

AMONIAKO EMISIJŲ VERTINIMAS APDOROJANT GALVIJŲ MĖŠLĄ

Povilas BALNANOSIS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas, el. paštas: povilas.balnamosis@stud.vdu.lt

Santrauka

Sparti gyvulininkystės plėtra lemia didžiulius mėšlo kiekius, sukeliančius rimtas aplinkosaugos problemas, ypač dėl amoniako (NH_3) ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijų. Šiame tyrime vertinamas galvijų mėšlo apdorojimo technologijų – mechaninio separavimo ir pasterizavimo (kaitinimo iki $60\text{ }^\circ\text{C}$) – ekologinis poveikis NH_3 emisijų dinamikai. Laboratorinis eksperimentas atliktas taikant dujų masės metodą ir lazerinį dujų analizatorių, matuojant emisijas iš neapdoroto mėšlo, skystosios frakcijos ir nepasterizuotos bei pasterizuotos tirštosios frakcijų. Rezultatai rodo, kad separavimas keičia emisijų profilį: NH_3 garavimas iš nepasterizuotos tirštosios frakcijos reikšmingai sumažėjo iki $223,03\text{ mg m}^{-2}\text{ h}^{-1}$, tačiau skystojoje frakcijoje išaugo iki $761,52\text{ mg m}^{-2}\text{ h}^{-1}$. Pasterizavimas skatina greitus azoto nuostolius dėl amoniako garavimo. Siekiant išsaugoti trešiamąją vertę ir sumažinti oro taršą, terminį apdorojimą tikslinga derinti su papildomomis priemonėmis, pavyzdžiui, substrato rūgštinimu.

Reikšminiai žodžiai: galvijų mėšlas, amoniako emisijos, mechaninis separavimas, pasterizavimas, poveikis aplinkai, mėšlo tvarkymas.

Įvadas

Ekologinės problemos ir gyvulininkystės sistemų poveikis kelia didelį susirūpinimą daugelyje šalių, ypač regionuose, kuriuose yra didelis gyvulių tankumas. Spari gyvulininkystės ir paukštininkystės plėtra skatino ekonomikos augimą, tačiau dėl to susidaro didelis kiekis mėšlo (apie 1,8 mlrd. tonų sausosios masės per metus), kuris vis labiau teršia aplinką. Klimato kaita pripažįstama pasauline ekstremalia situacija ir žemės ūkis yra vienas labiausiai pažeidžiamų, bet kartu ir didžiausią įtaką darančių sektorių šiame kontekste (Gebrezgabher et al., 2015).

Auginant ir laikant galvijus susidaro dujinės emisijos. Šioms emisijoms priskiriamas amoniakas (NH_3), šiltnamio efektą sukeliančios dujos (anglies dioksidas – CO_2 , metanas – CH_4 , azoto suboksidas – N_2O), taip pat lakieji organiniai junginiai (LOJ), sukeliantys nemalonius kvapus. Mokslininkai nustatė, kad amoniako emisijos yra gana reikšminga ekologinė problema: jos prisideda prie požeminių vandenų taršos nitratais, dirvožemio rūgštėjimo ir oro kokybės blogėjimo dėl smulkiųjų dispersinių dalelių (smogo) susidarymo. Be to, amoniakas netiesiogiai stiprina klimato kaitą, nes mikroorganizmų veikiamas jis gali virsti azoto suboksidu (N_2O) (Cole et al., 2025).

Mokslininkai teigia, kad gyvulininkystės sektorius atsakingas už maždaug 14,5 % visų antropogeninių šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijų. Pavojingiausios dujos, išsiskiriančios žarnyno fermentacijos ir mėšlo saugojimo metu, yra metanas ir azoto suboksidas. Metano visuotinio atšilimo potencialas yra 28 kartus didesnis nei anglies dioksido. Azoto suboksidas, kuris daugiausia susidaro saugant mėšlą ir naudojant jį kaip trąšą, yra dar agresyvesnis – jo potencialas 265 kartus viršija anglies dioksido rodiklius. Šios emisijos yra viena pagrindinių klimato kaitos planetoje spartėjimo priežasčių (Grossi et al., 2019).

Tyrime (Cui et al., 2024) nagrinėjamos emisijos, susidarančios apdorojant (kompostuojant) organinį mėšlą. Nustatyta, kad šį natūralų irimo procesą lydi aktyvus CO_2 , CH_4 ir N_2O išsiskyrimas, tiesiogiai stiprinantis klimato kaitą. Tuo pačiu metu į orą masiškai išsiskiria amoniakas (NH_3). Tai ne tik lemia vertingo azoto praradimą iš būsimų trąšų, bet ir kelia didelę grėsmę oro kokybei: dujinis amoniakas skatina kietųjų dalelių ir smogo susidarymą, o didelės jo koncentracijos gali sukelti negrįžtamų neigiamų padarinių žmonių sveikatai.

Net ir palyginti nedidelės amoniako koncentracijos tvarto ore (pvz., 10 mg/m^3) gali pažeisti gyvulių akių gleivines ir viršutinius kvėpavimo takus, pabloginti jų imunitetą ir sumažinti produktyvumą. Šis kompleksinis žalingas poveikis dirvožemiui, vandeniui ir orui gali turėti itin neigiamų pasekmių biologinei įvairovei ir žmonių sveikatai.

Todėl būtent amoniako garavimo iš mėšlo intensyvumo tyrimas ir vertinimas yra svarbus mokslinis klausimas. Pavyzdžiui, tyrime (Knoknerienė ir kt., 2025) nagrinėjama amoniako garavimo iš mėšlo paviršiaus problema ir drėgmės kontrolės poveikis šiam procesui. Autoriai eksperimentiškai įrodė, kad tam tikro storio organinių dangų (pjuvenų, durpių, kanapių spalių ar šiaudų) naudojimas gali gerokai sumažinti drėgmės garavimą nuo paviršiaus, o tai yra pagrindinis veiksnys, lemiantis amoniako susidarymą ir išsiskyrimą į atmosferą.

Biopreparatų naudojimas skystam mėšlui apdoroti taip pat sumažina amoniako išsiskyrimo intensyvumą (Naujokienė ir kt., 2021).

Siekiant sumažinti kenksmingų dujų emisijas ir aplinkos apkrovą, kuriamos įvairios mėšlo apdorojimo technologijos prieš jo saugojimą ir saugojimo metu. Viena pagrindinių ir patraukliausių technologijų yra separavimas. Jo tikslas – koncentruoti kietąsias mėšlo daleles, sumažinti transportavimo apimtį ir gauti didesnės vertės frakcijas, kurios galėtų konkuruoti su cheminėmis trąšomis. Separavimo metu susidaro skystoji frakcija (su mažu sausųjų medžiagų kiekiu) ir kietoji (tirštoji) frakcija.

Įrodyta (Holly et al., 2017), kad anaerobinis apdorojimas (fermentacija) gerokai sumažina metano emisiją (34 %), tačiau turi šalutinį poveikį: saugojimo metu amoniako emisija padidėja 81 %. Tyrejai daro išvadą, kad taikant tokias technologijas būtinas papildomos priemonės (pvz., mėšlo saugyklų uždengimas), siekiant išvengti vadinamosios „kryžminės taršos“.

Kitas svarbus apdorojimo etapas yra terminis poveikis – pasterizavimas (kaitinimas iki 60–80 °C). Pasterizavimas tradiciškai naudojamas mikroorganizmams sunaikinti ir mikrobu aktyvumui nuslopinti, o tai naudinga siekiant sumažinti metano (CH₄) emisijas saugojimo metu. Tačiau lieka atviras klausimas, kaip būtent tokie nuoseklūs fizikiniai ir cheminiai pokyčiai (separavimas ir temperatūros poveikis) veikia amoniako garavimo dinamiką.

Darbe (Aguirre-Villegas et al., 2019) modeliujamos emisijos ir vertinama pieninių galvijų mėšlo sudėtis praėjus visą apdorojimo ciklą: anaerobinį pūdymą, separavimą ir pasterizavimą. Analizė rodo, kaip skystosios frakcijos atskyrimas nuo kietosios padeda geriau valdyti maistinės medžiagos ūkyje, tačiau reikalauja atidžios temperatūros ir drėgmės kontrolės, kad būtų išvengta staigaus amoniakinio azoto išsiskyrimo į orą vėlesniuose saugojimo etapuose.

Tyrimo tikslas – įvertinti mėšlo separavimo ir pasterizavimo technologiją ekologiniu (amoniako emisijų dinamika), ekonominiu ir biosaugos aspektais.

Tiksli pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Nustatyti bazinį amoniako garavimo intensyvumą iš neapdoroto galvijų mėšlo (prieš pradedant technologinį ciklą).
2. Įvertinti mechaninio separavimo proceso poveikį amoniako emisijos lygiui, palyginant gautos skystosios ir kietosios (tirštosios) frakcijų rodiklius.
3. Ištirti amoniako emisijos iš kietosios mėšlo frakcijos intensyvumo pokyčius po jos terminio apdorojimo (pasterizavimo).

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimo objektas – šviežias tirštasis galvijų mėšlas. Mėginiai buvo imami veikiančiame pienininkystės ūkyje, kuriame laikoma per 1000 melžiamų karvių. Gyvuliai šeriami standartiniu racionu, kurį sudaro žoliniai ir koncentruoti pašarai. Ūkyje susidarantis mėšlas surenkamas ir apdorojamas etapais, atskiriant į skirtingas technologines frakcijas naudojant separavimo ir pasterizavimo sistemą.

Mėginių ėmimo planas ir etapai.

Siekiant atlikti korektišką lyginamąją analizę, buvo parengtas etapinis tyrimo planas. Mėšlas buvo imamas tiesiogiai iš skirtingų separavimo ir pasterizavimo technologinio proceso etapų.

Atrinktų mėginių struktūra (pagal tyrimo planą):

- 1 mėginys: Neapdorotas mėšlas (pirminė masė prieš pradedant separavimo procesą).
- 2 mėginys: Skystoji mėšlo frakcija (susidariusi po mechaninio separavimo).
- 3 mėginys: Kietoji (tirštoji) mėšlo frakcija – nepasterizuota.
- 4 mėginys: Kietoji (tirštoji) mėšlo frakcija – pasterizuota (apdorota termiškai, kaitinant iki 60 °C).

Siekiant užtikrinti statistinį patikimumą, iš kiekvieno etapo buvo imami ne mažiau kaip 3 pakartotiniai mėginiai.

Laboratorinis modeliavimas ir matavimai

Eksperimentas buvo pagrįstas dujų masės metodu, kuris leidžia dideliu tikslumu nustatyti dujų emisijos intensyvumą kontroliuojamoje aplinkoje.

Pasiruošimas: tyrime buvo naudojamos specialios matavimo kameros – 3 litrų talpos ir 30 cm skersmens indai. Kiekvienas indas buvo užpildytas tiriamu mėšlo mėginiu maždaug 2/3 viso tūrio. Tiriant biodangų poveikį, mėšlo paviršius induose buvo papildomai uždengiamas atitinkama medžiaga.

Stabilizacija: užpildyti indai laboratorinėmis sąlygomis ramybės būsenoje buvo paliekami 24 valandoms. Remiantis drėgmės mainų tyrimais (Bleizgys, Knoknerienė, 2023), toks laukimo periodas yra kritiškai svarbus: jis būtinas tam, kad amoniako garavimo procesai ir temperatūros rodikliai kameros viduje visiškai stabilizuotųsi.

Duomenų fiksavimas: Dujiniu amoniaku užterštas oras iš eksperimentinių indų buvo nukreipiamas į itin tikslų lazerinį dujų analizatorių „GME 700“. Prietaiso tikslumas yra 2 %, o matavimo diapazonas – nuo 0 iki 200 ppm (milijoninių dalių). Iš analizatoriaus gauti duomenys ppm formatu buvo automatiškai perduodami ir apdorojami naudojant specializuotą programinę įrangą.

Emisijos intensyvumo apskaičiavimas.

Kadangi dujų analizatorius fiksuoja koncentraciją, šiuos duomenis reikėjo perskaičiuoti į absoliutų susidariusios emisijos intensyvumą. Tam buvo taikomas šis matematinis modelis (1 formulė):

$$E = \Delta C \cdot G \quad (1)$$

čia: ΔC – dujų koncentracijos skirtumas į patalpą patenkančio ir iš jos šalinamo oro, mg/m³;

G – patalpos vėdinimo intensyvumas, m³/h (Bleizgys ir kt., 2024).

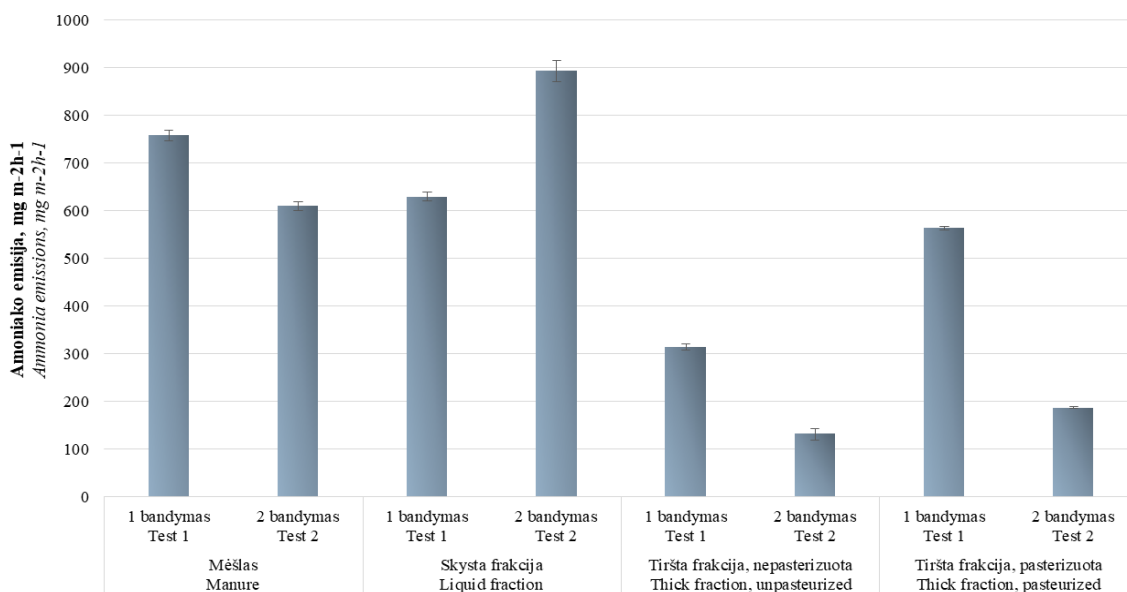
Statistinis duomenų apdorojimas. Gautų rezultatų patikimumui ir mokslinei reikšmei patvirtinti buvo taikomi matematinės statistikos metodai. Duomenys buvo vertinami naudojant Stjudento t-testą ir Tukey HSD testą (esant 95 % pasikliautinojo intervalo lygmeniui). Papildomai kiekvienam duomenų masyviui buvo apskaičiuojamas aritmetinis vidurkis ir standartinis nuokrypis.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Amoniakio garavimo iš mėšlo intensyvumo kontrolė yra kritiškai svarbi kuriant efektyvias kenksmingų išmetimų mažinimo strategijas gyvulininkystėje. Tyrimo metu buvo atlikti du bandymų etapai (1 bandymas ir 2 bandymas), kiekvienai frakcijai atliekant po tris pakartojimus. Emisijos monitoringas buvo vykdoma nepertraukiamai 110 minučių. Visuose atliktuose bandymuose pastebėta panaši laiko dinamika: pirmosiomis minutėmis fiksuotas staigus dujų išsiskyrimo intensyvumo šuolis (pikinė vertė pasiekta 26-ąją minutę), po kurio rodikliai palaipsniui mažėjo ir stabilizavosi (pasiekdami minimumą 108-ąją minutę).

Emisijų dinamikos analizė atskirų bandymų metu.

1 paveiksle pavaizduotas amoniako emisijos intensyvumas pirmojo ir antrojo bandymų metu skirtingoms technologinėms frakcijoms. Tyrimo metu gauti rezultatai rodo pastebimą variaciją tarp dviejų matavimų etapų, kas gali būti susiję su pradinio substrato fizikinių ir cheminių savybių skirtumais arba aplinkos sąlygų nepastovumu. Didžiausias amoniako emisijos rodiklis užfiksuotas skystosios frakcijos antrojo bandymo metu ir siekė $893,46 \pm 21,91 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$. Tuo tarpu pirmojo bandymo metu šiai frakcijai rodiklis buvo $629,57 \pm 9,41 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$. Kitų frakcijų (neapdoroto mėšlo ir tirštųjų frakcijų) atveju matoma atvirkštinė tendencija: emisijos pirmojo bandymo metu buvo didesnės nei antrojo.



1 pav. Amoniakio emisijos kitimas skirtingų frakcijų metu

Fig. 1. Ammonia emissions during different fractions

Separavimo poveikis amoniako emisijoms

Statistinė analizė patvirtino, kad tarp visų ėminių tipų egzistuoja patikimas skirtumas esant 95 % pasikliautinojo intervalo lygmeniui (Tukey testas: $R_{0.05} = 27,21 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$; T-testas: $R_{0.05} = 20,79 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$). Mechaninio separavimo procesas iš esmės keičia emisijų profilį. Iš neapdoroto mėšlo vidutiniškai išgaruoja $683,99 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ amoniako. Po substrato atskyrimo emisijos iš susidariusios skystosios frakcijos padidėja vidutiniškai $77,53 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ ir sudaro $761,52 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$. Tai paaiškinama tuo, kad skystojoje frakcijoje susikaupia didelė dalis lengvai pasiekiamo amoniakinio azoto, kuris palankiomis sąlygomis (atitinkamas pH lygis ir temperatūra) greitai virsta dujine forma ir intensyviai garuoja. Tuo tarpu emisija iš susidariusios tirštosios (nepasterizuotos) frakcijos smarkiai sumažėja – $460,96 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ lyginant su neapdorotu mėšlu – ir vidutiniškai siekia $223,03 \pm 9,79 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$. Gauti rezultatai rodo, kad oro tarša dujiniu amoniaku iš skystosios frakcijos yra maždaug 3,4 karto didesnė nei iš tirštosios frakcijos.

Terminio apdorojimo (pasterizavimo) poveikis.

Terminio poveikio tyrimas atskleidė, kad tirštosios frakcijos pasterizavimas (kaitinimas iki 60°C) lemia esminį amoniako emisijų padidėjimą. Emisija padidėja maždaug 1,7 karto – nuo $223,03 \pm 9,79 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ (nepasterizuota) iki $375,67 \pm 14,57 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ (pasterizuota).

Nors tradicinis pasterizavimo tikslas yra sunaikinti mikroorganizmus, skatinančius biologinį dujų (pvz., metano) susidarymą, temperatūros padidėjimas turi tiesioginį fizikinį ir cheminį poveikį azoto junginiams. Tikėtina, kad šiluminė energija ardo organinių komponentų struktūrą, sumažina amoniako tirpumą likusioje drėgmėje ir staigiai skatina jo išsiskyrimą į atmosferą. Tačiau laisvojo amoniako ištekliai tokiaame substrate greitai išsenka, po to emisijos intensyvumas sumažėja. Šiai hipotezei patvirtinti reikia atlikti tolesnius ilgalaikius tyrimus.

Aptariant rezultatus galima teigti, kad terminis mėšlo apdorojimas (pasterizavimas) daro kompleksinį, bet nevienareikšmį poveikį ekologiniams rodikliams, skirtingai veikdamas šiltnamio efektą sukeliančių dujų ir amoniako emisijas. Viena vertus, pasterizavimas gali būti labai efektyvus tiek slopinant metanogenezę saugojimo metu. Pasterizavimas tradiciškai naudojamas mikrobus aktyvumui slopinti, todėl jis yra naudingas siekiant sumažinti CH_4 emisijas atviro saugojimo metu. Technologiškai šis procesas gali būti efektyvus energijos atžvilgiu: šaltas mėšlas (20°C) pumpuojamas per šilumokaitį ir kaitinamas iki 70°C , šiltas mėšlas perkeliamas į buferinį rezervuarą, kur jis papildomai

kaitinamas iki 80 °C naudojant išorinį šilumos šaltinį (pvz., elektrą arba garus). Po to šiltas mėšlas pumpuojamas atgal į tą patį šilumokaitį, kad sušildytų šaltą mėšlą, ir iš šilumokaičio išeina 30 °C temperatūros. Tokiu būdu vienintelė reikalinga energija yra 10 °C temperatūrų skirtumas, o tai užtikrina mažas energijos sąnaudas (Ólafsdóttir et al., 2023). Kita vertus, terminis poveikis pasterizavimo metu sukuria fizikines ir chemines sąlygas, kurios smarkiai skatina amoniako (NH₃) garavimą. Remiantis gautais rezultatais galima teigti, kad organinio substrato temperatūros padidėjimas tiesiogiai proporcingai padidina amoniako garavimo intensyvumą, nes šiluminė energija sumažina paviršinės plutos stabilumą ir dujų tirpumą skystyje. Be to, pasterizuojant suardomas kietųjų organinių komponentų dydys, o tai padidina laisvųjų molekulių (įskaitant amoniaką) tirpumą ir paspartina jų išsiskyrimą į aplinką pradinuose hidrolizės etapuose. Tai visiškai patvirtina hipotezę, kad veikiant temperatūrai azoto junginiai keičia savo struktūrą, o mėšle esantis amoniakas išgaruoja daug greičiau, po to jo ištekliai frakcijoje išsenka. Šiuolaikinėje pasaulinėje praktikoje viena pagrindinių rizikų, susijusių su azoto turtingų substratų terminiu apdorojimu ir džiovinimu, laikomas būtent sustiprėjęs azoto garavimas amoniako pavidalu. Siekiant sumažinti šį šalutinį poveikį ir išsaugoti mėšlo tręšiamąją vertę, pasterizavimo technologijas dažnai siūloma derinti su rūgštinimu (pH sumažinimu), kuris leidžia pakeisti rūgščių ir šarmų pusiausvyrą bei užfiksuoti azotą nelakioje amonio jono (NH₄⁺) formoje.

Išvados

1. Neapdoroto galvijų mėšlo vidutinė amoniako emisija siekia 683,99 mg m⁻² h⁻¹. Technologinis mėšlo apdorojimas iš esmės keičia amoniako (NH₃) garavimo dinamiką, kuri tiesiogiai priklauso nuo gautos frakcijos savybių ir taikomo terminio poveikio.

2. Mechaninis mėšlo separavimas leidžia efektyviai sumažinti kietosios (tirštosios) nepasterizuotos frakcijos emisijas – jos sumažėja 460,96 mg m⁻² h⁻¹ ir vidutiniškai siekia 223,03 ± 9,79 mg m⁻² h⁻¹. Tačiau atskirtoje skystojoje frakcijoje amoniako garavimas suintensyvėja ir tampa maždaug 3,4 karto didesnis nei tirštojoje frakcijoje (pasiekia 761,52 mg m⁻² h⁻¹). Tai rodo, kad skystajai frakcijai būtinos papildomos taršos mažinimo priemonės.

3. Terminis tirštosios frakcijos apdorojimas (pasterizavimas 60 °C temperatūroje) amoniako garavimą padidina apie 1,7 karto – iki 375,67 ± 14,57 mg m⁻² h⁻¹. Temperatūros kilimas ardo organinių komponentų struktūrą ir sumažina dujų tirpumą skystyje, kas skatina staigų ir greitą azoto praradimą amoniako pavidalu.

Literatūra

1. Aguirre-Villegas, H. A., Larson, R. A., Sharara, M. A. (2019). Pieno mėšlo anaerobinis skaidymas, kietosios ir skystosios medžiagos atskyrimas ir džiovinimas: sudedamųjų dalių matavimas ir emisijos modeliavimas. *Bendrosios aplinkos mokslas*, 696, 134059.
2. Bleizgys, R., Knoknerienė, I. (2023). Amoniako emisijos iš galvijų mėšlo, esant kintamiems drėgmės mainams tarp mėšlo ir aplinkos. *Agronomija*, 13 (6), 1555.
3. Bleizgys, R., Povilaitis, A., Pekarskas, J., ir Naujokienė, V. (2024). Tvaraus mėšlo krūvos modelio efektyvumas amoniako emisijai ir dirvožemiui. *Agronomija*, 14 (7), 1475.
4. Cole, N. A., Todd, R. W., et al. (2025). Amoniako emisijos iš jautienos galvijų šėrimo aikštelių: apžvalga. *Frontiers in Animal Science*. <https://doi.org/10.3389/fanim.2025.1608387>
5. Cui, G., et al. (2024). Amoniako ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimas iš organinio mėšlo kompostavimo: membranos dangos poveikis. *Agronomija*, 14 (7), 1471.
6. Gebrezgabher, S. A., Meuwissen, M. P., Kruseman, G., Lakner, D., & Oude Lansink, A. G. (2015). Mėšlo atskyrimo technologijos diegimą Nyderlanduose įtakojantys veiksniai. *Aplinkosaugos vadybos žurnalas*, 150, 1-8.
7. Grossi, G., Goglio, P., Vitali, A., Williams, A. G. (2019). Gyvuliai ir klimato kaita: gyvulių poveikis klimatui ir švelninimo strategijos. *Animal Frontiers*, 9 (1), 69-76.
8. Holly, M. A., Larson, R. A., Powell, J. M., Ruark, M. D., Aguirre-Villegas, H. (2017). Šiltnamio efektą sukeliančių dujų ir amoniako emisijos iš suskaidyto ir atskirto pieno mėšlo saugojimo metu ir po jo naudojimo dirvoje. *Žemės ūkis, ekosistemos ir aplinka*, 239, 410-419.
9. Knoknerienė, I., Bleizgys, R., Naujokienė, V. (2025). Paviršiaus drėgmės kontrolė tvariam mėšlo tvarkymui: amoniako emisijų mažinimas ir maistinių medžiagų išsaugojimas. *Tvarumas*, 17 (14), 6617.
10. Naujokienė, V., Bleizgys, R., Rubežius, M. (2021). Biologinio apdorojimo poveikis galvijų mėšlo sudėties dinamikai ir amoniako emisijų mažinimui žemės ūkyje. *Žemės ūkis*, 11 (4), 303.
11. Ólafsdóttir, S. S., Jensen, C. D., Lymperatou, A., Henriksen, U. B., & Gavala, H. N. (2023). Skirtingų mėšlo apdorojimo būdų poveikis metano emisijų mažinimui saugojimo metu ir metano potencialo anaerobiniam skaidymui išsaugojimui. *Aplinkos vadybos žurnalas*, 325, 116456.
12. Piancharoenwong, A. ir Badir, Y. F. (2024). IoT išmaniojo ūkininkavimo ketinimas klimato kaitos sąlygomis: pelno ir nuostolių perspektyva. *Technologinės prognozės ir socialiniai pokyčiai*, 200, 123192.
13. Wu, K., Zhang, X., Yuan, Q., & Liu, R. (2020). Hidroterminio pieno mėšlo apdorojimo metu gautos hidroanglies fizikinių ir cheminių savybių bei bioaliejus sudėties tyrimas: ekstrakto rūšies ir sunaudoto kiekio įtaka. *Atliekų tvarkymas*, 116, 157-165.

ASSESSMENT OF AMMONIA EMISSIONS IN CATTLE MANURE TREATMENT

Abstract

The rapid development of livestock farming generates massive amounts of manure, leading to severe environmental issues, particularly ammonia (NH_3) and greenhouse gas emissions. This study evaluates the ecological impact of cattle manure treatment technologies – specifically mechanical separation and pasteurization (heating to 60 °C) – on NH_3 emission dynamics. A laboratory experiment was conducted using the gas mass method with a laser gas analyzer to measure emissions from untreated manure, the liquid fraction, and both unpasteurized and pasteurized solid fractions. Results indicate that separation alters the emission profile: NH_3 evaporation from the unpasteurized solid fraction significantly decreased to 223.03 $\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$, while it increased in the liquid fraction to 761.52 $\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$. Furthermore, pasteurizing the solid fraction increased NH_3 emissions by approximately 1.7 times (to 375.67 $\text{mg m}^{-2} \text{h}^{-1}$) due to the thermal breakdown of organic structures and reduced gas solubility. While pasteurization effectively mitigates methane emissions during storage, it stimulates rapid nitrogen loss via ammonia volatilization. To preserve fertilizer value and minimize air pollution, thermal treatment should be combined with additional mitigation strategies, such as substrate acidification..

Keywords: cattle manure, ammonia emissions, mechanical separation, pasteurization, environmental impact, manure management.