

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN – POLONIA

VOL. XXII, 50

SECTIO EE

2004

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

DOROTA KANONIUK, AGATA KŁOCEK,
DOROTA BOUFAŁ, WIESŁAW PODGÓRSKI

*Emisja amoniaku z pomiotu drobiowego
w różnych warunkach termicznych*

Ammonia Emission from Poultry Manure Under Different
Temperature Conditions

Głównym źródłem amoniaku zanieczyszczającego atmosferę jest według wielu doniesień rolnictwo (6, 7, 8) a przede wszystkim hodowla zwierząt. Chambers i Smith (1998) sugerują, że 19% emitowanego w Wielkiej Brytanii do atmosfery amoniaku pochodzi z ferm drobiarskich. Ilość amoniaku emitowanego do atmosfery stanowi 5–10% azotu wydalanego w odchodach. Pain i wsp. (8) twierdzą, że na ogólną wielkość emisji amoniaku z rolnictwa, wynoszącą w Wielkiej Brytanii 190 kton N-NH₃/rok, udział agronomii w tej puli wynosi tylko 32 ktony. Clarkson i Misselbrook (4), Allen i wsp. (1) są zdania, że przede wszystkim wpływ na emisję amoniaku z odchodów mają warunki termiczno-wilgotnościowe i ruch powietrza spowodowany jego wymianą. Wzrost temperatury powoduje wzmożenie wymiany powietrza w celu usunięcia nadmiaru ciepła, a zwiększony ruch powietrza sprzyja wzrostowi emisji amoniaku (9). Stężenie amoniaku w miejscach jego powstania wynosi od 2 do 200 ppm; stężenie powyżej 150 ppm może być przy dłuższej ekspozycji szkodliwe dla ludzi i zwierząt.

Celem badań było określenie dynamiki zmian zawartości azotu w pomiole i jego emisji do atmosfery w warunkach kontrolowanej wilgotności i temperatury oraz w ustalonych przedziałach czasu.

MATERIAŁ I METODY

Założenia do tworzenia empirycznego modelu badania emisji amoniaku z pomiotu do atmosfery oparto na kinetycznej teorii przetwarzania materii. W tym celu przyjęto schemat doświadczenia, polegający na poddaniu pomiotu działaniu zróżnicowanej temperatury 15°C, 25°C i 35°C w termostatach przez okres 43 dni. Materiałem, który posłużył do przeprowadzenia badań, był świeży pomiot drobiowy, który zbierano według kryteriów warunkujących jak największą jego homogenność. Jednakże z natury wynika, że struktura tego materiału nie może być jednorodna, co determinuje rozrzut wyników analitycznych, a więc niemożność obiektywnej interpretacji uzyskanych faktów. Tę niedogodność starano się pokonać wykonując analizy, mogące posłużyć do prawidłowej interpretacji zjawiska na reprezentatywnej ilości analizowanych prób.

Porcje 300 g pomiotu umieszczano w naczyniach wykonanych na wzór Conveya do oznaczania amoniaku, ale kilkaset razy większych, o całkowitej objętości 2000 cm³. Każde z naczyń traktowano jako oddzielną partię badanego materiału. Dla wszystkich partii przyjęto jednolity sposób postępowania analitycznego, pozwalający na opracowanie tendencji zmian zawartości azotu ogólnego i emitowanego amoniaku pod wpływem czasu i temperatury inkubowania. Zawartość amoniaku w pomiole i zaabsorbowaną w 0,1n kwasie solnym z powietrza oznaczano metodą spektrofotometryczną według przepisu, który podali Fawcett i Scott (5), opartego na reakcji Berthelotta, w której amoniak reaguje z podchlorynem i fenolem w środowisku alkalicznym. Ogólną ilość azotu oznaczano metodą Kiejdahla.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Zmiany zawartości azotu ogólnego, amonowego i emitowanego do atmosfery z pomiotu inkubowanego w zróżnicowanej temperaturze przez 24 doby przedstawiono w tabeli 1. W pomiole inkubowanym w temperaturze 15°C ogólna zawartość azotu w trzeciej dobie obniżyła się o 3%, w szóstej dobie zawartość ogólnego obniżyła się o dalsze 3%. Natomiast po 9-dobowej inkubacji ogólna zawartość azotu obniżyła się o 15% w stosunku do wartości początkowej. W następnych dobach ogólna zawartość azotu obniżała się przeciętnie o około 2% wartości początkowej. Od 18 doby inkubacji aż do końca doświadczenia ubytek ten sukcesywnie się zmniejszał. Pomiot poddany działaniu temperatury 15°C przez 24 doby stracił 46% ogólnej zawartości azotu. Dynamikę zmian frakcji azotu w temperaturze 15°C przedstawiono na rycinie 1.

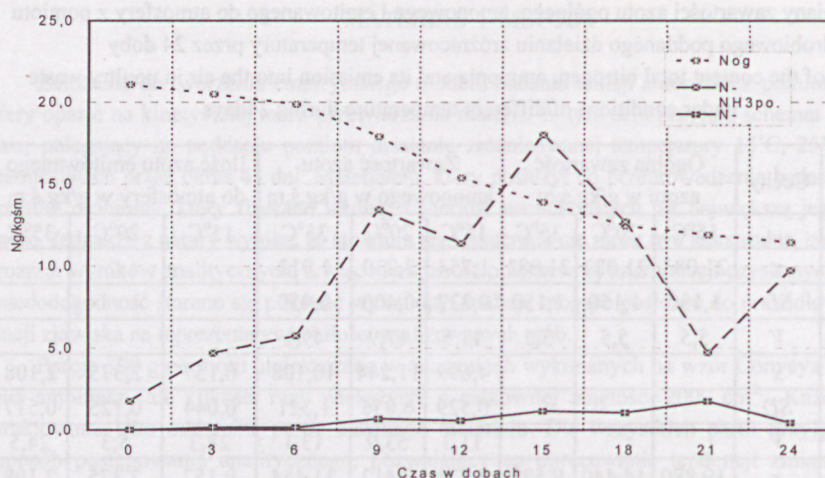
Zawartość azotu amonowego w pomiole wzrastała w miarę upływu czasu do 15 doby, po czym do 21 doby inkubacji malała. W całym okresie doświadczenia zawartość azotu amonowego w pomiole pozostawała na poziomie wyższym od odnotowanego w dobie zerowej. Emisja amoniaku z pomiotu drobiowego inkubowanego w temperaturze 15°C wzrastała wraz z upływem czasu inkubacji. Maksymalne wartości emisji przypadają na 18 i 21 dobę eksperymentu. Do szóstej doby inkubacji z pomiotu wyemitowało 1,9 % zawartości azotu ogólnego w formie azotu amonowego. W piętnastej dobie eksperymentu ubytek ten wynosił już około 14%, by w 24 dobie osiągnąć wartość 30 % ogólnej ilości azotu, stwierdzanego w pomiole na początku doświadczenia.

Tab. 1. Zmiany zawartości azotu ogólnego, amonowego i emitowanego do atmosfery z pomiotu drobiowego poddanego działaniu zróżnicowanej temperatury przez 24 doby
Changes of the content total nitrogen, ammonia and its emission into the air in poultry waste under conditions of different temperature during 24days

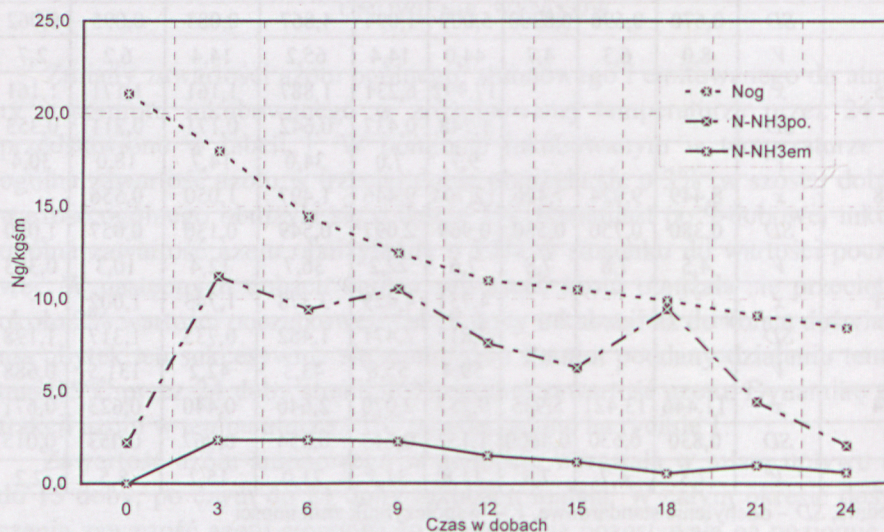
Czas w dobach	Cechy	Ogólna zawartość azotu w g/kg.ś.m			Zawartość azotu amonowego w g/kg.ś.m			Ilość azotu emitowanego do atmosfery w g/kg.ś.m		
		15°C	20°C	35°C	15°C	20°C	35°C	15°C	20°C	35°C
0	x	21,083	21,083	21,083	1,754	2,230	1,912			
	SD	1,150	1,150	1,150	0,237	0,400	0,939			
	V	5,5	5,5	5,5	13,5	17,9	49,1			
3	x				4,699	11,244	10,108	0,157	2,375	2,108
	SD				0,529	6,056	1,321	0,044	0,125	0,517
	V				11,3	53,9	13,1	28,3	5,3	24,5
6	x	19,880	14,440	9,582	5,771	9,412	11,454	0,157	2,375	2,108
	SD	0,530	0,470	0,7300	0,541	1,877	1,394	0,044	0,125	0,517
	V	2,7	3,3	7,6	9,4	19,9	12,2	28,3	5,3	24,5
9	x				13,448	10,548	7,023	0,681	2,275	5,177
	SD				4,471	2,561	0,734	0,091	0,333	0,462
	V				33,2	24,3	10,5	13,3	14,6	8,9
12	x	8,384	11,004	17,438	11,396	7,600	7,460	0,575	1,531	2,295
	SD	0,670	0,690	0,8200	5,009	1,094	4,867	0,083	0,095	0,062
	V	8,0	6,3	4,7	44,0	14,4	65,2	14,4	6,2	2,7
15	x				17,992	6,231	1,887	1,161	1,171	1,161
	SD				1,748	0,437	0,642	0,171	0,211	0,353
	V				9,7	7,0	34,0	14,7	18,0	30,4
18	x	8,449	9,924	7,426	12,704	9,446	1,497	1,050	0,556	
	SD	0,380	0,750	0,580	0,969	2,097	0,549	0,130	0,057	1,050
	V	4,5	7,6	7,8	7,6	22,2	36,7	12,4	10,3	0,353
21	x				4,731	4,429	3,378	1,743	1,002	
	SD				2,812	2,471	1,462	0,735	1,317	1,198
	V				59,4	55,8	43,3	42,2	131,5	0,688
24	x	11,446	13,421	5,935	9,737	2,070	2,640	0,440	0,623	0,671
	SD	0,830	0,630	0,4600	1,152	0,643	0,554	0,067	0,053	0,015
	V	7,3	4,7	7,8	11,8	31,1	21,0	15,2	8,5	2,2

x – średnia, SD – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności

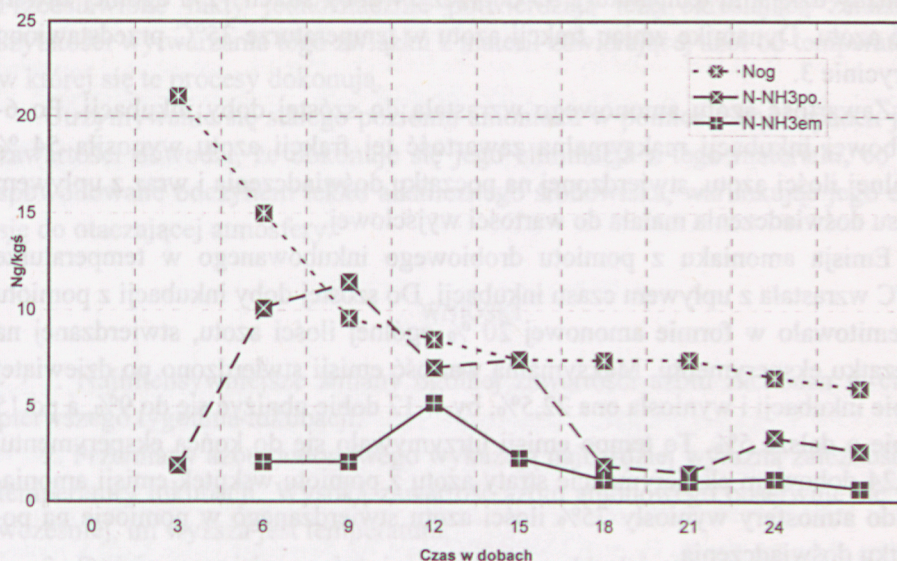
W pomocie inkubowanym w temperaturze 25°C charakter dynamiki zmian analizowanych frakcji azotu przedstawiono na rycinie 2 i były one podobne do zmian zachodzących w 15°C. Jednakże zmiany te cechowała większa dynamika, po szóstej dobie inkubacji stwierdzono bowiem 23% spadek ogólnej zawartość azotu, a po 12-dobowej inkubacji ubytek ten wynosił aż 41%, by po 24-dobowej osiągnąć wartość 57%.



Ryc. 1. Zawartość azotu ogólnego i amonowego oraz emisja amoniaku do atmosfery z pomiotu drobiowego poddanego działaniu temperatury 15°C przez 24 doby
Total nitrogen content, ammonium nitrogen content and ammonia emission into atmosphere from poultry manure incubated in 15°C during 24 days



Ryc. 2. Zawartość azotu ogólnego i amonowego oraz emisja amoniaku do atmosfery z pomiotu drobiowego poddanego działaniu temperatury 25°C przez 24 doby
Total nitrogen content, ammonium nitrogen content and ammonia emission into atmosphere from poultry manure incubated in 25°C during 24 days



Ryc. 3. Zawartość azotu ogólnego i amonowego oraz emisja amoniaku do atmosfery z pomiotu drobiowego poddanego działaniu temperatury 35°C przez 24 doby

Total nitrogen content, ammonium nitrogen content and ammonia emission into atmosphere from poultry manure incubated in 35°C during 24 days

Zawartość azotu amonowego była największa po trzeciej dobie inkubacji, stanowiła ona bowiem 53% całkowitej początkowej ilości azotu. Wraz z upływem czasu doświadczenia zawartość azotu tej frakcji ulegała obniżeniu, by osiągnąć po 24 dobach doświadczenia wartość wyjściową, to jest 9% początkowej ogólnej ilości azotu.

Emisja amoniaku z pomiotu drobiowego inkubowanego w temperaturze 25°C wzrastała wraz z wpływem czasu inkubacji. Po szóstej dobie inkubacji z pomiotu ubyło wskutek emisji amoniaku do atmosfery 23 % azotu. W każdej kolejnej dobie ekspozycji ubywało po około 3% początkowej zawartości azotu ogólnego, by w 24 dobie osiągnąć wartość 57 % ogólnej ilości azotu stwierdzonego w pomiole na początku doświadczenia.

W pomiole inkubowanym w temperaturze 35°C ogólna zawartość azotu w trzeciej dobie obniżyła się o 29%, a po szóstej dobie zawartość azotu ogólnego obniżyła się o dalsze 36%. Natomiast po kolejnych trzech dobach obniżenie to wyniosło tylko 5%, co w sumie dało po 12-dobowej inkubacji około 65% spadek początkowej ilości azotu. W następnych dobach doświadczenia ogólna zawartość azotu obniżała się przeciętnie o około 1% wartości początkowej. Pomiot

poddany działaniu temperatury 35°C przez 24 doby stracił 72% ogólnej zawartość azotu. Dynamikę zmian frakcji azotu w temperaturze 35°C przedstawiono na rycinie 3.

Zawartość azotu amonowego wzrastała do szóstej doby inkubacji. Po 6-dobowej inkubacji maksymalna zawartość tej frakcji azotu wynosiła 54 % ogólnej ilości azotu, stwierdzonej na początku doświadczenia i wraz z upływem czasu doświadczenia malała do wartości wyjściowej.

Emisja amoniaku z pomiotu drobiowego inkubowanego w temperaturze 35°C wzrastała z upływem czasu inkubacji. Do szóstej doby inkubacji z pomiotu wyemitowało w formie amonowej 20 % ogólnej ilości azotu, stwierdzanej na początku eksperymentu. Maksymalną wartość emisji stwierdzono po dziewiątej dobie inkubacji i wyniosła ona 22,5%, by w 12 dobie obniżyć się do 9%, a po 15 dobie o dalsze 5%. To tempo emisji utrzymywało się do końca eksperymentu. Po 24-dobowym eksperymencie straty azotu z pomiotu wskutek emisji amoniaku do atmosfery wyniosły 75% ilości azotu stwierdzanego w pomiole na początku doświadczenia.

Jak wynika z przedstawionych danych, największe zmiany w ogólnej zawartości N zachodzą w ciągu pierwszego tygodnia inkubacji. Kwas moczowy, będący podstawowym składnikiem pomiotu drobiowego (70–80%), rozkładany jest przez urikazę do allantoiny, a następnie przez allantoinazę do ureidoglikolu a ten do mocznika. Niezbędne do kolejnych etapów rozkładu enzymy syntetyzowane są przez organizmy (urealityczne), których aktywność jest największa, jak można sądzić, we wczesnym okresie przemian pomiotu. W kolejnym etapie mocznik ulega hydrolizie przy udziale ureazy amoniaku.

Zawartość amoniaku w pomiole zależała od temperatury inkubacji. Najszybciej wzrastała ilość amoniaku w pomiole poddanym działaniu temperatury 35°C, najwolniej w temperatury inkubacji 15°C. Maksymalne ilości amoniaku w pomiole inkubowanym w temperaturze 15°C stwierdzono dopiero po 10-dobowej inkubacji, podczas gdy w pomiole inkubowanym w temperaturze 35°C wartości te osiągnęto już po trzydobowej inkubacji. Niewiele później osiągnęto maksymalne stężenie amoniaku w pomiole inkubowanym w temperaturze 25°C, bo już po sześciodobowej inkubacji. Zawartość amoniaku w pomiole inkubowanym w temperaturze 15°C utrzymywała się na stałym poziomie, podczas gdy w pomiole inkubowanym w temperaturze 25°C obserwowano również pewną stabilność w zawartości amoniaku w pomiole, ale utrzymywała się ona tylko do 13 dnia inkubacji, po czym poziom jego ulegał znacznemu obniżeniu.

Dane dotyczące zawartości azotu amonowego wskazują na to, że proces rozkładu amoniaku wykazuje pewną zależność od temperatury, a mianowicie jest tym szybszy, im wyższa jest temperatura inkubacji. W pewnym stopniu tempo rozkładu niskocząsteczkowych związków azotu zależy też od czasu inkubacji.

Przedstawione fakty jednoznacznie potwierdzają tezę określającą zależność szybkości wytwarzania tego związku z materii zawierającej azot od temperatury, w której się te procesy dokonują.

Utrzymywanie się stałego poziomu amoniaku w pomiole bądź spadek jego zawartości dowodzi, że dokonuje się jego eliminacja z tego materiału, co jest spowodowane odczynem lekko alkalicznego środowiska, warunkując jego emisję do otaczającej atmosfery.

WNIOSKI

1. Najintensywniejsze zmiany ogólnej zawartości azotu zachodzą w ciągu pierwszego tygodnia inkubacji.
2. Przemiany azotu amonowego wykazują najbardziej wyraźną zależność od temperatury inkubacji. Wysoką zawartość azotu amonowego obserwuje się tym wcześniej, im wyższa jest temperatura.
3. Emisja amoniaku uzależniona jest od szybkości przemian azotu amonowego i wykazuje zależność od temperatury.

PIŚMIENNICTWO

1. Allen W. H., Hughes B. L., Chastain J. P., Skewes P. A., Bridges W. C., Armstrong R., Thomas J.: Aeration of Poultry Broiler Litter to Reduce Production of Odor and Hazardous Gas. ASAE Annual International Meeting, Orlando, Florida, USA, 12-16 July, 1998. 1998, 11 pp.; ASAE Paper no. 984168; 7 ref.: American Society of Agricultural Engineers (ASAE); St Joseph; USA
2. Carr L. E., Wheaton F. W., Douglass L. W.: Empirical Models to Determine Ammonia Concentrations from Broiler Chicken Litter Transactions-of-the-ASAE. 33, 4, 1337-1342, 1990.
3. Chambers B. J., Smith K.: Nitrogen: Some Practical Solutions for the Poultry Industry. Worlds-Poultry Sci. J., 54, 4, 353-357, 10 ref., 1998.
4. Clarkson C. R., Misselbrook T. H.: Odour Emissions from Broiler Chickens. Soil. Sci. Soc. Am. J., 58: 3, 985-990, 1994.
5. Fawcett J. K. and Scott J. E.: A Rapid and Precise Method for the Determination of Urea. J. Clin. Path. 13., 156-159, 1960.
6. Koerkamp P. W. G. G., Metz J. H. M., Uenk G. H., Phillips V. R., Holden M. 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.
7. Oldenburg J.: Ammonia Emissions from Animal Houses Baltic-Sea-Environment-Proceedings., No. 44, 11-16, 1992.

8. Pain B.F., Weerden T.J. van der., Chambers B.J., Phillips V.R., Jarvis S.C., Van der-Weerden T.J., Sutton M.A., (ed.); Lee D.S., (ed.); Dollard G.J.: (ed.); Fowler D.: A New Inventory for Ammonia Emissions from UK Agriculture. Atmospheric Ammonia: Emission, Deposition and Environmental Impacts.. Atmospheric-Environment., 32, 3, 309-313, 1998.
9. Xin-Hong Wei., Berry I.L., Tabler G.T., Xin H.: W. Minimum Ventilation Requirement and Associated Energy Cost for Aerial Ammonia Control in Broiler Houses.: Transactions-of-the-ASAE., 39, 2, 645-648, 1996.

SUMMARY

The purpose of the studies was to determine the dynamics of changes in the ammonia content in waste and its emission into the atmosphere under conditions of different temperature as well as specified time intervals. The material, which was used for the studies, was fresh poultry manure. Samples of 300 g fresh waste were placed in Convay's-type containers and incubated in thermostats at 15, 25 and 35°C during 24 days. Analyses were performed on 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 and 24 days of the experiment. The total amount of nitrogen was determined by the Kjedahl method. The content of ammonia in manure and ammonia emission were determined by the spectrophotometric method ($\lambda = 578 \text{ nm}$). It was found that most intensive changes in total nitrogen content occurred in the first week of incubation. Also, the changes in ammonium nitrogen content showed clear dependence on the temperature of incubation. High ammonium nitrogen content was observed earlier in higher temperature. Ammonia emission was dependent on the rate of ammonium conversion and it showed dependence on temperature.