

## VENTILATION RATE AND GREENHOUSE GASES EMISSIONS FROM BROILER CHICKEN HOUSE

### INTENZITA VENTILÁCIE A EMISIE SKLENÍKOVÝCH PLYNOV Z OBJEKTU NA VÝKRM BROJLEROVÝCH KURČIAT

KNÍŽATOVÁ, Monika, MIHINA, Štefan, ORSÁG, Ján, KARANDUŠOVSKÁ, Ingrid, ŠOTTNÍK, Jaroslav

Slovak Agricultural Research Centre, Hlohovská 2, 949 92 Nitra, Slovak Republic, phone: +421 37 6546250, fax: +421 37 6546483, e-mail: knizatova@scpv.sk

Manuscript received: August 31, 2007; Reviewed: August 15, 2008; Accepted for publication: October 6, 2008

#### ABSTRACT

An experiment was carried out to determine emissions of greenhouse gases from broiler chicken house during one fattening period (i.e. 40 days). The greatest concentrations of water vapour ( $H_2O$ ), carbon dioxide ( $CO_2$ ), nitrous oxide ( $N_2O$ ) and methane ( $CH_4$ ) were observed in the first ten days. Increasing emissions of all greenhouse gases were as a consequence of increasing ventilation rate, although their concentrations were decreasing. It was released  $83.8 \cdot 10^6 m^3$  polluted air containing 211 314 kg  $CO_2$ , 5 kg  $N_2O$ , 1 323 kg  $CH_4$  and 178 914 kg  $H_2O$  over a period of whole fattening time.

Key words: broiler chicken, emission, ventilation rate, greenhouse gas

#### ABSTRACT IN SLOVAK LANGUAGE

Experiment bol zameraný na stanovenie množstva emisií skleníkových plynov z chovnej haly brojlerových kurčiat počas jedného výkrmového turnusu (t. j. 40 dní). Najvyššie hodnoty koncentrácií vodnej pary ( $H_2O$ ), oxidu uhličitého ( $CO_2$ ), oxidu dusného ( $N_2O$ ) a metánu ( $CH_4$ ) boli zistené v prvej dekáde. Zvyšovanie emisií všetkých skleníkových plynov bolo dôsledkom stúpajúcej intenzity vetrania, aj napriek klesajúcej tendencii ich koncentrácií. Za celé obdobie výkrmu sa odvieďlo  $83.8 \cdot 10^6 m^3$  znečisteného vzduchu obsahujúceho 211 314 kg  $CO_2$ , 5 kg  $N_2O$ , 1 323 kg  $CH_4$  a 178 914 kg  $H_2O$ .

Kľúčové slová: brojlerové kurča, emisia, intenzita vetrania, skleníkový plyn

#### DETAILED ABSTRACT

Samples of waste air were continuously taken from broiler chicken house with deep litter during one fattening period in summer season (30.7. – 7.9.) to determine concentrations of greenhouse gases (carbon dioxide, methane, nitrous oxide and water vapour). At the same time, a rate of ventilated air through a measure fans and whole building was monitored. On the basis of this values it was calculated emission rate of each observed greenhouse gas. The highest mean hourly concentrations of all gases were right at the beginning of batch and afterwards they were kept on the lower level until to the end of the fattening period. Though concentrations of all gases were decreasing, their emissions were increasing due to ventilation rate, which increased from 19 % up to 35 %, 54 %, and 64 % respectively. Heating of broiler house with natural gas burning was the reason of increased concentrations of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>). The starting mechanism of ventilation system was the temperature, what resulted in the situation, that maximal measured concentration of CO<sub>2</sub> (9727 ppm) was triple the allowed limit (3000 ppm). Relatively high mean air temperature during the first quarter of batch (29.2 °C) supported evaporating of water and it's increased concentration. Anaerobic conditions created by residual water after cleaning of breeding space was probably a cause of increased methane concentration in the air. It was released 83.8 · 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> polluted air from chicken house per 40 days. Emissions from both measures fans were diametrically different. Therefore, concentrations and airflows monitoring on each ventilation shaft is essential. It was emitted 211 314 kg CO<sub>2</sub>, 5 kg N<sub>2</sub>O, 1 323 kg CH<sub>4</sub> and 178 914 kg H<sub>2</sub>O over a period of whole fattening time.

#### ÚVOD

Hlavnými zdrojmi skleníkových plynov v poľnohospodárstve sú črevná fermentácia prežúvavcov (CH<sub>4</sub>), skladovanie maštalného hnoja a hnojovice (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O), pestovanie ryže (CH<sub>4</sub>), spaľovanie biomasy (CO<sub>2</sub>) a hnojenie (N<sub>2</sub>O) [6]. Uvádza sa, že poľnohospodárstvo má na celosvetovej produkcii antropogénnych skleníkových plynov podiel zhruba 10 % [7].

Medzi primárne zdroje metánu v poľnohospodárstve patrí črevná fermentácia prežúvavcov. V chove dobytky sa tvorí pri črevnej fermentácii až 80 % metánu [2]. V chove ošípaných a hydiny pochádza prevažná časť metánu z rozkladných procesov prebiehajúcich v hnoji a hnojovici, ak sú skladované v anaeróbných podmienkach.

Oxid dusný sa uvoľňuje najmä z pôdy (hnojivá, pasienie

dobytky) a hlbokkej podstielky [1]. Vzniká pri mikrobiálnej premene dusíkatých látok v exkrementoch (nitrifikácia a dusičnanová denitrifikácia) počas ich skladovania a aplikácie [3].

Oxid uhličitý sa v poľnohospodárstve produkuje v zanedbateľnom množstve oproti iným antropogénnym zdrojom. V maštalnom prostredí vzniká pri respirácii zvierat, pri vykurovaní zemným plynom a pri rozklade organickej hmoty. Emisie CO<sub>2</sub> pochádzajúce z maštalného hnoja sa nepovažujú za emisie prispievajúce ku globálnemu otepľovaniu a nemali by byť ani súčasťou kalkulácií emisií skleníkových plynov, pretože uhlík prítomný v hnoji pochádza z autotrofnej fixácie (tvorba organických látok pomocou fotosyntézy rastlinami) [4].

#### MATERIÁL A METÓDY

Emisie skleníkových plynov sme zisťovali z chovu brojlerových kurčiat. Hala (12 x 99 m) bola dimenzovaná na 25 000 ks kurčiat. Betónová podlaha sa nastielala rezanou pšeničnou slamou (v množstve asi 1,6 kg·m<sup>-2</sup>) na začiatku turnusu, pred naskladnením jednodňových kurčiat. Výkrm kurčiat do cieľovej hmotnosti cca 2 kg trval 40 dní.

Na meranie koncentrácií skleníkových plynov (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> a H<sub>2</sub>O) sme použili fotoakustický prístroj Photoacoustic Multi-gas Monitor (Innova Air Tech Instruments, Dánsko). Merací cyklus sa opakoval v 15 – minútových intervaloch počas celého obdobia výkrmu. Vyhodnocovali sme turnus v letnom období (30.7. – 7.9.).

Za miesta odberu vzoriek vzduchu sme zvolili dva stropné (meracie) ventilátory a dva čelné ventilátory. Piate miesto odberu bolo vo vonkajšom prostredí, vzdialené asi 10 m od objektu. Ku všetkým meracím miestam boli zavedené aj vodiče s termočlánkom na snímanie teploty odvádzaného vzduchu a teploty vo vonkajšom prostredí.

Na prívod čerstvého vzduchu do chovného priestoru slúžili vetracie klapky, s vnútornými rozmermi 755 x 300 mm, umiestnené na pozdĺžnych stenách haly (28 ks na ľavej strane a 27 ks na pravej strane). Znečistený vzduch odvádzalo šesť stropných ventilátorov v hrebeni strechy a štyri čelné ventilátory na zadnej stene objektu (tunelové podtlakové vetranie). Meracie ventilátory, na zisťovanie prietoku vzduchu cez konkrétne ventilačné otvory, boli nasadené na prvom a treťom stropnom ventilátore. Pri maximálnej vetracej výkonnosti boli stropné ventilátory schopné odvetrať 6 x 12 000 m<sup>3</sup> vzduchu za hodinu a čelné ventilátory (ktoré sa spúšťali pri teplote vnútorného prostredia nad 25 °C) 4 x 35 000 m<sup>3</sup> · h<sup>-1</sup>. Celý ventilačný systém odvádzal pri 100 % - nej výkonnosti 212 000 m<sup>3</sup> · h<sup>-1</sup> vzduchu. K meracím ventilátorom a termočlánkom

bolo pripojené prevodníkové zariadenie ADAM 4018 – M, ktoré prevádzalo elektrické impulzy na hodnoty napätia (V) a stupne Celzia (°C). Z hodnôt napätia sme pomocou kalibračnej krivky mohli následne určiť prietok vzduchu ( $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ) cez meracie ventilátory.

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Najvyššie koncentrácie všetkých sledovaných skleníkových plynov boli zaznamenané v prvej dekáde výkrmu. Je prekvapujúce, že aj napriek technologickej prestávke na vyčistenie a dezinfekciu haly a nastlianiu novej slamenej podstielky, bola kvalita ovzdušia z hľadiska koncentrácií skleníkových plynov najhoršia na začiatku turnusu.

Spúšťacím mechanizmom ventilácie bola teplota prostredia a nie obsah škodlivých plynov. Preto nastala situácia, že maximálna povolená koncentrácia oxidu uhličitého 3 000 ppm [5] bola v prvej dekáde výkrmu prekročená až trojnásobne (9 427 ppm) (tabuľka 1).

Zvýšený obsah vodnej pary na začiatku turnusu tiež súvisel s vykurovaním. Vysoké teploty vzduchu (priemerná teplota v 1. dekáde 29,2 °C) a zmáčané steny a podlaha umytej haly podporovali nasycovanie vzduchu

vodnou parou. Ventilácia udržiavaná v prvej dekáde na minimálnej úrovni (v priemere na 19 %) nemohla byť dostatočná na odvetranie prebytočnej vlhkosti a oxidu uhličitého z ovzdušia chovného priestoru. Od druhej dekády až do konca výkrmu sa priemerná ventilácia zvyšovala na 35 %, 54 % a 64 % a koncentrácie  $\text{H}_2\text{O}$  a  $\text{CO}_2$  sa ustálili na nižších hodnotách (tabuľka 1).

Zvýšené koncentrácie oxidu dusného a metánu v prvej dekáde poukazujú na reziduá organických látok nachádzajúcich sa v hale aj po jej vyčistení. Čerstvá podstielka nemohla byť zdrojom týchto plyných zlúčenín.  $\text{N}_2\text{O}$  a  $\text{CH}_4$  sa začínajú uvoľňovať z podstielky pri jej znečistení a za špecifických podmienok (anaeróbne prostredie, doba skladovania) [8]. Anaeróbne podmienky mohlo navodiť veľmi vlhké prostredie. Nepredpokladáme, že by zdrojom metánu mohli byť použité dezinfekčné prostriedky. K tvorbe oxidu dusného dochádza pri nitrifikačných a denitrifikačných procesoch v aerobných, resp. semiaerobných podmienkach [5].

Emisie všetkých sledovaných plyných zlúčenín sa aj napriek klesajúcej tendencii ich koncentrácií ku koncu výkrmu zvyšovali z dôvodu narastajúcej intenzity vetrania (I. 39 977  $\text{m}^3$ , IV. 128 653  $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ) (tabuľka 2).

Hodnoty emisií z oboch meracích ventilátorov boli

Table 1: Concentrations of gases in single decades of fattening period (ppm)

Tabuľka 1: Koncentrácie plynov v jednotlivých dekádoch výkrmu (ppm)

dekáda	$\text{CO}_2$			$\text{N}_2\text{O}$			$\text{CH}_4$			$\text{H}_2\text{O}$		
	$\bar{x}$	max	min	$\bar{x}$	max	min	$\bar{x}$	max	min	$\bar{x}$	max	min
I.	4016	9427	939	1,2	1,7	0,9	155	217	87	16 952	23 707	9 593
II.	2323	5272	993	1,1	1,5	0,9	125	167	82	13 830	18 256	9 443
III.	2459	5050	986	1,1	1,5	0,9	113	179	62	14 087	19 195	8 156
IV.	2673	5161	1092	1,1	1,4	0,9	105	140	59	13 493	17 678	8 043

Table 2: Air flow and air volume released from the ventilation system of the chicken house

Tabuľka 2: Prietok a objem vzduchu odvádzaný z chovného priestoru ventilačným systémom

dekáda	meracie ventilátory				všetky ventilátory	
	$Q_{V1}$ ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	$V_{V1}$ ( $\text{m}^3$ ). $10^6$	$Q_{V2}$ ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	$V_{V2}$ ( $\text{m}^3$ ). $10^6$	$Q$ ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	$V$ ( $\text{m}^3$ ). $10^6$
I.	2 597	0,59	3 358	0,77	39 977	9,2
II.	3 066	0,74	2 974	0,71	73 361	17,6
III.	3 098	0,74	3 085	0,73	114 772	27,5
IV.	2 937	0,67	2 999	0,69	128 653	29,5
spolu		2,74		2,90		83,8

$Q_{V1}$ ,  $Q_{V2}$  – priemerný hodinový prietok vzduchu cez prvý a druhý stropný merací ventilátor

$V_{V1}$ ,  $V_{V2}$  – objem vzduchu odvedený za celú dekádu cez prvý a druhý stropný merací ventilátor

$Q$  – priemerný hodinový prietok vzduchu cez celý ventilačný systém

$V$  – objem vzduchu odvedený cez celý ventilačný systém

Table 3: Emission rate of gases (kg) and an average emission flow (kg. hour<sup>-1</sup>) in single decades of fattening period

 Tabuľka 3: Emisné množstvo plynov (kg) a priemerný emisný tok (kg. h<sup>-1</sup>) v jednotlivých dekádach výkrmu

dekáda	CO <sub>2</sub>		N <sub>2</sub> O		CH <sub>4</sub>		H <sub>2</sub> O	
	(kg)	(kg. h <sup>-1</sup> )	(kg)	(kg. h <sup>-1</sup> )	(kg)	(kg. h <sup>-1</sup> )	(kg)	(kg. h <sup>-1</sup> )
I.	35 930	155,5	0,58	2,49 . 10 <sup>-3</sup>	226,4	0.980	26 370	114,2
II.	33 098	137,9	0,69	2,87 . 10 <sup>-3</sup>	253,1	1.054	29 675	123,7
III.	64 821	270,1	1,14	4,76 . 10 <sup>-3</sup>	381,3	1.589	54 230	226,0
IV.	77 465	338,3	2,74	11,96 . 10 <sup>-3</sup>	462,2	2.019	68 639	299,7
<b>Spolu</b>	<b>211 314</b>	-	<b>5,15</b>	-	<b>1 323</b>	-	<b>178 914</b>	-
čiasťkový emisný faktor <sup>1)</sup> (g . ks <sup>-1</sup> )	8 828	-	0.21	-	55.27	-	7 474	-

<sup>1)</sup> čiasťkový emisný faktor vypočítaný z priemerného počtu zvierat 23 938 ks, vyjadruje množstvo plynu prepočítané na jedno brojlerové kurča za obdobie jedného chovného turnusu, t. j. 40 dní, v letnom období.

diametrálne odlišné (oxid uhličitý V1 8424 kg, V2 11626 kg, vodná para V1 6504 kg, V2 8548 kg, metán V1 50 kg, V2 67 kg). Spôsobilá to nehomogénna koncentrácia plyných zlúčenín v chovnom priestore a odlišný prietok vzduchu cez jednotlivé ventilátory (tabuľka 2). Prietok vzduchu, hoci sú ventilátory nastavené na rovnakú výkonnosť, môže byť ovplyvnený zmenami vnútorného tlaku, akumuláciou prachu na lopatkách ventilátora a stenách ventilačných šácht, opotrebovaním prevodov a pod. Z uvedených dôvodov je zrejmé, že na presné stanovenie množstva emisií má meranie koncentrácií plynov a prietokov vzduchu na všetkých ventilačných otvoroch odvádzajúcich znečistený vzduch z chovného objektu svoje opodstatnenie.

Za celé obdobie výkrmu sa z chovnej haly odvieďlo 83,8 . 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> znečisteného vzduchu, ktorý obsahoval 211 t oxidu uhličitého, 5 kg oxidu dusného, 1,3 t metánu a 179 t vodnej pary (tabuľka 3).

## ZÁVER

Základnou funkciou technológie výmeny vzduchu v maštali (vetracie zariadenie), by malo byť nielen udržiavanie optimálnej teploty, ale aj odstránenie škodlivých plynov z ovzdušia chovného priestoru, vrátane prísunu a rovnomernej distribúcie čerstvého vzduchu v životnej zóne zvierat.

Dostatočné vetranie zbavuje vnútorné ovzdušie prebytočného oxidu uhličitého, ale aj škodlivého amoniaku (NH<sub>3</sub>), zápachových plynov a vlhkosti. Dôkladné odvetranie nežiaducich plyných zlúčenín by však znamenalo podstatné ochladenie chovného priestoru najmä v zimnom období. V letnom období je možné zvyšovať ventiláciu aj na 100 % - nú výkonnosť. Z toho

dôvodu mnohí autori uvádzajú nižšie koncentrácie plynov zistené pri letných experimentoch. Intenzívne vetranie je tiež neprípustné na začiatku chovného turnusu (kuriatka sú citlivé na chlad a prievan). Udržiavanie optimálnej teploty pri zvýšenej intenzite vetrania by vyžadovalo neustále vykurovanie, z čoho vyplýva nárast nákladov na energie a nadmerné hromadenie CO<sub>2</sub> v maštálnom ovzduší. Predchádzať tvorbe nežiaducich plyných zlúčenín, bude pravdepodobne jediným optimálnym riešením.

## LITERATÚRA

- [1] Freibauer A., Kaltschmitt M., Biogenic greenhouse gas emissions from agriculture in Europe, Forschungsbericht 78, University of Stuttgart, IER, 2001, 220 p.
- [2] Monteny G-J., Bannink A., Chadwick D., Greenhouse gas abatement strategies for animal husbandry, Agr., Ecos. and Environ. (2006) 112: 163–170.
- [3] Oenema O., Wrage N., Velthof G.L., Groenigen J.W., Dolfing J., Kuikman P.J., Trends in global nitrous oxide emissions from animal production systems, Nutr. Cycling in Agroecosyst. (2005) 72: 51-56.
- [4] Pattey E., Trzcinski M.K., Desjardins R.L., Quantifying the reduction of greenhouse gas emissions as a result of composting dairy and beef cattle manure, Nutr. Cycling in Agroecosyst. (2005) 72: 173-187.
- [5] Smernica Rady 2007/43/ES z 28. júna 2007, ktorou sa stanovujú minimálne pravidlá ochrany kurčiat chovaných na produkciu mäsa. Úradný vestník Európskej únie, Luxemburg, 28. júna 2007.

[6] UNFCCC, The Kyoto Protocole to the United Nations Framework Convention on Climate Change, 2007.

[7] Weiske A., Petersen S.O., Mitigation of greenhouse gas emissions from livestock production, *Agr., Ecos. and*

*Environ.* (2006) 112: 105-106.

[8] Yamulki S., 2006. Effect of straw addition on nitrous oxide and methane emissions from stored farmyard manure, *Agr., Ecos. and Environ.* (2006) 112: 140-145.

