

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN - POLONIA

VOL. XIX, 34

SECTIO EE

2001

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

BEATA TRAWIŃSKA, WIESŁAW PODGÓRSKI, ANTONI POLONIS

Próba określenia kinetyki emisji amoniaku z pomiotu drobiowego

Attempt to Estimate the Kinetics of Ammonia Emission from Poultry Excreta

Amoniak jest gazem najczęściej występującym w nadmiernym stężeniu w pomieszczeniach drobiarskich. Gaz ten stanowi produkt bakteryjnego rozkładu białka i kwasu moczowego (5). Proces ów zachodzi pod wpływem drobno-ustrojów urykalitycznych, znajdujących się w ściółce. Intensywność emisji amoniaku zależy przede wszystkim od rodzaju i właściwości fizykochemicznych ściółki oraz temperatury i wilgotności powietrza (5).

Nadmierna zawartość amoniaku w powietrzu kurników wywiera niekorzystny wpływ na zdrowotność i produktywność drobiu. Poziom amoniaku wynoszący 20-50 ppm powoduje obniżenie odporności brojlerów i gorsze wykorzystanie paszy. Zbyt wysokie stężenia tego gazu przyczyniają się przede wszystkim do wzrostu zapadalności ptaków na schorzenia układu oddechowego. Gaz ten powoduje zmiany histopatologiczne, prowadzące do zaniku rzęsek i nabłonka migawkowego tchawicy. Ponadto bierze główny udział w etiologii *keratoconjunctivitis* u drobiu (6).

Wysoki poziom amoniaku w pomieszczeniach drobiarskich może spowodować również spadek zapotrzebowania ptaków na energię, czego efektem jest zmniejszenie przyrostów wagi ciała, gorsze wykorzystanie paszy i spadek nieśności (10).

Ze względu na częste występowanie amoniaku w budynkach inwentarskich oraz niekorzystny jego wpływ na drób i zwierzęta wielu autorów przejawia zainteresowanie emisją tego gazu (3, 8, 9). K i r c h m a n n i wsp. (3) oceniali efekt uwalniania amoniaku z nawozu bydła, świń i drobiu. Tlenowy rozkład kompostu podczas jego magazynowania dawał wyraźnie wyższą emisję amo-

niaku niż w warunkach beztlenowych. Wyniki badań M i d d e l k o o p a i H a r n a (8) wykazały, że redukcja zawartości białka w paszy brojlerów wpłynęła istotnie na zmniejszenie emisji amoniaku. Autorzy ci stwierdzili w grupach doświadczalnych o 66% niższą emisję tego gazu w porównaniu z grupą kontrolną. K o e r k a m p i wsp. (4), badając koncentrację i emisję amoniaku w budynkach inwentarskich, wykazali najniższe stężenie tego gazu w oborach – < 8 ppm, zaś najwyższe w kurnikach – 5-30 ppm. Podobnie najwyższa emisja amoniaku występowała w pomieszczeniach dla drobiu i wynosiła 2,1-39,4mg/godz. – na ptaka (602-10 892mg/godz. – na 500 kg żywej wagi).

Biorąc pod uwagę powyższe dane, podjęto próbę określenia kinetyki emisji amoniaku z pomiotu kurzego w układach modelowych. Pomiot drobiowy zawiera znaczną ilość azotu, dochodzącą w przeliczeniu na jego suchą masę do 5%. Z tego względu stanowi poważne źródło emisji amoniaku do otoczenia. Ekolodzy uważają, że gospodarstwa rolne są źródłem aż 90% emisji amoniaku do środowiska. Dlatego też badanie transferu amoniaku z pomiotu do otoczenia wydawało się z punktu widzenia ekologicznego uzasadnione.

MATERIAŁ I METODY

Realizacja tematu w układach modelowych wymagała prowadzenia badań uwzględniających wpływ zmienności podstawowych parametrów warunkujących kinetykę przemian zawartych w pomiole związków azotu na amoniak. Podstawowymi parametrami limitującymi wyzwalanie amoniaku z pomiotu są czas i temp. przemian. Dlatego układy doświadczalne uwzględniały wpływ zmienności tych parametrów na uzyskane efekty.

Doświadczenie 1 było prowadzone w układzie, w którym pomiot był poddawany działaniu temp. 4°C, 10°C, 20°C i 35°C przez okres 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 i 56 dób.

W doświadczeniu 2 pomiot kurzy zmieszany ze skrobą w stosunku 1:1 poddawano ekspozycji w temp. 10°C, 20°C i 35°C przez czas 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 i 18 dób. Wszystkie badania wykonywano w warunkach tlenowych.

Przyjmując założenie, że pomiot nie jest materiałem jednorodnym, ekspozycja jego była wykonywana w 3-krotnych powtórzeniach, dla których przyjęto jednolity sposób postępowania analitycznego. Każda próba, zawierająca około 0,5 g suchej masy pomiotu, była poddana w formie nawilgoconej działaniu temperatury. Wilgotność starano się utrzymać na stałym poziomie przez umieszczenie prób na sączku, który był w trakcie ekspozycji nawilgaczany wodą. Po ekspozycji próby eluowano wodą destylowaną o objętości 100 cm³. W eluacie określano zawartość amoniaku według przepisu analitycznego podanego przez F a w c e t t i S c o t t a (2).

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Zawartość amoniaku w pomiole eksponowanym w temp. 4°C, 10°C, 20°C i 35°C w doświadczeniu 1 przedstawiono w tab. 1. Po 7 dobach inkubacji w temp. 4°C ilość amoniaku w pomiole wynosiła 14,0 µg/g s.m., w kolejnych

dobach jego zawartość wyraźnie wzrastała, tak by w 21 dobie eksperymentu osiągnąć maksymalną wartość 54,4 ($\mu\text{g/g s.m.}$). Następnie poziom tego gazu w 28 dobie spadł do 29,6 $\mu\text{g/g s.m.}$, zaś w 35 dobie ilość jego zwiększyła się nieznacznie do 32,2 $\mu\text{g/g s.m.}$, a pod koniec doświadczenia w 49 dniu obniżyła się do 3,7 $\mu\text{g/g s.m.}$ W 56 dobie eksperymentu zawartość amoniaku nieznacznie wzrosła do 8,2 $\mu\text{g/g s.m.}$

Tab. 1. Zawartość amoniaku ($\mu\text{g/g s.m.}$) w pomocie poddanym działaniu temperatury 4°C, 10°C, 20°C, 35°C w doświadczeniu I

Ammonia content ($\mu\text{g/g dry matter}$) in poultry excreta exposed to 4°C, 10°C, 20°C, 35°C in experiment I

Czas (doba)	Temperatura inkubacji			
	4°C	10°C	20°C	35°C
7	14,0	4,9	16,4	19,4
14	34,0	31,2	43,4	4,4
21	54,4	50,5	0,5	2,6
28	29,6	39,4	1,2	3,0
35	32,2	41,3	1,2	0,7
42	7,0	14,0	1,5	1,4
49	3,7	12,4	1,5	2,0
56	8,2	17,9	1,2	7,1

Dynamika zmian stężenia amoniaku w temp. 10°C różni się nieznacznie od przemian tego gazu w temp. 4°C. Po upływie 7 dni zawartość amoniaku w pomocie wynosiła 4,9 $\mu\text{g/g s.m.}$, następnie ilość ta wzrastała, by w 21 dobie inkubacji osiągnąć maksymalny poziom 50,5 $\mu\text{g/g s.m.}$ W 28 dobie stężenie tego gazu spadło do 39,4 $\mu\text{g/g s.m.}$, zaś w 35 dobie nieznacznie wzrosło do 41,3 $\mu\text{g/g s.m.}$ W kolejnych dobach eksperymentu zawartość amoniaku spadała, uzyskując w 49 dobie poziom 12,4 $\mu\text{g/g s.m.}$, natomiast w 56 dobie nieznacznie wzrastając do 17,9 $\mu\text{g/g s.m.}$

W temp. 20°C zmiany zawartości amoniaku w pomocie zachodziły znacznie szybciej. W 7 dobie inkubacji ilość amoniaku wynosiła 16,4 $\mu\text{g/g s.m.}$, a następnie w 4 dobie gwałtownie wzrosła do 43,4 $\mu\text{g/g s.m.}$, by kolejno w 21 dobie inkubacji znacznie obniżyć się do minimalnej ilości 0,5 $\mu\text{g/g s.m.}$ W następnych kilkunastu dobach eksperymentu zawartość jego kształtowała się mniej więcej na tym samym poziomie, osiągając w 56 dobie 1,2 $\mu\text{g/g s.m.}$

W temp. 35°C ilość amoniaku w ciągu 7 dni inkubacji wzrosła do 19,4 $\mu\text{g/g s.m.}$, w 14 dobie natomiast znacznie spadła do 4,4 $\mu\text{g/g s.m.}$, zaś w kolejnych dobach doświadczenia zawartość tego gazu obniżała się aż do 0,7 $\mu\text{g/g s.m.}$ w

35 dobie. Następnie poziom amoniaku stopniowo wzrastał osiągając w 56 dniu inkubacji poziom 7,1 $\mu\text{g/g}$ s.m.

Zawartość amoniaku w pomociu eksponowanym w temp. 10°, 20° i 35°C w doświadczeniu 2 przedstawiono w tab. 2. W doświadczeniu 2 zmiany zawartości amoniaku w pomociu w temp. 10°C przebiegały powoli i w podobnych zakresach, jak w eksperymencie 1. Ilość tego związku po 2 dobach inkubacji kształtowała się na poziomie 17,8 $\mu\text{g/g}$ s.m. W 6 dobie ilość amoniaku wynosiła 10,8 $\mu\text{g/g}$ s.m., powoli wzrastając do 20,6 $\mu\text{g/g}$ s.m. w 10 dobie, a następnie stopniowo spadając aż do 6,2 $\mu\text{g/g}$ s.m. w 14 dobie. W 16 dobie zawartość tego gazu znów wzrosła do 18,6 $\mu\text{g/g}$ s.m., a następnie ponownie spadła w 18 dobie inkubacji do 12,5 $\mu\text{g/g}$ s.m.

Tab. 2. Zawartość amoniaku ($\mu\text{g/g}$ s.m.) w pomociu poddanym działaniu temperatury 10°C, 20°C, 35°C w doświadczeniu 2

Ammonia content ($\mu\text{g/g}$ dry matter) in poultry excreta exposed to 10°C, 20°C, 35°C in experiment 2

Czas (doba)	Temperatura inkubacji		
	10°C	20°C	35°C
2	17,8	4,5	4,4
4	15,2	16,3	49,2
6	10,8	69,3	25,9
8	17,4	51,7	35,1
10	20,6	55,6	4,2
12	18,8	49,8	33,0
14	6,2	6,9	11,6
16	18,6	5,0	34,7
18	12,5	26,7	13,4

Ilość amoniaku w temp. 20°C kształtowała się w przedziale od 4,5 $\mu\text{g/g}$ s.m. w 2 dobie inkubacji do 69,3 $\mu\text{g/g}$ s.m. w 6 dobie.

W temp. 35°C zawartość amoniaku w 2 dobie eksperymentu wynosiła 4,4 $\mu\text{g/g}$ s.m., wzrastając już w 4 dobie do 49,2 $\mu\text{g/g}$ s.m. W 6 dobie zaobserwowano obniżenie poziomu amoniaku, zaś w 8 – nieznaczny wzrost, natomiast w 10 dobie inkubacji zawartość tego gazu obniżyła się aż do 4,2 $\mu\text{g/g}$ s.m. W kolejnych dobach inkubacji poziom amoniaku wahał się w dość dużych granicach, osiągając w 18 dniu doświadczenia wartość 13,4 $\mu\text{g/g}$ s.m.

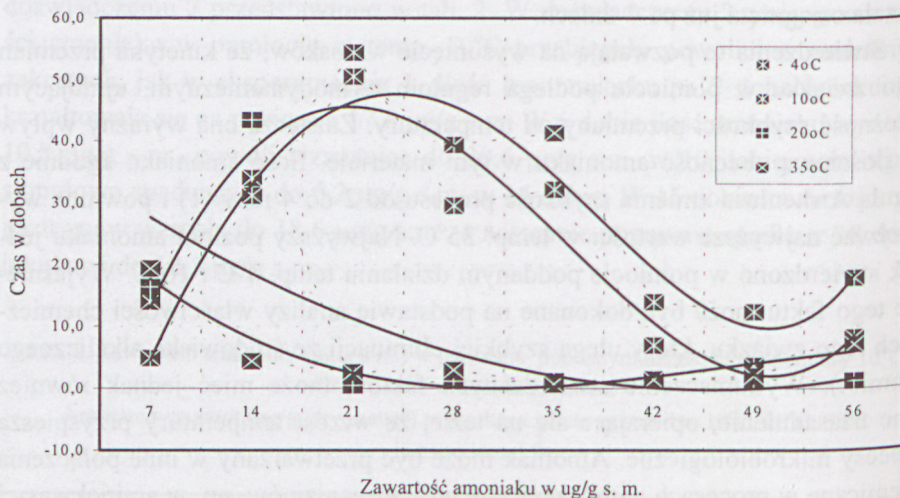
Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że w przeprowadzonych badaniach wyraźnie zaznaczają się tendencje wzrostu zawartości amoniaku w ciągu pierwszych 21 dni eksperymentu w pomociu inkubowanym w

temp. 4°C i 10°C. Natomiast w pomiole eksponowanym na działanie temp. 20°C maksimum wzrostu stężenia tego gazu występowało w 14 dniu ekspozycji, zaś w przypadku inkubacji w temp. 35°C najwyższa zawartość amoniaku została osiągnięta już po 7 dniach.

Stwierdzenia te pozwalają na wysunięcie wniosków, że kinetyka przemian tego związku w pomiole podlega regułom termodynamicznym, ujmującym zależność szybkości przemiany od temperatury. Zaznacza ona wyraźny wpływ na ilościową obecność amoniaku w tym materiale. Ilość amoniaku zgodnie z regułą Arrheniusa zmienia szybkość procesu od 2 do 4 razy (1) i powinna wykazywać najwyższe wartości w temp. 35°C. Najwyższy poziom amoniaku jednak stwierdzono w pomiole poddanym działaniu temp. 4°C i 10°C. Wyjaśnienie tego faktu może być dokonane na podstawie analizy właściwości chemicznych tego związku, który ulega szybkiej eliminacji ze środowiska alkalicznego (pomiot). Wytlumaczenie stwierdzanych faktów może mieć jednak również inne uzasadnienie, opierające się na tezie, że wzrost temperatury przyspiesza procesy mikrobiologiczne. Amoniak może być przetwarzany w inne połączenia chemiczne w procesach namnażania się mikroorganizmów, np. w aminokwasy i białka. W warunkach tlenowych związek ten może być utleniony do nieorganicznych połączeń tlenowych, które mogą mieć charakter tlenków bezwodnikowych i niebezwodnikowych, a także kwasów i soli (7).

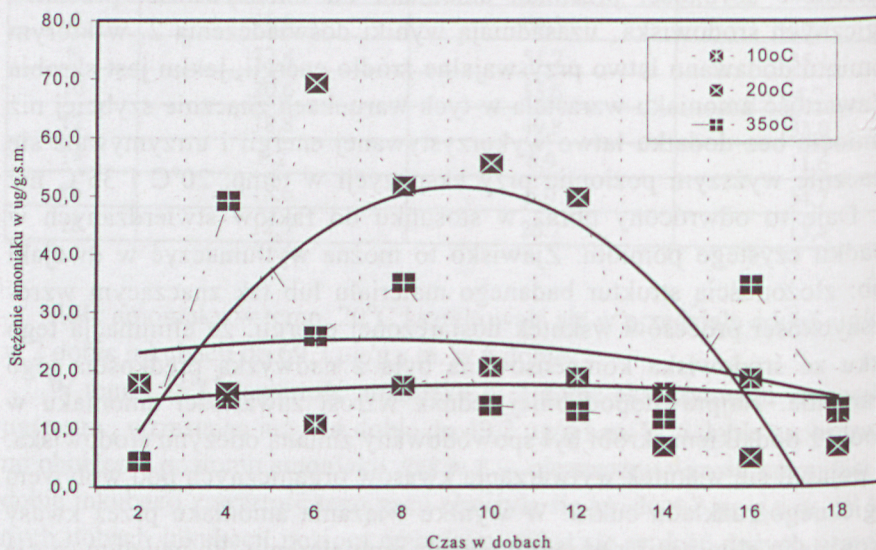
Zależność szybkości przemian amoniaku od intensywności przemian biologicznych środowiska uzasadniają wyniki doświadczenia 2, w którym do pomiotu dodawano łatwo przyswajalne źródło energii, jakim jest skrobia (7). Zawartość amoniaku wzrastała w tych warunkach znacznie szybciej niż w pomiole bez dodatku łatwo wykorzystywanej energii i utrzymywała się na znacznie wyższym poziomie przy ekspozycji w temp. 20°C i 35°C niż 10°C. Daje to odwrócony obraz w stosunku do faktów stwierdzanych w przypadku czystego pomiotu. Zjawisko to można wytłumaczyć w dwojaki sposób: złożonością struktur badanego materiału lub tak znaczącym wzrostem szybkości procesów wskutek dostarczonej energii, że eliminacja tego związku ze środowiska kompensowana była z nadwyżką prędkością jego wytwarzania. Najprawdopodobniej jednak wzrost zawartości amoniaku w pomiole z dodatkiem skrobi był spowodowany zmianą odczynu środowiska, który pojawił się wskutek wytwarzania kwasów organicznych pod wpływem biologicznego rozkładu cukru. W wyniku wiązania amoniaku przez kwasy szybkość jego eliminacji z pomiotu ulegała zmniejszeniu. Po pewnym czasie jednak zawartość amoniaku zmniejszała się w wyniku ulatniania się tego związku do atmosfery pomieszczenia, co ilustrują ryciny 1 i 2. Określenie ilościowe emisji jest jednak zagadnieniem dosyć złożonym. Szacowanie wielkości emisji może być dokonywane na podstawie bilansu przemian azotu

zawartego w pomiole. Taką próbę przeprowadziliśmy, wykonując podstawowe badania bilansowe.



Ryc. 1. Wykresy przedstawiające interpolację uzyskanych zmian stężeń amoniaku w doświadczeniu 1

Diagrams presenting interpolation of changes in ammonia concentrations in experiment 1



Ryc. 2. Wykresy przedstawiające interpolację uzyskanych zmian stężeń amoniaku w doświadczeniu 2

Diagrams presenting interpolation of changes in ammonia concentrations in experiment 2

Całkowita ilość azotu była określana przed ekspozycją i wynosiła 0,064g/g s.m. Natomiast po 56-dobowej ekspozycji pomiotu w warunkach tlenowych ilość jego zmniejszyła się w temp. 10°C o 45%, w 20°C o 55%, a w 35°C o 65%. Przyjmując, że kurczę do osiągnięcia 2 kg m.c. wydala z pomiotem 0,084 kg azotu, z wyliczonych strat azotu w zależności od temperatury wynikałoby, że ilość wyemitowanego amoniaku wahałaby się od 0,04 kg do 0,055 kg.

Problemu emisji amoniaku do atmosfery nie sposób jednak określić na podstawie uzyskanych wartości, gdyż istnieją wcześniej wspomniane drogi przetwarzania go do tlenowych związków oraz wbudowywania w nowo wytwarzane struktury białkowe w procesach mikrobiologicznych. Osiągnięte wyniki wskazywałyby na fakt podawania przez wielu autorów zawyżonej emisji amoniaku do atmosfery przez drób.

WNIOSKI

1. Zawartość amoniaku w pomiole drobiowym zależy od czasu trwania przemian.
2. Wytwarzanie amoniaku w pomiole drobiowym zależy od działającej na niego temperatury.
3. Emisja amoniaku do atmosfery zależy przede wszystkim od czasu trwania przemian materii azotowej i temperatury.

PIŚMIENNICTWO

1. Erd J., Tymczyńska L.: Antropogeniczne źródło amoniaku w atmosferze. *Ekoinżynieria*, 5, 27-31, 1998.
2. Fawcett J.K., Scott J.E.: A Rapid and Precise Method for the Determination Urea. *J. clin. Path.*, 13, 156-159, 1960.
3. Kirchmann H., Lundvall A., Esala M., Kirchmann H.: Treatment of Solid Animal Manures: Identification of Low NH_3 Emission Practices. *Proceedings of a Seminar, Uppsala, Sweden, 23-24 May, 1996. Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 51, 1, 65-71, 1998.
4. Koerkamp P.W.G.G., Metz J.H.M., Uenk G.H., Philips V.R., Sneath R.W., Short J.L., White R.P., Hartung J., Seedorf J., Schroder M., Linkert K.H., Pedersen S., Takai H., Johnsen J.O., Wathes C.M.: Concentrations and Emissions of Ammonia in Livestock Buildings in Northern Europe. *J. Agric. Eng. Res.*, 70, 1, 79-95, 1998.
5. Krasowska B., Wiśniewski J.: Zanieczyszczenie gazowe w kurnikach – amoniak. *Polskie Drobiarstwo*, 8, 2-4, 1996.

6. Mardarowicz L.: Amoniak wciąż jest groźny. *Trzoda Chlewna*, 33, 11, 43-45, 1995.
7. Marszczewska-Ziemęcka J.: *Mikrobiologia gleby i nawozów organicznych*. PWRiL, Warszawa 1958.
8. Middelkoop J. H. van., Harn J. van.: The Influence of Reduced Protein Levels in Broiler Feed on NH_3 Emissions. *Translation Silsoe Research Institute*, 66, 34, 1998.
9. Olenburg J.: Ammonia Emissions from Animal Houses. *Baltic Sea Environment Proceedings*, 44, 11-16, 1992.
10. Rachwał A.: Jakość ściółki a zanieczyszczenie powietrza w pomieszczeniach dla drobiu. *Polskie Drobiarstwo*, 8, 12, 5-6, 1999.

SUMMARY

Two experiments were performed aiming to estimate the kinetics of ammonia emission from poultry excreta exposure to different temperatures depending on the incubation time. In experiment 1, the excreta were subjected to 4°C, 10°C, 20°C, 35°C storage for 8 weeks and then were analyzed every week to estimate the ammonia emission. In experiment 2, starch as an easily available energy source was added to excreta to evaluate the relation between ammonia emission and microbial process intensity.

In experiment 1, the highest ammonia concentration was found at 4°C and 10°C on the 21st day of exposure (54 $\mu\text{g/g DM}$ and 50.5 $\mu\text{g/g DM}$, respectively); at 20°C on the 14th day (43.3 $\mu\text{g/g DM}$), and at 35°C on the 7th day (19.4 $\mu\text{g/g DM}$).

In experiment 2, the highest ammonia level was achieved at 10°C on the 10th day (20.6 $\mu\text{g/g DM}$), at 20°C on the 6th day (69.3 $\mu\text{g/g DM}$), and at 35°C on the 4th day of exposure (49.2 $\mu\text{g/g DM}$).