

Skirtingų galvijų mėšlo tvarkymo sistemų įtaka oro taršai

Aistė Čiuladaitė, Rasa Čingienė

Aleksandro Stulginskio universitetas

Žemės ūkyje svarbiausi koncentruotos taršos šaltiniai yra gyvulininkystės ūkiai. Intensyviuose gyvulininkystės ūkiuose aplinkos taršos mažinimui reikėtų taikyti įvairias technologines ir administracines priemones, nes svarbios yra visos smulkmenos, kurios gali įtakoti tiek gyvulių produktyvumą, tiek daromą žalą aplinkai. Stambėjant gyvulininkystės ūkiams, vienoje vietoje sutelkiami neįprastai dideli skaičiai gyvulių, kurie įtakoja padidėjusį mėšlo/srūtų kiekį. Būtent tai kelia grėsmę supančiai aplinkai: orui, dirvai ir vandeniui.

Straipsnyje nagrinėjama skirtingų galvijų mėšlo tvarkymo sistemų įtaka oro taršai. Tyrimai atlikti dviejuose gyvulininkystės ūkiuose, taikančiuose skirtingas mėšlo saugojimo sistemas (kraikinio mėšlo aikštelė ir srūtų rezervuaras). Tyrimais nustatyta, kad didžiausia anglies dioksido (CO_2) emisija ($1400 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}$) išmatuota tirštame mėšle, o didžiausia amoniako (NH_3) koncentracija ($240 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}$) stebima skystame mėšle. Šiais tyrimais siekiama ūkiams padėti tikslingiau pasirinkti aplinkai draugiškesnę mėšlo tvarkymo sistemą.

Amoniakas, mėšlas, oro temperatūra, emisija, šiltnamio efekto dujos

Įvadas

Žemės ūkyje iš gyvulininkystės pastatų ir mėšlidžių sklinda daugiau kaip 100 rūšių dujų, į aplinką patenka 136 dujiniai junginiai, iš kurių ore nustatomas 23 dujų koncentracijos, tačiau amoniako emisijos sklindimas yra aktualiausia problema, kuri yra plačiausiai nagrinėjama (Ekoinovacijos..., 2014). Amoniako (NH_3) dujos sukelia kenksmingus kritulius (rūgštinius lietus), kurie neigiamai veikia visą ekosistemą, žaloja augmeniją ir gyvūniją, keičia dirvožemių rūgštingumą.

Europos Sąjungos aplinkos agentūros statistiniais duomenimis, dėl žemės ūkio veiklos, amoniako į aplinką išsiskiria 90–93 % nuo bendrosios emisijos žemėje (t.y. apie 9–10 mln. tonų per metus), daugiausia amoniako (NH_3) patenka į atmosferą iš tvartų, mėšlidžių ir tręšiant laukus (Eurostat..., 2015). Todėl šis amoniako emisijos kiekis Europos Sąjungos valstybėse yra ribojamas. Lietuvoje metinė amoniako emisija siekia iki 84 000 tonų, tačiau iki 2020 m. pagal Europos švaraus oro programą ši emisija turi būti mažinama ~27 proc. (Europos švaros..., 2013).

Amoniako (NH_3) emisija mėšlo saugojimo metu priklauso nuo gyvulių rūšies, naudojamų pašarų, oro sąlygų (temperatūros, drėgnio, vėjo), mėšlo paviršiaus ploto, laikymo trukmės ir kt. Amoniako didėjimą skatina oras, todėl iš kraikinio mėšlo amoniako išgaruoja daugiau negu iš skystojo, nes į jį oras neprasisakverbia.

Gyvulių laikymo technologijos taip pat įtakoja amoniako emisiją. Mokslininkų atliktais tyrimais, nustatyta, kad amoniako emisija gali kisti nuo 6 iki 14 kg per metus vienai gyvulio vietai (Bakutis, 2008). Laikant karves neapšiltintoje boksinėje karvidėje amoniako gali išsiskirti 17 g per parą, o tvartiniu laikotarpiu net iki 29 g (Kavolėlis, 2004). Tvarde amoniako išsiskiria apie $18 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, o iš mėšlidžių saugyklų apie $6,82 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (Maasikmets, 2015).

Efektyvus metano (CH_4), esančio antroje vietoje pagal išsiskiriančių dujų svarbą, kiekio mažinimo būdas yra sauso kraiko mažinimas srutose ir lengvai skaidomų organinių medžiagų kiekio didinimas pašaruose. Taikant skysto mėšlo laikymo būdą, susidariusios anaerobinės sąlygos, paskatina matano išsiskyrimą (jis gali sudaryti iki 80 %), tuo tarpu iš tiršto mėšlo metano išsiskiria labai nedaug.

Mėšlo tvarkymo, saugojimo ir naudojimo (tręšimo) metu vykstant nitrifikacijos/denitrifikacijos procesams išsiskiria taip pat ir diazoto monoksidas (N_2O). Iš mėšlo garuojant amoniakui (NH_3) ir azoto oksidui (NO_x) dėl atmosferoje vykstančių procesų gali susidaryti papildomi diazoto monoksidas (N_2O) dujų kiekiai, kuriuos įtakoja mėšlo laikymo sistemų tipai, mėšlo laikymo trukmės, mėšlo sudėtis, klimatinės sąlygos. Mėšlo kompostavimo tyrimai parodė, jog NH_3 ir N_2O iš karvių laikomų garduose yra žemas NH_3 5,81 g., o N_2O 0,619 g. NH_3 daugiausiai išsiskyrė iš lauke laikomo mėšlo. Lauke esantis mėšlas išsiskyrė NH_3 16,62 g., o N_2O 0,609 g. (Amon, 2001).

Mokslininkai atliko šiltnamio efektą sukeliančias dujų emisijos tyrimus norėdami palyginti, kuri mėšlo laikymo technologija yra geresnė. Emisijos matavimai buvo atliekami, kai oro temperatūra siekė $9,8^\circ\text{C}$, santykinis oro drėgnis buvo 75 %. Skystas mėšlas buvo laikomas 10 m^3 srūtų rezervuare, o tirštas mėšlas pakreiktas šiaudais. Emisija buvo tiriama 80 dienų. Nustatyta, kad „šiltnamio efektą“ sukeliančias dujas galima sumažinti srutose, mažinant sausą kraiką jose. Neapdorotas mėšlas skleidžia NH_3 - 226,8 g, CO_2 - 392,4 kg. Atskyrus srutas ir tirštą mėšlą amoniako emisija padidėjo NH_3 - 402,9 g, o CO_2 sumažėjo - 58,5 kg (Mosquera, Monteny, 2006).

Tyrimais nustatyta, kad dujų emisiją iš mėšlo galima sumažinti laikant jį anaerobinėmis sąlygomis. Buvo stebimas nežymus amoniako kiekio (tik 320,4 g) sumažėjimas ir ženklus (37,9 kg), palyginus su neapdorotomis srutomis anglies dioksido (CO_2) sumažėjimas (Mosquera, Monteny, 2006).

Kiti mokslininkai siūlo atskiesti srutas užterštuose takuose, juos plaunant vandeniu, mažinti srūtų pH naudojant rūgštis. Iš užterštų takų greitai pašalinti mėšlą naudojant automatizuotas sistemas (skreperius). Tyrimai parodė, kad kai takai valomi naudojant skreperį kartu su rūgštimi, amoniako emisija sumažinama 44–49 proc., takus valant skreperiu ir vandeniu – amoniako emisija sumažėja iki 21–27 proc., o takus valant tik skreperiu – 17–22 proc. (Mendes, Pieters *et al.*, 2016).

Pakankamai reikšmingu aspektu aplinkai išlieka intensyvi gyvulininkystės ūkių veikla, kuri pastaruoju metu plečiasi. Stambėjant gyvulininkystės ūkiams, vienoje vietoje sutelkiami neįprastai dideli kiekiai gyvulių, kurie įtakoja padidėjusį mėšlo/srūtų kiekį. Būtent tai kelia grėsmę supančiai aplinkai: orui, dirvai ir vandeniui. Šiais

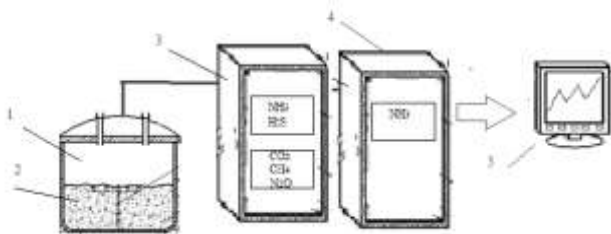
atliktais tyrimais siekiama Lietuvos gyvulininkystės ūkiams padėti tikslingiau pasirinkti aplinkai draugiškesnę mėšlo tvarkymo sistemą.

Tyrimų tikslas – išnagrinėti skirtingų galvijų mėšlo tvarkymo sistemų įtaka oro taršai.

Tyrimų metodika

Tyrimo objektas – du gyvulininkystės ūkiai, taikantys skirtingas mėšlo saugojimo sistemas (kraikinio mėšlo aikštelė ir sruvų rezervuaras). Tyrimai atlikti 2015–2016 m. Aleksandro Stulginskio universitete, Žemės ūkio inžinerijos fakultete, Energetikos ir biotechnologijų inžinerijos institute, Termoenergetikos ir emisijos laboratorijoje.

Nustatant dujų emisiją, oro mėginiai buvo imami specialiu įtaisu Ecoma CSD 30, iš kraikinio mėšlo aikštelės ir sruvų rezervuaro. Įtaisu sudaro vakuuminę talpyklą, iš kurios oras siurbiamas įmontuotu vakuumu siurbliu. Mėginių ėmimo įtaisas prie mėginių ėmimo taško jungiamas zondų. Siurbimo metu nė viena įtaiso dalis neturi sąlyčio su oro mėginiu. Įtaiso valdymo bloke įrengta kalibruota tūta. Tūrio srautas ir maišo užpildymo trukmė reguliuojama parenkant tūtos skersmenį ir slėgių skirtumą. Mėginių ėmimo įtaisas gali veikti ± 150 mbar slėgio intervale esant didžiausiam zondo pralaidumui (oro srauto skerspūvio vietoje). Standartinis 10 litrų talpos maišelis pripildomas per 5–30 min., kai maišas prisipildo, įtaisas išsijungia automatiškai. Paimti mėginiai analizuoti laboratorijoje esančiu dujų analizatoriumi MGA 3000 (1 pav.).



1 pav. Tyrimų stendo schema: 1 – klimatinė kamera; 2 – mėšlas; 3 – dujų analizatorius MGA 3000; 4 – dujų analizatorius (GME700); 5 – kompiuteris

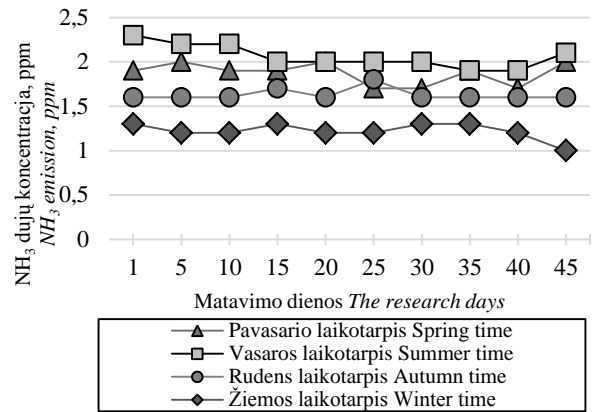
Fig. 1. Research equipment: 1 - a climatic chamber; 2 - the manure; 3 - gas analyzer MGA 3000; 4 - gas analyzer (GME700); 5 - computer

Išmatuota šių dujų koncentracija: anglies dioksido (CO_2), metano (CH_4). Prietaiso tikslumas $\pm 2\%$.

Rezultatai ir aptarimas

Dujų emisiją įtakoja aplinkos oro sąlygos, amoniako garavimui didžiausią įtaką turi oro temperatūra. Todėl skirtingu paros metu ir skirtingais metų laikais amoniakas iš mėšlo garuoja labai nevienodai.

Eksperimentiniais tyrimais įvertinta amoniako (NH_3) emisija iš mėšlo, keičiantis aplinkos oro temperatūrai (2 pav.).

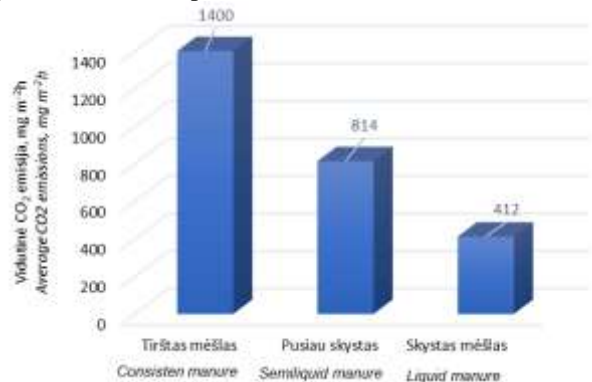


2 pav. Vidutinė amoniako (NH_3) emisija priklausomai nuo metų laikotarpio

Fig. 2. Results of the average ammonia (NH_3) emissions depending on the year period

Iš gautų tyrimų rezultatų matyti, kad mažiausia amoniako (NH_3) emisija stebima žiemą, kai vidutinė oro temperatūra buvo -11 °C, dujų koncentracija siekė nuo 1,3 iki 1 ppm. Didžiausia dujų koncentracija stebima vasarą, kai vidutinė oro temperatūra buvo 20 °C, o NH_3 kito nuo 1,9 iki 2,3 ppm. Galime teigti, kad kuo aukštesnė aplinkos temperatūra, tuo intensyviau garuoja amoniakas.

Dujų emisijos intensyvumas iš skirtingų mėšlo rūšių pateikiamas 3 ir 4 paveiksluose.



3 pav. Vidutinė anglies dioksido dujų emisija iš mėšlo

Fig. 3. Average carbon emissions from different types of manure

Tirštame mėšle didžiausia vidutinė anglies dioksido (CO_2) emisija siekė $1400 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}$, pusiau skystame mėšle apie 41 proc. mažesnė emisija nei tirštame, o skystame skirtumas siekia iki 70 proc. Šis skirtingas dujų emisijos pasiskirstymas priklauso nuo sausųjų medžiagų kiekio mėšle, o tirštas mėšlas jų turi $>20\%$.



4 pav. Vidutinė amoniako dujų emisija iš mėšlo

Fig. 4. Average ammonia emissions from different types of manure

Analizuojant amoniako emisijos intensyvumą iš skirtingų mėšlo rūšių, matoma atvirkštinė tendencija. Didžiausia vidutinė amoniako (NH_3) koncentracija yra iš skysto mėšlo $240 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}$, mažiausia iš tiršto mėšlo – $84 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}$. Amoniako emisijos pokyčiams didelę įtaką turi mėšlo paviršiuje atsirandanti pluta. Jos formavimąsi įtakoja sausųjų medžiagų kiekis mėšle, aplinkos klimato sąlygos. Patikimų ir išskirtinių priemonių saugoti aplinką nuo kenksmingų teršalų nėra, tačiau anaerobinis skaidymas galėtų būti vienas iš tinkamų būdų srutų apdorojimui, kuris gerintų aplinkosaugą.

Išvados

1. Nustatyta, kad didžiausia amoniako koncentracija tvartų aplinkoje yra vasaros laikotarpiu - 2,3 ppm.
2. Nustatyta, kad anglies dioksido dujų garavimo intensyvumas buvo didžiausias tirštame mėšle – $1400 \text{ mg} / \text{m}^{-2} \cdot \text{h}$, o amoniako skystame mėšle $240 \text{ mg} / \text{m}^{-2} \cdot \text{h}$.
3. Norint mažinti amoniako emisiją ūkiuose rekomenduojama mėšlą gausiai kreikti, pasirinkti tinkamas gyvulių laikymo technologijas.

Literatūra

1. AMON B., KRYVORUCHKO V., *et al.* Methane, nitrous oxide and ammonia emissions during storage and after application of dairy

Aistė Čiuladaitė, Rasa Čingienė

Influence of different manure management systems on air pollution

Summary

Concentrated livestock farms are the main sources of pollution in agriculture. Intensive livestock farm's pollution reduction means should be applied to a various technological and administrative measures, since all the questions that can affect both the productivity of livestock and damage the environment are important. Big livestock farms with a large number of animals concentrated in one place influence the increase of manure/slurry amount. This poses a threat to the environment: air, soil and water.

The article deals with the different livestock manure management systems and their influence on air pollution. Studies were conducted in two animal farms, using various manure storage systems (solid manure storage area and a slurry tank). Studies have shown that the maximum of carbon dioxide (CO_2) emissions ($1400 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}$), measured in solid manure and the maximum ammonia (NH_3) concentration ($240 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}$) is observed in the liquid manure. This study is intended to help farmers appropriately choose environmentally friendly manure handling system.

Ammonia, manure, air temperature, emission of greenhouse gases

Gauta 2017 m. kovo mėn., atiduota spaudai 2017 m. balandžio mėn.

Aistė ČIULADAITĖ. Aleksandro Stulginskio universiteto Žemės ūkio inžinerijos fakulteto Žemės ūkio inžinerijos ir saugos instituto studentė. Adresas: Studentų g. 15, LT-53361 Akademija, Kauno raj. Tel. (8 6) 277 0 375, el. paštas: aiste.ciuladaite@gmail.com

Aistė ČIULADAITĖ. Aleksandras Stulginskis University Faculty of Agricultural Engineering Institute of Agricultural Engineering and Safety, student. Address: Studentu 10, LT-53361 Akademija, Kaunas distr. Tel (8 6) 277 0 375, e-mail: aiste.ciuladaite@gmail.com

Rasa ČINGIENĖ. Aleksandro Stulginskio universiteto Žemės ūkio inžinerijos fakulteto Žemės ūkio inžinerijos ir saugos instituto docentė, technologijos mokslų daktarė. Adresas: Studentų g. 15, LT-53361 Akademija, Kauno raj. Tel. (8 37) 75 23 76, el. paštas: rasa.cingiene@asu.lt

Rasa ČINGIENĖ. Aleksandras Stulginskis University Faculty of Agricultural Engineering Institute of Agricultural Engineering and Safety, doctor of technology sciences, assoc. prof. Address: Studentu 10, LT-53361 Akademija, Kaunas distr. Tel (+370 37) 75 23 76, e-mail: rasa.cingiene@asu.lt

- cattle slurry and influence of slurry treatment. *European Journal of Agronomy* 15 (2001) 1–15
2. BAKUTIS, B., SKURDENIENĖ, I., RIBIKAUSKAS, V. Mikro-klimatas gyvulininkystės patalpose. *Ferma*. 2008, Nr. 2 (10), p. 18.
3. BROSE, G. Emission von klimarelevanten gasen, ammoniak und geruch aus einem milchviehstall mit schwerkraftlüftung. *Dissertation. Universität Hohenheim. Stuttgart*. 2000. S.136
4. CLEMENS, J; AHLGRIMM H. Greenhouse gases from animal husbandry: mitigation options. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 60: 287–300, 2001
5. BLEIZGYS, R. Ekoinovacijos oro taršos mažinimui gyvulininkystėje. Mokslo projektas. Nr. I-06-80/14. 2014
6. Europos švaros programa. Briuselis, 2013 m. Prieiga per internetą: < <http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-18155-2013-INIT/lt/pdf>>
7. Eurostat Statistics Explained. *Agriculture - ammonia emission statistics Data extracted in June 2015*. Prieiga per internetą: < http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/Agriculture_-_ammonia_emission_statistics#Further_Eurostat_information>
8. KAVOLĖLIS, B. Amoniako emisija karvidėse. *Žemės ūkio mokslai*. 2004, Nr. 1, p. 45-49.
9. MOSQUERA, J., HOL J. M. G., MONTENY G. J. Gaseous emissions from a deep litter farming system for dairy cattle. *International Congress Series*. 2006. Vol. 1293. P. 291–294.
10. MAASIKMETS M, TEINEMMA E, ETC. Measurement and analysis of ammonia, hydrogen sulphide and odour emissions from the cattle farming in Estonia. *Biosystems engineering* 139 (2015) 48-59.
11. MENDES B, PIETERS J AND ETC. Reduction of ammonia emissions from dairy cattle cubicle houses via improved management- or design-based strategies: A modeling approach *Science of the Total Environment* 574 (2017) 520 -531.