

AMONIAKO EMISIJA PAVIENĖSE ĮVAIRIŲ TIPŲ KARVIDĖSE

Sabina Mikulionienė, Stanislovas Būdvytis, Gedvaldas Povilaitis

Lietuvos žemės ūkio universitetas, Noreikiškės

LT - 4324 Kaunas - Akademija; tel. 8 37 75 23 61; faks. 8 37 39 75 00

Santrauka. ES bendrosios žemės ūkio politikos srityje didelis dėmesys skiriamas aplinkosaugos klausimams ir ekologinio žemės ūkio plėtrai. Kadangi Lietuva siekia narystės Europos Sąjungoje, žemės ūkio politiką ir strategiją ji derina su ES. Derindamasis prie naujų žemės ūkio produkcijos rinkų, Lietuvos žemės ūkis reikalauja pokyčių. Šalies kaimo plėtros strategijos įgyvendinimas pareikalauja daug lėšų. Todėl labai svarbu išnaudoti esamus resursus, bent jau plėtros pradžioje. Ypač svarbu esamus gyvulininkystės pastatus panaudoti, pertvarkyti ir pritaikyti tiek tradicinei, tiek ekologiškai gyvulininkystei plėtoti.

Kadangi pieno gamyba yra viena iš labiausiai išvystytų gyvulininkystės sričių, ekonomiškai labai svarbu panaudoti esamas karvides. Tvirtų mikroklimatas gali turėti tiesioginės įtakos pieno kokybei. Atsižvelgiant į tai, kad įvairiose šalyse atlikta daugybė tyrimų, mokslininkai nagrinėjančių dujų išsiskyrimą ir jų pašalinimą gyvulininkystės pastatuose, kiekviename tvarte būtina iširti kenksmingų dujų kieki ir rasti priemonių joms pašalinti.

Atlikę dujų tyrimus dviejų vietų, šimto ir dviejų šimtų vietų karvidžių ore „Dräger“ prietaisų sistema, CH₄, NO ir H₂S dujų neradome. Visose patalpose radome amoniako, kurio kiekis įvairavo ryte, vidurdieny ir vakare. Didžiausias NH₃ kiekis nustatytas ryte prieš melžimą: dviejų vietų karvidėje 8 – 16 ppm, 100 vietų – 5 – 15 ppm ir 200 vietų karvidėje – 0 – 5 ppm. Skirtingas NH₃ kiekis nustatytas įvairiose tvartų vietose. Gautus rezultatus statistiškai įvertinus dispersinės analizės metodu su ANOVA EXCEL programa (3.1 versija), daugumos variantų Fišerio faktoriaus kriterijaus reikšmė didesnė negu teorinė ($F_{\text{fakt.}} < F_{\text{teor.}}$). Vadinasi, tarp NH₃ kiekio tvartų ore įvairiu paros metu yra žymių skirtumų, o tai atitinka $p < 0,005$ ir $p < 0,001$ reikšmes.

Mažiausias NH₃ kiekis rastas 200 vietų karvidėje, kur veikia ištraukiamasis vėdinimas ir nuolatos šalinamas mėšlas. Norint sumažinti amoniako kiekį kitų dviejų tipų tvartuose, reikėtų sutvarkyti vėdinimą ir dažniau iš patalpų šalinti mėšlą.

Raktažodžiai: amoniakas, amoniako emisija, „Dräger“ prietaisų sistema, karvidės.

EMISSION OF AMMONIA IN SINGLE TYPE LIVESTOCK BUILDINGS

Summary. The EU's General Agricultural Policy pays the greatest attention to the environmental questions and developments of ecological agriculture. While Lithuania seeks access to the European Union, it regularizes agricultural strategy and policy according to the EU. In order to fit to the new markets of agricultural production, Lithuanian agriculture requires great changes. The implementation of Lithuanian Rural Development Strategy will require many resources. That is why it is so important to use present resources, at least in the primary stage. It applies especially to the use, reorganization and readjustment of present livestock buildings for traditional as well as ecological stock-raising development.

Since milk production is one of the most developed stock-raising areas, the use of present livestock buildings is economically very important. The microclimate in livestock buildings can have direct influence on the quality of milk. For this reason there were a lot of investigations on emission and elimination of gas in livestock buildings made in different countries and in this regard the amount of pernicious gas has to be estimated in every livestock building, and the means for its elimination have to be determined.

The gas investigation using the Dräger's equipment system showed, that in the air of 2 places, 100 places and 200 places livestock buildings CH₄, NO and H₂S gases were not found. Ammonia was found in all livestock buildings, which amount was different in the morning, in the afternoon and in the evening. The largest amount of NH₃ was estimated before milking in the morning; in 2 places livestock building it was 8–16 ppm, in 100 places it was 5–15 ppm and in 200 places it was 0–5 ppm. In various places of livestock buildings, a different amount of NH₃ was detected. Estimated results were statistically computed by ANOVA program for EXCEL vers. 3.1 using dispersion method, which showed that the Fisher factorial mean of the most part of variants was bigger than theoretical one ($F_{\text{fakt.}} > F_{\text{theor.}}$). That is, there are great variances in NH₃ amount in livestock buildings during different periods around the clock, which stand for $P < 0.005$ and $P < 0.001$ meanings.

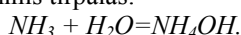
The smallest amount of NH₃ was found in 200 places livestock building, where extracting ventilation and steady elimination of manure was available. In order to reduce the amount of ammonia in other livestock buildings, the reconstruction of ventilation and elimination of manure from them is required.

Keywords: ammonia, emission of ammonia, Dräger's equipment system, livestock buildings.

Įvadas. Gyvūno gyvybiniams procesams palaikyti ir produkcijai gaminti reikalingi baltymai. Azotas yra pagrindinė baltymų sudedamoji dalis, bet, patekęs į gyvūno organizmą su pašaru, jis panaudojamas ne visas. Pvz.: kiaulė panaudoja 34% pašaro azoto, su šlapimu į aplinką išskiria 36%, su išmatomis 30%, tai yra su ekskrementais išskiria apie 66%, iš kurių į orą patenka apie 13% (Drumond et al., 1981). Azotas teršia orą, todėl amoniako emisijai į aplinką skiriama daugiau dėmesio, nei kitoms azoto savo sudėtyje turinčioms medžiagoms dėl santykinai

didelės jo koncentracijos. Fermų tvartuose esantis amoniakas veikia aplinką – žmogų ir gyvūnus. Žemės ūkyje 80% aplinkos teršalų išskiriama amoniako pavidalu (Bakutis, 2001; Dochler, 1990; Tomescu, Marschang, 1977). Svarbiausia atmosferos amoniako savybė yra ta, kad jis gali būti žalingas junginiuose su kitais oro teršalais.

Amoniakas (NH_3) yra bespalvės, nuodingos, stipraus specifinio kvapo, vandenyje tirpstančios, randamos tvartų ore dujos. Jo molekulinis svoris 17,03. Litras NH_3 dujų normaliomis oro sąlygomis sveria 0,7709 g, o miligramas užima 1,316 mililitro. Viename tūryje 0°C temperatūros vandens gali ištirpti 1176 dalys amoniako. Gaunamas šarminis tirpalas:



Kylant temperatūrai, NH_3 tirpumas vandenyje, kaip ir visų dujų, mažėja. Atmosferos ore amoniako randami tik pėdsakai. Tvartų ore gyvūnams leistina maksimali NH_3 koncentracija – iki 0,026% (Niaura, 1971).

Tyrimai, kurie įrodo tiesioginį amoniako poveikį gyvūnų sveikatai, nėra išsamūs. Kiaulės, paveiktos 10, 50, 100 ir 150 ppm koncentracija, pašarų konversijai įtakos neturėjo, bet smarkiai sumažėjo pašarų ėdamumas ir kiauulių priesvoris (Drumond, 1981; Krause, 1991). Kiaulidėse, kur didelė amoniako koncentracija (20 ppm), kiauilaitės subrendo aštuoniomis dienomis vėliau palyginti su amoniako koncentracija 10 ppm (Malayer, 1988). Bandymais įrodyta, kad vištų, laikomų aplinkoje, kur NH_3 koncentracija 60, 100 ppm, sumažėja augimas, pašarų ėdamumas, kiaušinių produkcija (Charles, 1967; Gustafsson, 1990; o' Connor, 1988).

Jeigu gyvūnai ilgesnį laiką kvėpuoja nors ir nedaug amoniako turinčiu oru (koncentracija $0,1\text{g}/\text{m}^3$), gali sutrikti jų sveikata ir sumažėti produktyvumas. Amoniakas erzina viršutinių kvėpavimo takų ir akių gleivines, sukelia kosulį, ašarojimą ir sudaro palankias sąlygas uždegiminiams procesams vystytis, o pro sužeistas gleivines į organizmą gali prasiskverbti mikrobai. Patekęs į kraują amoniakas ardo eritrocitus ir leukocitus, taip skatina mažakraujystę ir lėtina organizmo medžiagų apykaitos procesus. Tvartų oras veikia ne tik gyvūnų, bet ir juos aptarnaujančių žmonių sveikatą. Todėl jei amoniako koncentracija yra didesnė nei $0,02\text{ g}/\text{m}^3$, reikia nedelsiant imtis priemonių padėčiai pakeisti.

Mėšlo dujų pasiskirstymą gyvulininkystės patalpose tyrė keletas autorių (Dochler, 1990; Kangas, 1987; Ouwerkerk, 1993; Robertson; Simensen, 1981; Tomescu, Marschang, 1977).

Amoniakos koncentracija fermose priklauso nuo pašarų rūšies, pastato techninių konstrukcijų, mėšlo tvarkymo ir šalinimo sistemos. Norint sumažinti amoniako išskyrimą į aplinką, reikia, kad gyvulio organizmas geriau pasisavintų proteinus. Rekomenduojama tiksliai normuoti aminorūgščių kiekį racione. Tvartų konstrukcijos, mėšlo šalinimo technologijos, zoohigieninių mikroklimato normų laikymasis apsaugo žmogų ir gyvūnus nuo žalingo amoniako dujų poveikio.

Amoniakos koncentracija ir išsiskyrimą galima matuoti įvairiais metodais (Ouwerkerk, 1993).

Taškiniam matavimui gali būti naudojamas vamzdelis, kuriame žinomo kiekio oro tūris reaguoja su chemikalais, sąlygojančiais jų spalvos pasikeitimus. Tai vienas iš paprasčiausių ir pigiausių metodų.

„Impinger“ (impinge – kristi) metodu amoniako koncentracija dujose gali būti matuojama perleidžiant dujas per tris absorbcijos flakonus: pirmasis flakonas amoniaką surenka, antrasis – patikrina prisotinimą ir trečiasis (tuščias) flakonas surenka tyrimo metu atsiradusius skysčius. „Impinger“ metodas yra tikslus, bet darbas – intensyvus ir sudėtingas, reikalaujantis laboratorinių sąlygų.

„Infrared“ analizatorius veikia infraraudonosios šviesos principu. Mėginys ištraukiamas į kamerą įmontuota oro pompa ir absorbuoja energiją iš infraraudonojo spindulio. Jei naudojamas tam tikras bangos ilgis, kalbama apie nedispersinę (Non Dispersive InfraRed) infraraudonųjų spindulių analizę. Šios absorbcijos kiekis matuojamas detektoriumi ir konvertuojamas į koncentracijos vienetus. Kai kurios analizatorių rūšys turi dvigubą spindulį, pagal kurį galima automatiškai matuoti penkių skirtingų bangos ilgių absorbciją, tarp kurių galima sąveikaujančių komponentų tarpusavio kompensacija. „Fourier Transform InfraRed“ (FTIR) spektroskopija gali nuskenuoti ištisą infraraudonųjų spindulių spektrą ir išanalizuoti jo specifines absorbcijos charakteristikas. FTIR gali būti daug aiškesnė už įprastinę spektroskopiją, kadangi gali atrasti, nustatyti ir išmatuoti keletą skirtingų dujų vienu metu.

Matuojant elektrotechniniu metodu naudojama kamera, susidedanti iš dviejų poliarizuotų elektrodų, izoliuotų nuo aplinkos oro dujoms pralaidžia membrana. Dujos sklinda į daviklį kaip taikiny, įvyksta redokso reakcija, generuojanti proporcingą dujų koncentracijos tėkmę. Šiuo principu sukurtos EIT, MDA, „Ecylyser“, „Interscan“, „Sensidyne“ ir „Dräger“ prietaisų sistemos. Vienas šių prietaisų – „Dräger Mini Warn“, skirtas keturių rūšių dujoms nustatyti. Jis turi Europos Sąjungos sertifikata, patvirtintą 94/9 EC direktyva ir priklausanti „EEx iad IIC T4/T6 ir EEx iad“ saugos klasei.

Darbo tikslas – nustatyti NH_3 , NO, H_2S ir CH_4 koncentraciją trijų tipų karvidėse, ištirti jų pasiskirstymą bei galimybes joms pašalinti.

Tyrimų metodika ir sąlygos. Tyrimai atlikti 200, 100 ir dviejų vietų karvių tvartuose. Karvės laikomos prižiūtos. 200 ir 100 vietų karvidėse kraikui naudojamos pjuvenos, dviejų vietų – šiaudai. 200 vietų karvidėje mėšlas nuolat šalinamas transporteriu, 100 vietų karvidėje – transporteriu 3 - 4 kartus per parą ir dviejų vietų tvarte – vieną kartą per parą. Oro vėdinimo kanalai lubose tyrimų metu veikė tik 200 vietų karvidėje; kituose tvartuose žiemos metu jie buvo užkamšyti šiaudais. Tyrimo laikotarpiu lauko temperatūra buvo nuo 0 iki $+3^\circ\text{C}$, atmosferos slėgis 722–728 mm Hg (1 lentelė). Oro judėjimo greitis patalpose pagal psichrometrinę skalę 200 vietų patalpose $0,20$ – $0,40\text{ m}/\text{sek.}$, dviejų – $0,13$ - $0,16\text{ m}/\text{sek.}$ Tuo pat metu vėjo greitis lauke pagal Boforto skalę – $0,6$ – $1,8\text{ m}/\text{sek.}$ Oro temperatūra įvairiose karvidėse buvo skirtinga: 200 vietų tvarte nuo 10 iki $+10^\circ\text{C}$, 100 vietų nuo $+13$ iki $+18^\circ\text{C}$ ir dviejų vietų nuo $+12$ iki $+14^\circ\text{C}$.

Dujas tyrėme keturių dujų analizatoriumi „Dräger Mini Warn“. CH_4 , NO ir H_2S dujų nerasta. Didžiausias NH_3 kiekis visais atvejais nustatytas ryte, prieš melžiant karves: 200 vietų karvidėje 0 – 5 ppm , 100 vietų – 5 – 15 ppm ir dviejų vietų – 8 – 16 ppm .

Gauti rezultatai statistiškai įvertinti dispersinės sija) (Charles, 1967; Будин, 1996). analizės metodu su programa ANOVA EXCEL (3.1 ver-

1 lentelė. Atmosferos slėgio vidurkis, mm Hg

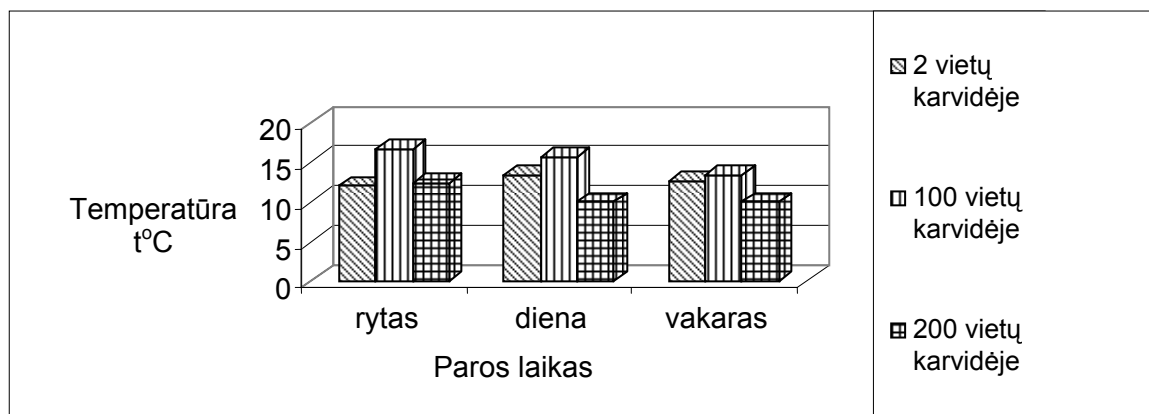
Nr.	Paros metas	n	Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.	% nuo kontr. v.	R ₀₅ grupė	R ₀₁ grupė
1.	Rytas	3	724,6667	0	100	2	2
2.	Diena	3	724	-0,6667	99,9080	2	2
3.	Vakaras	3	726	1,3333	100,1840	2	2
Trijų vidurkis =			724,889				
				R ₀₅ = 3,999		0,55% Sx =	1,018
				R ₀₁ = 6,631		0,91% Sx% =	0,14

Tyrimų rezultatai. Skaičiavimai ir kiti veiksmai su skaičiais atlikti „dvigubo“ tikslumo lygiu. Statistiniai Stjudento ir Fišerio kriterijai apskaičiuoti 95% (05) ir 99% (01) tikimybės lygiams naudojant vidines programos „Excel“ funkcijas. Pirmas kiekvieno tyrimo variantas

sąlyginai laikomas kontroliniu.

Vidutinis paros atmosferos slėgis buvo ~ 725 mm Hg (1 lentelė). Visu bandymo laikotarpiu jis praktiškai nesikeitė.

Tvartų vidaus temperatūra parodyta 1 pav.



1 pav. Tvartų vidaus temperatūra 2, 100 ir 200 vietų karvidėse skirtingu paros laiku

Ryto temperatūra aukščiausia 100 vietų karvidėje, nes nakties metu blogai vėdinama, o karvių pakankamai daug. Variantų faktinio Fišerio kriterijaus reikšmė didesnė negu teorinė ($F_{\text{fakt.}} > F_{\text{teor.}}$). Vadinasi, tarp temperatūrų tvartuose prieš rytinį melžimą yra esminių skirtumų. Šiuo atveju $30,5^{**} > 18,00$.

Aukščiausia vidurdienio temperatūra 100 vietų karvidėje ~15,7°C (3 lentelė), Fišerio kriterijaus faktinė reikšmė didesnė negu teorinė: $F_{\text{fakt.20,86}^{**}} > F_{\text{teor.18,00}}$, esant

99% tikimybės laipsniui (R_{01}).

Aukščiausia vakaro temperatūra – taip pat 100 vietų karvidėje. Paros laiko Fišerio kriterijaus faktinė reikšmė didesnė negu teorinė: $F_{\text{fakt.56}^{**}} > F_{\text{teor.18,00}}$, esant 99% tikimybės laipsniui (R_{01}).

Atlikus dujų tyrimą tvartų ore, CH₄, NO ir H₂S nerasta. Visose karvidėse rasta NH₃ dujų, kurių kiekis parodytas 2–10 lentelėse.

2 lentelė. NH₃ ppm prie dviejų vietų tvarto kanalo

Nr.	Paros metas	n	1 dieną		2 dieną		3 dieną	
			Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.	Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.	Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.
1.	Rytas	9	13,6689	0	16,19	0	16,5689	0
2.	Diena	9	10,0233	-3,6456	10,5778	-5,6122	10,5656	-6,0033
3.	Vakaras	9	12,7367	-0,9322	13,2178	-2,9722	13,05	-3,5189
Trijų vidurkis =			12,143	Sx= 0,128	13,329	Sx= 0,012;	13,395	Sx= 0,013

Iš 3 lentelėje pateiktų rezultatų matome, kad daugiausia NH₃ čia rasta taip pat ryte ~ 10 - 11 ppm. Fišerio faktinis kriterijus pirmą dieną 182,37**, antrą

dieną – 57,64** ir trečią dieną 108,76**, esant 99% tikimybės lygmeniui.

3 lentelė. NH₃ ppm dviejų vietų tvarto viduryje

Nr.	Paros metas	n	1 dieną		2 dieną		3 dieną	
			Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.	Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.	Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.
1.	Rytas	9	11,28	0	10,3133	0	10,2056	0
2.	Diena	9	8,8122	-2,4678	8,8156	-1,4978	7,94	-2,2656
3.	Vakaras	9	9,3333	-1,9467	8,3322	-1,9811	8,92	-1,2856
Trijų vidurkis =			9,809	S _x = 0,096	9,154	S _x = 0,136	9,022	S _x = 0,109

4 lentelė. NH₃ ppm dviejų vietų tvarto gale

Nr.	Paros metas	n	1 dieną		2 dieną		3 dieną	
			Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.	Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.	Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.
1.	Rytas	9	14,7267	0	14,5456	0	14,68556	0
2.	Diena	9	10,2322	-4,4944	10,4089	-4,1367	10,3211	-4,3645
3.	Vakaras	9	12,3411	-2,3856	11,9689	-2,5767	12,0411	-2,6445
Trijų vidurkis =			12,433	S _x = 0,147	12,308	S _x = 0,229	12,349	S _x = 0,213

5 lentelė. NH₃ ppm prie kanalo 100 vietų karvidėje

Nr.	Paros metas	n	1 dieną		2 dieną		3 dieną	
			Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.	Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.	Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.
1.	Rytas	9	10,8867	0	10,3189	0	10,2744	0
2.	Diena	9	9,22	-1,6667	9,11	-1,2089	9,1722	-1,1022
3.	Vakaras	9	10,5844	-0,3022	10,5267	0,2078	10,3422	0,0678
Trijų vidurkis =			10,23	S _x = 0,027	9,985	S _x = 0,039	9,93	S _x = 0,048

6 lentelė. NH₃ ppm 100 vietų karvidės viduryje

Nr.	Paros metas	n	1 dieną		2 dieną		3 dieną	
			Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.	Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.	Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.
1.	Rytas	9	7,3256	0	7,9378	0	7,8989	0
2.	Diena	9	6,1167	-1,2089	6,8278	-1,11	6,5389	1,36
3.	Vakaras	9	8,6289	1,3033	8,3789	0,4411	7,6867	-0,2122
Trijų vidurkis =			7,357	S _x = 0,177	7,715	S _x = 0,062	7,375	S _x = 0,112

7 lentelė. NH₃ ppm 100 vietų karvidės gale

Nr.	Paros metas	n	1 dieną		2 dieną		3 dieną	
			Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.	Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.	Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.
1.	Rytas	9	9,6211	0	9,4078	0	9,4311	0
2.	Diena	9	8,2311	-1,39	8,7389	-0,6689	8,5044	-0,9267
3.	Vakaras	9	9,5322	-0,0889	9,9267	0,5189	9,3378	-0,0933
Trijų vidurkis =			9,128	S _x = 0,077	9,358	S _x = 0,033	9,091	S _x = 0,041

Tvarto gale ištirto NH₃ kiekis didžiausias ryte ~ 14 ppm (5 lentelė). Esant 99% tikimybės lygmeniui, Fišerio faktinio kriterijaus reikšmė didesnė už teorinę: 1 dieną 233,31**, 2 dieną 83,32** ir 3 dieną 106,96**, tai yra tarp NH₃ kiekio įvairių paros metu yra esminių skirtumų.

Amoniako nustatymo rezultatus 100 vietų karvidėje matome 5, 6, 7 lentelėse.

Panašūs tyrimų rezultatai ir tvarto gale (7 lentelė): ryte ~ 9 ppm, dieną ~ 8 ppm, vakare ~ 9 ppm.

Visais trimis atvejais 100 vietų karvidėje tarp atskirų variantų yra esminių skirtumų: vertinant tiek 95%, tiek 99% tikimybės lygmeniu, $F_{\text{fakt.}} > F_{\text{teor.}}$.

NH₃ tyrimų rezultatai 200 vietų karvidėje išdėstyti 8, 9 ir 10 lentelėse.

8 lentelė. NH₃ ppm prie 200 vietų karvidės kanalo

Nr.	Paros metas	n	1 dieną		2 dieną		3 dieną	
			Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.	Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.	Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.
1.	Rytas	9	1,26	0	1,4944	0	1,6033	0
2.	Diena	9	0,4833	-0,7767	0,5744	-0,92	0,5011	-1,1022
3.	Vakaras	9	1,4044	0,1444	1,4044	-0,09	1,41	-0,1933
Trijų vidurkis =			1,049	Sx= 0,014	1,158	Sx= 0,005	1,171	Sx= 0,009

9 lentelė. NH₃ ppm 200 vietų karvidės viduryje

Nr.	Paros metas	n	1 dieną		2 dieną		3 dieną	
			Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.	Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.	Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.
1.	Rytas	9	0,5356	0	0,5833	0	0,75	0
2.	Diena	9	0,16	-0,3756	0,2378	-0,3456	0,19	-0,56
3.	Vakaras	9	0,3322	0,2033	0,2867	-0,2967	0,7122	-0,0378
Trijų vidurkis =			0,343	Sx= 0,061	0,369	Sx= 0,027	0,551	Sx=0,021

10 lentelė. NH₃ ppm 200 vietų karvidės gale

Nr.	Paros metas	n	1 dieną		2 dieną		3 dieną	
			Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.	Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.	Vidurkis	Skirtumas palyginti su kontr. v.
1.	Rytas	9	1,3033	0	1,4	0	1,4467	0
2.	Diena	9	0,3456	-0,9978	0,5556	-0,8444	0,4622	-0,9844
3.	Vakaras	9	01,0889	-0,2144	0,9678	-0,4322	1,1522	-0,2944
Trijų vidurkis =			0,913	Sx= 0,044	0,974	Sx= 0,048	1,02	Sx=0,014

Amoniako kiekis 200 vietų karvidėje prie mėšlo ir srutų kanalo neviršija leistinų normų (2 ppm), tačiau prieš rytinį melžimą NH₃ kiekis skiriasi nuo kito paros meto iš esmės tiek 95%, tiek 99% tikimybės lygmeny, o $F_{\text{fakt.}} > F_{\text{teor.}}$.

Tvarto viduryje NH₃ rasta dar mažiau (9 lentelė).

Amoniako kiekis 200 vietų karvidės viduryje neviršija normos, tačiau tarp NH₃ ppm kiekio ryte ir kitu paros metu yra žymių skirtumų.

Amoniako emisija 200 vietų karvidės gale parodyta 10 lentelėje.

Išvados.

1. 200 vietų karvidėje, kur gerai įrengtas vėdinimas ir nuolat šalinimas mėšlas, NH₃ kiekis neviršija normos ir yra mažesnis už 2 ppm.

2. Dviejų ir 100 vietų karvidėse NH₃ kiekis viršija leistiną normą kelis kartus ir sudaro kenksmingą mikroklimatą (atskirais atvejais > 16 ppm).

3. Tvartuose būtina įrengti nuolat veikiančią vėdinimą.

4. Mėšlą iš karvidžių būtina šalinti nuolatos.

5. Įrengus karvides pagal nurodymus, būtina dar kartą iširti amoniako emisiją. Jei jo kiekis bus leistinas, karvides bus galima eksploatuoti.

Kai kurios santrumpos ir paaiškinimai.

1. Nuokrypiai nuo pirmo varianto: raudona spalva R<, juoda spalva R±, žalia spalva – R>.

2. $F_{\text{fakt.}}$ – faktinis (apskaičiuotas) Fišerio kriterijus.

$F_{\text{teor.}}$ – teorinis (lentelės) Fišerio kriterijus.

3. R_{01} – mažiausia esminio skirtumo riba, esant tikimybės lygiui 0,99.

R_{05} – mažiausia esminio skirtumo riba, esant tikimybės lygiui 0,95.

4. S_x – bandymo vidurkio paklaida, $S_x\%$ – bandymo vidurkio santykinė paklaida.

5. 95% tikimybės lygmuo – „*“, o 99% – „**“ po $F_{\text{fakt.}}$ Kriterijaus reikšmės, atitinkančios $p < 0,05$ ir $p < 0,01$ reikšmės.

Pagrindiniai tyrimų rezultatų vidurkiai išdėstyti lentelėse ir paveiksluose.

Literatūra

1. Bakutis B., Monstvilienė E. Ekologinės gyvulininkystės problemos. Veterinarija ir zootechnika. Kaunas, 2001. 15 (37). P. 7 - 10.

2. Dochler und den Weghe H. (Eds). Amoniak in der Umwelt. KTBL Darmstadt, 1990. S 663.

3. Drumond J. G., Curtis S.E., Meyer R.C., Simon J., Norton H.W. Effects of Atmospheric Amonia on Young Pigs Experimentably Infected with Bordetella Bronchoseptica. Amer. J. Of Vet. Research, 1981. Vol. 42. P. 463–468.

4. Charles D.R., Payne C.G. The Influence of Groded Levels of Atmospheric Ammonia on Chickens. British Poultry Science, 1967. Vol. 7. P. 177–187.

5. Gustafsson G., Mastenson L. Gases and Dust in Poultry Houses. Dept of Farm Buildings, 1990. Report 68. P.15–18.

6. Kangas J., Louhelainen K., Husman K. Gaseous Health Hazards in Livestock Confinement Buildings. Journal of Agricultural Science in Finland, 1987. No 59. P. 57 - 62.

7. Krause K.H., Jansen J. Modelling the Dispersion of Ammonia within animal Houses. In. V. C.Nielsen et. al. (Eds). Ammonia and Odour Emissions from Livestock Production. London, 1991. P. 71–80.

8. Malayer J.R., Brandt K.E., Green M.L., Kelly D.T., Sulton A.L., Dickman M.A. Influence of Manure Gases on the Onset of Puberty of Replacement Gilts. Proc. of the British Soc. for Animal Production, 1988. Vol. 46. P. 277 -282.
9. Niaura A. Zoohigienos praktikos darbai. V., Mintis, 1971. P. 40.
10. O'Connor J.M., McQuitty J. B., Clark P.C. Air Quality and Contaminant Loads in Three Commercial Broiler Breeder Barns. Canadian Agricultural Engineering, 1988. Vol. 30. P. 273– 276.
11. Ouwerkerk E. N. J. van. Measurement Methods for Ammonia Emissions from Livestock Buildings (In Dutch). Agricultural Research Department. Wageningen, 1993. P. 178.
12. Robertson J. F. Dust and Ammonia in Pig Buildings. Farm Building Progress. Vol. 110. P. 19 – 24.
13. Simensen E. Climatic Conditions and their Relation to Housing Factors in Norwegian dairy Barns with Special Reference to Dairy Cows. Acta Agriculture Scandinavica, 1981. Vol.31. P. 261 – 266.
14. Tarkanovas P. Statistinių duomenų apdorojimo programų paketas „Selekcija“. Akademija, 1999. P. 57.
15. Tomescu V., Marschang F. Observations on the Correlation Between the Dung Disposal Systems and the Concentration of Ammonia in the Air of Animal Houses. British Veterinary Journal. 1977. Vol. 133. P. 629 – 634.
16. Бунин Э. “Excel Visual Basic” для приложений. /пер. с англ./ М. Восточная Книжная Компания, 1996. С. 352.