

Wpłynęło 28.02.2014 r.
Zrecenzowano 15.05.2014 r.
Zaakceptowano 22.05.2014 r.

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

Wpływ struktury fizycznej podłoża słomianego na emisję amoniaku z indycznika

Oryna SŁOBODZIAN-KSENICZ^{ABCDEF}

Uniwersytet Zielonogórski – Instytut Inżynierii Środowiska

Streszczenie

Celem badań prezentowanych w pracy była ocena wpływu struktury fizycznej podłoża słomianego na emisję amoniaku z indycznika. Badania prowadzono w dwóch oddzielnych, identycznych przedziałach indycznika. W jednym z nich podłoże stanowiła 10-centymetrowa warstwa słomy żytniej długiej (PSD), w drugim 10-centymetrowa warstwa słomy żytniej pociętej na odcinki długości 5–8 cm (PPS). Przedziały zasiedlono indyczkami BIG-6. Parametry produkcyjne w obu przedziałach były takie same. Badania rozpoczęto w 2., a zakończono w 14. tygodniu cyklu produkcyjnego. Mierzono temperaturę i wilgotność powietrza w PPS i PSD oraz temperaturę obu podłoży. Mierzono stężenie amoniaku, oznaczano wilgotność i wartości pH podłoży. Struktura fizyczna podłoża nie wpływała istotnie na całkowitą emisję amoniaku, ale wpływała na jej dynamikę. W pierwszych ośmiu tygodniach większa emisja była z PSD, w następnych nie ulegała znaczącym zmianom, a zwiększała się z PPS.

Słowa kluczowe: amoniak, emisja, indycznik, słoma długa, słoma pocięta

Wstęp

Konsekwencją intensyfikacji produkcji zwierzęcej i koncentracji w danym regionie ferm o podobnym kierunku produkcji jest duża emisja zanieczyszczeń pyłowych i gazowych (m.in. odorów) – zwłaszcza amoniaku – negatywnie oddziałujących na zdrowie ludzi [KOŁODZIEJCZYK i in. 2011] i zwierząt oraz na środowisko naturalne wokół ferm [BIENKOWSKI 2010; ROSZKOWSKI 2011]. Praktycznie ponad 90% amoniaku emitowanego do atmosfery pochodzi z rolnictwa, z czego ok. 70% to emisja z produkcji zwierzęcej [GAY, KNOWLTON 2005; GUZ, GUZ 2005; KOBIZE 2011; MRO-CZEK 2006; OPALIŃSKI i in. 2010; REIDY i in. 2008; SOTIROPOULOU i in. 2004; WIECZOREK 2010]. Na wielkość tej emisji wpływają m.in. gatunek i wiek zwierząt, ich kondycja, rodzaj paszy i zawartość w niej białka, wentylacja, pH, temperatura i wilgotność podłoża oraz otoczenia, technologia utrzymania i gospodarka odcho-



dami zwierzęcymi [KUCZYŃSKI 2002]. Wprowadzone w latach 70. XX w. technologie tuczu drobiu bazują głównie na systemach ściółkowych [ATAPATTU, WICKRAMASINGE 2007; SOB CZAK 2007]. W systemach tych zasadniczy wpływ na wielkość emisji amoniaku ma materiał użyty na ściółkę [ATAPATTU i in. 2008; KUCZYŃSKI 2002; MISSELBROOK, POWELL 2005]. Właściwości materiału ściółkowego implikują zdolności gazo- i wodochłonne ściółki. Duże znaczenie przypisuje się też zdolności ściółki do odparowywania wody do otoczenia. Wraz ze zwiększaniem się wilgotności ściółki zwiększa się jej zaskorupienie [SŁOBODZIAN-KSENICZ i in. 2010], które ogranicza dopływ powietrza do głębszych warstw, uniemożliwiając jej wysychanie. W podłożu nadmiernie zawilgoconym i o ograniczonym dostępie tlenu zachodzą procesy gnicia, których produktami są m.in. CO₂, CH₄, NOx i NH₃.

Spośród wielu znanych materiałów ściółkowych najczęściej stosuje się słomę o długości źdźbeł ok. 40–80 cm. Nienajlepsze własności sorpcyjne (gazo- i wodochłonne) słomy mogą stać się istotną pośrednią przyczyną pogarszania warunków sanitarnych i jakości powietrza w budynku. Poprawę własności sorpcyjnych materiałów ściółkowych można uzyskać za pomocą metod technicznych lub zoohigienicznych. Nie znalazły one jednak szerszego zastosowania, gdyż generują dodatkowe nakłady, nie zawsze uzasadnione ekonomicznie, bądź nie mogą być stosowane w obecności zwierząt [DOBRZAŃSKI 2000; RITZ i in. 2005; STRINGFELLOW i in. 2009]. Ze względów fizycznych efektywność procesów sorpcyjnych/adsorpcyjnych zależy od chłonności sorbentu i wielkości powierzchni kontaktu adsorbentu z adsorbentem (substancją adsorbowaną) [SZKLARCZYK 2001]. W celu uzyskania jak największej powierzchni kontaktu pocięto słomę na odcinki długości ok. 5–8 cm i przeprowadzono badania, których celem było określenie wpływu struktury fizycznej podłoża słomianego na wielkość emisji amoniaku z indycznika.

Materiały i metody badań

Badania prowadzono na fermie drobiu w okresie jesienno-zimowym. W budynku inwentarskim (indyczniku) znajdowały się dwa oddzielne przedziały. Przedziały te były identyczne pod względem powierzchni (po 550 m² każdy), kubatury (1545,6 m³), wyposażenia i technologii produkcji brojlerów indyckich. W każdym przedziale znajdowało się po 7 wentylatorów o wydajności 5000 m³·h⁻¹ i po 5 mieszaczy powietrza. Intensywność wymiany powietrza zależała od okresu w cyklu produkcyjnym – tydzień odchowu (liczba czynnych wentylatorów) i temperatury powietrza wewnętrznego (praca wentylatorów sterowana automatycznie – czujniki temperaturowe ustawione według programu temperatury). W jednym z przedziałów podłóże stanowiła 10-centymetrowa warstwa słomy żytniej długiej (PSD), w drugim 10-centymetrowa warstwa słomy żytniej pociętej na odcinki 5–8 cm (PPS). Przedziały zasiedlono jednodniowymi indyczkami BIG-6 w liczbie 12 000. Po 5. tygodniu odchowu stada rozgęszczono (zmniejszono obsadę indyków) o ok. 48% obsady początkowej. Badania rozpoczęto w 2., a zakończono w 14. tygodniu cyklu produkcyjnego. W tym czasie mierzono temperaturę powietrza zewnętrznego, a w przedziałach w miejscach reprezentatywnych¹⁾ temperaturę i wilgotność powietrza (po 3 czujniki w strefie prze-

¹⁾ Miejsce reprezentatywne to miejsce nie przy ścianach szczytowych i podłużnych, przy karmidłach i poidłach oraz pod kanałami wywiewnymi.

bywania zwierząt) oraz temperaturę wewnętrzną podłoży (w obu podłożach umieszczono po 2 czujniki na głębokości ok. 5 cm, znajdowały się one w odległości ok. 4 m od ścian podłużnych oraz jeden z nich 12 m, a drugi 33 m od ścian szczytowych). Temperaturę mierzono za pomocą czujników PT 100 o dokładności $\pm 0,3$ K, a wilgotność – czujnikami pojemnościowymi o dokładności $\pm 3\%$. Mierzone wartości temperatury i wilgotności ze skokiem godzinowym rejestrowano za pomocą loggera ALMEMO. W każdym tygodniu zawsze w piątek i w tych samych godzinach rannych (by uniknąć różnic wynikających z wpływu procedur hodowlanych) wykonywano pomiary stężenia amoniaku w 3 reprezentatywnych miejscach i w 3 powtórzeniach w strefie przebywania zwierząt. Pomiary stężenia amoniaku wykonywano z użyciem miernika elektronicznego DRÄGER i chipów o zakresie 2–50 ppm i dokładności ± 1 ppm. W celu określenia wartości pH i wilgotności podłoży pobierano próbki z 3 reprezentatywnych miejsc i w 3 powtórzeniach, określano także stan podłoży pod kątem postępującego zaskorupienia. Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem programu Statistica.

Wyniki i dyskusja

Analiza wartości temperatury i wilgotności powietrza wewnętrznego, temperatury i wilgotności podłoży, a także wartości pH dotyczy rozważań w aspekcie ich wpływu na wielkość emisji amoniaku z przedziału z podłożem z pociętej słomy (PPS) i z przedziału z podłożem ze słomy długiej (PSD).

Rozkład temperatury w obu przedziałach indycznika w kolejnych tygodniach cyklu produkcyjnego był zgodny z zalecanym programem temperatury (systematyczne obniżanie temperatury od 30 do ok. 14°C) [FARUGA, JANKOWSKI 1996]. Najwyższą temperaturę powietrza wewnętrznego zarejestrowano w pierwszych tygodniach odchowu, gdy ptaki były młode i należało im zapewnić wysoką temperaturę, w następnych tygodniach obniżała się ona sukcesywnie, by w ostatnim, 14. tygodniu badań osiągnąć 15,6°C w PPS i 14,8°C w PSD. Temperatura powietrza w 2., 5., 12. i 13. tygodniu była na podobnym poziomie w obu przedziałach, natomiast w 3., 6., 7., 8., 9., 10., 11. i 14. tygodniu była wyższa w PPS. Stwierdzone różnice temperatury powietrza w PPS i PSD nie były statystycznie istotne ($p < 0,442$).

Wilgotność powietrza w obu przedziałach zwiększała się wraz z czasem trwania cyklu produkcyjnego (tab. 1). Jest to zjawisko naturalne, wynikające m.in. z fizjologii rosnących ptaków, parowania wody z poidel i podłoży. Zgodnie z wytycznymi, optymalna wilgotność powietrza w budynkach dla drobiu wynosi 55–70% [KOŁACZ, DOBRZAŃSKI 2006]. Wilgotność na poziomie 40% również jest uznawana za wystarczającą, zwłaszcza w okresie odchowu kurcząt [DOBRZAŃSKI 1992]. Średnia wilgotność powietrza w indyczniku wynosiła od 44,6% w PPS i 45,4% w PSD w 2. tygodniu do 68,9 i 70,2% w 14. tygodniu cyklu produkcyjnego (tab. 1). Wilgotność powietrza w PPS była mniejsza niż w PSD z wyjątkiem 3. tygodnia. Zbyt duża wilgotność w połączeniu z wysoką temperaturą może doprowadzić do stresu cieplnego, gdyż oddawanie ciepła do otoczenia jest utrudnione [MALONEY 1998]. Wartości temperatury i wilgotności powietrza wewnętrznego oraz ich przebieg w czasie nie stwarzały ryzyka wystąpienia stresu cieplnego, a niewielkie zróżnicowanie wykłuzało ich istotny wpływ na poziom emisji NH_3 z obu przedziałów. Na podstawie

Tabela 1. Temperatura i wilgotność powietrza w kolejnych tygodniach cyklu produkcyjnego indyków

Table 1. Temperature and humidity of air in successive weeks of turkeys production cycle

Tydzień cyklu produkcyjnego Week of production cycle	Parametr Parameter				
	T_e [°C]	T_i [°C]		Φ_i [%]	
		PPS	PSD	PPS	PSD
2. 2 nd	3,3	29,1	29,2	44,6	45,4
3. 3 rd	5,8	28,3	27,4	53,5	52,2
4. 4 th	-7,0	24,9	25,8	56,8	60,7
5. 5 th	-2,6	21,5	21,4	66,7	68,8
6. 6 th	2,7	19,4	18,3	60,3	61,8
7. 7 th	-0,6	17,8	16,3	56,3	60,3
8. 8 th	-4,2	17,1	14,7	61,2	67,1
9. 9 th	1,9	17,1	13,1	66,2	74,3
10. 10 th	-2,2	15,0	14,3	66,5	70,2
11. 11 th	6,9	17,5	15,0	67,8	75,7
12. 12 th	-4,6	14,5	14,2	70,4	71,6
13. 13 th	-2,0	13,8	13,9	70,4	72,0
14. 14 th	1,2	15,6	14,8	68,9	70,2

Objaśnienia: PPS – przedział z podłożem z pociętej słomy żytniej, PSD – przedział z podłożem ze słomy długiej, T_e – temperatura powietrza zewnętrznego, T_i – temperatura powietrza wewnętrznego, Φ_i – wilgotność powietrza wewnętrznego.

Explanations: PPS – sector with cut straw bedding, PSD – sector with long straw bedding, T_e – outside air temperature, T_i – inside air temperature, Φ_i – inside air humidity.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

przeprowadzonej analizy można stwierdzić, że struktura fizyczna podłoża słomianego nie miała istotnego wpływu na warunki ciepłno-wilgotnościowe powietrza w PPS i PSD.

Największe wartości temperatury badanych podłoży odnotowano w 3., 4. i 5. tygodniu odchowu (tab. 2), w późniejszych tygodniach, mimo że wartości te zmieniały się dość nieregularnie, to linie trendu zmian temperatury w obu podłożach były spadkowe. Był to korzystny przebieg, gdyż wysoka temperatura przypadła na okres odchowu, w którym młode ptaki mają duże wymagania termiczne i małe zdolności adaptacyjne. Niższa temperatura panowała w późniejszych tygodniach, gdy ptaki mają mniejsze wymagania termiczne [SKOROMUCHA i in. 2009]. W czasie badań stwierdzono, że do 4. tygodnia odchowu średnia temperatura podłoża SD była niższa od temperatury powietrza w tym przedziale, co musiało negatywnie wpływać na komfort cieplny ptaków. W ostatnim, 14. tygodniu badań temperatura podłoży osiągnęła 25,7°C – PS i 18,8°C – SD. W całym cyklu produkcyjnym średnia temperatura podłoża PS była wyższa niż podłoża SD, z wyjątkiem tygodni 6. i 9. Średnie wartości temperatury badanych podłoży różniły się istotnie, gdy $p < 0,05$. Podłoża w pierwszych tygodniach odchowu charakteryzowały się najniższym stopniem zawilgocenia w trakcie cyklu produkcyjnego (tab. 2). Wraz z czasem trwania ich wilgotność się zwiększała. Zwiększanie się zawilgocenia podłoży wynika m.in. z przy-

Tabela 2. Temperatura (T_b), wilgotność (Φ_b) i pH badanych podłoży (PS i SD)
 Table 2. Temperature (T_b), moisture (Φ_b) and pH of investigated beddings (PS and SD)

Tydzień cyklu produkcyjnego Week of production cycle	Parametr Parameter					
	T_b [°C]		Φ_b [%]		pH [-]	
	Rodzaj podłoża Bedding type					
	PS	SD	PS	SD	PS	SD
2. 2 nd	25,4	23,9	15,5	15,3	6,0	6,1
3. 3 rd	28,4	24,3	19,2	20,4	6,0	6,5
4. 4 th	30,5	25,0	21,3	23,2	7,3	6,9
5. 5 th	32,7	26,0	24,8	25,9	8,1	7,6
6. 6 th	23,1	23,9	26,3	28,2	8,4	8,8
7. 7 th	24,9	21,6	28,2	27,3	8,7	8,6
8. 8 th	24,9	21,6	30,3	29,7	8,9	8,7
9. 9 th	21,6	22,5	30,9	32,9	8,6	8,9
10. 10 th	26,4	20,8	31,2	33,1	8,6	8,7
11. 11 th	27,3	21,9	34,9	37,1	8,8	8,7
12. 12 th	25,9	20,3	36,2	36,2	8,8	9,0
13. 13 th	26,2	18,7	33,1	37,9	8,7	8,8
14. 14 th	25,7	18,8	34,5	39,1	9,0	9,0

Objaśnienia: PS – podłoże z pociętej słomy żytniej, SD – podłoże ze słomy długiej, T_b – temperatura podłoża, Φ_b – wilgotność podłoża.

Explanations: PS – cut straw bedding, SD – long straw bedding, T_b – temperature bedding, Φ_b – moisture bedding.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

chodu wilgoci z odchodów, systemów pojenia i zachodzących reakcji biochemicznych w podłożach [WITKOWSKA i in. 2010]. W ostatnim, 14. tygodniu, wilgotność podłoży PS i SD wynosiła odpowiednio 34,5 i 39,1%. Podłoże PS, z wyjątkiem tygodni 2., 7. i 8., charakteryzowało się niższym stopniem zawilgocenia niż podłoże SD. Wilgotność badanych podłoży w cyklu produkcyjnym nie przekraczała wartości dopuszczalnych, nie wystąpiły więc zagrożenia wynikające ze zbyt suchej (np. nadmierne zapylenie) i nadmiernie zawilgoconej ściółki (np. odparzenia, chore łapy) [DOBRAŃSKI 1999; FARUGA, JANKOWSKI 1996].

W pierwszych tygodniach odchowu pH obu podłoży było najmniejsze, wraz z czasem trwania cyklu produkcyjnego zwiększało się i w ostatnim tygodniu badań było takie samo, wyniosło 9 (tab. 2). Podłoże PS charakteryzowało się mniejszymi wartościami pH niż podłoże SD w całym cyklu, z wyjątkiem tygodni 4., 5., 7., 8. i 11. Zwiększenie pH ściółki w miarę upływu czasu chowu indyków jest wynikiem zwiększającej się ilości pomiotu i nasilenia procesów fermentacyjnych [WITKOWSKA i in. 2010]. Niewielkie, statystycznie nieistotne różnicowanie wilgotności i wartości pH podłoży PS i SD oraz przebieg w czasie wykluczały istotny ich wpływ na poziom emisji amoniaku z obu przedziałów indycznika.

W pierwszych czterech tygodniach odchowu emisja amoniaku z obu przedziałów była mała, w następnych tygodniach cyklu zwiększała się – od 8,1 w 2. tygodniu do maksymalnie 382,7 mg·m⁻²·h⁻¹ w 12. tygodniu z PPS oraz od 19,0 w 2. tygodniu

do maksymalnie $305,2 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ w 11. tygodniu z PSD (tab. 3). Jest to zjawisko naturalne, wynikające z przybywającej ilości odchodów wydalanych przez rosnące ptaki oraz procesów katabolicznych zachodzących w podłożach [WITKOWSKA i in. 2010]. Od 2. do 8. tygodnia cyklu produkcyjnego poziom emisji amoniaku z PPS był niższy niż z PSD, natomiast w kolejnych tygodniach (z wyjątkiem 11.) emisja amoniaku z PPS była większa niż z PSD. Prawdopodobną przyczyną takiej dynamiki emisji amoniaku z PPS i PSD jest nierównomiernie postępujące zaskorupienie – wolniejsze podłoża PS niż SD. Szybciej postępujące zaskorupienie podłoża SD utrudniało, a nawet uniemożliwiało dyfuzję gazów metabolicznych z głębszych warstw ściółki do powietrza w budynku, co wyraźnie widać w ostatnim, 14., tygodniu. Średnia emisja amoniaku z PPS była większa niż z PSD o $16,3 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$. Przyczyną braku statystycznie istotnych różnic między średnimi wartościami emisji amoniaku z PPS i PSD wydają się duże wartości odchyłeń standardowych, odpowiednio $76,3$ i $40,1 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$.

Tabela 3. Emisja amoniaku z PPS i z PSD w kolejnych tygodniach cyklu produkcyjnego
Table 3. Ammonia emissions from PPS and PSD in successive weeks of production cycle

Sektor Sector	Emisja amoniaku [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$] w tygodniu cyklu produkcyjnego Ammonia emissions [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$] in week of production cycle													
	2. 2 nd	3. 3 rd	4. 4 th	5. 5 th	6. 6 th	7. 7 th	8. 8 th	9. 9 th	10. 10 th	11. 11 th	12. 12 th	13. 13 th	14. 14 th	
PPS	8,1	36,4	32,3	126,7	167,1	245,5	211,4	281,3	336,7	304,8	382,7	325,6	308,8	
PSD	19,0	41,7	84,2	154,4	244,2	256,2	235,6	259,6	247,2	305,2	247,2	273,0	188,3	

Objaśnienia: PPS – przedział z podłożem z pociętej słomy żytniej, PSD – przedział z podłożem ze słomy długiej.

Explanations: PPS – sector with cut straw bedding, PSD – sector with long straw bedding.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Po wstępnej analizie uzyskanych wyników zestawionych w tabelach 1.–3. z dalszej analizy wyeliminowano wyniki pierwszych trzech tygodni pomiarów, gdyż okazało się, że w ściółce następują niewielkie zmiany [DOBRZAŃSKI 1992], a średnie tygodniowe poziomy emisji amoniaku osiągają stosunkowo niewielkie wartości (tab. 3). Dodatkowo w pierwszych tygodniach odchowu wyniki są mocno zaburzone przez ogrzewanie, które w pierwszych czterech tygodniach pracowało nieprzerwanie. Tak więc dalszą analizę przeprowadzono w odniesieniu do dziesięciu tygodni, tj. od 5. do 14. tygodnia cyklu produkcyjnego. W analizie postanowiono nie uwzględniać temperatury i wilgotności powietrza w obu przedziałach ze względu na niewielkie zróżnicowanie (tab. 4). Z podobnych względów nie analizowano wilgotności i wartości pH ściółek oraz dlatego, że przebieg w czasie wykluczał istotny wpływ tych wielkości na poziom emisji amoniaku z badanych podłoży (tab. 2 i 4). Analiza przebiegu dynamiki emisji amoniaku w czasie trwania odchowu i tuczu indyków pokazała, że zmiany te nie przebiegały podobnie w obu przedziałach (tab. 3). W celu oszacowania charakteru zależności dotyczącej wpływu struktury podłoża słomianego na uwalnianie amoniaku, wprowadzono dodatkową zmienną grupującą okres tuczu indyków. Okres dziesięciu tygodni (od 5. do 14. tygodnia) podzielono na dwa podokresy – 5.–9. tydzień (pierwszy podokres) i 10.–14. tydzień (drugi podokres).

Tabela 4. Analiza różnic między średnimi wartościami temperatury i wilgotności powietrza wewnętrznego (T_i i Φ_i) i ściółek (T_b i Φ_b) oraz wartości pH

Table 4. The analysis of differences between the average values of temperature and humidity of the inside air (Φ_i and T_i) and beddings (T_b and Φ_b) and pH

Parametr Parameter	PS	SD	Różnica Difference	t	df	p
T_i [°C]	18,3	19,3	0,998	0,4718	24	0,6413
Φ_i [%]	65,3	64,4	-0,886	-0,3259	24	0,7473
T_b [°C]	25,9	21,6	4,266	3,6724	18	0,0017
Φ_b [%]	31,0	32,4	-1,700	-0,8848	18	0,3879
pH [-]	8,15	8,18	-0,031	-0,0755	24	0,9404

Objaśnienia: PS – podłoże z pociętej słomy żytniej, SD – podłoże ze słomy długiej, T_i – temperatura powietrza wewnętrznego, Φ_i – wilgotność powietrza wewnętrznego T_b – temperatura podłoża, Φ_b – wilgotność podłoża, t – test t , df – liczba stopni swobody, p – poziom istotności.

Explanations: PS – cut straw bedding, SD – long straw bedding, T_i – inside air temperature, Φ_i – inside air humidity, T_b – temperature bedding, Φ_b – moisture bedding, t – test t , df – degrees of freedom, p – p-value.

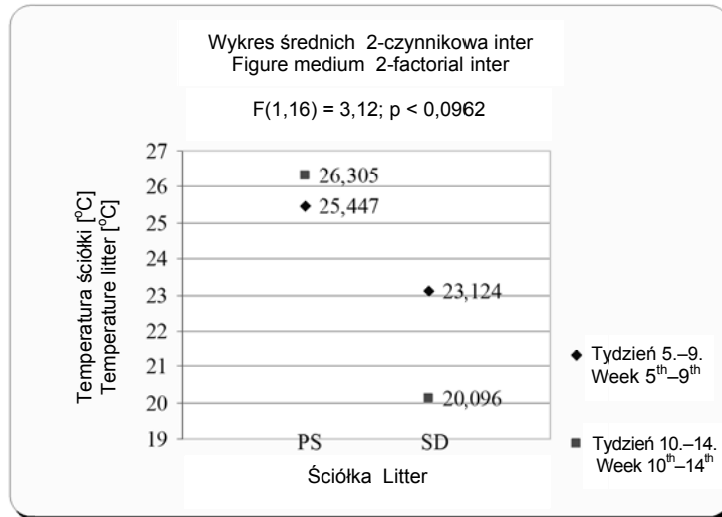
Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Podłoże PS zarówno w pierwszym, jak i w drugim podokresie, charakteryzowało się wyższą temperaturą niż podłoże SD (rys. 1). Różnice wyniosły w podokresach odpowiednio 2,3 oraz 6,2°C. Wyższa temperatura podłoża PS w pierwszym podokresie wskazuje, że taki rodzaj podłoża szybciej się ogrzewa, co może go w większym stopniu predestynować do stosowania na etapie odchowu indyków. W drugim podokresie średnia temperatura podłoża PS również była wyższa niż SD, prawdopodobnie na skutek zachodzących w nim egzotermicznych procesów biochemicznych [KNIŽATOVÁ 2010]. Niższa temperatura ściółki SD w pierwszym podokresie może sugerować konieczność unikania stosowania słomy długiej jako materiału ściółkowego w odchowie brojlerów kurzych, który rzadko przekracza pięć tygodni.

Analizowano również dynamikę stężenia amoniaku w rozpatrywanych podokresach, ponieważ może ona wpływać negatywnie na wyniki produkcyjne, zdrowie i dobrostan zwierząt oraz obsługujących je ludzi [CHOI, MOORE 2008]. Ma również wpływ na emisję NH_3 .

W pierwszym podokresie, tj. od 5. do 9. tygodnia, mniejsze stężenie NH_3 występowało w przedziale z PS niż w przedziale z SD, natomiast w drugim podokresie, tj. od 10. do 14. tygodnia stężenie NH_3 w przedziale z PS było większe. Różnice te wyniosły odpowiednio 1,42 i 2,14 ppm.

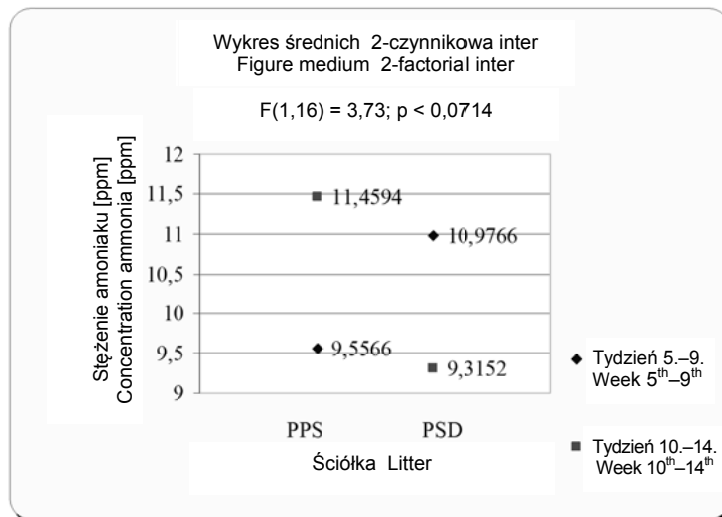
Średnie wartości emisji amoniaku w pierwszym podokresie, tj. od 5. do 9. tygodnia były mniejsze z PPS niż z PSD. Natomiast w drugim podokresie, tj. od 10. do 14. tygodnia tuczu, emisja była większa z PPS. Różnice emisji wynosiły odpowiednio 23,6 i 79,6 $mg \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$. Prawdopodobną przyczyną takich wartości stężenia i emisji amoniaku w analizowanych podokresach był fakt, że w pierwszym podokresie, tj. od 5. do 9. tygodnia, w cieplejszym (rys. 1) i nieco suchszym (tab. 2) podłożu PS procesy biochemiczne zachodziły z mniejszą intensywnością [SŁOBODZIAN-KSENICZ



Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Rys. 1. Średnie wartości temperatury podłoża z pociętej słomy (PS) i słomy długiej (SD) w podokresach 5.-9. tydzień i 10.-14. tydzień

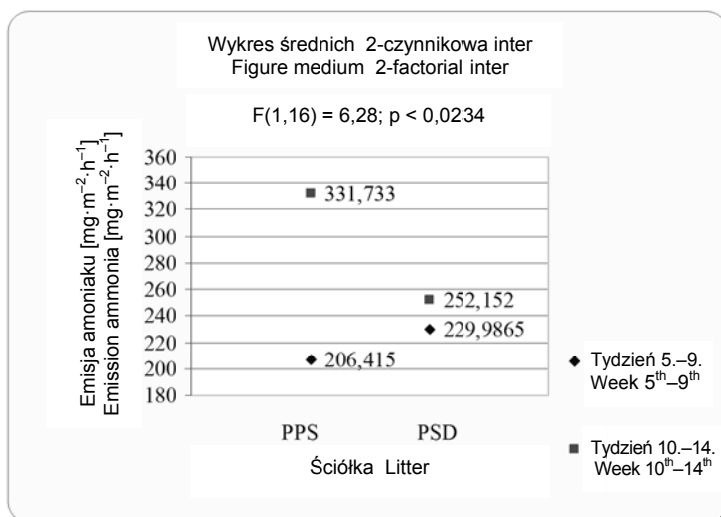
Fig. 1. Average values of temperature of beddings with pre-cut straw (PS) and long straw (SD) in the sub-periods 5th-9th weeks and 10th-14th weeks



Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Rys. 2. Średnie stężenie amoniaku w przedziale z pociętą słomą (PPS) i w przedziale ze słomą długą (PSD) w podokresach 5.-9. tydzień i 10.-14. tydzień

Fig. 2. Average concentration of ammonia in the section with pre-cut straw (PPS) and the section with long straw (PSD) in sub-periods of 5th-9th weeks and 10th-14th weeks



Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Rys. 3. Średnia emisja amoniaku z przedziału z pociętą słomą (PPS) i z przedziału ze słomą długą (PSD) w podokresach 5.–9. tydzień i 10.–14. tydzień

Fig. 3. Average emission of ammonia from the section with pre-cut straw (PPS) and the section with long straw (PSD) in sub-periods of 5th–9th weeks and 10th–14th weeks

i in. 2013]. W drugim podokresie, tj. od 10. do 14. tygodnia, podłoże SD, chłodniejsze (rys. 1) i bardziej zawilgocone (tab. 2), szybciej uległo zaskorupieniu. Powstała skorupa ograniczała nie tylko dyfuzję powietrza do głębszych warstw ściółki, uniemożliwiając jej wysychanie, ale także gazów metabolicznych z głębszych warstw podłoża do powietrza w indyczniku. Dobór materiału podłoża, a także prawidłowa jego eksploatacja wydają się relatywnie tanim, a jednocześnie potencjalnie efektywnym rozwiązaniem, prowadzącym do ograniczenia emisji amoniaku w ściółkowych systemach utrzymania zwierząt.

Wnioski

1. Struktura fizyczna podłoża słomianego nie wpływała w sposób statystycznie istotny na całkowitą emisję amoniaku z przedziału z podłożem z pociętej słomy i z przedziału z podłożem ze słomy długiej.
2. Struktura fizyczna podłoża słomianego wpływała na dynamikę emisji amoniaku z obu przedziałów indycznika. W pierwszych ośmiu tygodniach odchowu większa emisja tego gazu była z przedziału ze słomą długą, w późniejszych tygodniach nie ulegała znaczącym zmianom, a znacznie zwiększała się z przedziału z pociętą słomą.
3. Średnia temperatura podłoża ze słomy długiej była istotnie mniejsza od temperatury podłoża z pociętej słomy. Do 4. tygodnia odchowu indyków średnia temperatura podłoża ze słomy długiej była niższa od temperatury powietrza w tym przedziale, co musiało negatywnie wpływać na komfort cieplny ptaków.

Bibliografia

- ATAPATTU N.S.B.M., WICKRAMASINGE K.P. 2007. The use of refused tea as litter material for broiler chickens [online]. Poultry Science Association. Vol. 86. Iss. 5 s. 968–972. [Dostęp 04.07.2011]. Dostępny w Internecie: <http://ps.fass.org/cgi/content/abstract/86/5/968>
- ATAPATTU N.S.B.M., SENARATNA D., BELPAGODAGAMAGE U.D. 2008. Comparison of ammonia emission rates from three types of broiler litters [online]. Poultry Science. Vol. 87 Iss. 12. s. 2436–2440. [Dostęp 02.04.2013]. Dostępny w Internecie: <http://ps.fass.org/content/87/12/2436.abstract>
- BIENKOWSKI J. 2010. Regionalne zróżnicowanie emisji amoniaku w polskim rolnictwie w latach 2005–2007 [online]. Fragmenta Agronomica. Nr 27(1) s. 21–31. [Dostęp 12.06.2012]. Dostępny w Internecie: [www.up.poznan.pl/pta/.../2010/FA%2027\(1\)%202010%20Bienkowski.p...](http://www.up.poznan.pl/pta/.../2010/FA%2027(1)%202010%20Bienkowski.p...)
- CHOI I.H., MOORE JR. P.A. 2008. Effect of various litter amendments on ammonia volatilization and nitrogen content of poultry litter [online]. Journal of Applied Poultry Research. Vol. 17. s. 454–462. [Dostęp 1.05.2013]. Dostępny w Internecie: http://www.researchgate.net/publication/239814578_Effect_of_Various_Litter_Amendments_on_Ammonia_Volatilization_and_Nitrogen_Content_of_Poultry_Litter
- DOBRZAŃSKI Z. 1992. Warunki termiczne w chowie drobiu. Polskie Drobiarstwo. Nr 2 s. 7.
- DOBRZAŃSKI Z. 1999. Wybrane zagadnienia higieny i ekologizacji produkcji drobiarskiej. W: Choroby drobiu oraz ptaków ozdobnych. Materiały szkoleniowe. Wrocław. AR s. 3–26.
- DOBRZAŃSKI Z. 2000. Sposoby zmniejszania emisji amoniaku z ferm hodowlanych. W: Standardy higieniczne, dobrostan zwierząt oraz ochrona środowiska w produkcji zwierzęcej w świetle przepisów UE. Pr. zbior. Red. R. Kołacz. Wrocław. FUNDAR Wrocław s. 45–63.
- FARUGA A., JANKOWSKI J. 1996. Indyki. Hodowla i użytkowanie. Warszawa. PWRiL. ISBN 83-09-01654-9 ss. 250.
- GAY S.W., KNOWLTON K.F. 2005. Ammonia emissions and animal agriculture [online]. Virginia Cooperative Extension. Publication 442–110. [Dostęp 02.02.2008]. Dostępny w Internecie: <http://pubs.ext.vt.edu/442/442-110/442-110.html>
- GUZ M., GUZ L. 2005. Emisja amoniaku do powietrza z fermy indyków [online]. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Vol. 60. 21. Sect. DD s. 158–165. [Dostęp 02.04.2011]. Dostępny w Internecie: wydawnictwo.up.lublin.pl/Annales/.../Annales_2005_vet_art_21.pdf
- KOBIZE 2011. Krajowa inwentaryzacja SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2008–2009 w układzie klasyfikacji SNAP i NFR. Warszawa [online]. [Dostęp 01.03.2012]. Dostępny w Internecie: http://www.kobize.pl/materialy/Inwentaryzacje_krajowe/Raport_LRTAP_2009.pdf
- KNIŽATOVÁ M., MIHINA Š., BROUČEK J., KARANDUŠOVSKÁ I., MAČUHOVÁ J. 2010. The influence of litter age, litter temperature and ventilation rate on ammonia emissions from a broiler rearing facility [online]. Czech Journal Animal Science. Vol. 55 s. 337–345. [Dostęp 02.04.2011]. Dostępny w Internecie: <http://www.agriculturejournals.cz/web/cjas.htm?volume=55&type=volume>
- KOŁACZ R., DOBRZAŃSKI Z. 2006. Higiena i dobrostan zwierząt gospodarskich. Wrocław. Wydaw. UP. ISBN 83-60574-02-2 ss. 538.
- KOŁODZIEJCZYK T., JUGOWAR J.L., PIOTRKOWSKI M. 2011. Emisja odorów z kurników [online]. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 1 s. 135–141. [Dostęp 24.07.2013]. Dostępny w Internecie: http://www.itp.edu.pl/wydawnictwo/pir/zeszyt_71_2011/T_Kolodziejczyk%20i%20in%20%20Emisja%20odorow%20z%20kurnikow.pdf

- KUCZYŃSKI T. 2002. Emisja amoniaku z budynków inwentarskich a środowisko. Monografia. Zielona Góra. Wydaw. Nauk.-Tech. ISBN 83-89044-15-3 ss. 242.
- MALONEY S.K. 1998. Heat storage, not sensible heat loss, increases in high temperature, high humidity conditions [online]. *World's Poultry Science Journal*. Vol. 54. Iss. 4 s. 347–352. [Dostęp 02.04.2011]. Dostępny w Internecie: http://www.wing-vechta.de/service/literaturdatenbank/service.html?con_temp=literatur_db&dokument=1102
- MISSELBROOK T.H., POWELL J.M. 2005. Influence of bedding material on ammonia emissions from cattle excreta [online]. *Journal of Dairy Science*. Vol. 88. Iss. 12 s. 4304–4312. [Dostęp 14.07.2009]. Dostępny w Internecie: http://www.google.pl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CDYQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fpublication%2F7476171_Influence_of_bedding_material_on_ammonia_emissions_from_cattle_excreta%2Ffile%2F60b7d523ebf3f8e57c.pdf&ei=CA2WU9qaH_CV7AbjilCYAw&usg=AFQjCNH6qIDN87MwSPJQ-O_2lxyYCIXPfg&bvm=bv.68445247,d.ZGU
- MROCZEK J.R. 2006. Redukcja emisji amoniaku pochodzącego z produkcji zwierzęcej jako element ekorozwoju rolnictwa [online]. *Zeszyty Naukowe Południowo-Wschodniego Oddziału Polskiego Towarzystwa Inżynierii Ekologicznej i Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego*. Nr 7 s. 63–68. [Dostęp 10.07.2008]. Dostępny w Internecie: http://www.univ.rzeszow.pl/wbr/zeszyty/pl/issues/07/issue07_art008.pdf
- OPALIŃSKI S., KORCZYŃSKI M., SZOŁTYSIK M., KOŁACZ R., DOBRZAŃSKI Z., GBIORCZYK W. 2010. Application of mineral sorbents to filtration of air contaminated by odorous compounds [online]. *Chemical Engineering Transactions*. Vol. 23 s. 369–374. [Dostęp 02.08.2012]. Dostępny w Internecie: http://scholar.google.pl/scholar?q=+OPALI%2C+KORCZYNSKI+S.%2C+korczyński+GBIORCZYK+W.%2C+DOBRZA%2C+KOŁACZ+R.+2008.+Application+of+bentonite+and+vermiculite+to+limit+the+emission+of+ammonia+from+cattle+manure.+Chemistry+for+Agriculture+%2C+9%2C+543+%E2%80%93+548&btnG=&hl=pl&as_sdt=0%2C5&as_vis=1
- REIDY B., RHIM B., MENZI H. 2008. A new Swiss inventory of ammonia emissions from agriculture based on a survey on farm an manure management and farm-specific model calculations [online]. *Atmospheric Environment*. Vol. 42 s. 3266–3276. [Dostęp 08.02.2011]. Dostępny w Internecie: http://proclim4dpubli.scnat.ch/4dcgi/proclim/en/Detail_Publication?ja13817
- RITZ C.W., FAIRCHILD B.D., LACY M.P. 2005. Litter quality and broiler performance [online]. [Dostęp 05.07.2011]. Dostępny w Internecie: <http://www.thepoultrysite.com/articles/388/litterquality-and-broiler-performance>
- ROSZKOWSKI A. 2011. Technologie produkcji zwierzęcej a emisje gazów cieplarnianych [online]. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 2 s. 83–97. [Dostęp 24.02.2014]. Dostępny w Internecie: http://www.itp.edu.pl/wydawnictwo/pir/zeszyt_72_2011/A_Roszkowski%20%20Technologie%20produkcji%20zwierzecej.pdf
- SŁOBODZIAN-KSENICZ O., HOUSZKA H., MICHALSKI A. 2010. The effect of cellulose addend to straw bedding on turkey' welfare and production results [online]. *Animal Science Papers and Reports*. Vol. 28. No. 4 s. 397–406. [Dostęp 30.04.2011]. Dostępny w Internecie: http://www.ighz.edu.pl/files/objects/3018/66/pp_397-406.pdf/
- SŁOBODZIAN-KSENICZ O., SUCHOWSKA-KISIELEWICZ M., LIPNICKI Z., KUCZYŃSKI T., 2013. Heat flow inside a litter during turkey rearing [online]. *Biosystems Engineering*. Vol. 116 s. 46–50. [Dostęp 30.07.2013]. Dostępny w Internecie: 10.1016/j.biosystemseng.2013.06.005
- SKOMORUCHA I., SUCHACKA R., SOSNÓWKA-CZAJKA E., HERBUT E. 2009. Response of broiler chickens from thee genetic groups to different stocking densities [online]. *Annals of Animal Science*. Vol. 9. No. 2 s. 175–184. [Dostęp 05.07.2011]. Dostępny w Internecie: <http://www.izoo.krakow.pl/czasopisma/annals/2009/2/r08.pdf>

SOBCZAK J. 2007. Budynki dla drobiu w świetle przewidzianych zmian technologii i konstrukcji wyposażenia. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 4 s. 123–131.

SOTIROPOULOU R.E.P., TAGARIS E., PILINIS C. 2004. An estimation of the spatial distribution of agricultural ammonia emissions in the Greater Athens Area [online]. *Science of The Total Environment* Vol. 318 s. 159–169. [Dostęp 15.06.2005]. Dostępny w Internecie: http://www.researchgate.net/publication/8977862_An_estimation_of_the_spatial_distribution_of_agricultural_ammonia_emissions_in_the_Greater_Athens_Area

STRINGFELLOW K., ANDERSON P., CALDWELL D., LEE J., BYRD J., McREYNOLDS J., CAREY J., NISBET D., FARNELL M. 2009. Evaluation of disinfectants commonly used by the commercial poultry industry under simulated field conditions [online]. *Poultry Science*. Vol. 88 s. 1151–1155. [Dostęp 10.05.2010]. Dostępny w Internecie: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19439623>

SZKLARCZYK M. 2001. *Ochrona atmosfery*. Olsztyn. Wydaw. UWM. ISBN 83-7299-077-8 ss. 154.

WIECZOREK S. 2010. Adsorpcyjna redukcja emisji amoniaku – model matematyczny dla kory sosnowej [online]. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 3 s. 111–116. [Dostęp 24.02.2014]. Dostępny w Internecie: http://www.itp.edu.pl/wydawnictwo/pir/zeszyt_69_2010/Wieczorek_Adsorpcyjna%20redukcja%20emisji%20amoniaku.pdf

WITKOWSKA D., CHORAŻY Ł., MITUNIEWICZ T., MAKOWSKI W. 2010. Zanieczyszczenia mikrobiologiczne ściółki i powietrza podczas odchowu kurcząt brojlerów [online]. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 10. Z. 2 (30) s. 201–210. [Dostęp 20.09.2012]. Dostępny w Internecie: http://www.itp.edu.pl/oferta/wydawnictwo/woda/zeszyt_30_2010/artykuły/Witkowska%20i%20in.pdf

Oryna Słobodzian-Ksenicz

EFFECT OF PHYSICAL STRUCTURE OF STRAW BEDDING ON EMISSION OF AMMONIA FROM TURKEY HOUSE

Summary

The objective of the study was to determine the effect of the physical structure of the straw bedding on the emission of ammonia from a turkey house. The study was conducted in a turkey house, in two separate sectors of identical area, air space and technological equipment. One sector was bedded with a 10-cm layer of long rye straw (PSD) and the other one with a 10-cm layer of rye straw cut in 5 to 8-cm-long sections (PPS). 1,200 one-day-old BIG-6 turkey hens were placed in both sectors. The production cycle parameters in both sectors were the same. The study started in week 2nd and finished in week 14th of the production cycle. Throughout the period air temperature and humidity in the sectors as well as the temperature of the beddings were measured and recorded. On Friday each week ammonia concentrations were measured and bedding samples were taken in order to calculate the moisture and pH values. The encrustation rate of respective beddings was also the subject of observation. The analysis of results showed that while the physical structure of the straw bedding did not significantly affect the total emissions of ammonia from PPS and PSD, it had an effect on the dynamic of ammonia emissions from PPS and PSD. In the first 8th weeks of the rearing period the emissions were higher for PSD. In the subsequent weeks the ammonia emissions from PSD did not undergo significant changes but there was a significant increase in emis-

sions from PPS. The mean values of temperature of the long straw bedding were significantly lower than the temperature of the cut straw bedding. From week 4th of the rearing period the mean values of temperature of the long straw bedding were lower than the air temperature in the sector, which must have had a negative effect on the birds' heat stress.

Key words: ammonia, emission, long rye straw, rye straw cut, turkey house

Adres do korespondencji:

dr inż. Oryna Słobodzian-Ksenicz

Uniwersytet Zielonogórski

Instytut Inżynierii Środowiska

ul. Prof. Szafrana 15, 65-516 Zielona Góra

tel. 696 428 002; e-mail: orynask@gmail.com

