

Visuminės organinės anglies pasiskirstymo dirvožemio struktūriniuose agregatuose vertinimas

Romutė Mikučionienė, Rimantas Vaisvalavičius, Jūratė Aleinikovienė, Vita Smalstienė

Aleksandro Stulginskio universitetas

Dirvožemio kokybė priklauso nuo daugelio tarpusavyje susijusių veiksnių, todėl būtina užtikrinti, kad ilgalaikėje perspektyvoje dirvožemio našumas išliktų stabilus. Tyrimai atlikti 2016 metais Aleksandro Stulginskio universiteto (ASU) bandymų stotyje keturlaukės sėjomainos sąlygomis. Nustatyta, kad didžiausią poveikį visuminės anglies kiekiui dirvožemyje turi tręšimas organinėmis (organinė tręšimo sistema) ir organinėmis-mineralinėmis (mišri tręšimo sistema) trąšomis. Įvertinus dirvožemio organinės anglies kiekį skirtingo dydžio struktūriniuose agregatuose, didžiausias jos kiekis ($14,22 \text{ g kg}^{-1}$) nustatytas $> 2 \text{ mm}$ dydžio struktūriniuose agregatuose organinėje-mineralinėje tręšimo sistemoje, o mažiausias ($10,08 \text{ g kg}^{-1}$) – netręšiant (kontrolė), tačiau esminių skirtumų tręšimo sistemose tarp struktūrinių agregatų nenustatyta.

Dirvožemis, struktūriniai agregatai, tręšimas

Įvadas

Dirvožemio struktūros kokybė ir jame esančių organinių medžiagų kiekis yra glaudžiai susiję (Velykis, Satkus, 2002; Six, Paustian, 2014; Feiziene et al., 2016). Organinių medžiagų pasiskirstymas dirvožemio struktūriniuose agregatuose labai priklauso nuo organinės medžiagos skaidymo ypatybių, drėgmės režimo dirvožemyje ir mikroorganizmų aktyvumo, auginamų augalų ir jų šaknų vystymosi savybių, žemės dirbimo ir tręšimo technologijų (Arlauskienė et al., 2016; Fan et al., 2016). Tačiau vis dažniau pastebima, kad dirvožemio struktūra keičiasi dėl organinių medžiagų sumažėjimo (Lucas et al., 2014; Scotti et al., 2015).

Kai kurie tyrėjai nurodo, kad dirvožemio struktūra gali greitai pasikeisti ne tik dėl įvairių gamtinių reiškinių, bet ir dėl antropogeninės veiklos. Dėl netvarios žmogaus ūkinės veiklos, mažėjant dirvožemiuose organinių medžiagų ir humuso, blogėja dirvožemio struktūra ir agregatų patvarumas, didėja dirvožemio tankis ir jautrumas degradacijai (Gregorich et al., 2015; Soinnie et al., 2016). Didžiausi pastebimi pokyčiai išlieka viršutiniame ariamajame dirvožemio horizonte (Suuster et al., 2011), todėl, siekiant išsaugoti optimalų organinės medžiagos balansą, būtina imtis papildomų priemonių (Cesevičius, Janušauskaitė, 2006). Tam naudojamas tręšimas organinėmis medžiagomis, arba taikoma tinkamų priešsėlinių augalų parinkimo metodika (Mikučionienė et al., 2016).

Tyrimų tikslas – įvertinti sėjomainos ir joje taikomo tręšimo poveikį organinės medžiagos pasiskirstymui dirvožemio struktūriniuose agregatuose.

Tyrimų metodika

Tyrimai atlikti 2016 metais Aleksandro Stulginskio universiteto (ASU) bandymų stotyje keturlaukės sėjomainos sąlygomis. Jungtiniai dirvožemio ėminiai visuminei organinei angliai ir struktūringumui nustatyti imti iš dviejų gylių (0–10 ir 10–20 cm) trimis pakartojimais dirvožeminiu grąžtu. Dirvožemio mėginiai išdžiovinti laboratorinėmis sąlygomis iki orasausio būvio ir paruošti tyrimams atlikti. Visuminei organinei angliai nustatyti iš dirvožemio mėginių pašalinus šakneles bei akmenukus mėginys susmulkintas porcelianinėje grūstuvėje ir išsijotas per $0,25 \text{ mm}$ sietą. Visuminė

dirvožemio anglis nustatyta taikant Tiurino šlapio deginimo metodą, kai gautas humuso kiekis procentais perskaičiuojamas į visuminės anglies kiekį. Dirvožemio struktūros analizė atlikta N. Savinovo metodu, taikant rankinio sijojimo ir svėrimo procedūrą. Tyrimų duomenys įvertinti statistiškai naudojant statistinę duomenų įvertinimo kompiuterinę programą ANOVA iš paketo SELEKCIJA. Duomenų statistinis patikimumas įvertintas mažiausia esminio skirtumo absoliutine riba (Tarakanovas, Raudonius, 2003).

Rezultatai ir aptarimas

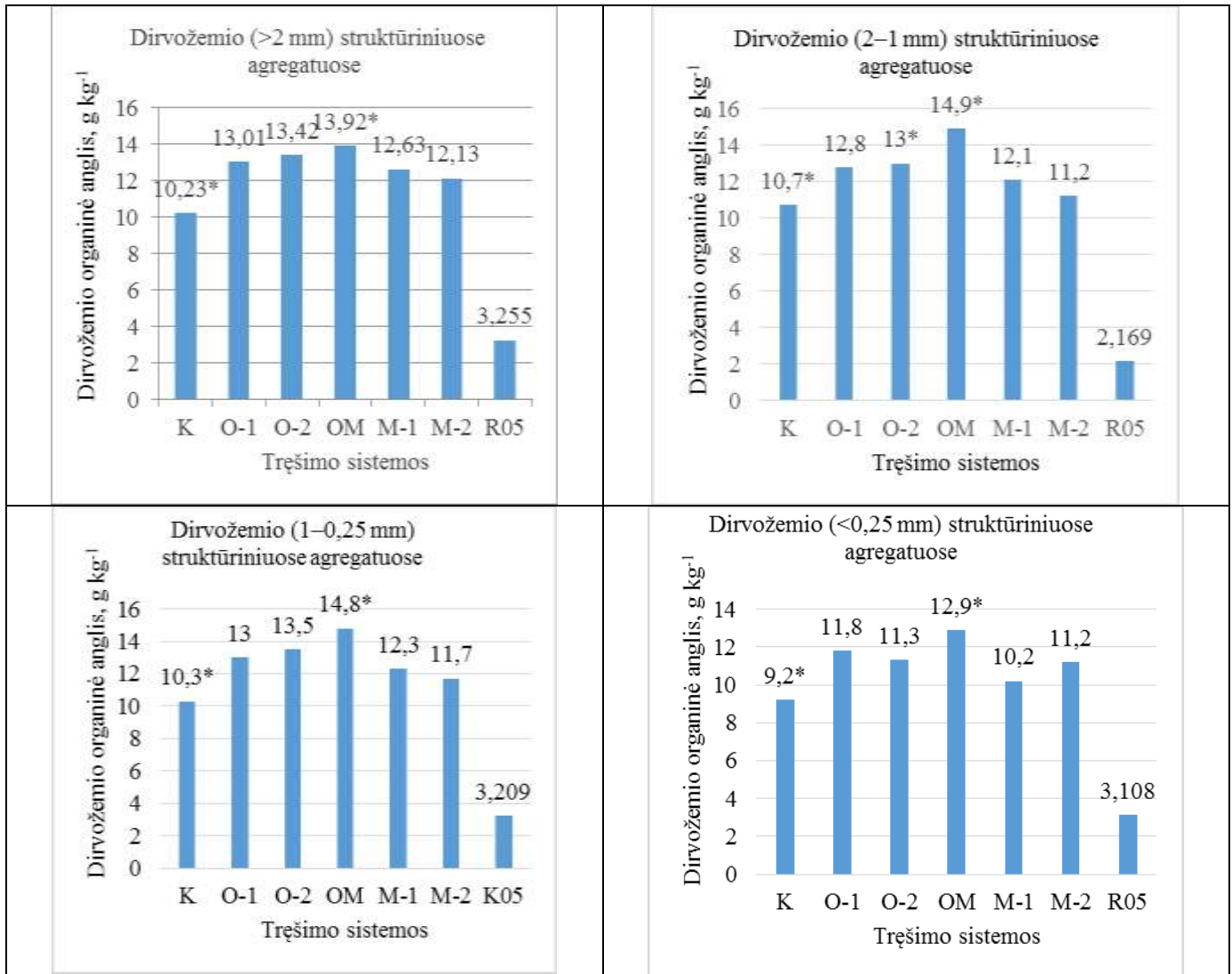
Tyrimo metu didžiausi visuminės anglies kiekiai nustatyti tręšiant dirvožemį organinėmis (organinė tręšimo sistema), organinėmis-mineralinėmis (mišri tręšimo sistema) trąšomis. Nustačius dirvožemio organinės anglies kiekį (1 pav.), gauta, jog daugiausia jos yra organinėje-mineralinėje tręšimo sistemoje (struktūriniuose $> 2 \text{ mm}$ dydžio agregatuose $13,92 \text{ g kg}^{-1}$; struktūriniuose $2-1 \text{ mm}$ dydžio agregatuose $14,9 \text{ g kg}^{-1}$; struktūriniuose $1-0,25 \text{ mm}$ dydžio agregatuose $14,8 \text{ g kg}^{-1}$; struktūriniuose $> 0,25 \text{ mm}$ dydžio agregatuose $12,9 \text{ g kg}^{-1}$), o mažiausiai – kontrolėje (struktūriniuose $> 2 \text{ mm}$ dydžio agregatuose $10,23 \text{ g kg}^{-1}$; struktūriniuose $2-1 \text{ mm}$ dydžio agregatuose $10,7 \text{ g kg}^{-1}$; struktūriniuose $1-0,25 \text{ mm}$ dydžio agregatuose $10,3 \text{ g kg}^{-1}$; struktūriniuose $> 0,25 \text{ mm}$ dydžio agregatuose $9,2 \text{ g kg}^{-1}$).

Palyginus dirvožemio visuminės organinės anglies kiekį skirtingo dydžio dirvožemio struktūriniuose agregatuose (1 pav.), nustatyta, kad, taikant organinę-mineralinę tręšimo sistemą, gauti esminiai skirtumai dirvožemio $> 2 \text{ mm}$ struktūriniuose agregatuose ($3,69 \text{ g kg}^{-1}$), dirvožemio $2-1 \text{ mm}$ dydžio struktūriniuose agregatuose ($4,2 \text{ g kg}^{-1}$), dirvožemio $1-0,25 \text{ mm}$ dydžio struktūriniuose agregatuose ($4,5 \text{ g kg}^{-1}$), dirvožemio $< 0,25 \text{ mm}$ dydžio struktūriniuose agregatuose ($3,7 \text{ g kg}^{-1}$), palyginus su netręštais laukeliais (kontrolė), o taikant organinę tręšimo sistemą, esminiai skirtumai gauti dirvožemio $2-1 \text{ mm}$ dydžio struktūriniuose agregatuose ($2,3 \text{ g kg}^{-1}$), palyginus su kontrole.

Organinėje-mineralinėje tręšimo sistemoje visuminės anglies kiekis tarp struktūrinių agregatų pasiskirstė taip: struktūriniuose $< 0,25 \text{ mm}$ dydžio agregatuose $12,9 \text{ g kg}^{-1}$ $<$ struktūriniuose $> 2 \text{ mm}$ dydžio agregatuose $13,92 \text{ g kg}^{-1}$ $<$ struktūriniuose $1-0,25 \text{ mm}$ dydžio agregatuose $14,8 \text{ g kg}^{-1}$

< struktūriniuose 2–1 mm dydžio agregatuose 14,9 g kg⁻¹. Didžiausias visuminės anglies kiekis buvo 2–1 mm dydžio struktūriniuose agregatuose 14,9 g kg⁻¹, o mažiausias <0,25 mm dydžio struktūriniuose agregatuose 12,9 g kg⁻¹. Tai lėmė dirvožemio praturtinimas organine medžiaga bei mineralinėmis trąšomis, kurios užtikrino tinkamą

struktūrinių agregatų formavimąsi aprūpinant mikroorganizmus bei augalus maisto medžiagomis. Užsienio mokslininkų (Huang et al., 2010) panašūs tyromai rodo, kad esmingai daugiausia visuminės anglies rasta tręšiant organinėmis-mineralinėmis ir organinėmis trąšomis.



1 pav. Dirvožemio organinės anglies kiekio pasiskirstymas dirvožemio struktūriniuose agregatuose. ASU bandymų stotis, 2016 m.

Pastaba: K – kontrolė, O-1 – organinis tręšimas (50 t ha⁻¹ mėšlu), O-2 – organinis tręšimas (100 t ha⁻¹ mėšlu), OM – organinis-mineralinis tręšimas (50 t ha⁻¹ mėšlo + N₃₁P₃₈K₇₅), M-1 – mineralinis tręšimas (N₃₁P₃₈K₇₅), M-2 – mineralinis tręšimas (N₇₉P₆₅K₉₀). Tikimybės lygis: * 0,05 ≤ P < 0,01 lyginant su kontrole.

Fig.1. The distribution of soil organic carbon content in soil structural aggregates. Experimental Station of ASU, 2016

K – Control (no fertilization applied); O – organic (1–50 t ha⁻¹, 2–100 t ha⁻¹ manure once per rotation); OM – organic-mineral; M – mineral (1 – N₃₁P₃₈K₇₅, 2 – N₇₉P₆₅K₉₀) fertilization systems

Organinėse tręšimo sistemose dirvožemio visuminės organinės anglies kiekis buvo didžiausias po organinės-mineralinės tręšimo sistemos. Organinėje tręšimo sistemoje, įterpus 50 t ha⁻¹ mėšlo vieną kartą per 4 metus, anglies pasiskirstymas gavosi tokia eile: struktūriniuose <0,25 mm dydžio agregatuose 11,8 g kg⁻¹ < struktūriniuose 2–1 mm dydžio agregatuose 12,8 g kg⁻¹ < struktūriniuose 1–0,25 mm dydžio agregatuose 13 g kg⁻¹ < struktūriniuose >2 mm dydžio agregatuose 13,01 g kg⁻¹. Didžiausias dirvožemio organinės anglies kiekis buvo >2 mm dydžio struktūriniuose agregatuose 13,01 g kg⁻¹, o mažiausias

<0,25 mm dydžio struktūriniuose agregatuose 11,8 g kg⁻¹. Organinėje tręšimo sistemoje, įterpus mėšlo 100 t ha⁻¹, dirvožemio organinės anglies kiekis pasiskirstė tokiu eiliškumu: struktūriniuose <0,25 mm dydžio agregatuose 11,3 g kg⁻¹ < struktūriniuose 2–1 mm dydžio agregatuose 13 g kg⁻¹ < struktūriniuose >2 mm dydžio agregatuose 13,42 g kg⁻¹ < struktūriniuose 1–0,25 mm dydžio agregatuose 13,5 g kg⁻¹. Didžiausias visuminės anglies kiekis buvo 1–0,25 mm dydžio struktūriniuose agregatuose 13,5 g kg⁻¹, o mažiausias <0,25 mm dydžio struktūriniuose agregatuose 11,3 g kg⁻¹. Visose struktūriniuose

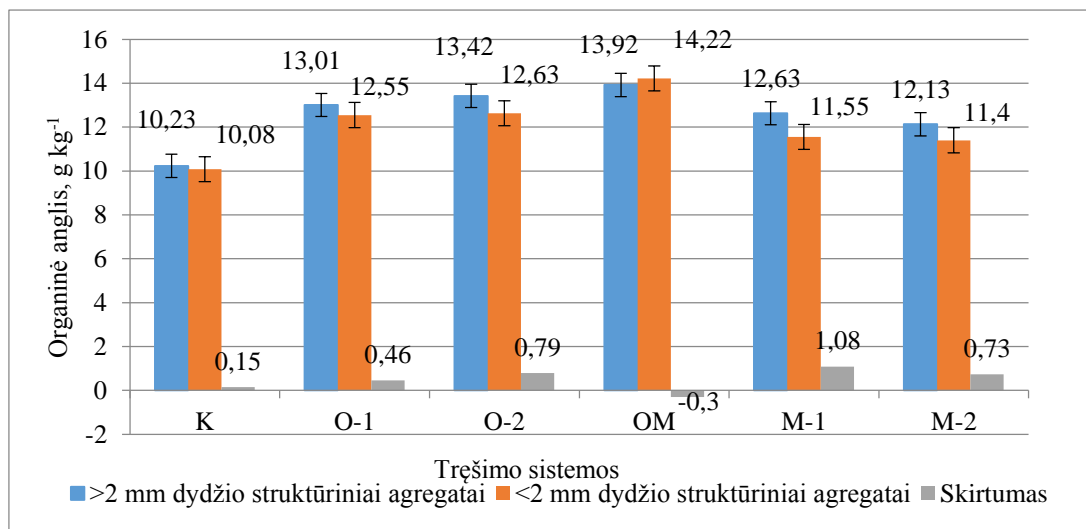
agregatuose, išskyrus <0,25 mm dydžio struktūrinius agregatus, dirvožemio organinės anglies buvo daugiau tręšiant 100 t ha^{-1} . Galima daryti prielaidą, kad didesnis organinės anglies kiekis skatina intensyvesnę mikroorganizmų veiklą, dėl kurios į aplinką išsiskiria daugiau šalutinių produktų. Jie veikia kaip rišamoji priemonė, sulipdanti mikroagregatus (<0,25 mm dydžio struktūrinius agregatus) ir taip sudarydama makroagregatus (>2 mm dydžio struktūrinius agregatus). Panašaus tyrimo metu nustatyta (Wang et al., 2017), kad organinis tręšimas padidino taip pat organinės anglies kiekį, lyginant su mineraliniu tręšimu, tačiau anglies kiekis didžiausias buvo >2 mm ir 2–1 mm struktūriniuose agregatuose, tačiau esminiai skirtumai buvo >2 mm ir 1–0,25 mm struktūriniuose agregatuose, lyginant su mineraliniu tręšimu. Atliktame tyrime esminis skirtumas tarp organinės ir mineralinės tręšimo sistemos pastebėtas 2–1 mm struktūriniuose agregatuose tarp abiejų organinių tręšimo sistemų variantų ir mineralinio tręšimo sistemos, pataršus vidutine norma.

Mineralinio tręšimo sistemose visuminės anglies kiekis buvo mažiausias, neskaitant kontrolės. Mineralinio tręšimo sistemoje naudojant mažą trąšų normą organinė anglis pasiskirstė tokia tvarka: struktūriniuose <0,25 mm dydžio agregatuose $10,2 \text{ g kg}^{-1}$ < struktūriniuose 2–1 mm dydžio agregatuose $12,1 \text{ g kg}^{-1}$ < struktūriniuose 1–0,25 mm dydžio agregatuose $12,3 \text{ g kg}^{-1}$ < struktūriniuose >2 mm dydžio agregatuose $12,63 \text{ g kg}^{-1}$. Didžiausias organinės anglies kiekis buvo >2 mm dydžio

struktūriniuose agregatuose $12,63 \text{ g kg}^{-1}$, o mažiausias <0,25 mm dydžio struktūriniuose agregatuose $10,2 \text{ g kg}^{-1}$. Mineralinio tręšimo sistemoje naudojant vidutinę trąšų normą organinė anglis didėjo tokia tvarka: struktūriniuose <0,25 mm dydžio agregatuose $11,2 \text{ g kg}^{-1}$ < struktūriniuose 2–1 mm dydžio agregatuose $11,2 \text{ g kg}^{-1}$ < struktūriniuose 1–0,25 mm dydžio agregatuose $11,7 \text{ g kg}^{-1}$ < struktūriniuose >2 mm dydžio agregatuose $12,13 \text{ g kg}^{-1}$. Didžiausias organinės anglies kiekis buvo >2 mm dydžio struktūriniuose agregatuose $12,13 \text{ g kg}^{-1}$, o mažiausias buvo <0,25 mm dydžio ir 2–1 mm dydžio struktūriniuose agregatuose $11,2 \text{ g kg}^{-1}$. Tokį organinės anglies pasiskirstymą mineralinio tręšimo frakcijose azoto kiekis trąšose, paskatinęs mikroorganizmų veiklą, kas lėmė intensyvesnį organinės medžiagos skaidymą, dėl ko mineralinėje tręšimo sistemoje su vidutine trąšų norma yra didesnis kiekis mikroagregatų bei mažesnis kiekis makroagregatų nei mineralinė tręšimo sistemoje su maža trąšų norma.

Kontroliniame variante, kuris buvo netręštas jokiomis trąšomis, visuminės anglies kiekis buvo pats mažiausias: struktūriniuose <0,25 mm dydžio agregatuose $9,2 \text{ g kg}^{-1}$, struktūriniuose 1–0,25 mm dydžio agregatuose $10,3 \text{ g kg}^{-1}$, struktūriniuose 2–1 mm dydžio agregatuose $10,7 \text{ g kg}^{-1}$, struktūriniuose >2 mm dydžio agregatuose $10,23 \text{ g kg}^{-1}$.

Lyginant dirvožemio organinės anglies kiekį skirtingo dydžio agregatuose, visuose tręšimo sistemose, išskyrus mišrų, >2 mm dydžio struktūriniuose agregatuose dirvožemio organinės anglies yra daugiau (2 pav.).



2 pav. Dirvožemio organinės anglies pasiskirstymas dirvožemio agregatuose (>2, <2), ASU Bandymų stotis, 2016 m.

Pastaba: K – kontrolė, O-1 – organinis tręšimas (50 t ha^{-1} mėšlo), O-2 – organinis tręšimas (100 t ha^{-1} mėšlo), OM – organinis-mineralinis tręšimas (50 t ha^{-1} mėšlo + $N_{31}P_{38}K_{75}$), M-1 – mineralinis tręšimas ($N_{31}P_{38}K_{75}$), M-2 – mineralinis tręšimas ($N_{79}P_{65}K_{90}$).

Fig.2. Soil organic carbon distribution in soil aggregates. Experimental Station of ASU, 2016

K – Control (no fertilization applied); O – organic ($1-50 \text{ t ha}^{-1}$, $2-100 \text{ t ha}^{-1}$ manure once per rotation); OM – organic-mineral; M – mineral ($1 - N_{31}P_{38}K_{75}$, $2 - N_{79}P_{65}K_{90}$) fertilization systems

Tyrimo duomenys rodo, kad esminių skirtumų tręšimo sistemose tarp struktūrinių agregatų nenustatyta, nes reikšmės svyravo standartinės paklaidos ribose.

Išvados

1. Didžiausią poveikį visuminės anglies kiekiui dirvožemyje keturlaukės sėjomainos sąlygomis turi

tręšimas organinėmis (organinė tręšimo sistema) ir organinėmis-mineralinėmis (mišri tręšimo sistema) trąšomis.

2. Įvertinus dirvožemio organinės anglies kiekį skirtingo dydžio struktūriniuose agregatuose, didžiausias jos kiekis nustatytas organinėje-mineralinėje tręšimo sistemoje ($14,22 \text{ g kg}^{-1}$) >2 mm dydžio struktūriniuose agregatuose, o mažiausias – netręšiant ($10,08 \text{ g kg}^{-1}$).

Literatūra

1. ARLAUSKIENĖ, A., VELYKIS, A., ŠLEPETIENĖ, A., JANUŠAUSKAITĖ, D., 2016. Comparison of postharvest practices used for cereal straw decomposition in a clay loam soil. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 66 (8), p. 677–687.
2. CESEVIČIUS, G., JANUŠAUSKAITĖ, D., 2006. Dirvožemio mikrobiologinės ir fizikinės savybės įvairiose žemės dirbimo sistemose. *Žemdirbystė: mokslo darbai (LŽI, LŽŪU, Akademija)*, 93, p. 18–34.
3. FAN, F., HENRIKSEN, C. B., PORTER, J., 2016. Valuation of ecosystem services in organic cereal crop production systems with different management practices in relation to organic matter input. *Ecosystem Services*, 22, p. 117–127.
4. FEIZIENE, D., FEIZA, V., POVILAITIS, V., PUTRAMENTAITE, A., JANUSAUSKAITE, D., SEIBUTIS, V., SLEPETYS, J., 2016. Soil sustainability changes in organic crop rotations with diverse crop species and the share of legumes. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 66 (1), p. 36–51.
5. GREGORICH, E. G., GILLESPIE, A. W., BEARE, M. H., CURTIN, D., SANEI, H., YANNI, S. F., 2015. Evaluating biodegradability of soil organic matter by its thermal stability and chemical composition. *Soil Biology and Biochemistry*, 91, p. 182–191.
6. HUANG, S., PENG, X., HUANG, Q., ZHANG, W., 2010. Soil aggregation and organic carbon fractions affected by long-term fertilization in a red soil of subtropical China. *Geoderma*, 154, (3–4), p. 364–369.
7. LUCAS, T. S., D'ANGELO, E. M., WILLIAMS, M. A., 2014. Improving soil structure by promoting fungal abundance with organic soil amendments. *Applied Soil Ecology*, 75, p. 13–23.
8. MIKUČIONIENĖ, R., VAISVALAVIČIUS, R., ALEINIKOVIENĖ, J., SMALSTIENĖ, V., 2016. Dirvožemio organinės medžiagos ir struktūringumo vertinimas skirtingose sėjomainose // *Žmogaus ir gamtos sauga 2016: 22-osios tarptautinės mokslinės-praktinės konferencijos medžiaga = Human and nature safety 2016: proceedings of the 22nd international scientific-practice conference / Aleksandro Stulginskio universitetas, Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministerija, Vytauto Didžiojo universitetas, Lietuvos žemės ūkio konsultavimo tarnyba, Lietuvos mokslų akademija. Akademija*, p. 145–148.
9. SCOTTI, R., BONANOMI, G., SCENZA, R., ZOINA, A., RAO, M. A., 2015. Organic amendments as sustainable tool to recovery fertility in intensive agricultural systems. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 15 (2), p. 333–352.
10. SIX, J., PAUSTIAN, K., 2014. Aggregate-associated soil organic matter as an ecosystem property and a measurement tool. *Soil Biology and Biochemistry*, 68, p. A4–A9.
11. SOINNE, H., HYVÄLUOMA, J., KETOJA, E., TURTOLA, E., 2016. Relative importance of organic carbon, land use and moisture conditions for the aggregate stability of post-glacial clay soils. *Soil and Tillage Research*, 158, p. 1–9.
12. SUUSTER, E., RITZ, C., ROOSTALU, H., REINTAM, E., KÖLLI, R., ASTOVER, A., 2011. Soil bulk density pedotransfer functions of the humus horizon in arable soils. *Geoderma*, 163 (1–2), p. 74–82.
13. TARAKANOVAS, P., RAUDONIUS, S., 2003. *Agromonių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT*. Akademija: Lietuvos žemės ūkio universitetas, 57 p.
14. VELYKIS, A., SATKUS, A., 2002. Šiaudų naudojimas sunkių dirvožemių hidrofizikinėms savybėms ir drėgmės režimui gerinti. *Žemdirbystė: mokslo darbai (LŽI, LŽŪU)*, 79, p. 17–29.
15. WANG, Y., HU, N., GE, T., KUZYAKOV, Y., WANG, Z., LI, Z., TANG, Z., CHEN, Y., WU, C., LOU, Y., 2017. Soil aggregation regulates distributions of carbon, microbial community and enzyme activities after 23-year manure amendment. *Applied Soil Ecology*, 111, p. 65–72.

Romutė Mikučionienė, Rimantas Vaisvalavičius, Jūratė Aleinikoviėnė, Vita Smalstienė

Evaluation of total organic carbon distribution in the structural aggregates of soil

Summary

Soil quality depends on many interconnected factors and it is necessary to ensure that soil productivity in a long-term could remain stable. It is well known that, especially, organic matter can help to preserve the productive of soil properties. The research on organic carbon distribution in the structural aggregates of soil was carried out in 2016 at the Aleksandras Stulginskis University (ASU) Experimental station in soil with 4-year crop rotation. It was estimated, that mostly expressed effect on the increase in the total carbon content was in soils along with organic matter (organic fertilization system) and organic-mineral fertilization (combined fertilization system). However, the highest content of organic carbon (14.22 g kg^{-1}) was in soil structural aggregates of size $> 2 \text{ mm}$ in the organic-mineral fertilization system and the lowest (10.08 g kg^{-1}) in control plots. However, there were no significant differences in the organic carbon content in soil structural aggregates while comparing different fertilization systems.

Soil, structure, aggregates, fertilization.

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

Romutė MIKUČIONIENĖ. Aleksandro Stulginskio universiteto Agronomijos fakulteto Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų instituto biomedicinos (žemės ūkio) mokslų daktaras. Adresas: Studentų g. 11, LT-53361 Akademija, Kauno r. Tel. (8 37) 75 22 12, el. paštas: romute.mikucioniene@asu.lt

Romutė MIKUČIONIENĖ. Aleksandras Stulginskis University Institute of Agroecosystem and Soil Sciences, doctor of biomedical science. Address: Studentų str. 11, LT-53361 Akademija, Kauno distr., Lithuania; telephone numbers: (+370) 37 752239; e-mail: romute.mikucioniene@asu.lt

Rimantas VAISVALAVIČIUS. Aleksandro Stulginskio universiteto Agronomijos fakulteto Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų instituto biomedicinos (žemės ūkio) mokslų daktaras, docentas. Adresas: Studentų g. 11, LT-53361 Akademija, Kauno r. Tel. (+370) 37 75 22 12, el. paštas: rimantas.vaisvalavicius@asu.lt

Rimantas VAISVALAVIČIUS. Aleksandras Stulginskis University Institute of Agroecosystem and Soil Sciences, doctor of biomedical science, assoc. prof. Address: Studentų str. 11, LT-53361 Akademija, Kauno distr., Lithuania; telephone numbers: +370 37 752239; e-mail: rimantas.vaisvalavicius@asu.lt

Jūratė ALEINIKOVIENĖ. Aleksandro Stulginskio universiteto Agronomijos fakulteto Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų instituto biomedicinos (žemės ūkio) mokslų daktaras. Adresas: Studentų g. 11, LT-53361 Akademija, Kauno r. Tel. (8 37) 75 22 12, el. paštas: jurate.aleinikoviene@asu.lt

Jūratė ALEINIKOVIENĖ. Aleksandras Stulginskis University Institute of Agroecosystem and Soil Sciences, doctor of biomedical science, assoc. prof. Address: Studentų str. 11, LT-53361 Akademija, Kauno distr., Lithuania; telephone numbers: +370 37 752239; e-mail: jurate.aleinikoviene@asu.lt

Vita SMALSTIENĖ. Aleksandro Stulginskio universiteto Agronomijos fakulteto Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų instituto žemės ūkio mokslų doktorantė. Adresas: Studentų g. 11, LT-53361 Akademija, Kauno r. Tel. (8 37) 75 22 79, el. paštas: vita.smalstiene@asu.lt

Vita SMALSTIENĖ. Aleksandras Stulginskis University Institute of Agroecosystem and Soil Sciences, PhD student of agricultural science. Address: Studentų str. 11, LT-53361 Akademija, Kauno distr., Lithuania; telephone numbers: (+370) 37 752279; e-mail: vita.smalstiene@asu.lt