VILNIUS TECH
Vilniaus Gedimino technikos universitetas

28-oji Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis" teminė konferencija
Proceedings of the 28th Conference for Junior Researchers "Science – Future of Lithuania"

DARNI APLINKA / SUSTAINABLE ENVIRONMENT

2025 m. balandžio 24 d., Vilnius, Lietuva
24 April 2025, Vilnius, Lithuania

ISSN 2029-7157 / eISSN 2029-7149
eISBN 978-609-476-390-8
https://doi.org/10.3846/da.2025.005

Aplinkos apsaugos inžinerija / Environmental Protection Engineering *https://vilniustech.lt/346238*

GELEŽIES JUNGINIŲ POVEIKIO DUMBLO PŪDYMO PROCESUI TYRIMAS

Gerda PAPINIGYTĖ-PLATKOVSKA, Regimantas DAUKNYS*

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Aplinkos inžinerijos fakultetas,
Aplinkos apsaugos ir vandens inžinerijos katedra, Vilnius, Lietuva

**El. paštas regimantas.dauknys@vilniustech.lt*

Gauta 2025 m. vasario 24 d.; priimta 2025 m. kovo 17 d.

Anotacija. Vienas iš dažniausiai taikomų dumblo apdorojimo būdų yra anaerobinis dumblo pūdymas. Dalyje valyklų dėl padidėjusių dumblo kiekių pūdytuvų apkrovimas tampa ribinis, todėl nepasiekiamas riekiamas dumblo išpūdymo laipsnis. Tai lemia, kad pūdyto dumblo sausinimo metu pablogėja dumblo vandens kokybė, o kartu padidėja teršalų kiekis, patenkantis į nuotekų valymo procesą. Dėl padidėjusios taršos reikalingas didesnis nuotekų valymo įrenginių pajėgumas, suvartojama daugiau energetinių resursų. Siekiant paspartinti dumblo pūdymo procesą, pagerinti dumblo vandens kokybę, šiame tyrime buvo naudoti geležies junginių pagrindu sudaryti priedai. Rezultatai parodė, kad bepelenių sausųjų medžiagų (BSM) skaidymo efektyvumas buvo didžiausias naudojant *SBG Plus* ir *SBG* priedus – jų koncentracija sumažėjo 38 % ir 37 %, o tai yra 9,1 ir 8,1 procentinio punkto daugiau nei dumblo be priedų variantu (29 %). $Fe(OH)_3$ priedas taip pat pagerino skaidymą – BSM sumažėjo 36,3 %, tai yra 7,4 procentinio punkto daugiau nei dumblo mišinyje be priedų variantu. Priedų naudojimas padidino biodujų gamybą: *SBG* – 11,8 %, *SBG Plus* – 5,1 % daugiau nei dumblo be priedų variantu. $Fe(OH)_3$ priedas 7–11 dienomis generavo daugiau biodujų, tačiau galutinis kiekis buvo 5,1 % mažesnis nei dumblo mišinyje be priedų variantu. Daugiausia metano susidarė naudojant *SBG* priedą (27 l, +12,1 %), o didžiausia metano koncentracija (70,3 %) pasiekta taikant priedą $Fe(OH)_3$. Apibendrinant, efektyviausias priedas anaerobinio pūdymo procesui optimizuoti buvo *SBG* priedas, nes jis užtikrino didžiausią biodujų gamybą ir metano išsiskyrimą.

Reikšminiai žodžiai: anaerobinis pūdymas, biodujos, dumblas, geležies junginiai ir metanas.

1. Įvadas

Nuotekų valymo įrenginiuose (NVĮ) susidarančio nuotekų dumblo kiekis išaugo dėl visame pasaulyje augančio gyventojų skaičiaus, pramonės veiklos ir biologinio valymo procesų efektyvumo (Sharma et al., 2017). Dumblas yra svarbus antrinės vandens aplinkos taršos šaltinis, kuris gali sukelti pavojų žmonių sveikatai. Be to, dumblo tvarkymas sudaro didžiąją dalį NVĮ eksploatacijos išlaidų – apie 60 % išlaidų Europoje susijusios su dumblo surinkimu, apdorojimu ir šalinimu (Kelessidis & Stasinakis, 2012). Dėl šios priežasties tinkamas dumblo tvarkymas tampa vis svarbesnis tiek nacionaliniu, tiek tarptautiniu lygmeniu, todėl būtina rasti veiksmingų priemonių poveikiui aplinkai apriboti ir rasti būdų, kaip galima būtų paspartinti dumblo pūdymo procesą pagal žiedinės ekonomikos viziją (Muscarella et al., 2023).

Anaerobinis dumblo pūdymas yra viena pagrindinių technologijų, leidžiančių sumažinti dumblo kiekį ir kartu išgauti biodujas – atsinaujinantį energijos šaltinį (Baek et al., 2019). Anaerobinio dumblo pūdymo procese susidarančios biodujos yra vertingas atsinaujinantis energijos šaltinis, kurio pagrindinė sudedamoji dalis yra metanas (CH_4) – didžiausią energetinę vertę turinti biodujų dalis, paprastai sudaranti 50–75 % biodujų. Tipinė biodujų sudėtis taip pat apima anglies dioksidą (CO_2), vandenilio sulfidą (H_2S), azotą (N_2), deguonį (O_2) bei kitus mikroelementus (Schmidt et al., 2018). Metanas naudojamas kaip kuras, todėl pastaruoju metu jis sulaukia vis didesnio dėmesio kaip atsinaujinantis energijos šaltinis. Šis procesas yra reikšmingas, nes biologiniu būdu pagamintas metanas sudaro apie 74 % viso sunaudojamo metano kiekio (Schmidt et al., 2018). Geležies buvimas gali pakeisti metanogeninį anaerobinio skaidymo procesą, nes geležis veikia mikroorganizmų, dalyvaujančių sudėtingose anaerobinio skaidymo biocheminėse reakcijose, metabolinį aktyvumą (Baek et al., 2019).

© 2025 Autoriai. Leidėjas Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Šis straipsnis yra atvirosios prieigos straipsnis, turintis Kūrybinių bendrijų (Creative Commons) licenciją (CC BY 4.0), kuri leidžia neribotą straipsnio ar jo dalių panaudą su privaloma sąlyga nurodyti autorių ir pirminį šaltinį.

Biodujų išeiga priklauso nuo įvairių veiksnių, tokių kaip substrato sudėtis, C/N santykis, dumblo apdorojimo metodai, pūdymo trukmė ir temperatūra (Moeller et al., 2012). Kadangi biodujos gali būti naudojamos kaip alternatyvus energijos šaltinis, jų efektyvus išgavimas ir panaudojimas gali prisidėti prie tvarios energetikos plėtros. Biodujų išvalymas ir konversija į biometaną leidžia jas integruoti į gamtinių dujų tinklus arba naudoti kogeneracinėse jėgainėse elektros ir šilumos gamybai (Lahiri, 2023). Šie aspektai dar labiau skatina anaerobinio pūdymo proceso tobulinimą ir inovatyvių sprendimų, tokių kaip cheminių priedų įterpimas, taikymą dumblo apdorojimo technologijose.

Šiuo tyrimu siekiama ištirti ir paanalizuoti, kaip kinta dumblo pūdymo sparta, dumblo išpūdymo laipsnis, biodujų susidarymas bei jų kokybė į dumblą įterpiant geležies junginių turinčių priedų.

2. Metodika

Siekiant paspartinti pūdymo procesą bei padidinti iš dumblo išsiskiriančių biodujų kiekį ir pagerinti jų kokybę pūdymo procese, šiame darbe tirti priedai, sudaryti geležies junginių pagrindu, jų poveikis pūdymo procesui. Tyrimui naudotas pirminio ir perteklinio dumblo mišinys, kuriame pagal sausas medžiagas (SM) pirminis dumblas sudarė 55 %, o perteklinis dumblas – 45 %.

1 lentelė. Pradinės substrato fizikinės ir cheminės savybės

Parametrai	Mato vnt.	Reikšmė
Sausų medžiagų koncentracija	g/l	46,8
Bepelenių sausų medžiagų dalis sausose medžiagose	%	68,3
pH	–	7,52

Reagentų aprašymai

Tyrimui naudotas *BC.ATOX Scon* geležies hidroksidų pagrindu sudarytas priedas, darbe naudota jo santrumpa – $Fe(OH)_3$ (1 paveikslas). Priedas yra raudonai rudos spalvos, turintis geležies kvapo, vandenyje milteliai netirpūs.

Priedą sudaro 36–40 % trivalentės geležies hidroksidas (Schaumann Bioenergy GmbH, 2014). Likusi sudėties dalis saugos duomenų lapuose nėra nurodyta.



1 paveikslas. Reagentas BC.ATOX Scon $Fe(OH)_3$ (nuotrauka iš asmeninio archyvo)

Tyrimui taip pat naudotas geležies oksidų pagrindu sudarytas priedas *SBG* (2 paveikslas). Priedas yra tamsiai rudos ir juodos spalvos, neturintis kvapo, vandenyje milteliai netirpūs.

Priedą sudaro daugiau nei 60 % geležies oksidų ir kitų esamų metalų oksidų, kurių esamoje sudėtyje yra ne daugiau kaip 1 % (Autark Investments and Projects AG, 2023). Likusi sudėties dalis saugos duomenų lapuose nėra nurodyta.



2 paveikslas. Reagentas *SAMPLE No. TY-34 SBG* (nuotrauka iš asmeninio archyvo)

Trečiasis tyrimui naudotas geležies oksidų pagrindu sudarytas priedas – *SBG Plus* (3 paveikslas). Priedas yra tamsiai rudos ir juodos spalvos, neturintis kvapo, vandenyje milteliai netirpūs.



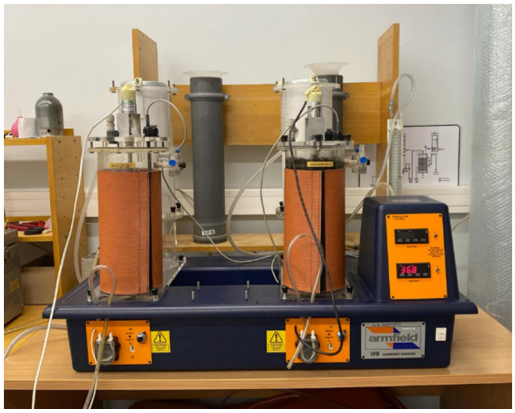
3 paveikslas. Reagentas *SAMPLE No. TY-35 SBG Plus* (nuotrauka iš asmeninio archyvo)

Priedą sudaro daugiau nei 62 % geležies oksidų ir kitų metalų oksidų, kurių esamoje sudėtyje yra ne daugiau kaip 1 %, 10 % nulinio valentingumo geležies (Autark Investments and Projects AG, 2023). Likusi sudėties dalis saugos duomenų lapuose nėra nurodyta.

Tyrimo modelis

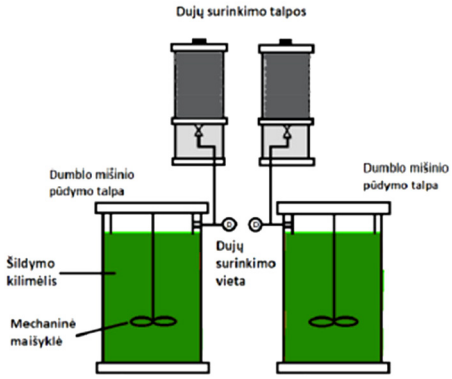
Laboratoriniai tyrimai atlikti VILNIUS TECH Vandentvarkos laboratorijoje. Tyrimai vyko 2024 m. lapkričio – 2025 m. sausio mėnesiais. Atliekant tyrimą naudotas anaerobinio pūdymo modelis *W8 Armfield Ltd*. Pūdymo modelis pateiktas (4 paveikslas).

Šis anaerobinio pūdymo modelis yra sukomplektuotas iš 2-jų sumontuotų lygiagrečiai anaerobinių reaktorių. Abiejų reaktorių darbinis tūris yra po 4,6 l. Reaktoriaus pastovi temperatūra palaikoma nuolat maišant dumblo mišinį mechaninėmis maišyklėmis bei šildant dviem elektriniais šildymo kilimėliais. Taikytas maišyklių sukimosi greitis – 100 sūk./min.



4 paveikslas. *W8 Armfield Ltd* modelis (nuotrauka iš asmeninio archyvo)

Hidraulinė išbuvimo trukmė anaerobiniuose reaktoriuose paprastai palaikoma nuo 15–30 parų. Anaerobinio skaidymo metu palaikomos mezofilinės sąlygos (Alepu et al., 2016). Tyrimo metu pasirinkta 21 paros dumblo pūdymo išbuvimo trukmė, taikyta temperatūra – 37 °C. Principinė anaerobinio pūdymo proceso stendo schema pateikta 5 paveikslas.



5 paveikslas. Principinė anaerobinio pūdymo stendo schema

Tyrimas atliktas dviem etapais. Kiekviename etape pūdymo procesas buvo vykdomas abiejuose stendo reaktoriuose.

Tyrimo etapai

I etapas

- 1-as reaktorius užpildytas nepūdytu pirminio ir perteklinio dumblo mišiniu ir dumblu po pūdymo (inokuliantu).
- 2-as reaktorius užpildytas dumblu, inokuliantu ir priedu $Fe(OH)_3$.

II etapas

- 1-as reaktorius užpildytas dumblu, inokuliantu ir priedu *SBG Plus*.
- 2-as reaktorius užpildytas dumblu, inokuliantu ir priedu *SBG*.

Kiekvienu atveju nepūdyto dumblo mišinio imtos 5 dalys pagal bepelenes sausas medžiagas (BSM), dumblo po pūdymo – 1 dalis pagal BSM, pasirinkta siektina pradinė BSM koncentracija kiekviename reaktoriuje – 33 g/l.

Matuoti parametrai ir naudoti prietaisai

Pūdymo procese susidariusios dujos kauptos atskiruose, prie kiekvieno iš reaktorių prijungtuose, kalibruotuose 2000 ml talpos induose. Biodujų kiekis ir kokybė fiksuoti kiekvieną dieną tuo pačiu laiku. Biodujų kiekis registruotas 10 ml tikslumu. Biodujų analizei naudotas dujų sudėties analizatorius *GasData* serijos *GFM 410* (6 paveikslas). Šiuo įrenginiu išsiskyrusiose biodujose buvo nustatomas CH_4 kiekis (%).



6 paveikslas. *GasData* serijos *GFM 410* dujų sudėties analizatorius

Kiekvieno tyrimo etapo pradžioje nustatytos SM ir BSM koncentracijos atvežto nepūdyto dumblo mišinyje bei dumble po pūdymo.

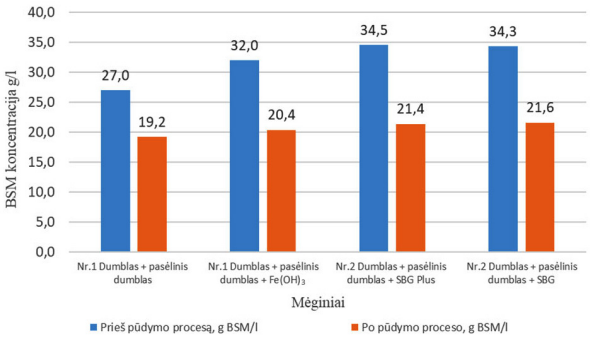
Sausų medžiagų koncentracija nustatyta pagal Lietuvos standartą LST EN 15934:2012 „Dumblo apibūdinimas. Sausos masės nuostolių iškaitinant nustatymas“.

Bepelenių sausų medžiagų koncentracija nustatyta pagal Lietuvos standartą LST EN 15934:2012 „Dumblo apibūdinimas. Sausos masės nuostolių iškaitinant nustatymas“.

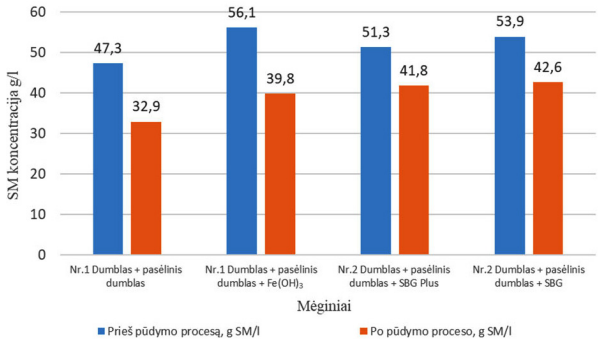
3. Laboratorinių tyrimų rezultatai

Bepelenių sausų medžiagų suskaidymas ir SM sumažėjimas

Bepelenių sausų medžiagų koncentracijos prieš tyrimo pradžią ir jo pabaigoje, taip pat gautas BSM suskaidymas pateiktas 7 paveiksle.



7 paveikslas. Bepelenių sausų medžiagų koncentracijos ir suskaidymas



8 paveikslas. Sausų medžiagų koncentracijos ir sumažėjimas

Iš 7 paveikslo matyti, kad bepelenių sausų medžiagų koncentracija, pūdant dumblo mišinį be priedų, sumažėjo nuo 27 g/l iki 19 g/l, t. y. 29 %.

Priedų naudojimas padidino BSM suskaidymo efektyvumą: naudojant *SBG Plus* priedą, BSM koncentracija sumažėjo nuo 35 g/l iki 21 g/l, o tai sudaro 38 % sumažėjimą. SBG priedas taip pat padidino BSM skaidymą – BSM koncentracija sumažėjo nuo 34 g/l iki 22 g/l (37 % suskaidymas). $Fe(OH)_3$ naudojimo atveju BSM koncentracija sumažėjo nuo 32 g/l iki 20 g/l, t. y. pasiektas 36,3 % BSM suskaidymas.

Lyginant su dumblo be priedu mėginį, $Fe(OH)_3$ taikymo atveju BSM skaidymo efektyvumas buvo didesnis 7,4 procentiniais punktais, *SBG Plus* taikymo atveju – 9,1 procentinio punkto, o *SBG* – 8,1 procentinio punkto.

Sausų medžiagų koncentracijos prieš tyrimo pradžią ir jo pabaigoje, taip pat gautas SM sumažėjimas pateiktas 8 paveiksle.

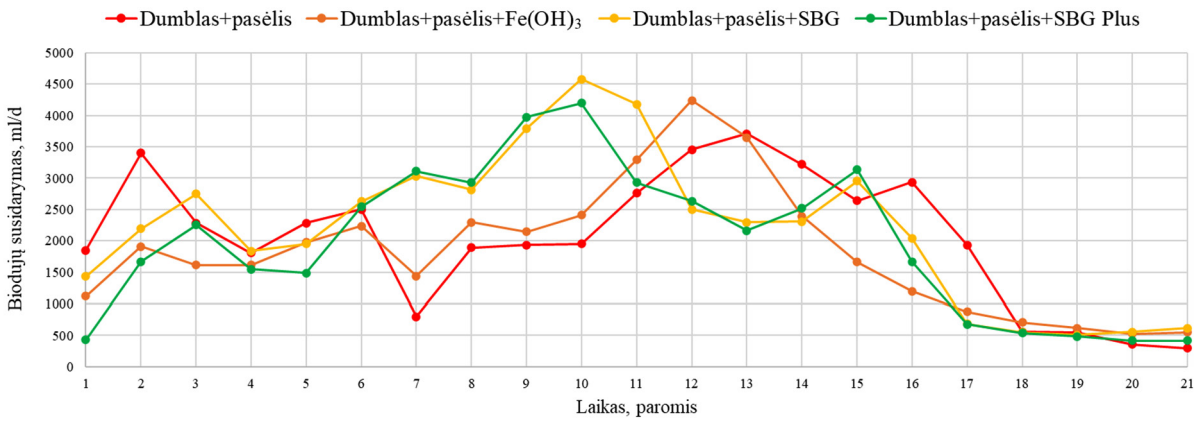
Iš 8 paveiksle pateiktų rezultatų matyti, kad didžiausias sausų medžiagų sumažėjimas yra gautas tuo atveju, kai naudotas tik nepūdytas dumblo mišinys ir inokuliantas. Koncentracija sumažėjo nuo 47 g SM/l iki 33 g SM/l, t. y. 30,4 %. Kai taikyti priedai, SM sumažėjimo reikšmės yra mažesnės – $Fe(OH)_3$ (29,1 %), *SBG Plus* (18,5 %) ir *SBG* (21,0 %).

Gauti mažesni SM sumažėjimo rezultatai lyginant su dumblo be priedų variantu, nes į kitus variantus buvo įterpti priedai, kurie padidino mėginių sausą masę.

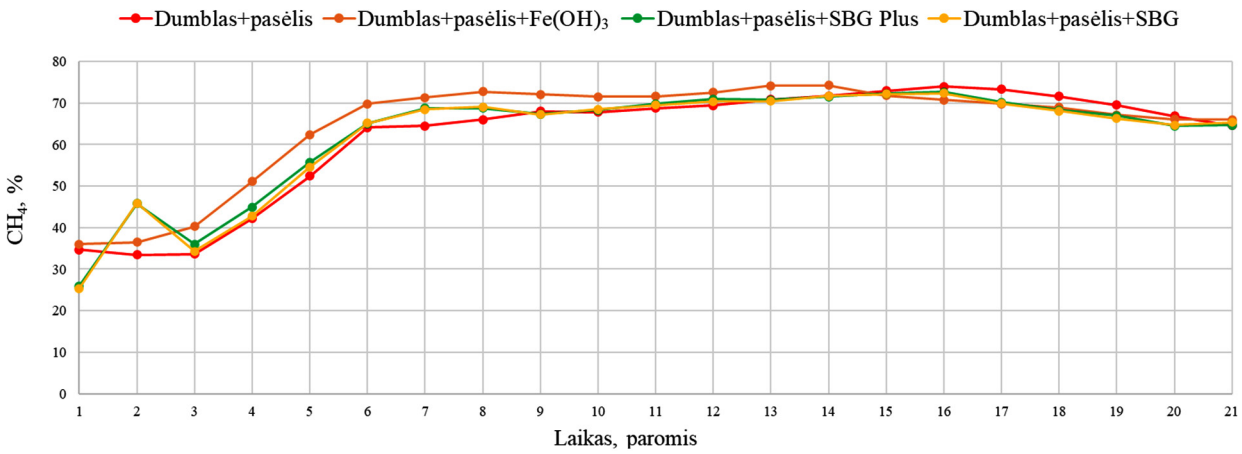
Biodujų susidarymo analizė

Bendras biodujų kiekis, susidaręs per tyrimo laikotarpį, neįskaitant pirmųjų keturių adaptacijos dienų, buvo didžiausias naudojant *SBG* priedą – 38 l ir *SBG Plus* – 36 l. Pūdant dumblo mišinį be priedo, išsiskyrė 34 l biodujų, o pūdant dumblą su priedu $Fe(OH)_3$ – 32 l. Šie rezultatai rodo, kad *SBG* (11,8 %) ir *SBG Plus* (5,1 %) priedai labai padidina biodujų gamybą, o $Fe(OH)_3$ neturėjo reikšmingesnio poveikio bendram biodujų susidarymui, nes jų susidarė 5,1 % mažiau lyginant su mėginiu be priedu.

Iš 9 paveikslo matyti, kad geriausi rezultatai buvo pasiekti 11–13 dienomis, ypač naudojant *SBG* ir *SBG* Plus priedus, kai biodujų susidarymas siekė apie 4,2–4,6 l/d ir buvo 20–30 % didesnis nei dumblo be priedų variantu, kurio maksimalus biodujų kiekis buvo 3,5 l/d. Priedas Fe(OH)3 taip pat padidino biodujų susidarymą, kuris siekė 4,6 l/d (10 dieną), o tai yra 30 % daugiau nei mėginyje be priedų variantu. Gauti rezultatai aiškiai patvirtina, kad priedai $Fe(OH)_3$, *SBG* Plus ir *SBG* pagerina



9 paveikslas. Biodujų susidarymas pūdant dumblą su skirtingais priedais



10 paveikslas. Metano kiekis

biodujų gamybą ir gali būti naudingi optimizuojant anaerobinio pūdymo procesą.

Biodujų kokybės analizė

Analizuojant bendrą per tyrimo laikotarpį susidariusį metano kiekį (be pirmųjų 4 adaptacijos dienų), matyti, kad daugiausia metano susidarė naudojant *SBG* priedą – 27 l, o tai yra 12,1 % daugiau nei dumblo be priedų variantu (24 l). *SBG Plus* priedas taip pat padidino metano kiekį iki 25 l, tai yra 5,9 % daugiau lyginant su dumblo mėginiu be priedų variantu. $Fe(OH)_3$ priedo naudojimas turėjo kiek mažesnį poveikį – susidarė 24 l metano, o tai tik 0,4 % mažiau nei dumblo be priedų variantu.

Iš 10 paveiksle pateiktų duomenų matyti, kad dumblo mėginyje be priedų metano koncentracija palaipsniui augo ir pasiekė aukščiausią reikšmę 16 dieną – 74 %.

Priedų taikymas ne visais atvejais pagerino metano koncentraciją. Geriausi rezultatai buvo stebimi naudojant $Fe(OH)_3$ priedą, kai metano koncentracija pasiekė 74,3 %, ir *SBG Plus*, kai maksimalus kiekis buvo 72,7 %. *SBG* priedas taip pat davė teigiamus rezultatus, jo taikymo metu pasiektas 72,4 % metano kiekis.

Vidutinė metano koncentracija taip pat skyrėsi tarp variantų. Aukščiausia vidutinė metano koncentracija buvo $Fe(OH)_3$ – 70,3 %, *SBG Plus* (67,7 %) reikšmė 0,5 % didesnė lyginant su dumblo mėginiu be priedų, o *SBG* (67,2 %) vidutinės vertės lygios dumblo be priedų variantui (67,2 %). Tai rodo, kad visi priedai prisidėjo prie biodujų kokybės gerinimo, tačiau $Fe(OH)_3$ turėjo didžiausią poveikį metano koncentracijos didinimui.

4. Išvados

1. Dumblo mišinio be priedų variantu BSM skaidymo efektyvumas buvo 28,9 %. Priedų naudojimas padidino šį efektyvumą: *SBG Plus* – 9,1 procentinio punkto (iki 38 %), SBG – 8,1 procentinio punkto (iki 37 %), $Fe(OH)_3$ – 7,4 procentinio punkto (iki 36,3 %), lyginant su be priedų variantu. Koncentracija dumblo be priedų variantu 27 g/l sumažėjo iki 19,2 g/l, $Fe(OH)_3$ 32 g/l sumažėjo iki 20 g/l, *SBG Plus* 35 g/l sumažėjo iki 21 g/l, *SBG* 34 g/l sumažėjo iki 22 g/l.

2. Lyginant su dumblo mišiniu be papildomų reagentų variantą, priedų *SBG* ir *SBG Plus* naudojimas biodujų kiekį padidino: atitinkamai 11,8 % ir 5,1 %. Taikant priedą $Fe(OH)_3$, bendras biodujų kiekis gautas 5,1 % mažesnis.

3. Daugiausia metano per tyrimo laikotarpį susidarė naudojant *SBG* – 27 l, 12,1 % daugiau nei dumblo mėginys be priedų variantu, ir *SBG Plus* – atitinkamai 25 l ir 5,9 %. $Fe(OH)_3$ priedo taikymo atveju metano susidarymas (24 l) buvo panašus kaip ir dumblo be priedų variantu (24 l).

4. Didžiausia vidutinė metano koncentracija buvo $Fe(OH)_3$ taikymo variantu (70,3 %), o dumblo mišinyje be papildomų priedų varianto atveju ji siekė 67,2 %. *SBG Plus* ir *SBG* priedų taikymas taip pat prisidėjo prie biodujų kokybės gerinimo – vidutinė metano koncentracija atitinkamai buvo 67,7 % ir 67,2 %.

5. Apibendrinant, didžiausia tiek biodujų, tiek metano gamyba pasiekta taikant *SBG* priedą, ji padidėjo 12 % lyginant su dumblo mišiniu, kuriame nebuvo įterpiami papildomi priedai, todėl anaerobinio pūdymo procesui gerinti rekomenduojama naudoti *SBG* priedą.

Literatūra

Alepu, O. E., Zifu, L., Harrison, O. I., Kalakodio, L., Wang, K., & Segun, G. A. (2016). Effect of hydraulic retention time on anaerobic digestion of Xiao Jiahe municipal sludge. *International Journal of Waste Resources*, *6* (3). https://doi.org/10.4172/2252-5211.1000231

Baek, G., Kim, J., & Lee, C. (2019). A review of the effects of iron compounds on methanogenesis in anaerobic environments. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *113*, Article 109282. https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109282

Kelessidis, A., & Stasinakis, A. S. (2012). Comparative study of the methods used for treatment and final disposal of sewage sludge in European countries. *Waste Management*, *32*(6), 1186–1195. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.01.012

Lahiri, S. (2023). Application of ultrasound for resource recovery from municipal wastewater treatment. *Resource Recovery in Municipal Waste Waters*, 319–334. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99348-7.00009-6

Lietuvos standartizacijos departamentas. (2012). *Dumblas, apdorotos bioatliekos, dirvožemis ir atliekos. Sausųjų medžiagų kiekio skaičiavimas pagal nustatytą sausojo likučio arba vandens kiekį* (LST EN 15934:2012).

Moeller, L., Goersch, K., Neuhaus, J., Zehnsdorf, A., & Mueller, R. A. (2012). Comparative review of foam formation in biogas plants and ruminant bloat. *Energy, Sustainability and Society*, *2*(12). https://doi.org/10.1186/2192-0567-2-12

Muscarella, S. M., Badalucco, L., Laudicina, V. A., Wang, Z., & Mannina, G. (2023). Wastewater treatment sludge composting. *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering: Smart Solutions for Wastewater: Road-Mapping the Transition to Circular Economy*, 115–136. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99920-5.00008-1

Schmidt, T., Harris, P., & McCabe, B. K. (2018). Process monitoring and control for an anaerobic covered lagoon treating abattoir wastewater. *Chemical Engineering & Technology*, *41*(4), 755–760 https://doi.org/10.1002/ceat.201700391

Sharma, B., Sarkar, A., Singh, P., & Singh, R. P. (2017). Agricultural utilization of biosolids: A review on potential effects on soil and plant grown. *Waste Management*, *64*, 117–132. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.03.002

RESEARCH OF THE EFFECT OF IRON COMPOUNDS ON THE SLUDGE DIGESTION PROCESS

G. PAPINIGYTĖ-PLATKOVSKA,
R. DAUKNYS

Abstract. One of the most commonly used sludge treatment methods is anaerobic sludge digestion. In some treatment plants, due to increased sludge volumes, the loading of digesters becomes a limiting factor, preventing the achievement of the required sludge degradation level. As a result, during the dewatering of digested sludge, the quality of sludge water deteriorates, and the amount of pollutants entering the wastewater treatment process increases. Due to the increased pollution, higher wastewater treatment plant capacity is required, leading to greater energy consumption. To accelerate the sludge digestion process and improve sludge water quality, this study utilized additives based on iron compounds. The results showed that the highest efficiency of biodegradable dry matter (BDM) degradation was achieved using SBG Plus and SBG additives – their concentrations decreased by 38% and 37%, which is 9.1 and 8.1 percentage points more than in the sludge without additives variant (29%). The $Fe(OH)_3$ additive also improved degradation – BDM decreased by 36.3%, which is 7.4 percentage points more than in the sludge without additives variant. The use of additives increased biogas production: SBG – 11.8%, SBG Plus – 5.1% more than in the sludge without additives variant. Meanwhile, the $Fe(OH)_3$ additive generated more biogas between days 7–11, but the final amount was 5.1% lower than in the sludge without additives variant. The highest methane production was achieved using the SBG additive (27 L, +12.1%), while the highest methane concentration (70.3%) was reached with the $Fe(OH)_3$ additive. In conclusion, the most effective additive for optimizing the anaerobic digestion process was the SBG additive, as it ensured the highest biogas production and methane release.

Keywords: anaerobic digestion, biogas, iron compounds, methane, sludge.