

Žaliavų ir technologijų įtaka skystų organinių trąšų kokybei

Juozas Pekarskas

Aleksandro Stulginskio universitetas

Skystų organinių trąšų cheminė sudėtis ir kokybė priklauso nuo žaliavų ir naudojamų gamybos technologijų. Prasčiausios kokybės žaliava skystų organinių trąšų gamyboje yra durpės, kurias panaudojus, palyginti su kitomis žaliavomis, pagaminta prasčiausios kokybės skystos organinės trąšos. Tuo tarpu panaudojus durpių ir paukščių mėšlo mišinį, palyginti su kitomis žaliavomis, skystose organinėse trąšose ženkliai padidėjo sausųjų ir organinių medžiagų, bendro azoto, geležies, boro ir vario. Atskirų cheminės sudėties rodiklių vertės priklausė nuo žaliavų, naudojamų skystų organinių trąšų gamyboje bei jų technologijų. Skystų organinių trąšų gamyboje, naudojant maltą mėšinių galvijų mėšlo kompostą ir kavitacinę technologiją, daugumos cheminės sudėties rodiklių reikšmės yra gerokai didesnės nei naudojant šarminės hidrolizės technologiją ir KOH. Kavitacinė technologija ir maltas mėšinių galvijų mėšlo kompostas užtikrina galimybę pagaminti kokybiškas ekologiškas skystas organines trąšas. Didžiausias ir ženkliai didesnis huminių rūgščių kiekis (31,22 %) ir jų santykis su fulvo rūgštimis (6,79), palyginti su kitomis žaliavomis ir technologijomis, nustatytas skystas organines trąšas gaminant iš malto mėšinių galvijų mėšlo komposto, panaudojus šarminės hidrolizės technologiją.

Skystos organinės trąšos, žaliavos, gamybos technologijos

Įvadas

Skystos organinės trąšos vaidina labai svarbų vaidmenį žemės ūkio augalų auginime. Jos aprūpina augalus maisto medžiagomis, stimuliuoja augalo augimą, jį aprūpina biologiškai aktyviomis medžiagomis, dažnai turi fitoncidinį ir insekticidinį poveikį ligų sukėlėjams ir žemės ūkio augalų kenkėjams (Sliesaravičius et al., 2006; Jayamangkala et al., 2015; Mandour, Ragab, 2016; Pekarskas, 2016 b).

Skystos organinės trąšos Lietuvoje pradėtos naudoti nuo 2004 m. ir buvo naudojamos ekologinės gamybos ūkiuose kaip priemonė augalų aprūpinimui maisto medžiagomis jų vegetacijos metu. Tai buvo *Biojodis* ir *Biokal 1*. *Biojodis* buvo gaminamas iš biohumuso, biologiškai aktyvaus jodo bei melasos (sacharozės), o *Biokal 1* iš biohumuso, vaistinių augalų ekstrakto ir mineralinio vandens. *Biojodis* buvo gaminamas sumaišius visas sudedamąsias dalis ir 24 valandas palaikius tirpalą juo purškiami augalai. *Biokal 1* gamybos technologija buvo užslaptinta (Pekarskas, 2008). Šios skystos organinės trąšos buvo labai efektyvios žemės ūkio augalams, bet kartu jos buvo sėkmingai naudojamos ir sėklų apvėlimui (Pekarskas, 2012, 2016; Pekarskas et al., 2013; Pekarskas, Sinkevičienė, 2015).

Skystų organinių trąšų gamyboje naudojamos labai įvairios žaliavos. Dažniausiai naudojamas biohumusas, o taip pat įvairūs kompostai, leonarditas, sapropelis, guanas, vištų ir kitų rūšių mėšlas, durpės ir t. t. (Groos et al., 2007; Pekarskas, 2008; Mandour, Ragab, 2016).

Žemės ūkio augalų auginime svarbų vaidmenį atlieka huminės ir fulvo rūgštys. Šiuo metu rinkoje yra gausu huminių preparatų. Skysti huminiai preparatai gaminami iš akmens anglies, durpių, įvairių nuosėdinių uolienuų bei organinių atliekų ir kitų medžiagų. Jų cheminė sudėtis ir savybės kinta priklausomai ne tik nuo huminių medžiagų rūšies, bet tam įtakos turi žaliavų išgavimo vieta, jų kokybė bei huminių preparatų gamybos technologija. Jų panaudojimo būdai gali būti labai įvairūs, bet dažniausiai naudojami žemės ūkyje (Malcolm, Vaughan, 1978; Clapp et al., 2001; Тан, 2003; Якименко, 2004; Якименко, Терехова, 2011).

Skystos organinės trąšos gali būti gaminamos labai įvairiomis technologijomis. Vienas iš paprasčiausių būdų

yra atskirų trąšos dalių sumaišymas, palaikant trąšą tam tikrą laiką ir po to ji naudojama augalų purškimui. Šių trąšų gamyboje dažnai naudojami mikrobiologiniai preparatai ar sacharozė (Pekarskas, 2008; 2012). Dažnai naudojama ekstrakcijos metodas (Gross et al., 2007; Blaustein, Katz, 2009). Šiuo metu kokybiškiausios skystos organinės trąšos pagaminamos naudojant įvairias kavitacijos technologijas (Pekarskas, 2016 b).

Tyrimų tikslas yra ištirti žaliavų ir technologijų įtaką, pagamintų iš įvairių medžiagų ir naudojant skirtingas gamybos technologijas, skystų organinių trąšų prototipų cheminę sudėtį ir jų kokybę.

Tyrimų metodika

Skystų organinių trąšų prototipai buvo sukurti 2016 m., norint išsiaiškinti kokią įtaką šių trąšų kokybei turi naudojamos žaliavos ir jų gamybos technologijos. Tai buvo daroma tam, kad būtų galima pasirinkti žaliavas ir technologijas lietuviškų skystų organinių trąšų kūrimui ir jų gamybai.

Trąšų prototipų gamybai buvo pasirinkta šios žaliavos: durpės, maltas mėšinių galvijų mėšlo kompostas bei durpių ir paukščių mėšlo mišinys.

Naudotos dvi gamybos technologijos: šarminės hidrolizės naudojant KOH ir kavitacinę įrangą bei kavitacinę technologiją ir įrangą (1 lentelė).

Trąšų prototipai buvo pagaminti UAB „Biodinamika“ užsakymu. Trąšos pagamintos naudojant šarminę hidrolizę yra skirtos intensyviai ūkininkavimui, o naudojant tik kavitacinę technologiją – ekologiniam ūkininkavimui.

Trąšų prototipų cheminė sudėtis ištirta LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorijoje šioje laboratorijoje naudojamais tyrimo metodais. Skystų organinių trąšų pH nustatytas pagal LST EN 13037:2012, organinių medžiagų kiekis pagal LST EN 13039:2012, sausosios medžiagos pagal LST EN 13040:2008, tankis pagal LST EN 13041:2012, bendras azotas pagal LST EN 13654-1:2002 ir ISO 11261-1995, bendras fosforas pagal LST EN ISO 13650:2006 ir LST EN ISO 6878:2004, bendras kalis ir natris pagal LST EN ISO 13650:2006 ir LST ISO 9964-3:1998, bendras kalcis ir magnis pagal LST EN ISO 13650:2006 ir LST ISO 7980:2000, siera, geležis, boras, kobaltas, varis, manganas, molibdenas ir cinkas pagal LST

EN ISO 13650:2006 bei LST EN ISO 11885:2009, huminių ir fulvo rūgščių kiekis pagal Method Agricultural Chemical Analysis Method 5.4. Cabi Publishing, 2002.

1 lentelė. Skystų organinių trąšų gamyboje naudotos žaliavos ir jų gamybos technologijos

Table 1. Raw materials used in the production of liquid organic fertilizers and their production technologies

Žaliavos / raw material	Gamybos technologija / manufacturing technology
Durpės / peats	Šarminės hidrolizės (KOH) būdu, naudojant kavitacijos įrenginį ir esant 80° temperatūrai / alkaline hydrolysis (KOH), using a cavitation device and at a temperature of 80°
Maltas mėšinių galvijų mėšlo kompostas / maltese meat cattle manure compost	Šarminės hidrolizės (KOH) būdu, naudojant kavitacijos įrenginį / alkaline hydrolysis (KOH) using a cavitation device
Maltas mėšinių galvijų mėšlo kompostas / maltese meat cattle manure compost	Kavitacijos technologija, naudojant kavitacijos įrenginį / cavitation technology using cavitation device
Durpės ir paukščių mėšlas / peat and bird manure	Šarminės hidrolizės (KOH) būdu, naudojant kavitacijos įrenginį ir esant 80° temperatūrai / alkaline hydrolysis (KOH), using a cavitation device and at a temperature of 80°

Tyrimų duomenys matematiškai įvertinti netiesioginių skirtumų metodu.

Rezultatai ir aptarimas

Įvertinus skystų organinių trąšų prototipų cheminės sudėties rodiklių reikšmes, nustatyta, kad naudojant šarminę hidrolizę bei KOH trąšų pH rodiklio reikšmė buvo žymiai didesnė nei naudojant vien tik kavitacinę technologiją (2 lentelė).

Daugiausiai sausųjų medžiagų rasta ir didžiausias trąšos tankis nustatytas gaminant trąšas iš durpių ir paukščių mėšlo mišinio. Panaudojus paukščių mėšlą skystose trąšose rasta ženkliai daugiau azoto nei naudojant kitas žaliavas. Didžiausia fosforo koncentracija (439,2 mg l⁻¹) rasta naudojant maltą mėšinių galvijų mėšlo kompostą ir kavitacinę technologiją. Panaudojus tik durpes fosforo kiekis trąšoje buvo labai nedidelis (26,6 mg l⁻¹) ir šiuo atžvilgiu durpės kaip žaliava nėra tinkamos. Tuo tarpu kalio (9474,1 mg l⁻¹) daugiausiai rasta panaudojus durpes ir jo buvo trąšoje žymiai daugiau nei naudojant kitas žaliavas (2 lentelė).

Naudotos žaliavos ir technologijos turėjo esminę įtaką kalcio, magnio, natrio, sieros ir geležies kiekiui skystose organinėse trąšose. Didžiausias magnio ir sieros (670,0 ir 521,0 mg l⁻¹) kiekis rastas panaudojus maltą mėšinių galvijų mėšlo kompostą bei kavitacijos technologiją, natrio kiekis (441,9 mg l⁻¹) panaudojus maltą mėšinių galvijų mėšlo kompostą ir šarminę hidrolizę, o kalcio ir geležies

(3402,0 ir 602,0 mg l⁻¹) kiekis naudojant durpių ir paukščių mėšlo mišinį bei šarminę hidrolizę.

Nepriklausomai nei nuo žaliavos nei nuo naudotos technologijos skystų organinių trąšų prototipuose nerasta molibdeno ir kobalto. Naudojant durpes trąšose neaptikta boro, bet panaudojus durpių ir paukščių mėšlo mišinį jo rasta didžiausias kiekis 54,70 mg l⁻¹ ir žymiai daugiau nei naudojant maltą mėšinių galvijų mėšlo kompostą – 10,10-11,40 mg l⁻¹.

Ištyrus skystų organinių trąšų prototipuose mikroelementų cinko, vario ir mangano kiekius, nustatyta, kad didžiausia cinko ir mangano (34,6 ir 29,20 mg l⁻¹) koncentracija rasta panaudojus maltą mėšinių galvijų mėšlo kompostą ir kavitacijos technologiją, o vario (3,93 mg l⁻¹) naudojant durpių ir paukščių mėšlo mišinį bei šarminės hidrolizės technologiją. Naudojant vien tik durpes boro skystose organinėse trąšose nebuvo aptikta (2 lentelė).

Didžiausias ir ženkliai didesnis organinių medžiagų kiekis (77,66 %) sausoje medžiagoje buvo nustatytas panaudojus durpių ir paukščių mėšlo mišinį bei šarminę hidrolizę nei naudojant kitas žaliavas.

Labai svarbūs rodikliai vertinant skystų organinių trąšų kokybę yra huminių ir fulvo rūgščių kiekis bei jų santykis. Kuo skystose organinėse trąšose yra daugiau huminių rūgščių ir kuo didesnis santykis su fulvo rūgštimis tuo trąšos yra kokybiškesnės.

Didžiausias huminių rūgščių kiekis (31,22 %) ir santykis su fulvo rūgštimis (6,79) nustatytas skystų organinių trąšų prototipe, kuris buvo pagamintas iš malto mėšinių galvijų mėšlo komposto, panaudojus šarminės hidrolizės technologiją. Huminių rūgščių ir huminių ir fulvo rūgščių santykio reikšmė buvo ženkliai didesnė nei naudojant kitas žaliavas bei technologijas (3 lentelė).

Didžiausias fulvo rūgščių kiekis (7,36 %) nustatytas skystose organinėse trąšose, pagamintose naudojant durpes ir buvo žymiai didesnis nei panaudojus kitas žaliavas.

Vertinant skystų organinių trąšų prototipų cheminę sudėtį prasčiausios kokybės trąšos buvo pagamintos panaudojus vien tik durpes. Nustatyta daugumos cheminės sudėties rodiklių žemiausios vertės, rasta mažiausiai huminių rūgščių ir nustatytas mažiausia huminių ir fulvo rūgščių santykio vertė.

Vertinant skystų organinių trąšų prototipus, pagamintus iš malto mėšinių galvijų mėšlo komposto, galima teigti, kad panaudojus kavitacinę technologiją daugumos cheminės sudėties rodiklių reikšmės buvo žymiai didesnės nei naudojant šarminės hidrolizės technologiją ir KOH. Šarminės hidrolizės technologija buvo pranašesnė tik gerokai padidinant skystose organinėse trąšose huminių rūgščių kiekį.

Kavitacinė technologija ir maltas mėšinių galvijų mėšlas užtikrina galimybę pagaminti kokybiškas ekologiškas skystas organines trąšas. Paukščių mėšlo panaudojimas skystų organinių trąšų gamyboje leido trąšose, palyginti su kitomis žaliavomis, ženkliai padidinti sausųjų ir organinių medžiagų, bendro azoto, geležies, boro ir vario kiekius (2 ir 3 lentelės).

2 lentelė. Žaliavų ir technologijų įtaka skystų organinių trąšų cheminei sudėčiai
 Table 2. The Impact of Raw Materials and Technologies on the Chemical Composition of Liquid Organic Fertilizers

Rodiklis / Rodiklis	Pagaminta iš durpių šarminės hidrolizės būdu naudojant KOH / made from peat alkaline hydrolysis using KOH	Pagaminta iš malto mėšinių galvijų mėšlo komposto šarminės hidrolizės būdu naudojant KOH / made from alkaline hydrolysis of mortar cattle manure compost using KOH	Pagaminta iš malto mėšinių galvijų mėšlo komposto naudojant kavitacijos technologiją / made from minced beef cattle manure compost using cavitation technology	Pagaminta iš durpių ir paukščių mėšlo šarminės hidrolizės būdu naudojant KOH / made from peat and poultry manure by alkaline hydrolysis using KOH
pH	10,1±0,05	9,3±0,03	8,5±0,03	9,5±0,05
Sausosios medžiagos, % / dry matter	9,38±0,54	6,31±0,32	7,98±0,31	13,92±0,27
Tankis, g l ⁻¹ / density	990,7±12,36	1001,2±14,87	1007,4±13,74	1092,2±14,12
Bendras azotas (N), mg l ⁻¹ / total nitrogen (N)	1400,9±25,36	1744,3±19,20	2383,5±17,42	10229,6±21,35
Bendras fosforas (P ₂ O ₅), mg l ⁻¹ / total phosphorus (P ₂ O ₅)	26,6±0,12	405,7±8,23	439,2±9,11	208,6±7,45
Bendras kalis (K ₂ O), mg l ⁻¹ / total potassium (K ₂ O)	9474,1±31,54	6159,8±35,45	5730,1±24,54	1911,4±12,65
Kalcis (CaO), mg l ⁻¹ / Calcium (CaO)	1662,0±22,54	1599,0±28,35	2508,0±26,87	3402,0±21,21
Bendras magnis (Mg), mg l ⁻¹ / total magnesiums (Mg)	117,0±4,23	232,0±3,65	670,0±9,64	380,0±7,58
Na, mg l ⁻¹	148,6±8,36	441,9±7,25	377,8±6,98	136,5±7,23
Bendra sierą (S), mg l ⁻¹ / total sulfur (S)	194,0±7,35	362,0±7,54	521,0±8,65	435,0±7,28
Fe, mg l ⁻¹	547,0±15,23	214,0±8,65	262,0±9,11	602,0±5,36
Mo, mg l ⁻¹	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Zn, mg l ⁻¹	3,50±0,11	16,20±0,21	34,6±0,28	9,91±0,11
B, mg l ⁻¹	<4,1	11,40±0,09	10,10±0,08	54,70±0,15
Co, mg l ⁻¹	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Cu, mg l ⁻¹	<1,80	2,64±0,07	3,60±0,04	3,93±0,07
Mn, mg l ⁻¹	10,50±0,14	19,90±0,12	29,20±0,15	21,60±0,12

3 lentelė. Žaliavų ir technologijų įtaka organinių medžiagų, huminių ir fulvo rūgščių kiekiui skystose organinėse trąšose
 Table 3. Influence of raw materials and technologies on organic matter, humic and fulvic acid content in liquid organic fertilizers

Rodiklis / Rodiklis	Pagaminta iš durpių šarminės hidrolizės būdu naudojant KOH / made from peat alkaline hydrolysis using KOH	Pagaminta iš malto mėšinių galvijų mėšlo komposto šarminės hidrolizės būdu naudojant KOH / made from alkaline hydrolysis of mortar cattle manure compost using KOH	Pagaminta iš malto mėšinių galvijų mėšlo komposto naudojant kavitacijos technologiją / made from minced beef cattle manure compost using cavitation technology	Pagaminta iš durpių ir paukščių mėšlo šarminės hidrolizės būdu naudojant KOH / made from peat and poultry manure by alkaline hydrolysis using KOH
Organinės medžiagos, % / organic matter	62,09±2,23	58,14±1,87	64,71±1,54	77,66±1,84
Huminių rūgštys, % / humic acids	13,33±0,17	31,22±0,16	18,30±0,17	17,67±0,16
Fulvo rūgštys, % / fulvo acids	7,36±0,11	4,60±0,07	3,63±0,05	6,03±0,06
Huminių ir fulvo rūgščių santykis / humic / fulvic acid ratio	1,81	6,79	5,04	2,93

Išvados

1. Skystų organinių trąšų cheminė sudėtis ir kokybė priklauso nuo žaliavų ir naudojamų gamybos technologijų. Prasčiausia žaliava skystų organinių trąšų gamyboje yra durpės. Panaudojus durpių ir paukščių mėšlo mišinį, palyginti su kitomis žaliavomis, skystose organinėse trąšose ženkliai padidėjo sausųjų ir organinių medžiagų, bendro azoto, geležies, boro ir vario.

2. Atskirų cheminės sudėties rodiklių vertės priklausė nuo žaliavų naudojamų skystų organinių trąšų gamyboje kokybės bei jų technologijų.

3. Skystų organinių trąšų gamyboje naudojant maltą mėšinių galvijų mėšlo kompostą ir kavitacinę technologiją daugumos cheminės sudėties rodiklių reikšmės yra žymiai didesnės nei naudojant šarminės hidrolizės technologiją ir KOH. Kavitacinė technologija ir maltas mėšinių galvijų mėšlo kompostas užtikrina galimybę pagaminti kokybiškas ekologiškas skystas organines trąšas.

4. Didžiausias ir ženkliai didesnis huminių rūgščių kiekis (31,22 %) ir santykis su fulvo rūgštimis (6,79), palyginti su kitomis žaliavomis ir technologijomis, nustatytas skystas organines trąšas gaminant iš malto mėšinių galvijų mėšlo komposto, panaudojus šarminės hidrolizės technologiją.

Literatūra

1. BLAUSTEIN, J., KATZ, A. Modeling the Processes of Nitrogen Extraction from Maures and its Conversion to Nitrate in Liquid Organic Fertilizer Production System (LOFPS). Institute for Desert Research and International School for Desert Studies, 2009, 103 p.
2. CLAPP, C. E., CHEN, Y., HAYES M. H. B., CHENG, H. H. Plant growth promoting activity of humic substances. *Understanding and Managing Organic Matter in Soils, Sediments and Waters*, International Humic Science Society, 2001, p. 243–255.
3. GROSS, A., ARUSI, R., NEJIDAT, A. 2007. Assessment of extraction methods with fowl manure for the production of liquid organic fertilizers. *Bioresource Technology*, 2007, Vol. 99, p. 327–334.
4. JAYAMANGKALA, J. N., SUTIGOOBABUD, P., INTHASAN, J., SAKHONWASEE, S. The effect of organic fertilizers on growth and yield of broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck cv. Top Green), 2015, *Journal of Organic Systems*, Vol. 10(1), p. 9–14.
5. MALCOLM, R. L., VAUGHAN, D. Effects of humic acid fractions on invertase activities in plant tissues. *Soil biology & Biochemistry*, 1978, Vol. 11, p. 65–72.
6. MANDOUR, M. M.; RAGAB, A. A. Technology Safety Agriculture of Cantaloupe Yield, *Middle East Journal of Agriculture Research*, 2016, Vol. 5, Iss. 4, p. 775–788.
7. PEKARSKAS, J. Tręšimas ekologinės gamybos ūkiuose. Kaunas, 2008, 189 p.
8. PEKARSKAS, J. Skystos organinės trąšos biodidžio įtaka ekologiškų bulvių derliui ir kokybei. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 2012, T. 31, Nr. 1–2, p. 74–85.
9. PEKARSKAS, J. a. Skystų organinių trąšų „Biokal 1“ ir „Biojodis“ įtaka ekologiškai auginamoms bulvėms. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 2016, T. 35, Nr. 3–4, P. 49–64.
10. PEKARSKAS, J. b. Skystų organinių trąšų gamyba, panaudojant mėšinių galvijų mėšlo kompostą, jų savybės ir įtaka augalams. Mokslinės rekomendacijos. Kaunas, 2016, 43 p.
11. PEKARSKAS, J., KRASAUSKAS, A., SINKEVIČIENĖ, J., ŠILEIKIENĖ, D. The effect of biojodis on winter wheat and spring barley organic seed germination and contamination with fungi. *Ekologija*, 2013, Vol.59 (2), p. 77–84.
12. PEKARSKAS, J., SINKEVIČIENĖ, J. Effect of biopreparations on seed germination and fungal contamination of winter wheat. *Biologija*, 2015, Vol.61, No.1, P.25–33.
13. SLIESARAVIČIUS, A., PEKARSKAS, J., RUTKOVIENĖ, V., BARANAUSKIS, K. Grain yield and disease resistance of winter cereal varieties and application of biological agent in organic agriculture. *Agronomy Research*, 2006, Vol. 4, p. 371–378.
14. TAN, K. H. Humic matter in soil and the environment: principles and controversies. CRC Press, 2003, 386 p.
15. ЯКИМЕНКО, О. С. Промышленные гуминовые препараты: перспективы и ограничения использования. *Дождевые черви и плодородие почв*, Владимир, 2004, с. 249–252.
16. ЯКИМЕНКО, О. С., ТЕРЕХОВА, В. А. Гуминовые препараты и оценка их биологической активности для целей сертификации. *Почвоведение*, 2011, № 11, с. 1334–1343.

Juozas Pekarskas

The Impact of Raw Materials and Technologies on the Quality of Liquid Organic Fertilizers

Summary

The chemical composition and quality of liquid organic fertilizers depends on the raw materials and the production technology used. The worst quality raw material for the production of liquid organic fertilizers is peat, which uses the poorest quality liquid organic fertilizers in comparison with other raw materials. Meanwhile, using mixtures of peat and bird manure in comparison with other raw materials, liquid organic fertilizers significantly increased the amount of dry and organic matter, total nitrogen, iron, boron and copper. The values for the individual chemical composition depended on the raw materials used in the production of liquid organic fertilizers and their technologies. In the production of liquid organic fertilizers using minced meat cattle compost and cavernous technology, the values of most of the chemical composition are significantly higher than those using alkaline hydrolysis technology and KOH. Caviar technology and ground beef cattle manure compost ensure the production of high quality organic liquid organic fertilizers. The highest and significantly higher amount of humic acids (31.22%) and their ratio to fulvic acids (6.79), as compared to other raw materials and technologies, was determined by the use of alkaline hydrolysis technology in liquid organic fertilizers from minced meat cattle manure compost.

Liquid organic fertilizers, raw materials, production technologies

Gauta 2018 m. kovo mėn., atiduota spaudai 2018 m. balandžio mėn.

Juozas PEKARSKAS. Aleksandro Stulginskio universiteto Miškų ir ekologijos fakulteto Aplinkos ir ekologijos instituto Agroekologijos centro vadovas, biomedicinos mokslų daktaras, docentas. Adresas: Studentų g. 11, LT-53361 Akademija, Kauno raj. Tel. (8 671) 03749, el. paštas: juozas.pekarskas@asu.lt.

Juozas PEKARSKAS. Aleksandras Stulginskis university, Faculty of Forest Sciences and Ecology, Institute of Environment and Ecology, head of Agroecological centre, doctor of biomedical sciences, associated professor. Address: Studentų str. 11, LT-53361 Academy, Kaunas r. Tel. (+370 671) 03749, e-mail: juozas.pekarskas@asu.lt.