

## Dirvožemio organinės medžiagos ir struktūringumo vertinimas skirtingose sėjomainose

Romutė Mikučionienė, Rimantas Vaisvalavičius, Jūratė Aleinikovienė, Vita Smalstienė

Aleksandro Stulginskio universitetas

Kokybiškam ekosistemų produktyvumui būtinas dirvožemis, kuris bet kurios veiklos pasėkoje turi išlikti stabilus ir našus. Organinės medžiagos mažėjimas dirvožemyje yra susijęs su tuo, jog į dirvožemį patenka mažesnis organinių medžiagų kiekis, nei jis gali mineralizuotis arba dehumifikuotis. Ūkiuose vyrauja trumpų rotacijų lauko trilaukės (45 %) arba keturlaukės sėjomainos (36%), kur vyrauja dirvožemį alinantys grūdiniai augalai. Aktyviausi apklausoje pagal amžiaus grupes buvo atsinaujinusios/atsinaujinančios šalies ūkininkai (20-30 m.) ir jie sudarė 45 %, kiek mažiau aktyvesni buvo 41-50 m amžiaus ūkininkai (22 %). Išanalizavus trilaukės ir keturlaukės sėjomainos tyrimų rezultatus nustatyta, kad: didėjant dirvožemio humusingumui gerėjo jo struktūringumas, struktūrinių agregatų patvarumas. Vandenyje patvarių agregatų kiekis dirvožemio armenyje priklauso nuo organinės anglies kiekio ( $r = 0,70$ ). Patvarių agregatų daugėja didėjant organinės anglies kiekiui. Augalų šalutinė produkcija humuso kiekio iš esmės nekeičia, tačiau padeda optimaliai išlaikyti humifikacijos ir mineralizacijos procesų intensyvumo pusiausvyrą. Taigi, tręšimas organinėmis trąšomis ir sėjomainos taikymas – pagrindinės priemonės optimalaus organinės medžiagos kiekio išsaugojimui.

*Apklausa, sėjomaina, dirvožemis, humusas, struktūra*

### Įvadas

Dėl savo išskirtinio vaidmens dirvožemis laikomas vienu pagrindinių aplinkos elementų, o dėl derlingumo – pagrindine žemės ir miško ūkio gamybos priemone, aprūpinančia gyventojus maisto produktais ir teikiančia žaliavas pramonei. Ilgaamžė žemdirbystės patirtis akivaizdžiai įrodė, kad išmanant dirvodaros procesus ir dirvožemio savybes, galima išlaikyti norimame lygyje jo derlingumą ir gauti stabilų įvairių žemės ūkio augalų derlių. Dirvožemis yra maisto medžiagų ir vandens šaltinis, įvairių biologinių ir biocheminių ciklų grandis, daugelio organizmų gyvenamoji terpė ir gyvybės palaikytojas žemės paviršiuje (Schloter et al., 2003; Mattila et al., 2012). Kita vertus, dirvožemis yra neatsiejamas kiekvienos šalies kraštovaizdžio elementas, kuris turi didelės įtakos klimato kaitai bei atmosferos kokybinei sudėčiai (World., 1995; Andrews et al., 2004).

Dabartinių laikų Lietuvos žemės ūkis siejamas su dirvožemio kokybės prastėjimu ne tik dėl natūralių gamtinių procesų (perteklinės drėgmės ir santykinai šalto klimato zonoje dirvožemiuose suintensyvėja karbonatų ir augalams reikalingų maisto medžiagų išplovimo procesai), bet ir dėl nesubalansuoto cheminių medžiagų naudojimo ir sėjomainų nesilaikymo (Mažvila ir kt., 2006; Eidukevičienė et al., 2007; Staugaitis, 2015). Be to, siekiant pagaminti kuo daugiau prekinės produkcijos šių laikų žemės ūkis intensyvėja, jam būdinga specializacija, koncentracija ir gamybos mastų didėjimas, intensyvus mechanizavimas, cheminių ir biologinių priemonių taikymas (Bučienė, 2010).

Žemės ūkio naudmenų ir pasėlių struktūra ne visuose rajonuose atitinka ūkių specializaciją įvertinant dirvožemių savybes, nesilaikoma ir sėjomainų (Vaisvalavičius ir kt., 2015). Apskaičiuota, kad tik 45-55 proc. kviečių pasėjama į jiems tinkamus dirvožemius, o iš minėto skaičiaus - tik 40-45 proc. po gerų priešėlių (Jankauskas ir kt., 2006).

### Tyrimų metodika

Siekiant objektyviau įvertinti sėjomainų taikymo praktiką buvo atlikta ūkių savininkų/vadovų anoniminė anketinė apklausa, kurios metu surinkta naujų empirinių

duomenų, leidžiančių pilniau pažinti sėjomainų taikymo praktiką ir suprasti pačių ūkių savininkų/vadovų požiūrį bei argumentus, kuriais jie yra linkę vadovautis savo kasdienėje veikloje. Pagal parengtą klausimyną anoniminė apklausa atlikta internetiniu būdu.

Dirvožemio organinės medžiagos ir struktūringumo tyrimas atliktas Aleksandro Stulginskio universiteto Bandymų stotyje daugiamečiame tręšimo bandyme (įrengtas 1966 m.) lengvo priemolio karbonatingame sekliai glėjiškame išplautžemyje (*Calc(ar)-Epihypogleyic Luvisols*) (Mikučionienė, 2010). Ariamasis šio dirvožemio horizontas yra vidutinio humusingumo (2,3 proc.), mažo fosforingumo ( $P_2O_5 - 75 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ir kalingumo ( $K_2O - 90 \text{ mg kg}^{-1}$ ). Podirvis – šarmiškas, kiek mažiau pasotintas bazėmis neagu ariamasis sluoksnis. Bandymas įrengtas pagal Norfolko keturių laukų sėjomainą, esant augalų kaitai: žieminiai kviečiai (*Triticum aestivum*), pašariniai arba cukriniai runkeliai (*Beta vulgaris*), miežiai (*Hordeum vulgare*) su daugiamečių žolių išėliu, daugiametės žolės, kurias sudarė raudonieji dobilai (*Trifolium pratense*) ir pašariniai motiejukai (*Phleum pratense*). Dirvožemio derlingumui palaikyti ir sudaryti augalams tinkamas mitybos sąlygas buvo taikomos trys tręšimo sistemos: organinė, organinė-mineralinė (mišrioji) ir mineralinė.

Dirvožemio organinės medžiagos vertinimas buvo atliktas ir gamybiniame eksperimente, ūkininkės Onos Varnienės (Pakruojo r.) ūkyje auginami trilaukės sėjomainos augalai šia tvarka: žieminiai kviečiai, vasariniai miežiai ir žieminiai rapsai. Žemės dirbimas yra supaprastintas ir atsisakyta rudeninio žemės dirbimo. Auginami tarpiniai pasėliai žaliajai trąšai – baltoji garstyčia. Po javų derliaus nuėmimo šiaudai susmulkinami ir tolygiai paskleidžiami lauke ir ražiena sekliai įdirbama moderniu skutikliu. Šiaudų irimo procesams skatinti panaudotos azotinės trąšos: 8 kg azoto skirta 1 t šiaudų (kompensacinis azotas,  $N_{-40}$ ), be kompensacinio azoto,  $N_0$  ir biologiniai preparatai (Amalgerol 4 l ha<sup>-1</sup> ir Azofit 1 l ha<sup>-1</sup>). Tuoj po skutimo viena dalis bandymo ploto apšėjama baltąja garstyčia, kuri yra tarpinis pasėlis žaliajai trąšai.

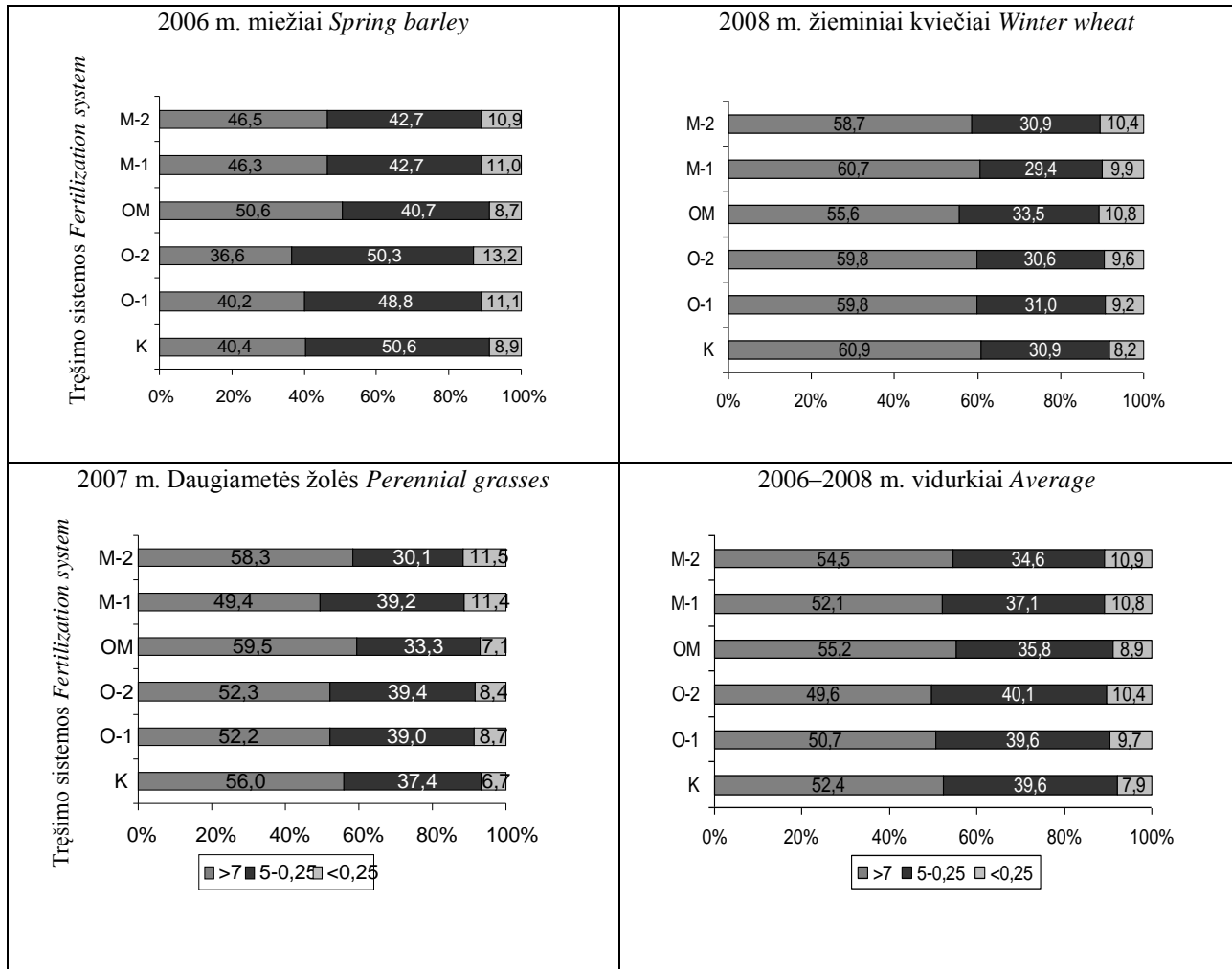
## Rezultatai ir aptarimas

Tyrime dalyvavo 73 ūkininkai, iš kurių 73 % sudarė vyrai ir 27 % - moterys. Anketinėje apklausoje aktyviausiai dalyvavo atsinaujinusios/atsinaujinančios šalies ūkininkai (20-30 m.) ir jie sudarė 45 %, kiek mažiau aktyvesni buvo 41-50 m amžiaus ūkininkai (22 %). Anketinė apklausa parodė, kad vyrauja trumpalaikės sėjomainos: 45 % ūkininkų taiko trilaukę sėjomainą, 36 % - keturlaukę, 14 % kita, o 5 % neatsakė į šį klausimą.

Dirvožemio granulometrinė sudėtis, humusingumas, augalų šaknų sistemos tipas ir išsivystymas, jų liekanos

lemia mechaninių elementų sukibimą į struktūrinius agregatus. Agronominiu požiūriu geriausia struktūra yra kai vyrauja 0,25–10 mm dydžio patvarūs agregatai. Teigiama, kad viena iš priemonių dirvožemio struktūrai gerinti ar stabilizuoti yra dirvožemio praturtinimas organine medžiaga, kurių sudėtyje esančios judriosios huminės rūgštys jungiasi su molio mineralais (Moran et al., 2005; Šlepetienė, 2008; Arlauskienė ir kt., 2009).

Keturlaukėje sėjomainoje gauti tyrimų duomenys rodo, kad organinių, organinių-mineralinių ir mineralinių trąšų poveikis miežių pasėlyje, dirvožemio struktūringumą lėmė skirtingai (1 pav.) (Mikučionienė, 2010).



**1 pav.** Tręšimo sistemų poveikis dirvožemio agregatų sudėčiai. ASU bandymų stotis, 2006–2008 m.

Paveiksluose patekta statistiškai patikimos reikšmės ( $p < 0,05$ ), kai  $R_{05}$  2006 m. – 12,54; 2007 m. – 11,39; 2008 m. – 6,5 o 2006–2008 m. – 5,73, K – netręšta; O – organinė tręšimo sistema (1 – 50 t ha<sup>-1</sup>, 2 – 100 t ha<sup>-1</sup> mėšlo); OM – organinė-mineralinė tręšimo sistema; M – mineralinė tręšimo sistema (1 – N<sub>31</sub>P<sub>38</sub>K<sub>75</sub>, 2 – N<sub>79</sub>P<sub>65</sub>K<sub>90</sub>).

**Fig.1.** Impact of the fertilization systems of soil aggregates (5–0.25 mm). Experimental Station of ASU, 2006–2008

K – Control (no fertilization applied); O – organic (1–50 t ha<sup>-1</sup>, 2–100 t ha<sup>-1</sup> manure once per rotation); OM – organic-mineral; M – mineral (1 – N<sub>31</sub>P<sub>38</sub>K<sub>75</sub>, 2 – N<sub>79</sub>P<sub>65</sub>K<sub>90</sub>) fertilization systems

Patręšus vien mineralinėmis (mineralinė tręšimo sistema) arba organinėmis – mineralinėmis (mišri tręšimo sistema) trąšoms dirvožemio struktūringumas turėjo tendenciją mažėti, o organinėmis (organinė tręšimo sistema) – jis nekito. Dirvožemio agregatų analizė pagal dydį parodė, kad miežių pasėlyje priešsėjinis žemės dirbimas mažino stambių agregatų (>5 mm) ir didino smulkesnių agregatų (<5–0,25 mm) kiekį. Daugiamečių žolių ir žieminių kviečių pasėliuose didėjo stambesnių nei

5 mm skersmens agregatų kiekis, bet mažėjo smulkesnių. Daugiamečio tręšimo poveikyje vidutiniais tyrimų duomenimis vertingiausių struktūrinių 0,25–5 mm dydžių agregatų buvo nuo 34,6 iki 40,1 proc. Palyginus bandyme taikytų tręšimo sistemų poveikį nustatyta, kad daugiausia jų buvo taikant organinę (39,6–40,1 proc.), kiek mažiau – organinę-mineralinę (35,8 proc.) ir mineralinę (37,1–34,6 proc.) tręšimo sistemas.

Tyrimo metu nustatyta, kad daugiausiai humuso rasta, kai bandymo plote augo daugiamečių žolės, kiek mažiau – žieminiai kviečiai, o mažiausiai – miežiai (1 lentelė).

Vidutiniais tyrimų duomenimis, dirvožemio humusingumas esmingai skyrėsi ilgą laiką taikant skirtingas tręšimo sistemas (Mikučionienė, 2010).

**1 lentelė.** Tręšimo sistemų poveikis dirvožemio humusingumui (%), ASU bandymų stotis, 2006 – 2008 m.  
**Table 1.** Impact of fertilization systems on humus content (%), Experimental Station of ASU, 2006 – 2008

Augalai <i>Crop plant</i>	Be trąšų <i>no fertilization applied</i>	Tręšimo sistemos <i>Fertilization system</i>					$R_{05}$ $LSD_{05}$
		Organinė <i>Organic</i>		Organinė- mineralinė <i>Organic-mineral</i>		Mineralinė <i>Mineral</i>	
		Mėšlo norma <i>Manure t ha<sup>-1</sup></i>		NPK trąšų normos <i>NPK rates</i>			
		50*	100*	50*	$N_{31}P_{38}K_{75}$	$N_{79}P_{65}K_{90}$	
Miežiai <i>Spring barley</i>	2,37	2,58	2,83	2,72	2,39	2,51	0,137
Daugiametės žolės <i>Perennial grasses</i>	2,87	3,06	3,31	3,21	2,89	2,89	0,132
Žieminiai kviečiai <i>Winter wheat</i>	2,65	2,84	3,05	2,97	2,79	2,77	0,281
<i>Vidurkis Average</i>	2,63	2,83	3,06	2,97	2,69	2,72	0,076

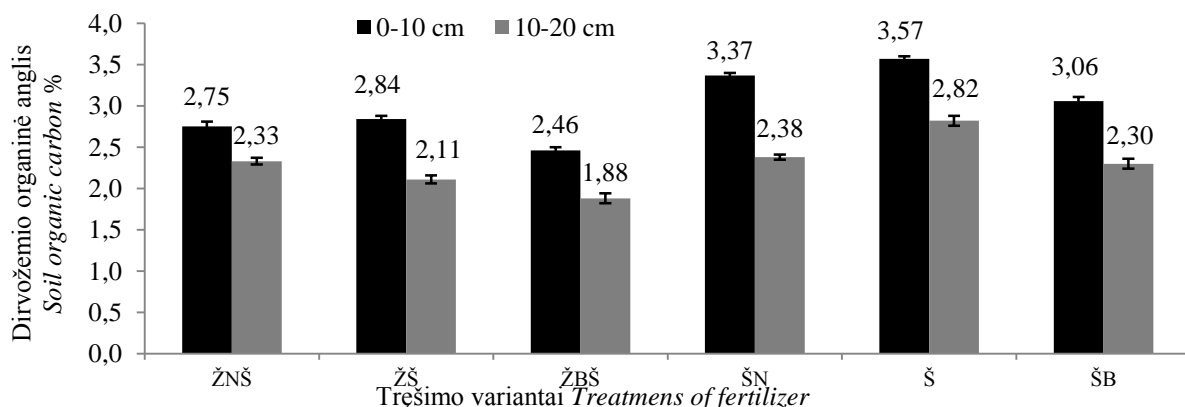
Pastaba: \* – mėšlas atiduodamas vieną kartą per sėjomainos rotaciją.

Note: \* – manure was applied once per rotation to beetroot.

Organinių ir mineralinių trąšų derinimas sėjomainos augalams (organinė-mineralinė tręšimo sistema), palyginus pagal dirvožemyje nustatytą humuso kiekį, nebuvo reikšmingesnis už organinę tręšimo sistemą ir pranoko mineralinę tręšimo sistemą. Tręšimas mėšlu 50 ir 100 t ha<sup>-1</sup> norma vieną kartą sėjomainos rotacijoje (organinė tręšimo sistema) humuso kiekį dirvožemyje padidino 0,2 ir 0,43, organinių-mineralinių trąšų derinys (organinė- mineralinė tręšimo sistema) – 0,34, o vien mineralinės trąšos (mineralinė tręšimo sistema) – 0,06 ir 0,09 proc. vnt. Tuo būdu, esmingai humuso kiekis dirvožemyje didėjo tik organinių trąšų poveikyje.

Ūkininko ūkyje atlikti tyrimai parodė, kad susmulkintus paskleistus šiaudus ir ražieną sekliai (5-7cm) įdirbtus skutikliu organinės anglies kiekis svyravo nuo 30,6 iki 35,7 g kg<sup>-1</sup> viršutiniame dirvožemio sluoksnyje (0–10 cm) ir 23,0–28,2 g kg<sup>-1</sup> 10-20 cm dirvožemio gylyje.

Šiaudus derinant su žaliaja trąša (baltoji garstyčia) organinė anglis svyravo atitinkamai 24,6–28,4 g kg<sup>-1</sup> ir 18,8 g kg<sup>-1</sup> – 23,3 g kg<sup>-1</sup> (2 pav.). Tai priklausė nuo šiaudų irimo procesams paskatinti taikytų priemonių: be priemonių, išbertas kompensacinis azotas (N<sub>40</sub>), išpurkšti biologiniai preparatai Amalgerol 4 l ha<sup>-1</sup> ir Azofit 1 l ha<sup>-1</sup>. Dirvožemio organinės anglies kiekis priklauso ir dirvožemio sluoksnio. Viršutiniame dirvožemio sluoksnyje jos buvo daugiau tiek tręšiant tik šiaudais, tiek šiaudus naudojant kartu su tarpiniu pasėliu. Vyksta dirvožemio organinės medžiagos stratifikacija dėl dirvožemio ariamojo sluoksnio nesumaišymo, sekliai skutant šiaudai ir baltoji garstyčia įterpiama 6–8 cm gyliu ir sudėtingų biocheminių procesų metu susidarę tarpiniai irimo produktai lieka viršutiniame sluoksnyje. Gilesniame armens sluoksnyje organinės medžiagos yra daug mažiau, todėl ir dirvožemio organinės medžiagos ten susiformuoja mažiau.



ŽNS – baltoji garstyčia žaliajai trąšai, šiaudai ir kompensacinis azotas ir paskleisti šiaudai, ŽŠ – baltoji garstyčia žaliajai trąšai ir paskleisti šiaudai, ŽBS – baltoji garstyčia žaliajai trąšai, biologiniai preparatai ir paskleisti šiaudai, ŠN – paskleisti šiaudai ir kompensacinis azotas, Š – paskleisti šiaudai ir biologiniai preparatai.

ŽNS – white mustard for green manure, nitrogen and removed straw, ŽŠ – white mustard for green manure and removed straw, ŽBS – white mustard for green manure, biological preparation and removed straw, ŠN – removed straw and nitrogen, Š – removed straw and biological preparation.

**2 pav.** Dirvožemio organinė anglis armenyje vasarinių miežių pasėlyje. Klovainiai, 2014 m.

**Fig.2.** Soil organic carbon content in different depth in barley crop. Klovainiai, 2014

## Išvados

1. Anketinės apklausos duomenimis šalyje vyrauja trumpų rotacijų sėjomainos: net 45% ūkininkų taiko trilaukę, o 36% apklaustųjų – keturlaukę sėjomainą.

2. Dirvožemio armens struktūringumą labiausiai lėmė organinės trąšos arba jų derinys su mineralinėmis (organinė ir mišri tręšimo sistemos). Daugiausiai vertingiausių struktūrinių 0,25–5 mm dydžio agregatų buvo rasta taikant organinę tręšimo sistemą.

3. Daugiametis tręšimas turi įtakos humuso pokyčiams dirvožemyje: daugiausiai jo rasta auginant daugiametes žoles, kiek mažiau – žieminius kviečius, o mažiausiai – miežius. Didžiausias humusingumas nustatytas dirvožemio armenyje, kai augalai kartą per sėjomainos rotaciją buvo tręšti 50 ir 100 t ha<sup>-1</sup> mėšlo norma arba kai 50 t ha<sup>-1</sup> mėšlo derinama su mineralinėmis N<sub>31</sub>P<sub>38</sub>K<sub>75</sub> trąšomis. Vien mineralinės N<sub>31</sub>P<sub>38</sub>K<sub>75</sub> ir N<sub>79</sub>P<sub>65</sub>K<sub>90</sub> trąšos šiems rodikliams esminio poveikio neturėjo.

## Literatūra

1. ANDREWS, S. S., KARLEN, D. L., & CAMBARDELLA, C. A. The Soil Management Assessment Framework. *Soil Science Society of America Journal*. 2004, Vol. 68, Iss 6, p. 1945-1962.  
2. ARLAUSKIENĖ, A., MAIKŠTĖNIENĖ, S., ŠLEPETIENĖ, A. Tarpinių pasėlių ir šiaudų įtaka vasarinių miežių mitybai azotu bei dirvožemio humuso sudėčiai. *Žemdirbystė (Agriculture)*, 2009, T. 96 (2), p. 53-70.

3. BUČIENĖ, A. Ecological Agriculture and Sustainable Development in the Baltic Sea Region. *Human Resources – the Main Factor of Regional Development. Journal of Social sciences*, 2010, No. 3, p. 7-14.  
4. EIDUKEVIČIENĖ, M., OŽERAITIENĖ, D., TRIPOLSKAJA, L., VOLUNGEVIČIUS J. Change of Soil pH in the Territory of Lithuania: Spatial and Temporal Analysis. *Žemės ūkio mokslai*, 2007, Nr. 14 (3), p. 1-8.  
5. JANKAUSKAS, B., JANKAUSKIENĖ, G. Kiekybiniai eroduojamų dirvožemių organinės medžiagos pokyčiai dėl skirtingo žemės naudojimo. *Žemės ūkio mokslai*, 2006, Nr. 4, p. 1-10.  
6. MATTILA, T., HELIN, T., & ANTIKAINEN, R. Land Use Indicators in Life Cycle Assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 2012, Vol. 17, Iss. 3, p. 277-286.  
7. MAŽVILA J., VAICYŠ M., BUIVYDAITĖ V. Lietuvos dirvožemių makromorfologinė diagnostika. *Akademija, Kėdainių raj.: Lietuvos žemdirbystės institutas*, 2006, p. 172-188.  
8. MIKUČIONIENĖ, R. Glėjiškųjų išplautžemių (Gleyic Luvisols) pagrindinių savybių ir našumo, taikant skirtingas tręšimo sistemas, integruotas vertinimas. *Daktaro disertacija. Akademija*, 2010, 83 p.  
9. MORAN, K.K., SIX, J., HORWATH, W.R. et al. Role of Mineral Nitrogen in Residue Decomposition and Stable Soil Organic Matter Formation. *Soil Science Society of America Journal*, 2005, Vol. 69, p. 1730-1736.  
10. SCHLOTER, M., DILLY, O., & MUNCH, J. C. Indicators for Evaluating Soil Quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2003, Vol. 98, Iss. 1, p. 255-262.  
11. STAUGAITIS, G., 2015. Dirvožemio teisinė apsauga Europoje ir Lietuvoje. Konferencija „Dirvožemis ir aplinka – 2015“, 2015.  
12. ŠLEPETIENĖ, A. Dirvožemio organinės medžiagos sudėtis ir jos pokyčiai agroaplinkoje. *Habilitacijos procedūrai teikiamų mokslo darbų apžvalga. LZI. Akademija, Kėdainių r.*, 2008, 21 p.  
13. VAISVALAVIČIUS R., ALEINIKOVIENĖ J., MIKUČIONIENĖ R., SMALSTIENĖ V. Dirvožemio organinės medžiagos ir struktūringumo praradimo procesų priežastys ir pasekmės: sėjomainų taikymo praktikos vertinimo studija. *Projekto tarpinė ataskaita. Akademija*, 2015, 49 p.

Romutė Mikučionienė, Rimantas Vaisvalavičius, Jūratė Aleinikovienė, Vita Smalstienė

## Evaluation of Soil Organic Matter and of Soil Structure in Different Crop Rotation

### Summary

Soil is required to maintain the qualitative productivity of ecosystems. However, soil management itself can influence the changes in soil stability and productivity. The decrease in organic matter is mainly related with low organic matter inputs. Thus, accumulated humus then is intensively mineralized or dehumified. The questioning of farmers have indicated that in agricultural practice short crop rotation of three-course (45 %) and 4-year crop rotation (36%) with more nutrient exhausting crops are the most dominant. It was also indicated, that more active in the research knowledge implementation have been young farmers (20-30-year-old, 45 % of the questioned farmers), less knowledge applicable have been middle age farmers (41-50-year-old, 22 % of the questioned farmers). However, it was estimated that there have been the tendency that along the increase in humus soil structure and stability of aggregates have been increasing. Thus, the content of water stable aggregates have had the tendency to increase due to increase in organic matter content ( $r = 0.70$ ). It was indicated, that content of stable aggregates in soil has the tendency to be increasing along the increase in soil organic carbon content. Plant by-residues have had no significant effect on humus content, thus, have been supporting to maintain humification and mineralization processes in balance. For that, it could be concluded that fertilization with organic matter as well as keeping of crop rotation the optimization of organic matter content is a progressive expectation maintaining soil stability and productivity.

*Survey, crop rotation, soil, humus, structure*

*Gauta 2016 m. kovo mėn., atiduota spaudai 2016 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 raj. Tel. (8 37) 75 22 12, el. paštas: [romute.mikucioniene@asu.lt](mailto:romute.mikucioniene@asu.lt)

**Romutė MIKUČIONIENĖ.** Aleksandras Stulginskis University Institute of Agroecosystem and Soil Sciences, doctor of biomedical science. Address: Studentu str. 11, LT-53361 Akademija, Kauno distr., Lithuania; telephone numbers: (+370) 37 752239; e-mail: [romute.mikucioniene@asu.lt](mailto: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 raj. Tel. (+370) 37 75 22 12, el. paštas: [rimantas.vaisvalavicius@asu.lt](mailto:rimantas.vaisvalavicius@asu.lt)

**Rimantas VAISVALAVIČIUS.** Aleksandras Stulginskis University Institute of Agroecosystem and Soil Sciences, doctor of biomedical science, assoc. prof. Address: Studentu str. 11, LT-53361 Akademija, Kauno distr., Lithuania; telephone numbers: +370 37 752239; e-mail: [rimantas.vaisvalavicius@asu.lt](mailto: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 raj. Tel. (8 37) 75 22 12, el. paštas: [jurate.aleinikoviene@asu.lt](mailto:jurate.aleinikoviene@asu.lt)

**Jūratė ALEINIKOVIENĖ.** Aleksandras Stulginskis University Institute of Agroecosystem and Soil Sciences, doctor of biomedical science, assoc. prof. Address: Studentu str. 11, LT-53361 Akademija, Kauno distr., Lithuania; telephone numbers: +370 37 752239; e-mail: [jurate.aleinikoviene@asu.lt](mailto: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 raj. Tel. (8 37) 75 22 79, el. paštas: [vita.smalstiene@asu.lt](mailto:vita.smalstiene@asu.lt)

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