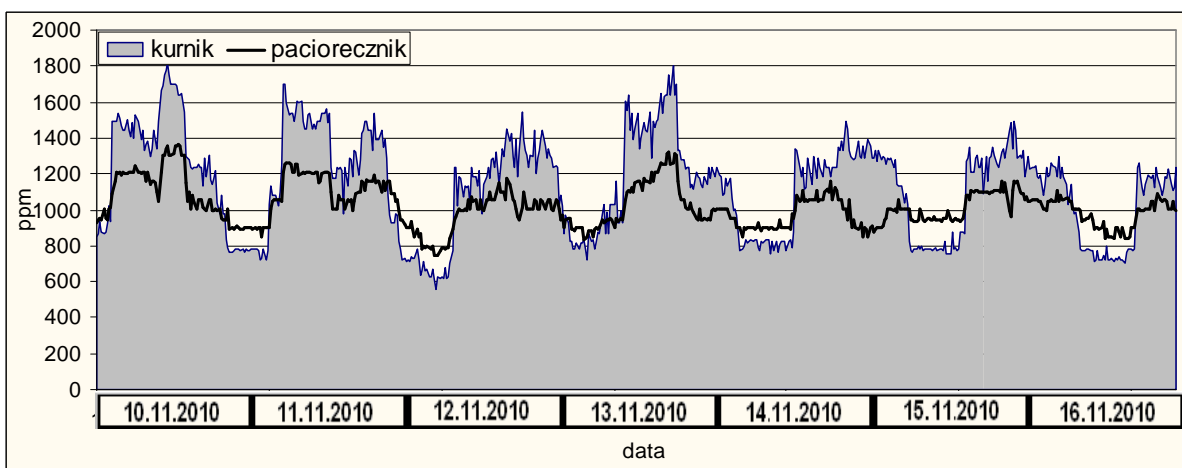
Fig. 4. Concentration of carbon dioxide in the zone of paciorecznik. October

W kurniku maksymalne stężenie CO₂ w powietrzu wyniosło 1840 ppm, minimalne 630 ppm, a średnie 1173 ppm. W części szklarni z paciorem notowano maksymalne stężenie CO₂, wynoszące 1840 ppm i minimalne 810 ppm (średnio 1000 ppm). Natomiast w strefie wzrostu miskantusa poziom maksymalny CO₂ wyniósł 1420 ppm, a minimalny

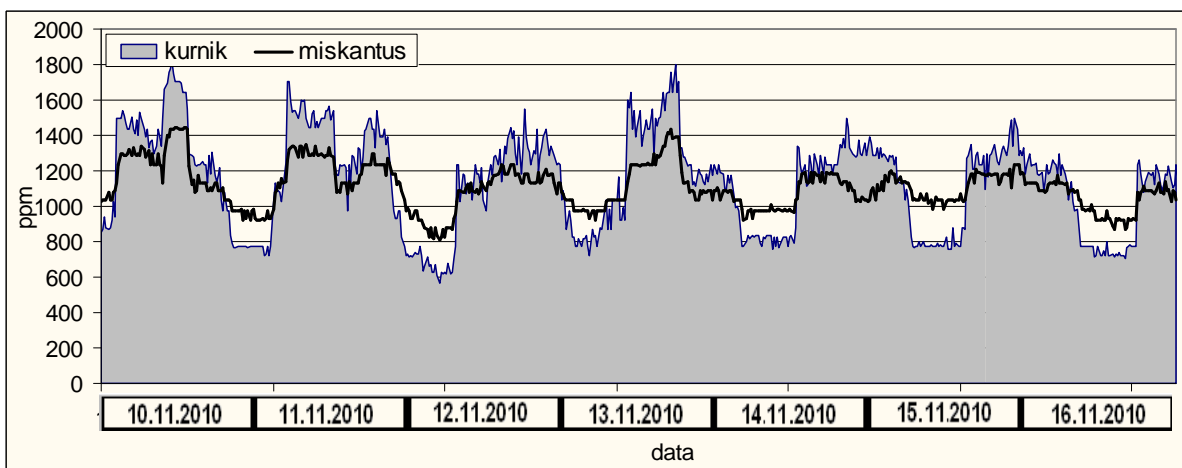
860 ppm (średnio 1104 ppm). Średni poziom redukcji wyniósł 15% dla paciornika i 6% dla miskantusa. Maksymalny poziom redukcji w dzień wyniósł 27% dla paciornika i 20% dla miskantusa. Cykl pomiarów przeprowadzono w październiku, gdy temperatura powietrza w szklarni wynosiła średnio 8°C, a wilgotność względna 60%.



Rys. 5. Stężenie dwutlenku węgla w strefie miskantusa. Październik
 Fig. 5. Concentration of carbon dioxide in the zone of miscantus. October



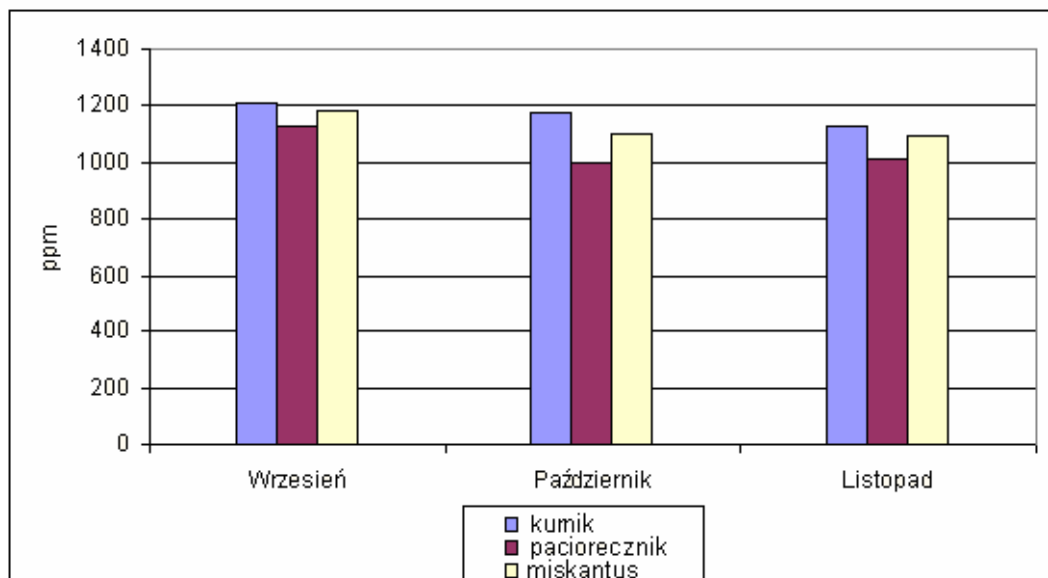
Rys. 6. Stężenie dwutlenku węgla w strefie paciornika. Listopad
 Fig. 6. Concentration of carbon dioxide in the zone of paciornik. November



Rys. 7. Stężenie dwutlenku węgla w strefie miskantusa. Listopad
 Fig. 7. Concentration of carbon dioxide in the zone of miscantus. November

Tab. 2. Stężenie dwutlenku węgla: maksimum, minimum i wartość średnia
 Table 2. Concentration of carbon dioxide: the maximum, the minimum and the average value

	wrzesień			październik			listopad		
	kurnik	paciorecznik	miskantus	kurnik	paciorecznik	miskantus	kurnik	paciorecznik	miskantus
maks.	1620	1410	1580	1840	1840	1420	1800	1400	1430
min.	760	920	990	630	810	860	590	780	800
śred.	1209	1127	1180	1173	1000	1104	1127	1012	1096



Rys. 8. Stężenie dwutlenku węgla. Porównanie wartości średnich
 Fig. 8. Concentration of carbon dioxide. Comparison of average values

Trzecia seria badań przeprowadzona została w listopadzie. Pomiary można było kontynuować, ponieważ okres wegetacji roślin został wydłużony, dzięki sztucznemu oświetleniu szklarni oraz zapewnieniu dogrzewania. Dzień świetlny roślin (światło dzienne + sztuczne) wynosił 12 godzin. Wyniki przedstawiono na rys. 6 i 7.

W kurniku zanotowano maksymalne stężenie CO₂ na poziomie 1800 ppm, minimalnie 590 ppm (średnio 1127 ppm). Dla strefy paciorecznika wartości te odpowiednio wynosiły: maksimum 1400 ppm, minimum 780 ppm (średnio 1012 ppm). W przypadku miskantusa pomiary wykazały maksymalny poziom stężenia CO₂ na poziomie 1430 ppm, minimalny 800 ppm (średnio 1096 ppm). W związku z tym średni poziom redukcji tego gazu przez rośliny paciorecznika wyniósł 10%, a miskantusa 3%. Dzienny maksymalny poziom redukcji CO₂ w strefie paciorecznika wyniósł ok. 23%, a miskantusa 20%. Średnia temperatura powietrza w szklarni wynosiła 9°C, a wilgotność względna powietrza 52%.

Zależności przedstawione na wykresach wyglądają podobnie dla 3 kolejnych serii pomiarów (tab. 2 i rys. 8). Nie miały więc na nie wpływu zmiany pogodowe lub wpływ ich był niewielki.

5. Wnioski

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

tły i zawiązały nasiona. Należy sądzić, że zarówno pacioreczniki, jak i miskantusy wykorzystały substancje pokarmowe zawarte w powietrzu CO₂ (nawożenie dolistne).

Wyniki zebrane w okresie badań, tj. w miesiącach wrzesień, październik i listopad, obrazujące poziom stężenia CO₂ w powietrzu szklarni, w porównaniu do poziomu tego gazu usuwanego z kurnika, wykazały jego redukcję w zależności od pory doby (dzień-noc) oraz gatunku uprawianych roślin. Wydłużenie dnia świetlnego poprzez zastosowanie sztucznego oświetlenia zwiększyło redukcję CO₂ średnio o ok. 30% w czasie działania światła na rośliny. Całkowita średnia redukcja dwutlenku węgla wyniosła od 7 do 27%. Na taki wynik złożył się proces oddychania roślin zachodzący w ciemności, w czasie którego również wydzielają CO₂. Poprawienie uzyskanych wyników obniżenia poziomu CO₂ poprzez rośliny będzie celem dalszych badań, polegających na modyfikacji warunków ich uprawy.

6. Literatura

- [1] Malec R., Eymontt A.: Opracowanie metody filtracji gazów i związków szkodliwych przy produkcji zwierzęcej. Warszawa: IBMER, 2002.
- [2] Protokół z Kioto do Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu. Dz.U. 2005, nr 203, poz. 1684.
- [3] Sobczak J., Waligóra T.: Systemy utrzymania drobiu – Poradnik. Wydawnictwa: IBMER i Duńskie Służby Doradztwa Rolniczego, 2005.
- [4] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska Dz.U. 2001.62.627.
- [5] Zintegrowane Zapobieganie i Kontrola Zanieczyszczeń (IPPC - Integrated Pollution Prevention and Control) – Dokument Referencyjny Najlepszych Technikach dla Intensywnego Chowu Drobiu i Świń IBMER, Oddział Poznań, 2003.