

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN – POLONIA

VOL. XXII, 44

SECTIO EE

2004

Katedra Higieny Zwierząt i Środowiska Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt
Akademii Rolniczej w Lublinie

LESZEK TYMCZYNA, AGATA DRABIK,
ANNA CHMIELOWIEC-KORZENIOWSKA

*Próba redukcji aldehydów i ketonów na złożach
biofiltracyjnych w wylęgarni piskląt*

An Attempt at Aldehyde and Ketone Reduction on The Biofiltration
Beds in the Chick Hatchery

W produkcji drobiarskiej powstaje szereg substancji o działaniu odorotwórczym, toksycznym, a często karcinogennym, takich jak amoniak, siarkowodór, merkaptany, indol, skatol, jak również aldehydy i ketony. Związki te, usuwane przez sprawnie działający system wentylacyjny, przenoszone są do powietrza atmosferycznego, powodując skażenie środowiska. Szeroki wachlarz zanieczyszczeń zmusza zatem do poszukiwania nowych metod neutralizacji, które przyczynią się do ograniczenia emisji i ich eliminacji u źródła powstawania. Do nich można zaliczyć biologiczne metody oczyszczania powietrza, czyli jego filtrowanie na złożach biologicznych w prostych konstrukcyjnie i tanich urządzeniach – zwanych biofiltrami. Biofiltracja jest metodą bezpieczną, łatwą do zastosowania i korzystną pod względem ekonomicznym (4, 5, 9, 10, 11).

Celem niniejszej pracy była próba określenia stopnia redukcji aldehydów i ketonów w wylęgarni piskląt przy zastosowaniu biofiltra zamkniętego – kontenerowego.

MATERIAŁ I METODY

Badania oczyszczania powietrza wentylacyjnego z hali wylęgu piskląt prowadzono z zastosowaniem prototypowego biofiltra zamkniętego. Biofiltr jest kontenerem o wymiarach 2,0 x 1,8 x 1,8 m, w obudowie z blachy nierdzewnej podzielonej na odpowiednie komory. Konstrukcja zastosowanego w doświadczeniu biofiltra składała się z następujących elementów: wentylatora wysokociśnieniowego o maksymalnej wydajności 1500m³/h, komory zraszania powietrza i komory biofiltracyjnej. Złoże biofiltracyjne stanowiły następujące składniki: torf gruboziarnisty i włókni-

sty (po 30%), kompost z oczyszczalni ścieków, przefermentowany nawóz koński (po 10%) i słoma pszenna (20%).

Powietrze z hali aparatuwni, w której pracowało 18 aparatów wylęgowych Petersime'a o pojemności 115 000 jaj i 12 klujników, tłoczono do biofiltra, gdzie następowały procesy biologicznego oczyszczania. Badania prowadzono w sześciu seriach, od listopada 2002r. do maja 2003r. W każdej serii pobierano powietrze w pięciu punktach wylęgarni i pięć prób powietrza po przejściu przez złożę biofiltracyjne.

Próby powietrza pobierano do próbników typu LpBNPHS10. Badanie poziomów aldehydów i ketonów wykonano na chromatografie cieczowym z solwentem i wypełnieniem Watersa. Na ich podstawie obliczono stopień redukcji i określono efektywność pracy biofiltra. Kontrolowano również parametry fizykochemiczne złoża filtracyjnego, pH i wilgotność.

Skuteczność biofiltracji powietrza wyrażono procentem redukcji wybranych aldehydów i ketonów.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Biofiltracja jest jedną z metod filtrowania powietrza i zmniejszania emisji szkodliwych gazów poprzez kontakt z populacją bakterii naturalnie występujących lub celowo wprowadzanych do materiału filtracyjnego. W związku z tym następuje częściowa lub całkowita biodegradacja zanieczyszczeń gazowych powietrza. Obecność w materiale filtracyjnym aktywnej flory bakteryjnej warunkowana jest parametrami samego złoża, jego żyznością, wilgotnością, temperaturą i pH (4, 5, 10, 11).

Kontrola tych parametrów w ciągu całego cyklu badań wykazała wysoką stabilność. Wilgotność materiału filtracyjnego mieściła się w granicach od 61% do 65%, a pH było na stałym poziomie i wynosiło od 6,2 do 6,6.

W badanym powietrzu wylęgarni piskląt stwierdzono wysokie zawartości akroleiny, acetaldehydu, a szczególnie formaldehydu. Inne gazy, takie jak m,p-tolualdehyd, benzaldehyd, isovaleraldehyd, butyraldehyd, występowały w ilościach śladowych. Stopień redukcji większości badanych związków kształtował się na poziomie 62%–99%. Wyjątek stanowiły jedynie aceton i benzaldehyd, dla których redukcja wyniosła około 7%.

Otrzymane wyniki badań wskazują na wysoki stopień redukcji (89,16%) formaldehydu. W zakładach wylęgu drobiu formaldehyd jest szeroko stosowanym środkiem do dezynfekcji aparatów wylęgowych i klujników. Związek ten ma zdolność niszczenia większości drobnoustrojów występujących na zewnętrznej warstwie skorupy jaj wylęgowych. Stosowany jest w postaci gazowej bądź też jako 40% wodny roztwór, znany pod nazwą formaliny (1, 6, 12). Formaldehyd jest łatwym w użyciu i skutecznym środkiem dezynfekcyjnym powoduje jednak podrażnienia oczu oraz błon śluzowych układu oddechowego (3, 8). Ponadto jest uciążliwym odorem o silnym drażniącym i duszącym zapachu (12).

Tab. 1. Poziomy aldehydów i ketonów w wylęgarni i biofiltrze

Aldehyde and ketone levels in the hatchery and biofilter

Związek		Hala wylęgu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Biofiltr ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% Redukcji
Formaldehyd	<i>X</i>	1488,07	161,29	89,16
	<i>SD</i>	306,73	77,48	
Acetaldehyd	<i>X</i>	14,13	7,72	45,36
	<i>SD</i>	4,34	1,64	
Akroleina	<i>X</i>	14,12	3,23	62,21
	<i>SD</i>	5,60	0,56	
Aceton	<i>X</i>	5,32	4,92	7,52
	<i>SD</i>	6,12	0,81	
Crotonaldehyd	<i>X</i>	4,08	0,99	75,74
	<i>SD</i>	2,29	1,12	
Butyraldehyd	<i>X</i>	3,83	2,18	43,08
	<i>SD</i>	4,01	0,85	
Benzaldehyd	<i>X</i>	2,74	2,53	7,66
	<i>SD</i>	0,39	1,09	
Isovaleraldehyd	<i>X</i>	3,09	0,042	98,64
	<i>SD</i>		-	
Valeraldehyd	<i>X</i>	4,19	0,99	76,37
	<i>SD</i>	1,78	-	
O-tolealdehyde	<i>X</i>	4,71	0,05	98,94
	<i>SD</i>		-	
M,p-tolualdehyd	<i>X</i>	0,97	-	
	<i>SD</i>		-	
Hexaldehyd	<i>X</i>	7,78	1,01	87,02
	<i>SD</i>	4,74	-	
Dimethylbenzaldehyd	<i>X</i>	11,91	2,65	77,75
	<i>SD</i>	2,84	0,63	

X – średnia arytmetyczna*SD* – odchylenie standardowe

Według Seńczuka (8) jest on silną trucizną proplazmatyczną, powodującą zmiany zwyrodnieniowe komórek miąższu wątrobowego, nerek i serca. W oku zmiany zwyrodnieniowe dotyczą nie tylko siatkówki oka lecz także nerwu wzrokowego i nabłonka rogówki. W Rozporządzeniu Ministra Środowiska (7) ustalono dopuszczalne wartości stężeń dla formaldehydu na poziomie $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Wysokie stężenia formaldehydu mogą przede wszystkim stanowić zagrożenie zdrowia ludzi tam pracujących, ponieważ jest on substancją rakotwórczą. W roku 1987 w

USA wydano zarządzenie, które zaleca ograniczenie lub całkowite zaniechanie stosowania tego związku do dezynfekcji (1,12). Po biologicznym oczyszczaniu wartości formaldehydu uległy znacznemu obniżeniu, potwierdzając tym samym skuteczność zastosowanej metody do redukcji gazów z badanego źródła.

Kolejnym toksycznym związkiem, którego biofiltracja dała wymierne efekty (45,4%), jest acetaldehyd. Mechanizm szkodliwego działania uwidacznia się narkotycznym wpływem na centralny układ nerwowy, drażnieniem skóry i błon śluzowych, spadkiem ciśnienia oraz kołataniem serca (2).

Wysoki stopień biologicznego oczyszczania zaobserwowano również dla akroleiny, która podobnie jak acetaldehyd jest substancją drażniącą błony śluzowe i spojówki oczu. Wywiera ona szybkie i bezpośrednie działanie na drogi oddechowe. Najwyższe dopuszczalne stężenia akroleiny jako czynnika drażniącego, szkodliwego dla zdrowia w środowisku pracy określa się na poziomie $0,5 \text{ mg/m}^3$ i nie zostało ono przekroczone (8).

Z grupy ketonów zidentyfikowano aceton – bezbarwną ciecz (6), która może mieć działanie rakotwórcze (8). Uzyskane wyniki wskazują na niski procent redukcji tego związku. Jednakże stężenia acetonu w powietrzu hali wylęgu piskląt były niewielkie i nie odnotowano przekroczenia normy (7).

Bardzo zbliżone stężenia i procent redukcji (7,66%) stwierdzono dla benzaldehydu, oleistej substancji o charakterystycznym zapachu gorzkich migdałów (6). U ludzi benzaldehyd powoduje podrażnienie błon śluzowych, a wchłaniany w dużych ilościach przez drogi oddechowe wywołuje objawy alergiczne, zaburzenia ośrodkowego układu nerwowego, działa cytostatycznie i kancerogennie.

Uzyskane w przeprowadzonym eksperymencie stężenia wybranych aldehydów i ketonów były niższe w porównaniu z NDS dla powietrza, jednak istnieje potencjalna szkodliwość śladowych ilości toksycznych gazów. Zanieczyszczenia te bowiem mogą działać na organizmy niezależnie od siebie, mogą neutralizować swoje działanie lub nasilać wzajemny efekt szkodliwego wpływu.

Przeprowadzone doświadczenie pozwala stwierdzić, że w badanym powietrzu stwierdzono szereg toksycznych związków z grupy aldehydów i ketonów, dla których biofiltracja daje dobre efekty i wysoki procent redukcji. Niski koszt budowy i eksploatacji biofiltrów, a także duży stopień neutralizacji zanieczyszczeń gazowych powietrza może być rozwiązaniem dla wielu właścicieli ferm, którzy stoją przed koniecznością zmniejszenia emisji zanieczyszczeń.

WNIOSKI

1. Przeprowadzone badania powietrza wylęgarni piskląt wykazały wysokie zawartości formaldehydu, akroleiny, acetaldehydu, inne gazy, takie jak m,p-

tolualdehyd, benzaldehyd, isovaleraldehyd, butyraldehyd, występowały w ilościach śladowych.

2. Stopień redukcji większości badanych związków z grupy aldehydów i ketonów kształtował się na poziomie 62%–99%.

3. Niski procent redukcji, około 7%, uzyskano dla acetonu i benzaldehydu, jednakże stężenia tych związków w hali wylęgu piskląt były niewielkie i nie stwierdzono przekroczenia norm.

PIŚMIENNICTWO

1. Bailey J. S., Buhr J. R., Cox N. A., Berrang M. E.: Effect of Hatching Cabinet Sanitation Treatments on Salmonella Cross-contamination and hatchability of broiler Eggs. *Poultry Sci.*, 75, 191-196, 1996
2. Bogdanik T.: Toksykologia kliniczna, PZWL, Warszawa 1988.
3. Collins J., Ness R., Tyl R. W., Krivanek N., Esmen Nurtan A., Hall T.: A Review of Adverse Pregnancy Outcomes and Formaldehyde Exposure in Human and Animal studies". *Reg. Toxic. Pharma.*, 34, 17-34, 2001.
4. Eymont A.: Zastosowanie biofiltra jako jedna z metod redukcji gazów z budynków inwentarskich. Materiały Międzynarodowej Konferencji Naukowej pt.: „Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem ochrony środowiska i przepisów UE”, Warszawa, 29-30 wrzesień, 167-171, 1998.
5. Kawalec-Pietrenko B., Świsłowski M., Chachulski B.: Charakterystyka hydrodynamiczna biofiltra do oczyszczania powietrza z par substancji organicznych. *Inżynieria i Aparatura Chemiczna*, 6, 1998.
6. Nenitescu C. D.: Chemia organiczna. PWN, Warszawa 1967.
7. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 5 grudnia 2002 roku w sprawie wartości odniesienia niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2002r. nr 1, poz.12)
8. Seńczyk W.: Toksykologia. PZWL, Warszawa 1994.
9. Tymczyna L., Chmielowiec-Korzeniowska A.: Biologiczne oczyszczanie powietrza wentylowanego z budynków inwentarskich. *Ekologia i Technika*, R. 4, nr 5/6, 8-13, 1996.
10. Tymczyna L., Chmielowiec-Korzeniowska A.: Redukcja zanieczyszczeń powietrza w wylęgarni piskląt przy zastosowaniu biofiltra zamkniętego. Materiały konferencyjne: „Żywnienie a zdrowie zwierząt oraz aktualne problemy higieny i prewencji weterynaryjnej”. Ciechocinek, 4-7 września, 148-150, 2003.
11. Tymczyna L., Chmielowiec-Korzeniowska A., Saba L.: Biological Treatment of Poultry House air With Open Biofilter Use. *Polish J. of Environm. Studies* (w druku) 2003.
12. Whistler P. E., Sheldon W. B.: Biocidal Activity of Ozone Versus Formaldehyde Against Poultry Pathogens Inoculated in Prototype Setter. *Poultry Sci.*, 768, 1068-1073, 1989.

SUMMARY

The studies on the control of chick hatchery off-gases were performed with a prototype enclosed biofilter. Air from the apparatus-room where 18 Petersime incubators of 115 000 eggs and 12 setters capacity worked was vented to the biofilter where the biotreatment processes took place. The studies were run from November 2002 to May 2003. The air was sampled to the testers type LpBNPHS10. The aldehyde and ketone levels were examined using liquid chromatograph with solvent and Waters packing. The air from chick hatchery showed high values of acrolein, acetaldehyde and formaldehyde in particular. Some other gases like m,p-tolualdehyde, benzaldehyde, isovaleraldehyde, butyraldehyde occurred in the trace amounts. A reduction degree of most of the examined compounds ranged from 62% to 99%, except acetone and benzaldehyde, whose reduction was around 7%.