

Dirvožemio organinės medžiagos ir biologinio aktyvumo vertinimas skirtingose sėjomainose

Romutė Mikučionienė, Rimantas Vaisvalavičius, Jūratė Aleinikovienė, Vita Smalstienė

Aleksandro Stulginskio universitetas

Šalies ūkiuose yra paplitę trumpų rotacijų trilaukės arba keturlaukės sėjomainos, kuriose vyrauja dirvožemį alinantys grūdiniai augalai. Gamybinių ir mokslinių tyrimo eksperimentų duomenys parodė, kad tręšimas organinėmis trąšomis, šiaudų palikimas ir įterpimas, tarpinių pasėlių auginimas yra veiksmingos priemonės, padedančios užtikrinti organinių medžiagų sankaupų stabilumą dirvožemyje. Didžiausią poveikį dirvožemio mikroorganizmų aktyvumui taip pat darė tręšimas organinėmis trąšomis, ypač, šiaudais ir mėšlu. Nustatyta, kad tręšiant šiaudais ir mėšlu, dirvožemio bakterijų, aktinobakterijų ir mikromicetų aktyvumas nemažėjo, o tręšiant vien mineralinėmis trąšomis – jų aktyvumas buvo slopinamas. Nustatyta ir tai, kad ilgalaikio ir nusistovėjusio dirvožemio poveikio priemonė išlieka svarbi dirvožemio mikroorganizmams – ji lemia lygiareikšmį bei stabilų dirvožemio mikroorganizmų bendrųjų santykį.

Dirvožemis, organinė anglis, mikroorganizmai, šiaudai, baltoji garstyčia

Įvadas

Išsivysčiusiose pasaulio šalyse ilgą laiką vyravęs intensyvus išteklių naudojimas pastaraisiais metais jau keičiamas į jų tausojimo politiką. Mūsų šalyje žemės ūkio naudmenos panaudojamos skirtingu intensyvumu. Javų ir kitų prekinių žemės ūkio augalų plotas, skaičiuojant nuo visų naudojamų žemės ūkio naudmenų, atskiruose Vidurio Lietuvos rajonuose siekia 70–88 proc., o kai kuriuose Rytų Lietuvos rajonuose jis tesudaro tik 9–13 proc. Tai rodo, jog žemės ūkio naudmenų ir pasėlių struktūra ne visuose rajonuose atitinka ūkių specializaciją įvertinant dirvožemių savybes, nesilaikoma ir sėjomainų. 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). Statistikos duomenys rodo, kad priešėliui tinkamų augalų – daugiamečių žolių, ankštinių augalų, bulvių, pašarinių ir cukrinių runkelių bei kukurūzų, pasėlių dalis mažėja (Greimas G., 2003; Mašauskas, 2009; Staugaitis, 2015). Siekiant kuo didesnių derlių, sparčiai auga azoto bei cheminių augalų apsaugos priemonių naudojimas, tačiau nepaisoma realios augalų mitybos ir sveikatingumo būklės bei geros žemdirbystės praktikos principų.

Dirvožemio organinės medžiagos kaupimas yra svarbus procesas ilgalaikiam agrosistemų produktyvumui išsaugoti (Govaerts et al., 2009), todėl taikomos augalų auginimo technologijos turėtų didinti C kaupimą dirvožemyje (Lal, 2011). S. F. Christopher ir R. Lal (2007) nurodo, kad C apytakos ciklas glaudžiai susijęs su azoto (N) apytakos ciklu augaluose ir dirvožemio organinėje medžiagoje. Tų pačių autorių duomenimis, humifikacijos procese limituojančiu veiksnium yra N. Stabilių DOM junginių susidarymui agroekosistemoje C ir N santykis dirvožemyje turėtų būti 10–12 (Mikučionienė, 2010; Kirkly et al., 2011).

Duomenys apie augalų biomasės mikrobiologinę transformaciją, humifikaciją, N ir C pokyčius dirvožemyje yra nevienareikšmiai (Askegaard et al., 2011; Doltra, Olesen, 2013). Šiuos procesus sąlygoja labai daug veiksnių: panaudota augalinė medžiaga ir jos biocheminės savybės, temperatūra ir drėgmė skaidymosi metu, dirvožemio mikrobiologinio aktyvumo charakteristika (Decock, Six, 2013; Stockmann et al., 2013). Mikrobiologinis aktyvumas dirvožemyje daugiausia

priklauso nuo organinių medžiagų kiekio (Garbeva et al., 2004; Hayat et al., 2010). Nors organinių medžiagų skaidymo intensyvumą lemia ir dirvožemio mikroorganizmų gausumas, kita vertus, dirvožemyje anglies ir azoto santykis gali leisti integruotai įvertinti pagrindinių biomasės struktūrinių elementų sankaupas ar koncentracijas (Melero et al., 2006; Hungria et al., 2009; Geisseler and Scow, 2014).

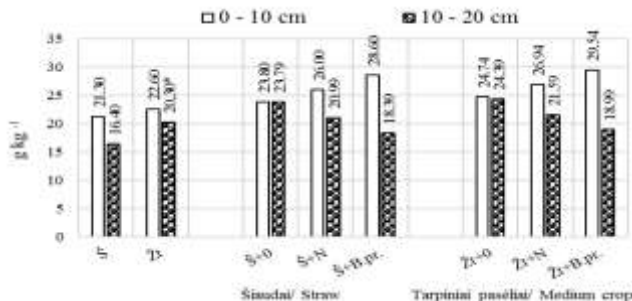
Mūsų atlikto anketinio šalies ūkių tyrimo duomenys parodė (2015 m.), kad šalies ūkininkai pozityviai žiūri į žinių apie dirvožemį naudą, tačiau menkai pažįsta savo ūkių dirvožemius – daugeliui jų tam trūksta tiek teorinių žinių, tiek ir praktinių gebėjimų. Tyrimų tikslas: nustatyti dirvožemio organinės anglies, C:N ir mikroorganizmų gausumą bei rūšinę sudėtį.

Tyrimų metodika

Bandymų lauko dirvožemis pagal fizinį geografinį rajonavimą įeina į Žiemgalės lygumos ir Mūšos-Nemunėlio lygumos fizinius geografinius rajonus ir yra Vidurio Lietuvos derlingų žemių zonoje. Čia vyrauja smėlingo lengvo priemolio arba priemėlingi glejiški rudžemiai. Tyrimai atlikti 2015 metais gamybiniame ūkyje (ūkininkė O. Varnienė) trilaukėje sėjomainoje. Dirvožemio pavyzdžiai dirvožemio angliai ir azotui nustatyti imti iš dviejų gylių 0–10 ir 10–20 cm trimis pakartojimais ir išdžiovinti laboratorinėmis sąlygomis iki orasausio būvio. Iš dirvožemio pašalinus šakneles bei akmenukus mėginys susmulkintas porcelianinėje grūstuvėje ir išsijotas per 2 mm sieta, o organinės anglies kiekiui nustatyti – 0,25 mm. Taikyti šie laboratoriniai metodai: organinė anglis – sauso deginimo metodu, kai medžiaga Hereaus aparatu sudeginama prie 900 °C temperatūroje (ISO 10694: 1995); suminis azotas – Kjeldalio metodu potenciometriškai. Dirvožemio mikrobiotos gausumui nustatyti mėginiai buvo imti 0–20 cm gylyje trimis pakartojimais ir iš karto atiduoti mikroorganizmų sėjai atlikti ant standartinės augimo-apskaitos-agaro, mitybinės terpės dirvožemio suspensijos sėjos metodu. Duomenys įvertinti statistiškai naudojant statistinę duomenų įvertinimo kompiuterinę programą ANOVA iš paketo SELEKCIJA. Duomenų statistinis patikimumas įvertintas mažiausia esminio skirtumo absoliutine riba.

Rezultatai ir aptarimas

Dirvožemio organinės anglies pokyčiai vertinami trilaukėje sėjomainoje, vasarinių rapsų pasėlyje. Taigi, vasarinių rapsų pasėlių plote dirvožemio organinės anglies kiekis nustatytas nevienodas skirtinguose armens gyliuose (1 pav.).



Pastaba: Š–šiaudai, Žt–šiaudai ir baltoji garstyčia; Š+N–šiaudai be kompensacinio azoto; Š+N–šiaudai su kompensaciniu azotu; Š+B.pr.–šiaudai su biologiniais preparatais; Žt+0–šiaudai ir baltoji garstyčia be kompensacinio azoto; Žt+N–šiaudai ir baltoji garstyčia su kompensaciniu azotu; Žt+B.pr.–šiaudai ir baltoji garstyčia su biologiniais preparatais. Esminiai skirtumai: R_{05} : 0-10 cm gylyje: veiksnio A–2,1; veiksnio B–2,97; sąveika AxB–4,69; 10-20 cm gylyje: veiksnio A–1,34; veiksnio B–1,9 ir sąveika AxB–3,0.

Note: Š–straw, Žt–white mustard and straw; Š+N–straw without nitrogen; Š+N–straw and nitrogen; Š+B.pr.–straw and biological preparation; Žt+0–straw and white mustard without nitrogen; Žt+N–straw and white mustard with nitrogen; Žt+B.pr.–straw and white mustard with biological preparation. Significantly different: R_{05} depth 0-10 cm: factor A–2,1; factor B–2,97; interaction AxB–4,69; depth 10-20 cm: factor A–1,34; factor B–1,9 and interaction AxB–3,0

1 pav. Tręšimo ir biologinių preparatų įtaka dirvožemio organinės anglies pokyčiams vasarinių rapsų pasėlyje 0–10 cm ir 10–20 cm gylyje. Klovainiai, 2015 m.

Fig. 1. Impact of the fertilization and biological preparation on soil organic carbon changes on crop of spring rape in depth 0–10 cm and 10–20 cm. Klovainiai, 2015.

Viršutiniame armens gylyje (0-10 cm) organinės anglies kiekis svyravo nežymiai ir esminių skirtumų tarp

tręšimo (šiaudai, baltoji garstyčia) ir papildomų priemonių (azotas bei biologiniai preparatai) nebuvo. Apatiniame dirvožemio sluoksnyje (10-20 cm) organinė anglies esmingai didėjo $3,9 \text{ g kg}^{-1}$, kai buvo tręšiama su šiaudais ir auginta baltoji garstyčia. Esmingai mažiau $5,4 \text{ g kg}^{-1}$ dirvožemio organinės anglies nustatyta laukeliuose, kai šiaudų mineralizacijai buvo išpurkšta biologiniai preparatai (Amalgerol 4 l ha^{-1} ir Azofit 1 l ha^{-1}). Sąveika tarp tręšimo ir papildomų priemonių nenustatyta. Tačiau aptariant rezultatus tarp atskirų veiksmų nustatyta, kad esmingai didesnis 5 g kg^{-1} organinės anglies kiekis nustatytas, kai buvo tręšiama šiaudais, auginamas tarpinis pasėlis ir nenaudotos papildomos priemonės (Žt+0). Dirvožemio organinės anglies padidėjimą trilaukėje sėjomainoje (žieminis kvietys (*Triticum aestivum* L.), vasarinis miežis (*Hordeum vulgare* L.), vasarinis rapsas (*Brassica napus* L.)) lėmė paliktos augalinės liekanos. Supaprastintas žemės dirbimas (seklus skutimas pavasarį) lėmė dirvožemio organinės anglies išsisluoksniavimą (stratifikaciją), ypač kai buvo naudotos priemonės šiaudų mineralizacijai skatinti. Gilesniame sluoksnyje (10-20 cm gylyje) DOA nustatyta mažiau nei viršutiniame sluoksnyje (0-10). Tai yra todėl, kad susmulkinti šiaudai ir ražiena buvo įterpiami 6-8 cm gyliu.

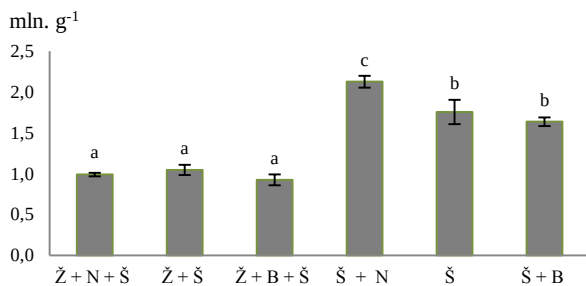
Vertinant humuso būklę pagal organinės anglies ir visuminio azoto santykį nustatyta, kad humusas buvo azotingesnis viršutiniame 0-10 cm armens sluoksnyje (azotingas ir vidutinio azotingumo), o giliau – 10-20 cm gylyje azotingas (1 lentelė).

C:N santykis nulemia organinės medžiagos skaidymo kryptį. Esant pakankamai azoto dirvožemio organinė medžiaga mineralizuojasi taip aprūpindama augalus mitybiniais elementais, ko pasekoje neardomas dirvožemio humusas ir taip išlieka stabilios humuso atsargos. Jos papildomos humifikacijos procesų metu. Todėl svarbu žinoti ir humuso kokybinę sudėtį.

1 lentelė. Humuso būklės įvertinimas pagal C:N santykį vasarinių rapsų pasėlyje 0–10 cm ir 10–20 cm gylyje. Klovainiai, 2015 m.
Table. 1. Evaluate state of humus according C:N ratio on crop of spring rape in depth 0–10 cm and 10–20 cm. Klovainiai, 2015.

Veiksnys/ Factor	Dirvožemio gylis, cm/ soil depth		Rodiklis/ Index	
	0-10	10-20	0-10	10-20
Veiksnys A/Factor B				
Šiaudai	11,64	8,96	Azotingas	Azotingas
Šiaudai ir baltoji garstyčia	12,49	11,0	Vidutinio azotingumo	Azotingas
Veiksnys B/Factor B				
Be papildomo azoto	10,00	10,76	Azotingas	Azotingas
Kompensacinis azotas	12,53	10,28	Vidutinio azotingumo	Azotingas
Biologiniai preparatai	13,71	8,82	Vidutinio azotingumo	Azotingas
AxB sąveika/AxB interaction				
Šiaudai	9,73	9,67	Azotingas	Azotingas
Šiaudai su kompensaciniu azotu	11,53	8,58	Azotingas	Azotingas
Šiaudai ir baltoji garstyčia	13,62	8,65	Vidutinio azotingumo	Azotingas
Baltoji garstyčia	10,29	11,71	Azotingas	Azotingas
Šiaudai, baltoji garstyčia, azotas	13,89	12,30	Vidutinio azotingumo	Vidutinio azotingumo
Šiaudai ir baltoji garstyčia	13,90	8,98	Vidutinio azotingumo	Azotingas

Tirtame dirvožemyje suminis mikroorganizmų gausumas kito nuo 0,92 iki 2,13 mln. g⁻¹ (2 pav.).



Pastaba: Š–šiaudai, Žt–šiaudai ir baltoji garstyčia; Š+0–šiaudai be kompensacinio azoto; Š+N–šiaudai su kompensaciniu azotu; Š+B.pr.–šiaudai su biologiniais preparatais; Žt+0–šiaudai ir baltoji garstyčia be kompensacinio azoto; Žt+N–šiaudai ir baltoji garstyčia su kompensaciniu azotu; Žt+B.pr.–šiaudai ir baltoji garstyčia su biologiniais preparatais. Skirtingos raidės rodo statistiškai reikšmingą ($p < 0,05$) mikroorganizmų gausumo skirtumą.

Note: Š–straw, Žt–white mustard and straw; Š+0– straw without nitrogen; Š+N–straw and nitrogen; Š+B.pr.–straw and biological preparation; Žt+0–straw and white mustard without nitrogen; Žt+N–straw and white mustard with nitrogen; Žt+B.pr.–straw and white mustard with biological preparation. Different letters indicate significant different ($p < 0.05$) values in the abundance of microorganisms.

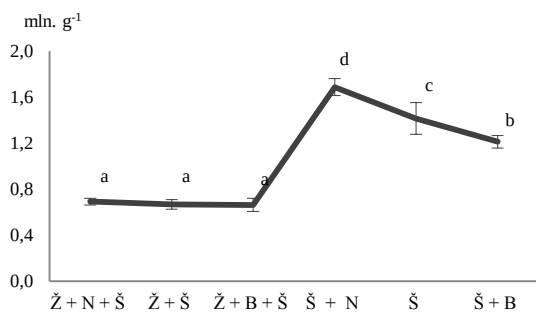
2 pav. Mikroorganizmų suminis gausumas (mln. g⁻¹; milijonai kolonijas formuojančių mikroorganizmų vienetų grame dirvožemio) viršutiniame mineraliniame ariamajame horizonte (0–20 cm gylyje).

Fig. 2. Mean total abundance of microorganisms (mln. g⁻¹; millions of colony forming units in one gram of soil) in mineral upper (0–20 cm in depth) ploughed horizon.

Mikroorganizmų gausumas patikimai buvo mažesnis pasėliuose auginant tarpinius augalus (baltoji garstyčia). Palyginus su mikroorganizmų gausumu dirvožemyje, kai paskleisti šiaudai ir įterptas mineralinis azotas, pasėliuose su tarpiniais augalais mikroorganizmų gausumas buvo nuo 1,6 iki 2 kartų mažesnis. Kita vertus, panaudotos mikroorganizmų aktyvumą skatinančios medžiagos

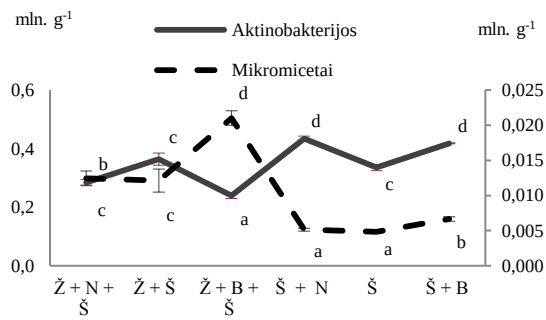
(biologiniai preparatai) patikimai įtakojo mikroorganizmų pagausėjimą tik pasėliuose, kur paskleisti šiaudai. Tačiau, dirvožemio mikroorganizmų pagausėjimui labiausiai turėjo įtakos šiaudų ir kompensacinio azoto įterpimas dirvožemyje. Nors teigiama, kad dirvožemio ariamojo sluoksnio mikroorganizmai yra aktyvūs kai į dirvožemį įterpiami šiaudai, bet, palyginus su kitų tyrėjų duomenimis, mūsų tyrime nustatytas mikroorganizmų gausumas išlieka mažas. Buvo nustatyta, kad sukultūrintuose žemės ūkio naudmenų išplautžemių mineraliniuose horizontuose mikroorganizmų vidutinis suminis gausumas gali siekti net 5,98 mln. g⁻¹ (Arlauskienė, 2000). Organinių medžiagų skaidyme bakterijos yra aktyviausios (Six et al., 2004; Bird et al., 2011; Bakšienė et al., 2014). Tirtame dirvožemyje didžiausią dalį, nuo 64 iki 80 proc., visų tirtų mikroorganizmų sudarė bakterijos (3 pav. A). Pastebėtina, kad didžiausias bakterijų gausumas buvo armenyje, kai įterpiami šiaudai. Įterpus šiaudus ir panaudojus biologinius preparatus bei azotą, vidutinis bakterijų gausumas kito nuo 1,21 iki 1,69 mln. g⁻¹. Tuo tarpu, pasėliuose su tarpiniais augalais, nepriklausomai nuo kitų dirvožemio savybės gerinančių priemonių, bakterijų gausumas buvo iki 2 kartų mažesnis. Buvo manyta, kad bakterijų dirvožemiuose yra mažiau nei mikromicetų, ir todėl jos mažiau svarbios kaip organinės medžiagos mineralizuojanti dirvožemio mikroorganizmų grupė (Davidson and Grieve, 2006). Tačiau, dabartiniai moksliniai tyrimai patvirtina bakterijų dominavimą dirvožemio mikroorganizmų sąveikoje (Bonkowski et al., 2009; Duong, 2009; Marschner et al., 2011), tą pagrindžia ir mūsų tyrimo rezultatai.

Aktinobakterijos dirvožemyje intensyviai skaido celiuliozę (Hill et al., 2000). Kai bakterijos ir aktinobakterijos nėra pajėgios pasisavinti organinių medžiagų dirvožemyje, mikromicetai išskiria aktyvesnius fermentus, kurie skaido organiką iki bakterijoms ir aktinobakterijoms pasisavinamų formų (Janušauskaitė et al., 2013).



A

Pastaba: reikšmės žiūrėti 2 pav.
Note: see the explanations in Fig. 2.



B

3 pav. Suminis dirvožemio bakterijų (A), aktinobakterijų ir mikromicetų (B) gausumas viršutiniame mineraliniame ariamajame horizonte (0–20 cm gylyje).

Fig 3. Total abundance of soil bacteria (A), actinobacteria and micromycetes in mineral upper (0–20 cm in depth) ploughed horizon.

Mūsų vykdyto tyrimo atveju, pastebėta, kad palankios aplinkos sąlygos aktinobakterijoms ir mikromicetams dirvožemiuose buvo skirtingos (3 pav. B). Aktinobakterijų gausumas buvo didžiausias, kai įterpti šiaudai su kompensaciniu azotu ir biologiniais preparatais (gausumas siekė iki 0,43 mln. g⁻¹), o mikromicetų – kai tarpiniuose pasėliuose buvo auginta baltoji garstyčia, įterpti šiaudai ir paskleisti biologiniai preparatai (gausumas siekė iki 0,021

mln. g⁻¹). Dirvožemio mikromicetų atveju, pastebėtina, kad vasarinių rapsų pasėliuose, paminėtų priemonių kompleksas galėjo stimuliuoti šios dirvožemio mikroorganizmų grupės aktyvumą.

Išvados

Atlikus tyrimą nustatyta, kad šiaudų įterpimas ir tarpinių pasėlių auginimas skatino dirvožemio organinės anglies padidėjimą dėl paliktų ir įterptų į dirvožemį augalinių liekanų. Supaprastintas žemės dirbimas (sekus skutimas pavasarį) lėmė dirvožemio organinės anglies išsiskyrimą (stratifikaciją), ypač kai buvo naudotos priemonės šiaudų mineralizacijai skatinti. Gilesniame sluoksnyje (10–20 cm gylyje) DOA nustatyta mažiau 2,3–4,9 g kg⁻¹ nei viršutiniame sluoksnyje (0–10 cm). Vertinant humuso būklę nustatyta, kad humusas buvo azotingas ir vidutinio azotingumo viršutiniame 0–10 cm armens sluoksnyje, o giliau – azotingas.

Didžiausią poveikį dirvožemio mikroorganizmų aktyvumui ir gausumui nulėmė tręšimas šiaudais. Tręšiant šiaudais dirvožemio bakterijų, aktinobakterijų ir mikromicetų aktyvumas nemažėjo. Nustatyta, kad bakterijų dirvožemyje buvo iki 2 kartų daugiau nei mikromicetų, kurios yra svarbios kaip organinės medžiagos mineralizuojanti dirvožemio mikroorganizmų grupė.

Literatūra

1. Bagdavičienė Z., 2001. Mikroorganizmų grupinės struktūros pasiskirstymo ypatumai ekosistemose. Lietuvos dirvožemiai. Vilnius: Lietuvos mokslas, 32 kn., p. 164–172.
2. Bonkowski M., Villenave C., Griffiths B., 2009. Rhizosphere fauna: the functional and structural diversity of intimate interactions of soil fauna with plant roots. *Plant and Soil*, 321 (1–2), 213–233.
3. Bird J. A., Herman D. J., Firestone M. K., 2011. Rhizosphere priming of soil organic matter by bacterial groups in a grassland soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 43 (4), 718–725.
4. Christopher S. F., Lal R., 2007. Nitrogen management affects carbon sequestration in North American Croplands. *Critical Reviews in Plant Science*. Vol. 26(1). P. 45–64.
5. Davidson D. A., Grieve I. C., 2006. Relationships between biodiversity and soil structure and function: evidence from laboratory and field experiments. *Applied Soil Ecology*, 33 (2), 176–185.
6. Hill G. T., Mitkowski N. A., Aldrich-Wolfe L., Emele L. R., Jurkonie D. D., Ficke A., Nelson E. B., 2000. Methods for assessing the composition and diversity of soil microbial communities. *Applied Soil Ecology*, 15 (1), 25–7.
7. Lal, R., 2011. Sequestering carbon in soils of agroecosystems. *Food Policy*, vol. 36, p. 33–39.
8. Janušauskaitė D., Velykis A., Satkus A., 2008. Sunkaus priemolio dirvožemio armens ir poarmenio gerinimo priemonių poveikis mikrobiologiniams procesams. *Žemdirbystė*, t. 95, Nr. 2, p. 45–60.
9. Marschner P., Umar S., Baumann K., 2011. The microbial community composition changes rapidly in the early stages of decomposition of wheat residue. *Soil Biology and Biochemistry*, 43 (2), 445–451.
10. Mikučionienė R., 2010. Gležiškųjų išplautžemių (Gleyic Luvisols) pagrindinių savybių ir našumo, taikant skirtingas tręšimo sistemas, integruotas vertinimas. Daktaro disertacija. Akademijs, 83 p.
11. Six J., Bossuyt H., Degryze S., Deneff K., 2004. A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil and Tillage Research*, 79 (1), 7–31.
12. Stockmann U., Adams M., Crawford J. W., Field D. J., Henakaarchchi N., Jenkins M., Minasny B., Mcbratney A. B., de Remy de Courcelles V., Singh K., Wheeler I., Abbott L., Angers D. A., Baldock J., Bird M., Brookes P. C., Chenu C., Jastrow J. D., Lal R., Lehmann J., O'donnell A. G., Parton W. J., Whitehead D., Zimmermann M., 2013. The knowns, known unknowns and unknowns of sequestration of soil organic carbon. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Vol. 164. P. 80–99.

Romutė Mikučionienė, Rimantas Vaisvalavičius, Jūratė Aleinikovienė, Vita Smalstienė

Evaluation of Soil Organic Matter and Biological Activity in Different Crop Rotation

Summary

In the country agricultural sector short plant rotations with three or four rotation plants is prevalent, thus, plants intensively exploiting soil nutrients are mainly prevailing. The research results in producing farms and in scientific research sites have showed that organic fertilizers, straw insertion or remain, cultivation of cover crops ensure the stability of organic matter accumulation in the soil. The organic fertilization, especially, with straw and manure have had the considerable influence on the activity of soil microorganisms. It was estimated, that the activity of soil bacteria, actinobacteria and micromycetes was not decreasing while applying straw and manure. However, the application only of mineral fertilizers has been decreasing the activity of soil microorganisms. It was also assumed, that only long-term and steady soil implementation technologies are important for improving soil microbial activity. It determines the stabilization and persistent of organic matter decomposing soil microbial communities.

Soil, organic carbon, microorganisms, straw, white mustard

Gauta 2017 m. kovo mėn., atiduota spaudai 2017 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 Akademijs, Kauno raj. 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: Studentu str. 11, LT-53361 Akademijs, 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 Akademijs, Kauno raj. 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: Studentu str. 11, LT-53361 Akademijs, 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 Akademijs, Kauno raj. 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: Studentu str. 11, LT-53361 Akademijs, 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 Akademijs, Kauno raj. 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: Studentu str. 11, LT-53361 Akademijs, Kauno distr., Lithuania; telephone numbers: (+370) 37 752279; e-mail: vita.smalstiene@asu.lt