

CHEMINIŲ ELEMENTŲ KIEKIO BIOSKAIDŽIOSE ŽEMĖS ŪKIO ATLIEKOSE IR JŲ PELENUOSE VERTINIMAS

Rasa Kvasauskienė¹, Pranas Baltrėnas²

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

El. paštas: ¹rasa.kvasauskiene@vgtu.lt; ²p.balt@vgtu.lt

Santrauka. Bioskaidžios žemės ūkio atliekos – mėšlas, srutos, kraikas – nuo seno naudojamos kaip organinė trąša, gerinanti dirvos struktūrą, praturtinanti dirvožemį mikroorganizmais, reikiama augalams mikroelementais, skatinanti susidaryti humusą. Mėšlas, termiškai apdorotas tiesiogiai deginant ir išgaunant energiją, taip pat gali būti sėkmingai naudojamas kaip atsinaujinantis energijos šaltinis. Tyrimais nustatyta, kad sudeginus mėšlą likę pelenai irgi gali būti naudojami tręšti. Degimo metu atliekų tūris sumažėja apie 80–90 % – sudega didžioji dalis organinių medžiagų. Taip pat tyrimais nustatyta, kad mėšle esančių cheminių elementų (Na, Mg, Si, P, K, Ca, Ti, Mn, Fe) kiekis po degimo sumažėja, tačiau pelenuose šių elementų yra didesnės koncentracijos nei šviežiam mėšle.

Reikšminiai žodžiai: žemės ūkis, mėšlas, peleningumas, deginimas, atsinaujinantys energetiniai ištekčiai.

Įvadas

Bioskaidžios žemės ūkio atliekos susidaro visuose žemės ūkio sektoriuose. Didžiausi bioskaidžių atliekų kiekiai yra gyvulininkystės ir paukštinkystės sektoriuose. Pagrindinę šių atliekų dalį sudaro mėšlas.

Mėšlas – grynos gyvūnų išmatos arba jų mišinys su kraiku. Tai viena svarbiausių organinių trąšų. Priklausomai nuo jame esančių sausų medžiagų (tarp jų ir kraiko) kiekio, mėšlas gali būti skystas, pusiau skystas ar tirštas. Pastarasis yra pats geriausias ir tinkamiausias tręšti, mažiausiai teršiantis aplinką.

Mėšlo, kaip organinės trąšos, naudojimas labai pagerina dirvos struktūrą, praturtina ir mikroorganizmais, ir maisto medžiagomis, skatina humuso susidarymą. Mėšle esančių maisto medžiagų kiekis ir santykis priklauso nuo jo rūšies, kraiko kiekio ir kt.

Gyvulinės kilmės atliekos, naudojamos kaip organinė trąša, gali kelti rimtas aplinkosaugos problemas. Paviršiniai vandenys gali būti užteršti iš mėšlo išplaukiant jame esančias medžiagas į griovius, ežerus, upes. Tokie teršalai, kaip nitratai, druskos, patogenai, gali nesunkiai užteršti ne tik paviršinius, bet ir požeminius vandenis. Intensyvios gyvulininkystės fermose gali kilti nemažai su aplinkosauga susijusių problemų, tokių kaip dirvų pertęšimas ar vandens tarša (Abelha *et al.* 2003; Bolan *et al.* 2004).

Mėšlo naudojimas laukams tręšti yra ne vienintelis jo tvarkymo būdas. Mokslininkė B. P. Kelleher ir kt. (2002) darbe detaliai išnagrinėjo galimus mėšlo tvarkymo būdus. Šios ir kitų mokslininkų darbuose (Abelha *et al.* 2003;

Lundgren, Pettersson 2009) minima, kad mėšlas gali būti naudojamas kaip atsinaujinantis energijos šaltinis.

Brangstant energetiniams ištekliams, atliekų naudojimas energijos gavybai vis plačiau naudojamas pasaulyje (Lietuvos Respublikos... 2007). Žemės ūkio objektuose susidaranti bioskaidžios atliekos (mėšlas) gali būti naudojamos kaip alternatyvus kuras žemės ūkio ar kitiems objektams apšildyti (Čepanko *et al.* 2008; Iwanick 2009; Abelha *et al.* 2003). Iš sauso ir skysto mėšlo galima gaminti skirtingų rūšių energiją.

Šiuo metu pasaulyje plačiai nagrinėjamas anaerobinis bioskaidžių atliekų skaidymas (Kvasauskas, Baltrėnas 2009; Angelidaki, Ellegaard 2003; Janušauskas 2003). Anaerobinis organinių medžiagų skaidymas mikroorganizmais yra procesas, kurio metu gaminasi biudujos – metano (55–65 %) ir anglies dioksido (35–45 %) mišinys. Išgautos dujos naudojamos standartizuotose elektros ir šilumos gavimo įrenginiuose, faktiškai analogiškuose gamtinių dujų kogeneracinėms jėgainėms (elektros ir šilumos gamybos blokuose).

Biologinei degradacijai alternatyvus organinių atliekų tvarkymo būdas yra tiesioginis jų deginimas siekiant išgauti šilumos ar kombinuotą šilumos ir elektros energiją. Išgauta šiluma ir elektros energija gali būti naudojama ūkio pastatų energetinėms reikmėms tenkinti ar platesniu mastu. Iš mėšlo išgaunant energiją sprendžiama mėšlo tvarkymo, taip pat nemalonių kvapų problema, mažinamas poveikis aplinkai.

Žemės ūkio atliekų fizinės ir cheminės savybės gali skirtis priklausomai nuo atliekų kilmės. Dėl kai kurių

atliekų savybių gali kilti problemų jas deginant. Dėl palyginti žemo šilumingumo, kuris yra 5–10 % mažesnis nei medienos, arklių mėšlas yra peleningesnis, jame esančios azoto (N), sieros (S) ir chloro (Cl) koncentracijos didesnės nei tradicinio medienos kuro. Didelis peleningumas gali sukelti degimo proceso sutrikimus dėl nuosėdų susidarymo degimo sistemoje, pritaikytoje tik medienos kurui (Lundgren, Pettersson 2009). Kalio, natrio, magnio, kalcio šarmai ir silicis (SiO₂) yra labai svarbūs pelenų komponentai susidarant šlakui.

Vištų mėšle, lyginant su kitos rūšies mėšlu, yra didžiausi kiekiai cheminių junginių. 1 lentelėje pateiktos vištų mėšlo charakteristikos.

1 lentelė. Vištų mėšlo charakteristikos (Guerra-Rodriguez *et al.* 2001)

Table 1. Characteristics of poultry litter (Guerra-Rodriguez *et al.* 2001)

Parametrai	Kietas vištų mėšlas
Organinės medžiagos kiekis, %	85,38
pH	8,8
Drėgmė, %	48,69
Bendras azotas, %	3,56
Neorganinis azotas, %	1,74
Amoniakas, %	1,76
P ₂ O ₅ , %	0,71
K ₂ O, %	3,79

Kaip teigia ispanų mokslininkė Guerra-Rodriguez *et al.* (2001), vištų mėšle yra daug organinės medžiagos (85,38 %). Mūsų šalyje vištų mėšlo sudėtis gali būti kitokia.

Gyvulininkystės ir paukštininkystės atliekas sudaro gyvulių ir paukščių išmatos, kraikas (medienos drožlės, šiaudai ir t. t.), šėrimo atliekos ir kt. Visos šios priemonės gali stipriai pakeisti pelenų sudėtį. Mėšlo pelenuose randamas didelis kiekis kalio (K) – 4–6 %, jei kraikui naudojami šiaudai. Tačiau medienos drožlių naudojimas gerokai sumažina K kiekį pelenuose ir jis siekia tik apie 1,5 %.

Paukščių mėšlas turi žemą pelenų lydymosi temperatūrą. Remiantis penkiaais skirtingais tyrimais mokslininkas P. Abelha ir kt. (2003) nustatė, kad paukščių mėšlo pelenų lydymosi temperatūra yra 658,9 °C. Ši pelenų savybė gali sudaryti problemų, kai naudojamos grotelių ir verdančio sluoksnio degimo sistemos dėl šlakų susidarymo. Tokie parametrai, kaip degimo temperatūra, oro mišinys ir drėgmės kiekis, turi būti palaikomi artimi optimalioms sąlygoms, kad efektyviai veiktų deginimo įrenginiai. Proceso metu susidaro pelenai, kuriuose išsilaiko toks pats fosfatų ir kalio karbonato kiekis kaip ir šviežiame vištų mėšle. Organinis azotas degimo metu išmetamas į atmosferą azoto oksidų (NO_x) pavidalu (Čepanko *et al.* 2008).

Pelenai yra stabilūs, sterilūs, lengvai tvarkomi ir transportuojami, todėl labiau vertinami nei organinės trąšos (Shijun Zhu *et al.* 2007).

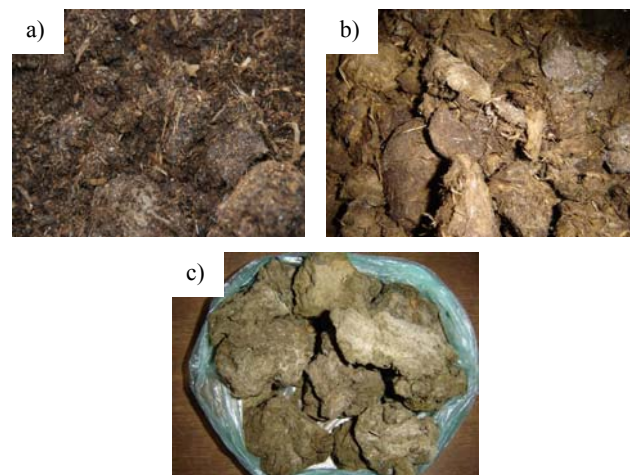
Aukštatemperatūrinis terminis mėšlo ardymas sukoncentruoja elementus ir maisto medžiagas pelenuose. Nors degimo metu prarandamas azotas ir organinės medžiagos, tačiau mišinyje dar randama silicio, kalio, magnio, kalcio, aliuminio, geležies, titano, natrio ir sieros.

Koncentruotas elementų kiekis mėšlo pelenuose sumažina transportavimo ir laikymo kainą, mažesnė masė pagerina tvarkymą, taigi šios charakteristikos rodo, kad pelenus naudinga naudoti trąšoms vietoje šviežio mėšlo.

Tyrimų tikslas – nustatyti, kaip pasikeičia cheminių elementų kiekis, sudegintą mėšlą naudojant kaip energetinį šaltinį.

Metodika

Tyrimams pasirinktas trijų rūšių mėšlas: vištų, arklių ir galvijų (1 pav.). Prieš deginant mėšlas džiovintas natūraliomis sąlygomis (lauke) ant tinklinių džiovyklų.

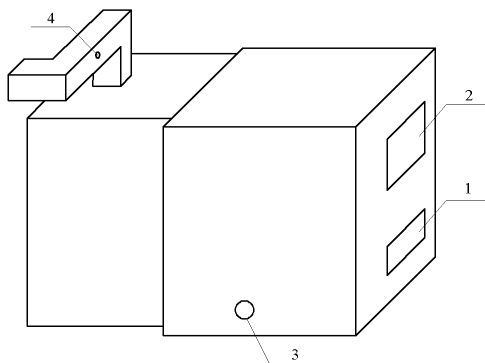


1 pav. Tyrimams naudojamos atliekos: vištų mėšlas (a); arklių mėšlas (b); galvijų mėšlas (c)

Fig. 1. Waste used for research: poultry litter (a); horse manure (b); livestock manure (c)

Tyrimams paimta po 12 kg kiekvienos rūšies džiovinto mėšlo. Mėšlas degintas 25 kW kieto kuro deginimo įrenginyje (2 pav.). Mėšlas buvo sudėtas į pakurą (2) ir uždegtas. Degimui pagerinti buvo reguliuojamas į pakurą tiekiamo pirminio ir antrinio oro kiekis per 1 ir 3 angas (2 pav.). Sudegus visam mėšlui iš pelenų šalinimo dalies (1) paimti pelenų mėginiai elementų sudėčiai nustatyti.

Paėmus deginti skirto mėšlo mėginius, nustatytas jų drėgnumas, reikalingas peleningumui nustatyti. Taip pat nustatytas mėšlo peleningumas, siekiant įvertinti, kiek sumažėja sudeginto mėšlo kiekis.



2 pav. Kieto kuro deginimo įrenginio schema: 1 – pirminio oro reguliavimo grotelės, pelenų šalinimo anga; 2 – pakura; 3 – antrinio oro tiekimo anga; 4 – dujinių teršalų ir kietųjų dalelių koncentracijų dūmuose matavimo vieta dūmtraukyje

Fig. 2. Solid fuel boiler: 1 – primary air regulation mechanism, ash removal hole; 2 – firebox; 3 – secondary air feeding hole; 4 – area in the chimney flue for the measurement of concentrations of gaseous pollutants and solid particles in smoke

Kad būtų galima nustatyti, kokių cheminių elementų yra tirtame vištų, arklių ir galvijų mėšle ir kaip jų kiekis pasikeičia mėšlą sudeginus, buvo atlikta mėšlo ir jo pelenų (paimtų sudeginus mėšlą) mėginių analizė.

Drėgnio kiekio nustatymas

Mėginiai buvo imami į biuksus (\varnothing 50 mm, $h = 30$ mm), kurie kartu su dangteliu buvo džiovinami 1 valandą 105 ± 2 °C temperatūroje, paskui atvėsinti eksikatoriuje. Išdžiovinti biuksai su dangteliais pasverti analitinėmis svarstyklėmis (matavimo ribos 0–320 g, matavimo tikslumas $\pm 0,00005$ g, 0,0001 g tikslumu).

Bandiniai pincetu buvo imami po 1 g, dedami į biuksus ir užkemšami. Bandinys tolygiai paskleidžiamas ant biukso dugno ($0,2$ g/cm²). Biuksas su bandiniu pasveriamas. Paskui atkimštas biuksas dedamas į džiovinimo spintą kartu su dangteliu ir džiovinamas 105 ± 2 °C temperatūroje iki pastovios masės. Po džiovinimo užkimštas biuksas eksikatoriuje atvėsinaamas ir pasveriamas.

Drėgmės kiekis, kaip bandinio masės procentinė išraiška, nustatomas pagal formulę:

$$D = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \cdot 100, \quad (1)$$

čia D – mėginio drėgnis, %; m_1 – biukso su dangteliu masė, g; m_2 – biukso su dangteliu ir bandiniu prieš džiovinant masė, g; m_3 – biukso su dangteliu ir bandiniu po džiovinimo masė, g.

Gauti matavimų rezultatai apskaičiuojami nustačius dviejų bandinių drėgmės kiekio aritmetinį vidurkį.

Peleningumo nustatymas

Mėginio pelningumui nustatyti į 2 pasvertus tiglius dedama apie 2 g (0,0001 g tikslumu) smulkiai sutrintos tiriamosios medžiagos. Tigliai su mėginiu statomi į mufelinės krosnies priekinę dalį ir laukiama, kol mėginys apanglės. Po to tigliai perkeliama į galinę krosnies dalį ir kaitinami 2 valandas 800 ± 50 °C temperatūroje. Po dviejų valandų tigliai išimami ir dedami į eksikatorius, palaukiama, kol atvės, ir vėl pasveriami. Sveriamas stengiantis, kad tigliai su pelenais kuo trumpiau būtų atvirame ore. Peleningumas (%) apskaičiuojamas pagal formulę

$$PE = \frac{(P_1 - P) \cdot 100}{P_2 \cdot (100 - D)}, \quad (2)$$

čia P – tiglio masė, g; P_1 – tiglio su pelenais masė, g; P_2 – mėginio pradinė masė, g; D – mėginio drėgnis, %.

Rezultatas apskaičiuojamas vidurkinant dviejų bandinių rezultatus.

Elementų sudėties nustatymas

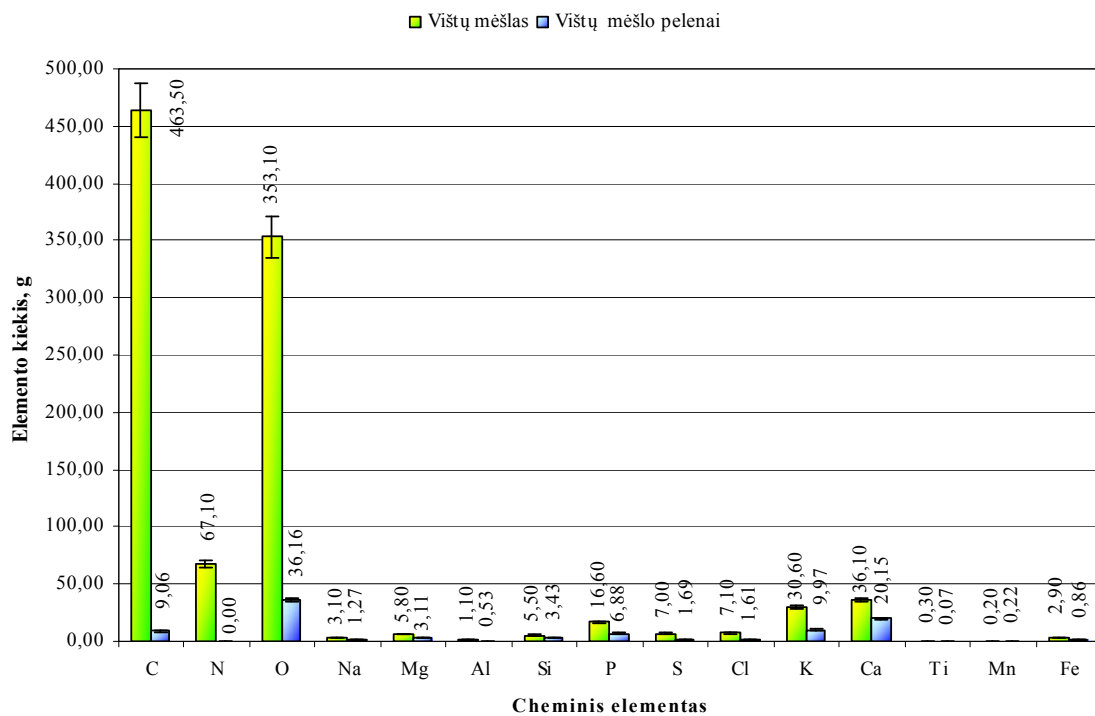
Bandinių elementų analizė atlikta Vilniaus universiteto Chemijos institute. Analizei naudotas prietaisas „EVO 50 XVP“ („Carl Zeiss SMT AG“) su energijos dispersijos ir bendrų dispersijos rentgeno spindulių spektrometrais (Oksfordas, Jungtinė Karalystė).

Rezultatai ir jų analizė

Eksperimentiniais tyrimais buvo nustatyta, kaip pasikeičia cheminių elementų kiekis vištų (3 pav.), arklių (4 pav.) ir galvijų (5 pav.) mėšle jį deginant.

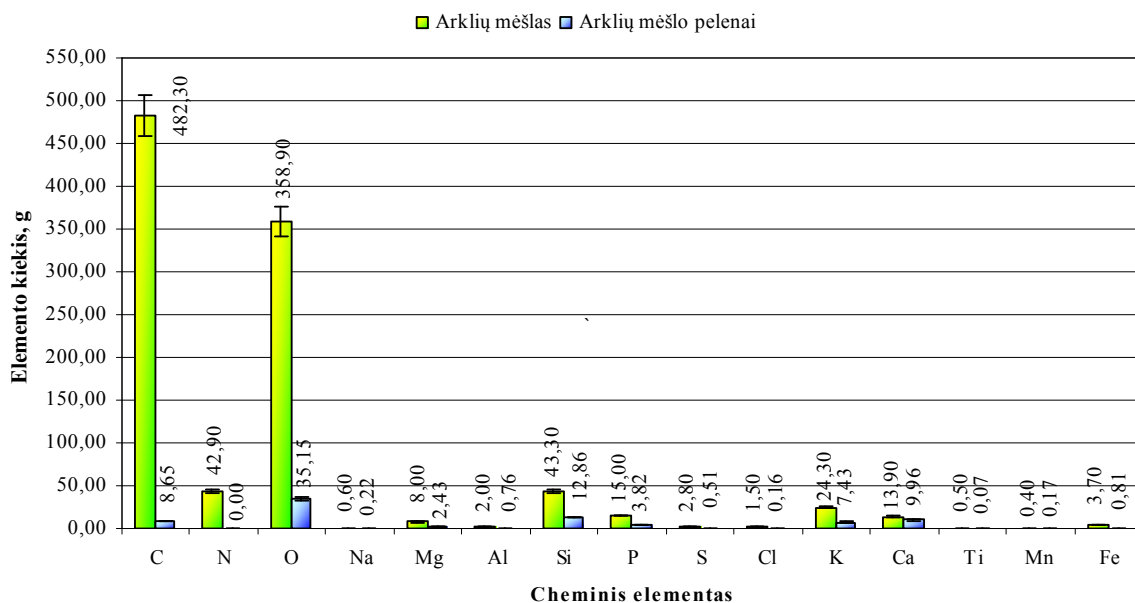
3 paveiksle pateikti vištų mėšlo ir jo pelenų elementų analizės duomenys, iš kurių matyti, kad degimo procese visų elementų kiekiai sumažėja.

Beveik pusę (463,5 g iš 1 kg sausos masės) vištų mėšlo masės sudaro anglis (C) – tai yra organinė mėšlo dalis, lemianti degimo kokybę. Kuo daugiau organinės medžiagos yra mėšle, tuo daugiau energijos iš jo galima gauti, naudojant mėšlą kurui. Sudeginto 1 kg vištų mėšlo pelenuose nustatytas C kiekis buvo 9,06 g. Atsižvelgiant į apie 50 kartų sumažėjusį C kiekį, galima spręsti, kad degimas buvo kokybiškas, nes likęs C kiekis buvo labai mažas, lyginant su mokslininko P. Abelha ir kt. (2003) duomenimis, kurie nustatė, kad deginant vištų mėšlą iš bendro jame buvusio anglies kiekio liko tik 1,7 %. Šiais tyrimais nustatyta, kad po deginimo liko 1,95 % anglies, lyginant su pradiniu prieš deginimą buvusiu jo kiekiu.



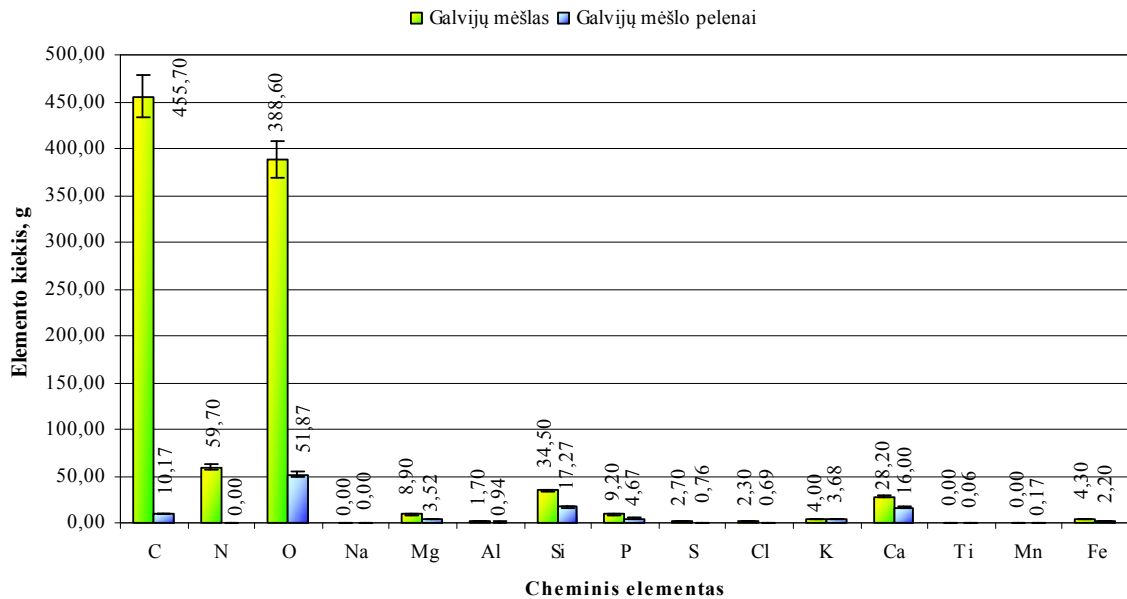
3 pav. 1 kg sausame vištų mėšle esančių cheminių elementų kiekio (g) ir sudeginus 1 kg sauso vištų mėšlo likusiuose pelenuose esančių cheminių elementų kiekio palyginimas (g)

Fig. 3. Comparison of chemical composition in 1 kg dry poultry litter and in ashes of 1 kg burned dry poultry litter



4 pav. 1 kg sausame arklių mėšle esančių cheminių elementų kiekio (g) ir sudeginus 1 kg sauso arklių mėšlo likusiuose pelenuose esančių cheminių elementų kiekio palyginimas (g)

Fig. 4. Comparison of chemical composition in 1 kg dry horse manure and in ashes of 1 kg burned dry horse manure



5 pav. 1 kg sausame galvijų mėšle esančių cheminių elementų kiekio gramais ir sudeginus 1 kg sauso galvijų mėšlo likusiuose pelenuose esančių cheminių elementų kiekio gramais palyginimas

Fig. 5. Comparison of chemical composition in 1 kg dry livestock manure and in ashes of 1 kg burned dry livestock manure

Azoto kiekis, esantis deginamoje medžiagoje, lemia azoto oksidų susidarymą degimo metu. Kadangi po deginimo vištų mėšlo pelenuose azoto nebuvo nustatyta, vadinasi, visas mėšle buvęs azoto kiekis degimo proceso metu oksidavosi ir sudarė dujinius atmosferos teršalus – azoto oksidus (Smith 1993).

Kuo deginamoje medžiagoje daugiau deguonies (O₂), tuo mažiau papildomo deguonies reikia degimui palaikyti, kad medžiaga visiškai oksiduotųsi. Tirtame vištų mėšle deguonies kiekis sudarė apie 1/3 kg sausos masės.

Vištų mėšle nustatyti kai kurių mikroelementų – natrio (Na), magnio (Mg), aliuminio (Al), silicio (Si) bei kalio (K) nedideli kiekiai. Augalams labiausiai reikalingų elementų – kalio ir fosforo (P) – kiekiai degimo metu sumažėjo atitinkamai apie 3 ir 2,5 karto. Taip pat vištų mėšle ir jo pelenuose rasta ir sunkiųjų metalų – mangano (Mn), geležies (Fe), titano (Ti). Sunkieji metalai patekė į aplinką, neigiamai veikia augalus ir gyvuosius organizmus (Idzelis *et al.* 2006). Deginant vištų mėšlą, jame buvę sunkiųjų metalų Ti ir Fe kiekiai sumažėjo atitinkamai 4 ir 3 kartus, o Mn kiekis nepakitė. Ti ir Fe kiekių mažėjimą galėjo lemti šių metalų išnešimas į aplinką su kietosiomis dalelėmis.

Mokslininko P. Abelha ir kt. (2003) atlikta vištų mėšlo pelenuų analizė parodė, kad pelenuose buvo Ca, K, Fe, Mn ir Si. Taip pat labai mažais kiekiais buvo rasta Zn, Cu, Cr, P, S, Ti ir Ni. Šių mokslininkų nustatyti cheminiai elementai vištų mėšle sutampa su šiuo tyrimu nustatytais, tačiau jų kiekis gali skirtis.

Kadangi dalis sunkiųjų metalų ar kitų elementų gali būti iš pakuros išnešami kartu su kietosiomis dalelėmis, mokslininkas P. Abelha ir kt. (2004) nustatė, kad vištų mėšlą deginant kartu su durpėmis, kietųjų dalelių išnešimas dūmų srautu sumažėjo 22 %. Toks sumažėjimas buvo todėl, kad durpių dalelės yra sunkesnės nei vištų mėšlo ir jos daug sunkiau išnešamos su dūmų srautu į aplinką.

Atlikus galvijų mėšlo elementų analizę nustatyta, kad šiame mėšle yra mažiausias kiekis anglies, lyginant su vištų ir arklių mėšlu. Taip pat ir galvijų mėšlo pelenuose anglies liko daugiausia – 2,23 %.

Azoto kiekis galvijų mėšle buvo 28 % mažesnis nei arklių mėšle. Taigi, didžiausias kiekis azoto buvo vištų mėšle, o mažiausias – arklių mėšle.

Tirtame galvijų mėšle, kaip ir vištų bei arklių, deguonies kiekis sudarė apie 1/3 kg sausos masės.

Galvijų mėšle nustatyti kai kurių mikroelementų – Mg, Al, Si ir K – nedideli kiekiai. Tačiau šiame mėšle natrio nerasta. Si kiekis galvijų mėšle buvo apie 10 g mažesnis nei arklių mėšle. K ir P kiekiai degimo metu sumažėjo atitinkamai apie 1,1 ir 2 kartus. Galvijų mėšle ir jo pelenuose rasta Fe. Ti ir Mn galvijų mėšle nustatyta nebuvo, tačiau nedideli jų kiekiai rasti galvijų mėšlo pelenuose lėmė, kad po degimo pelenuose elementai buvo koncentruoti.

Išvados

1. Deginant bioskaidžias žemės ūkio atliekas (mėšlą), anglies kiekis jose sumažėja daugiau nei 90 %.
2. Atliekose esančių sunkiųjų metalų kiekiai po degimo nereikšmingai sumažėja (apie 10–20 %), jie pasišalina į atmosferą kartu su degimo dūmuose esančiomis kietosiomis dalelėmis.
3. Vištų, arklių ir galvijų mėšle esantis azotas degimo metu oksiduoja į NO_x, taigi azotas degimo procese prarandamas.
4. Augalams reikalingiausių kalio ir fosforo elementų kiekiai degimo metu sumažėja apie 2–3 kartus, tačiau pečiuose jie lieka koncentruočiau nei šviežiame mėšle.

Literatūra

- Abelha, P.; Gulyurtlu, I.; Boavida, D.; Seabra Barros, J.; Cabrita, I.; Leahy, J.; Kelleher, B.; Leahy, M. 2003. Combustion of poultry litter in a fluidised bed combustor, *Fuel* 82: 687–692.
- Angelidaki, I.; Ellegaard, L. 2003. Codigestion of Manure and Organic Wastes in Centralized Biogas Plants, *Biochemistry and Biotechnology* 109: 95–105. doi:10.1385/ABAB:109:1-3:95
- Bolan, N. S.; Wong, L.; Adriano, D. C. 2004. Nutrient removal from farm effluents, *Bioresource Technology* 94: 251–260. doi:10.1016/j.biortech.2004.01.012
- Čepanko, V.; Buinevičius, K.; Pszczola, J. 2008. Investigation and estimation of exhaust gas emission from fermentable waste combustion, in *The 7th International Conference Environmental Engineering*, May 22–23, 2008 in Vilnius, 100–107.
- Guerra-Rodriguez, E.; Diaz-Ravina, M.; Vazquez, M. 2001. Co-composting of chestnut burr and leaf litter with solid poultry manure, *Bioresource Technology* 78: 107–109. doi:10.1016/S0960-8524(00)00159-0
- Idzelis, R. L.; Greičiūtė, K.; Paliulis, D. 2006. Investigation and evaluation of surface water pollution with heavy metals and oil products in Kairiai military ground territory, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 14(4): 183–190.
- Iwanick, A. 2009. Biomass Equipment Options for Steam and Power, in *International Biomass Conference and Expo*, May 4–6, 2009, Minneapolis, Minnesota, 5.
- Janušauskas, R. J. 2003. Biodejų gamyba iš žemės ūkio ir maisto pramonės atliekų, *Energetika* 4: 102–106.
- Keleher, B. P.; Leahy, J. J.; Henihan, A. M.; O'Dwyer, T. F.; Sutton, D.; Leahy, M. J. 2002. Advances in poultry litter disposal technology, *Bioresource Technology* 83: 27–36. doi:10.1016/S0960-8524(01)00133-X
- Kvasauskas, M.; Baltrėnas, P. 2009. Research on anaerobically treated organic waste suitability for soil fertilisation, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 17(4): 205–211. doi:10.3846/1648-6897.2009.17.205-211
- Lietuvos Respublikos ūkio ministerija. 2007. Taikomasis mokslinio tyrimo darbas „Biologiškai skaidžių atliekų tvarkymo Šiaulių regione priešprojektiniai pasiūlymai, įskaitant techninį-ekonominį pagrindimą“. 53 p.
- Lundgren, J.; Pettersson, E. 2009. Combustion of horse manure for heat production, *Biorecourse Technology* 100: 3121–3126. doi:10.1016/j.biortech.2009.01.050
- Shijun Zhu, S.; Lee, S. K.; Hargrove, G. 2007. Prediction of combustion efficiency of chicken litter using an artificial neural network approach, *Fuel* 86: 877–886.
- Smith, K. R. 1993. Fuel Combustion, Air Pollution Exposure, and Health: The Situation in Developing Countries, *Annual Review of Energy and the Environment* 18: 529–566. doi:10.1146/annurev.eg.18.110193.002525

ASSESSING THE AMOUNT OF CHEMICAL ELEMENTS IN BIODEGRADABLE AGRICULTURAL WASTES AND ASH

R. Kvasauskienė, P. Baltrėnas

Abstract

Biodegradable agricultural wastes such as manure, has long been used as an organic fertilizer that improves soil structure, enriches the soil with micro-organisms and micro-elements necessary for plants and promotes humus formation. Manure can also be successfully used as a renewable energy source directly combusting and extracting energy. The carried out investigation showed that the incineration of manure remaining in ashes could also be used as a fertilizer. Waste combustion reduces its volume to 80–90%. Also, the investigation revealed that the amount of chemical elements (Na, Mg, Si, P, K, Ca, Ti, Mn, Fe) decreased after combustion. However, the concentration of these elements in ashes is higher than that in raw manure.

Keywords: agriculture, manure, ash-content, combustion, renewable energy sources.