



GALVIJŲ RAGŲ DROŽLIŲ BIODEGRADACIJA DIRVOŽEMYJE IR JOS ĮTAKA AGROCHEMINĖMS DIRVOŽEMIO SAVYBĖMS

Edita MAŽUOLYTĖ-MIŠKINĖ¹, Iona GRIGALAVIČIENĖ²,
Violeta GRAŽULEVIČIENĖ³

Aleksandro Stulginskio universitetas, Aplinkos ir ekologijos institutas

El. paštas: ¹emazuolyte@gmail.com; ²igrigalaviciene@gmail.com; ³grazuleviciene@yahoo.com

Santrauka. Ištirta augalams tręšti naudojamų galvijų ragų drožlių suirimo sparta dirvožemyje ir jų įtaka dirvožemio savybėms. Bandymai atlikti lauko (natūraliomis gamtinėmis) ir laboratorinėmis sąlygomis. Lauko eksperimentas vykdytas 2012 m. gegužės–rugpjūčio mėnesiais Aleksandro Stulginskio universiteto Agroekologijos centro ekologinės gamybos ūkyje. Vidutinė oro temperatūra bandymų laikotarpiu buvo 16,45 °C. Laboratorinio eksperimento metu buvo nustatomas ragų drožlių suirimo greitis dirvožemyje esant 5 ir 20 °C aplinkos temperatūrai ir 40 % dirvožemio drėgnumui. Atlikti dirvožemio pH, savitojo elektrinio laidžio ir organinės medžiagos kiekio dirvožemyje tyrimai. Nustatyta, kad ragų drožlių masės pokyčiai biodegraduojant drožlėms lauko sąlygomis ir laboratorinėmis sąlygomis, esant 5 ir 20 °C aplinkos temperatūrai, yra panašūs: ragų drožlių masė po 120 parų sumažėjo atitinkamai 37,3 %, 36,2 %, ir 34,5 %. Didžiausi dirvožemio pH ir organinės medžiagos kiekio pokyčiai vyko per pirmąsias 60 parų. Ragų drožlėms biodegraduojant lauko sąlygomis organinės medžiagos kiekis dirvožemyje šiuo laikotarpiu padidėjo nuo 2,53 iki 3,20 %, o dirvožemio pH sumažėjo nuo 8,0 iki 7,1. Atliekant bandymus laboratorinėmis sąlygomis šie pokyčiai buvo mažesni.

Reikšminiai žodžiai: ragų drožlės, biodegradacija, dirvožemio pH, organinė medžiaga, savitasis elektrinis laidis.

Įvadas

Trąšoms ir pagalbinėms medžiagoms dirvai gerinti ekologinėje ūkininkavimo sistemoje keliami saviti reikalavimai. Ekologinėje gamyboje uždrausta naudoti organines trąšas iš pramoninės žemdirbystės ūkių. Kadangi Lietuvoje ekologinė gyvulininkystė yra mažai išplėtotą, pagaminami labai nedideli kiekiai organinių trąšų. Jų nepakanka tinkamai aprūpinti ekologiškai auginamus augalus maisto medžiagomis. Todėl ieškoma kitų organinių trąšų, kurios sumažintų maisto medžiagų stygių ekologinėje žemdirbystės sistemoje (Žibutis *et al.* 2011). Pagal ES reglamentų reikalavimus ekologinėje žemdirbystės sistemoje galima naudoti šalutinius gyvulinės kilmės produktus. Augalams tręšti naudojami gyvūninės kilmės produktai, tarp jų ir keratino turinčios atliekos: ragų drožlės, smulkintos plunksnos, šeriai ir kt. (Juroszek *et al.* 2004; Müller, von Fragstein und Niemsdorff 2006; Choi, Nelson 1996). Keratino sudėtyje yra apie 15–18 % azoto, 1,5–2,0 % fosforo, kitų elementų. Kadangi minėti mitybos elementai yra organinėse medžiagose, jų augalai negali pasisavinti tiesiogiai. Dirvožemio mikroorganizmai pirmiausia turi suskaidyti jas į paprastus mineralinius junginius. Skaidymo efektyvumas

priklauso nuo dirvožemyje esančių mikroorganizmų įvairovės ir pačių atliekų sudėties. Keratino turinčios atliekos yra skaidomos gerokai lėčiau nei kiti tręšti tinkami gyvulinės kilmės produktai. To priežastis – keratino sudėtyje esantis cisteinas, sieros turinti amino rūgštis, galinti sudaryti intramolekulinius ir tarpmolekulinius (skersinius) ryšius su kitomis cisteino molekulėmis. Skersiniai ryšiai ir kiti baltymų struktūriniai požymiai – kristališkumas, galimybė sudaryti vandenilinius ryšius, suteikia keratinui didelį stiprumą ir standumą. Cisteino kiekis priklauso nuo keratino kilmės: plunksnose jo yra apie 7 %, vilnoje 11–22 %, raguose 20–23 % (Barone *et al.* 2005; Marshall, Gillespie 1977). Lėtai mineralizuojantis organinėmis medžiagoms dirvožemyje gali trūkti azoto, tada mažėja derlius, prastėja jo kokybė (Pekarskas 2005). Todėl keratino turinčios atliekos, prieš įterpiamos į dirvą, apdorojamos vandens garais, paveikiamos mikroorganizmais (Adetunji *et al.* 2012; Choi, Nelson 1996). Pastaruoju metu atliekami tyrimai susiję su vilnos atliekų naudojimu augalams tręšti (Gorecki, R. S., Gorecki, M. T. 2010; Nustorova *et al.* 2006).

Metodika

Bioskaidumo tyrimai lauko (natūraliomis gamtinėmis sąlygomis)

Ekspertas atliktas 2012 m. gegužės–rugpjūčio mėn. Aleksandro Stulginskio universiteto Agroekologijos centro ekologinės gamybos ūkyje Kazlišių kaime, Kauno rajone. Bandymų vietoje vyravo lengvo priemolio, giliau glėjiški, pasotintieji palvažemiai – PLb-g4. Bandymų laukelio dydis – 60 m² (4×15 m).

Tyrimams naudotos ragų drožlės, gautos iš Algimanto Karkazo individualios įmonės, kur iš ragų gaminami galanterijos ir kiti gaminiai. Ragų atliekas įmonė perka iš UAB „Utenos mėsa“. Gamybos metu susidariusios atliekos specialiu malūnu susmulkinamos į ragų drožles. Tyrimams naudota 2,5–3,0 mm drožlių frakcija.

Į sintetinio audinio maišelius buvo priberiama po 10,0 g ragų drožlių. Maišeliai sudedami į 15 cm gylio duobutes ir užkasami. Atstumai tarp duobučių – 2 metrai (1 pav.).



1 pav. Ragų drožlių bioskaidumo tyrimų vaizdai lauko sąlygomis

Fig. 1. Images of tests on the biodegradation of cattle horn shavings under field conditions

Maišeliai su ragų drožlėmis buvo iškasami po 10, 20, 30, 40, 50, 60, 90 ir 120 parų bei paimami dirvožemio ėminiai. Iš kiekvienos vietos, kurioje buvo užkastas maišelis su ragų drožlėmis, paimta po tris dirvožemio ėminius: pirmasis iš 0–10 cm sluoksnio, antrasis iš 10–15 cm (maišelio buvimo vietoje) ir trečiasis – 15–20 cm sluoksnio (po maišeliu). Kiekvieno ėminio masė – 200 g. Ragų drožlės buvo išimtos iš maišelių, išdžiovintos kambario temperatūroje ir pasvertos. Orasausis dirvožemis išsijotas per 2 mm skersmens akučių sieta.

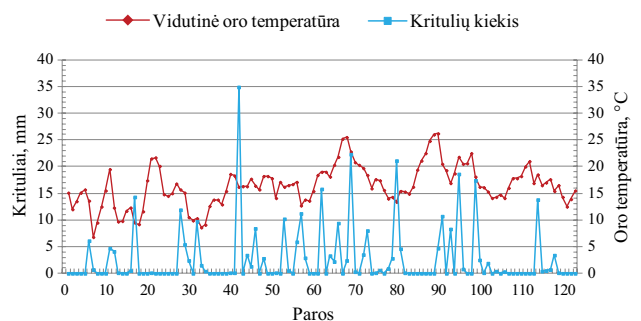
Bioskaidumo tyrimai laboratorinėmis sąlygomis

Ekspertui dirvožemis paimtas lauko bandymų laukelyje iš 5–15 cm sluoksnio. Dirvožemis buvo išdžiovintas, susmulkintas ir išsijotas per 2 mm sieta. Į plastikinius indelius buvo pasverta po 200 g dirvožemio ir į jį užkasti sintetinio audinio maišeliai su ragų drožlėmis (0,50 g). Dirvožemis indeliuose buvo sudrėkintas iki 40,0 % drėgnio (2 pav.). Pusė mėginių buvo laikoma termostate 5 °C temperatūroje, kita dalis – 20 °C temperatūroje. Taip pat atitinkamai sudėti dirvožemio mėginiai be ragų drožlių (kontrolė). Indeliuose buvo palaikomas pastovus 40,0 % drėgnis. Po 30, 60, 90 ir 120 parų buvo išimama po tris dirvožemio mėginius su trąšomis ir be jų (kontrolė). Dirvožemis ir ragų drožlės buvo išdžiovinti kambario temperatūroje.



2 pav. Ragų drožlių bioskaidumo tyrimų vaizdai laboratorinėmis sąlygomis

Fig. 2. Images of tests on the biodegradation of cattle horn shavings under laboratory conditions



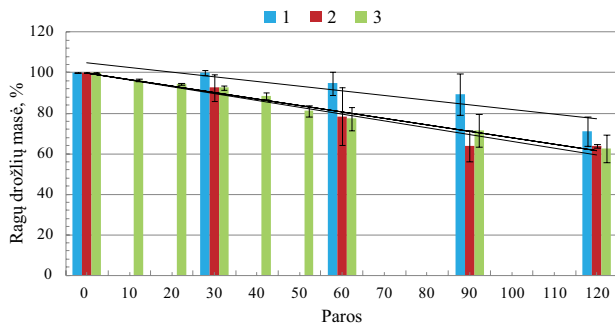
3 pav. Vidutinė oro temperatūra ir kritulių kiekis eksperimento laikotarpiu (2012 m. gegužės–rugpjūčio mėn.)

Fig. 3. The average air temperature and rainfall during the experiment (May–August 2012)

Vidutinės oro temperatūros reikšmės ir kritulių kiekis tiriamuoju laikotarpiu pateikti 3 pav. Iš šių duomenų matyti, kad pirmus du mėnesius vidutinė oro temperatūra buvo apie 15 °C. Vidutinė oro temperatūra eksperimento laikotarpiu buvo 16,45 °C. Per šiuos mėnesius iškrito nedaug kritulių. Vidutinis kritulių kiekis neviršijo 5 mm. Tiriamuoju laikotarpiu vyravo vėsūs ir sausi orai.

Rezultatai ir jų analizė

Pateikti ragų drožlių masės pokyčiai atliekant eksperimentą natūraliomis gamtinėmis lauko ir laboratorinėmis sąlygomis (4 pav.). Sparčiausiai ragų drožlių masė mažėjo dirvožemyje su ragų drožlėmis 20 °C temperatūroje ir lauko sąlygomis. Kadangi eksperimento laikotarpiu vidutinė oro temperatūra buvo 16,45 °C, t. y. tik 3,55 laipsnio žemesnė negu laboratorinėmis sąlygomis, gauti labai panašūs rezultatai. Po 30, 60, 90 ir 120 parų ragų drožlių masė lauko sąlygomis sumažėjo atitinkamai 7,4, 22,7, 28,4 ir 37,3 %, o mėginiuose termostate 20 °C temperatūroje atitinkamai 7,4, 21,6, 36,2 ir 36,2 %. Ragų drožlių, laikomų 5 °C temperatūroje, masė pradėjo mažėti vėliau. Po 60 ir 90 parų ji sumažėjo atitinkamai 5,3 ir 10,6 %. Vėliau drožlės ėmė skaidytis sparčiau ir eksperimento pabaigoje ragų drožlių masė sumažėjo iki 34,5 %.

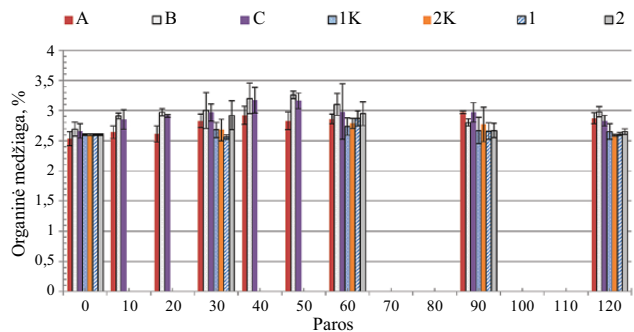


4 pav. Ragų drožlių masės kitimas dirvožemyje eksperimento laikotarpiu: laboratorinėmis sąlygomis 5 °C (1), 20 °C (2) temperatūroje ir lauko sąlygomis (3)

Fig. 4. Mass changes in cattle horn shavings in soil during the experiment: under laboratory conditions at the temperatures of 5 °C (1) and 20 °C (2) and under field conditions (3)

Duomenys apie ragų drožlių įtaką organinės medžiagos kiekiui dirvožemyje pateikti 5 pav. Organinės medžiagos kiekis dirvožemyje su ragų drožlėmis kito nevienodai: labiau jis padidėjo užfiksuotas dirvožemyje, kuriame drožlės skaidėsi lauko sąlygomis. Po penkiasdešimties parų A, B ir C sluoksniuose jis padidėjo atitinkamai nuo 2,53, 2,66, 2,69 % iki 2,83, 3,26, 3,16 %. Didesnis organi-

nės medžiagos kiekis nustatytas 10–15 cm sluoksnyje, t. y. drožlių buvimo vietoje. Atliekant bandymus laboratorinėmis sąlygomis didžiausias organinės medžiagos kiekis nustatytas po 30 parų 20 °C temperatūroje ($2,92 \pm 0,24$ %). Dirvožemyje su ragų drožlėmis, laikytame 5 °C temperatūroje, didžiausias organinės medžiagos kiekis nustatytas po 60 parų ($2,87 \pm 0,13$ %). Per kitas 60 parų organinės medžiagos kiekis dirvožemyje, tiek 5 °C temperatūroje, tiek 20 °C temperatūroje kiek sumažėjo.

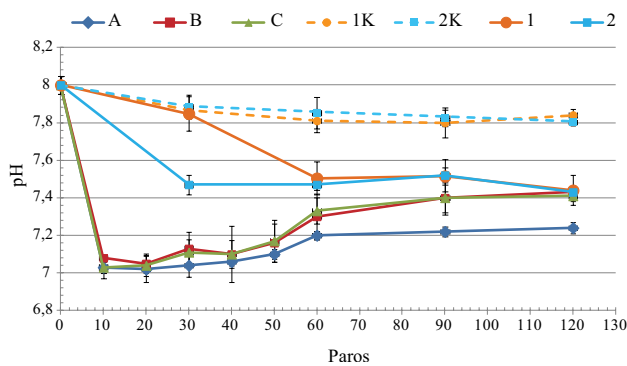


5 pav. Ragų drožlių įtaka organinės medžiagos kiekiui dirvožemyje eksperimento laikotarpiu: lauko sąlygomis (A, B, C) bandiniai imti iš 0–10 cm (A), 10–15 cm (B), 15–20 cm (C) gylio; laboratorinėmis sąlygomis 5 °C (1) ir 20 °C (2) temperatūroje. 1K ir 2K – kontroliniai bandymai 5 °C ir 20 °C temperatūroje

Fig. 5. The impact of cattle horn shavings on organic matter content in soil during the experiment: under field conditions (A – soil samples of 0–10 cm, B – 10–15 cm, C – 15–20 cm layer); in the thermostat at the temperatures of 5 °C (1) and 20 °C (2). 1K and 2K – control tests at 5 °C and 20 °C respectively

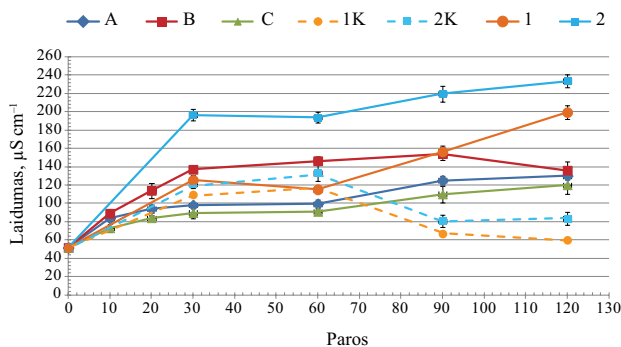
Ragų drožlių biodegradacijos metu keitėsi dirvožemio pH. Iš duomenų (6 pav.) matyti, kad didžiausi pH pokyčiai įvyko per pirmąsias dešimt parų. Lauko eksperimento sąlygomis šie pokyčiai buvo dideli. Dirvožemio pH sumažėjo nuo $8,0 \pm 0,05$ iki $7,0 \pm 0,02$ ir per 40 parų beveik nesikeitė. Po 60 parų dirvožemio pH padidėjo iki $7,4 \pm 0,05$ ir iki bandymų pabaigos išliko pastovus. pH reikšmės dirvožemio mėginių, paimtų iš skirtingų sluoksnių, svyravo nuo $7,43 \pm 0,07$ iki $7,17 \pm 0,1$. Dirvožemyje, laikytame 20 °C temperatūroje, pH sumažėjimas nustatytas po 30 parų – $7,47 \pm 0,05$, o esant 5 °C temperatūrai – po 60 parų. Šiuo atveju dirvožemio pH sumažėjo iki $7,5 \pm 0,05$. Likusias paras dirvožemio pH tiek 5 °C, tiek 20 °C temperatūroje labai nepakito ir svyravo atitinkamai nuo $7,43 \pm 0,03$ iki $7,52 \pm 0,09$.

Kontroliniuose variantuose 5 °C ir 20 °C temperatūroje per 120 parų dirvožemio pH pakito nedaug: nuo $8 \pm 0,049$ iki $7,8 \pm 0,03$.



6 pav. Ragų drožlių įtaka dirvožemio pH eksperimento laikotarpiu: lauko sąlygomis (A, B, C) bandiniai imti iš 0–10 cm (A), 10–15 cm (B), 15–20 cm (C) sluoksnio; laboratorinėmis sąlygomis 5 °C (1) ir 20 °C (2) temperatūroje. 1K ir 2K – kontroliniai bandymai 5 °C ir 20 °C temperatūroje

Fig. 6. The impact of cattle horn shavings on pH of soil during the experiment: under field conditions (A – soil samples of 0–10 cm, B – 10–15 cm, C – 15–20 cm layer); in the thermostat at the temperatures of 5 °C (1) and 20 °C (2). 1K and 2K – control tests at 5 °C and 20 °C respectively



7 pav. Ragų drožlių įtaka dirvožemio savitajam elektriniam laidžiui eksperimento laikotarpiu: lauko sąlygomis (A, B, C) bandiniai imti iš 0–10 cm (A), 10–15 cm (B), 15–20 cm (C) gylio; laboratorinėmis sąlygomis 5 °C (1) ir 20 °C (2) temperatūroje. 1K ir 2K – kontrolė 5 °C ir 20 °C temperatūroje

Fig. 7. The impact of cattle horn shavings on specific electrical conductivity value during the experiment: under field conditions (A – soil samples of 0–10 cm, B – 10–15 cm, C – 15–20 cm layer); in the thermostat – at the temperatures of 5 °C (1) and 20 °C (2). 1K and 2K – control tests at 5 °C and 20 °C respectively

Dirvožemio savitojo elektrinio laidžio matavimų rezultatai rodo, kad didžiausi jo pokyčiai nustatyti mėginiuose, kurie buvo laikomi termostate 20 °C temperatūroje (7 pav.). Dirvožemio savitasis elektrinis laidis padidėjo nuo 51,5 iki 234 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Esant 5 °C temperatūrai SEL pakito nuo 65,4 iki 199 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Kontroliniuose dirvožemiuose tiek 5 °C, tiek 20 °C temperatūroje SEL reikšmės buvo panašios: užfiksuota maksimali SEL reikšmė buvo 133 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Lauko bandymų metu ryškesnis dirvožemio SEL padidėjimas (iki 154 $\mu\text{S cm}^{-1}$) nustatytas 10–15 cm gylio sluoksnyje, t. y. ragų drožlių buvimo vietoje.

Išvados

1. Ragų drožlių masės pokyčiai po 120 parų atliekant eksperimentus natūraliomis gamtinėmis sąlygomis ir laboratorinėmis sąlygomis, esant 5 ir 20 °C aplinkos temperatūrai, buvo panašūs: ragų drožlių masė po 120 parų sumažėjo atitinkamai 37,3, 36,2 ir 34,5 %.
2. Didžiausi dirvožemio pH ir organinės medžiagos kiekio pokyčiai pastebėti per 60 parų ragų drožlėms biodegraduojant natūraliomis sąlygomis: organinės medžiagos kiekis dirvožemyje padidėjo nuo 2,53 iki 3,20 %, o dirvožemio pH sumažėjo nuo 8,0 iki 7,1.
3. Didžiausi SEL pokyčiai nustatyti mėginiuose su ragų drožlėmis 20 °C temperatūroje: dirvožemio SEL padidėjo nuo 51,5 iki 234 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Esant 5 °C temperatūrai, SEL pakito nuo 65,4 iki 199 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Lauko eksperimento metu smarkesnis dirvožemio SEL padidėjimas (iki 154 $\mu\text{S cm}^{-1}$) nustatytas 10–15 cm gylio sluoksnyje, t. y. ragų drožlių buvimo vietoje.

Literatūra

- Adetunji, C. O.; Makanjuola, O. R.; Arowora, K. A.; Afolayan, S. S.; Adetunji, J. B. 2012. Production and application of keratin-based organic fertilizer from microbially hydrolyzed feathers to cowpea (*Vigna unguiculata*), *International Journal of Scientific and Engineering Research* 3(12): 164–172.
- Barone, J. R.; Schmidt, W. F.; Christina F. E.; Liebner, C. F. E. 2005. Thermally processed keratin films, *Journal of Applied Polymer Science* 97(4): 1664–1651. <http://dx.doi.org/10.1002/app.21901>
- Choi, J. M.; Nelson, P. V. 1996. Developing a slow-release nitrogen fertilizer from organic sources. 2. Using poultry feathers, *Journal of the American Society of Horticultural Science* 121(4): 634–638.
- Gorecki, R. S.; Gorecki, M. T. 2010. Utilization of waste wool as substrate amendment in pot cultivation of tomato, sweet pepper, and eggplant, *Polish Journal of Environmental Studies* 19(5): 1083–1087.
- Juroszek, P.; Drews, S.; Neuhoff, D.; Köpke, U. 2004. Effects of organic fertilisers on the development of weeds and winter wheat, *Journal of Plant Diseases and Protection* 19: 611–618.
- Marshall, R. C.; Gillespie, J. M. 1977. The keratin proteins of wool, horn and hoof from sheep, *Australian Journal of Biological Sciences* 30(5): 389–400.
- Müller, T.; von Fragstein und Niemsdorff, P. 2006. Organic fertilizers derived from plant materials Part I: Turnover in soil at low and moderate temperature, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 169(2): 255–264. <http://dx.doi.org/10.1002/jpln.200420465>
- Nustorova, M.; Braikova, D.; Gousterova, A.; Vasileva-Tonkova, E.; Nedkov, P. 2006. Chemical, microbiological and plant analysis of soil fertilized with alkaline hydrolysate of sheep's wool waste, *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 22(4): 383–390. <http://dx.doi.org/10.1007/s11274-005-9045-9>

Pekarskas, J. 2005. *Ekologinio ūkininkavimo įtaka dirvožemio agrocheminėms savybėms ir augalų mitybos problemų sprendimas*. Kaunas – Akademija. 107 p.

Žibutis, S.; Pekarskas, J.; Česonienė, L. 2011. Trašų, pagamintų iš galvijų ragų, įtaka ekologiškai auginamiems žieminiams kviečiams, *Žemės ūkio mokslai* 18(4): 137–143.

BIODEGRADATION OF CATTLE HORN SHAVINGS IN SOIL AND ITS EFFECT ON THE AGROCHEMICAL PROPERTIES OF SOIL

**E. Mažuolytė-Miškinė, I. Grigalavičienė,
V. Gražulevičienė**

Abstract

The article presents investigation into the rate of the biodegradation of cattle horn shavings used as plant fertilisers in soil and describes their effect on the agrochemical properties of soil. Research was carried out under field and laboratory conditions. The field experiment was conducted on the farm of organic production at the Centre of Agroecology of Aleksandras Stulginskis University, Lithuania in May – August of 2012. The average air temperature during the experiment was 16.45 °C. Soil pH, specific electrical conductivity value and organic matter content in soil samples were measured. The extent of the biodegradation of cattle horn shavings in soil and in the thermostat under laboratory conditions at the temperatures of 5 °C and 20 °C and at 40% soil moisture was compared. The obtained results indicate that mass changes in cattle horn shavings in the process of biodegradation under field and laboratory conditions (at an ambient temperature of 5 °C and 20 °C) are similar: after 120 days, the mass of horn shavings decreased by 37.3%, 36.2%, and 34.5% respectively. The largest changes in soil pH and organic matter content were observed during the first 60 days. During the biodegradation of horn shavings under field conditions after 40 days, organic matter content in soil increased from 2.53 to 3.20% and soil pH decreased from 8.0 to 7.1. Smaller changes were observed under laboratory conditions.

Keywords: horn shavings, biodegradation, organic matter, soil pH, specific electrical conductivity.