

Žemės dirbimo intensyvumo ir šiaudų įterpimo poveikis dirvožemio agrocheminėms savybėms žieminių kviečių pasėlyje

Jolita Rasimavičiūtė, Vaelovas Bogužas, Vaida Steponavičienė, Aušra Sinkevičienė, Rita Čepulienė

Aleksandro Stulginskio universitetas

Žemės dirbimas turi didelę įtaką agroekosistemoms. Supratimas apie dirvožemio ekosistemos struktūrą ir funkcijas taikant įvairaus intensyvumo žemės dirbimo sistemas ar sėją į neįdirbtą dirvą yra esminė sąlyga bet kuriai ateities ūkininkavimo sistemai. Labai svarbu išaiškinti ne tik trumpalaikį, bet ir ilgalaikį žemės dirbimo poveikį dirvožemio agrocheminėms savybėms. Tyrimai buvo tęsiami 2016–2017 m. dar 1999 m. pradėtame ilgalaikiame stacionariame lauko eksperimente, įrengtame Aleksandro Stulginskio universiteto Bandymų stotyje. Tyrimų dirvožemis pagal LTK-99 klasifikaciją yra sekliai pasotintas, giliau karbonatingas glėjinis palvažemis (pagal WRB 2014 klasifikaciją – Epieutric Endocal-caric Endogleyic Planosol (Endoclayic, Aric, Drainic, Humic, Episiltic)). Ilgalaikis ir pastovus augalinių liekanų paskleidimas, ražienoje auginamos baltosios garstyčios panaudojimas žaliajai trąšai ir tiesioginė sėja į neįdirbtą dirvą esmingai padidina žieminių kviečių derlingumą.

Tiesioginė sėja, šiaudų įterpimas, agrocheminės savybės, derlingumas

Įvadas

Augalininkystėje tinkamą žemės dirbimo sistemos parinkimą galima laikyti svarbiausiu veiksniu, būtent nuo jos sėkmingo pasirinkimo priklauso augalų augimas, derlius ir kokybė (Alam et al., 2014). Nuo žemės dirbimo sistemų priklauso ne tik fizikinės, biologinės, bet ir cheminės dirvožemio savybės (Lal, Stewart, 2013; Kumar et al., 2014) bei pasėlių produktyvumas (Kahlon, 2014). Tradicinis žemės dirbimas (ariminis žemės dirbimas – dirvos arimas verstuviniiais plūgais) prastina dirvožemio savybes ir laikomas brangiausiu žemės dirbimu, tačiau būtent šis žemės dirvos dirbimas yra dažniausiai naudojamas (Bogužas, 2010).

Augalų vystymasis priklauso ir nuo dirvožemio rūgštingumo (Staugaitis, Mažvila, Šumskis, 2010). Dirvožemio pH daro įtaką dirvožemio cheminei sudėčiai, taigi ir pačiam derlingumui. Mokslininkų teigimu, dirvožemio pH esant 4,0–5,0, fosfatai augalams nėra prieinami, kai pH yra 5,5, fosfatai, kalis, kalcis, magnis pasisavinamas ribotai, o mikroelementai iš dirvožemio išplaunami. Esant pH mažesniai nei 4,0, slopinama bakterijų ir kitų dirvožemio mikroorganizmų veikla, vyraujant dirvožemio pH 5,0–8,0, augalai geba gerai pasisavinti cinką, azotą, varį, sierą, o pH esant 7,0–8,0 – kalį (Motuzas ir kt., 2009).

Seniai žinoma, kad žemės dirbimas ir šiaudų tvarkymas (augalinių liekanų įterpimas) įtakoja dirvožemio agrocheminių savybių dinamiką (Jan Van Greonigen et al., 2011). Pastaraisiais dešimtmečiais siekiant praturtinti dirvožemį organine medžiaga vis plačiau naudojama žalioji trąša (Romanovskaja ir kt., 2013). Žalioji trąša tai augalų žalioji sultingoji masė, kuri įterpiama į dirvožemį (Tripolskaja, 2005). Žaliajai trąšai tinka dauguma nelepių augalų, kurie greitai auga ir užaugina daug žaliosios masės. Taip pat galimi kelių rūšių augalų mišiniai (Žekonienė, 2006). Žalioji trąša ne tik pagerina dirvožemio agrochemines savybes, bet tuo pačiu teigiamai veikia ir augalus bei ekologinę visumą (Nemeikšienė ir kt., 2010).

Kalis labai svarbus augalams, jis skatina baltymų sintezę, mažina vandens išgarinimą, pakankamas kalio kiekis daro įtaką augalų atsparumui sausrų metu, ligoms ir kenkėjams (Daugėlienė, Baltramaitytė, 2005). Apie kalio

pakankamumą galima spręsti iš augalų lapų, vegetacijos trukmės. Esant nepakankamam jo kiekiui, augalų lapai greitai pagelsta, nusvyra žemyn (Adomaitis ir kt., 2004).

Tyrimų tikslas ir objektas – įvertinti tiesioginės sėjos, supaprastinto žemės dirbimo ir augalinių liekanų įtaką žieminių kviečių dirvožemio agrocheminėms savybėms ir derlingumui.

Tyrimų metodika

Žieminių kviečių tyrimai buvo atliekami 2016–2017 m. dar 1999 m. pradėtame ilgalaikiame stacionariame lauko eksperimente, įrengtame Aleksandro Stulginskio universiteto Bandymų stotyje. Tyrimų dirvožemis pagal LTK-99 klasifikaciją yra sekliai pasotintas, giliau karbonatingas glėjinis palvažemis (pagal WRB 2014 klasifikaciją – Epieutric Endocal-caric Endogleyic Planosol (Endoclayic, Aric, Drainic, Humic, Episiltic)).

Ilgalaikis lauko eksperimentas įrengtas laukelių skaidymo metodu, 4 pakartojimais, iš viso 48 laukeliai. Laukelių dydis: pradinis – 102 m² (6 m x 17 m), apskaitoma-sis – 30 m² (15 m x 2,0 m). Taikoma sėjomaina: vasariniai rapsai, žieminiai kviečiai, vasariniai miežiai. Vienoje eksperimento dalyje šiaudai pašalinti (-Š), o kitoje dalyje – susmulkinti ir paskleisti (+Š). Ir fone be šiaudų, ir fone su paskleistais šiaudais tiriamos visos žemės dirbimo sistemos.

Faktorius A: šiaudų paskleidimas: be šiaudų (-Š), šiaudai susmulkinti ir paskleisti (+Š).

Faktorius B: žemės dirbimo sistemos: gilusis arimas 23–25 cm gyliu rudenį (GA), sekliasis žaliosios trąšos įterpimas rotoriniu kultivatoriumi 5–6 cm gyliu prieš sėją (ŽTRK), neįdirbta dirva, tiesioginė sėja (ND).

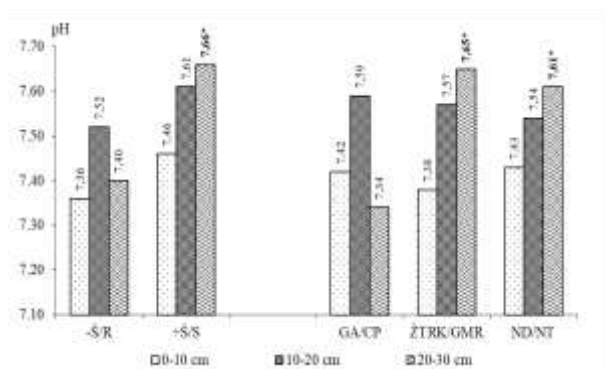
Dirvožemio agrocheminės savybės buvo nustatomos prieš įrengiant lauko eksperimentą, jo vykdymo metais. Kiekviename laukelyje dirvožemio grąžtu buvo paimti jungtiniai apie 250 g dirvožemio ėminiai iš penkiolikos vietų iš 0–10, 10–20 ir 20–30 cm armens sluoksnio. pH-potenciometrinio metodu. Suminis azotas nustatytas Kjeldalio metodu (%), fosforingumas ir kalingumas – A-L (Egnerio-Riehm-Domingo) metodu mg kg⁻¹ dirvožemio. Žieminių kviečių grūdų derlius eksperimento laukeliuose buvo nuimtas kombainu, pasvertas ir išreikštas 14 %, 100

% švarumo grūdų mase. Švarumui nustatyti iš visų kiekvieno varianto pakartojimų buvo sudaroma apie 2 kg grūdų jungtinis mėginys. Grūdai supilami į audeklo maišelius. Iš kiekvieno varianto jungtinio mėginio atsverti 3 ėminiai. Iš jų išskirtos priemaišos, o švarūs grūdai pasverti.

Rezultatai ir aptarimas

Dirvožemio pH tyrimai buvo atlikti 2016 m. (1 pav.). Po 17 metų nuo lauko eksperimento įrengimo nustatyta, kad dirvoje, kurioje šiaudai susmulkinti ir paskleisti (+Š), visuose tirtuose dirvos sluoksniuose pH didesnis nuo 3,5 iki 1,2 proc., lyginant su dirva be šiaudų (-Š). Dirvoje (20–30 cm) kurioje šiaudai susmulkinti ir paskleisti (+Š) nustatytas esmingai didesnis 3,5 proc. pH, lyginant su dirva be šiaudų (-Š). Žemės dirbimo sistemų poveikis dirvožemio pH buvo esminis giliausiame sluoksnyje 20–30 cm, palyginus su giliuoju arimu (GA), kur buvo taikytas sekclusis žaliosios trąšos įterpimas rotoriniu kultivatoriumi pavasarį (ŽTRK) ir tiesioginė sėja į neįdirbtą dirvą (ND) – esmingai didesni 3,7–4,2 proc. Dirvos pH sumažėjimas nustatytas viduriniame 10–20 cm dirvos sluoksnyje, kur prieš sėją rotoriniu kultivatoriumi įterpta žalioji trąša (ŽTRK), bei tiesioginės sėjos į neįdirbtą dirvą laukeliuose (ND). Palyginus su giliuoju arimu (GA), dirvožemio pH nustatytas nevienodas. Sekliai įterpus žaliąją trąšą rotoriniu kultivatoriumi pavasarį (ŽTRK) dirvos pH nustatytas mažesnis, tiesioginės sėjos į neįdirbtą dirvą laukeliuose (ND) dirvos pH – didesnis.

Palyginus gautus tyrimų rezultatus su A. Kairytės (2005) tyrimų pradžioje gautais duomenimis, jie labai panašūs tame pačiame eksperimente ir po dešimties metų, – šiaudų panaudojimas esmingai didino dirvožemio pH giliausiame tirtame dirvožemio sluoksnyje.



1 pav. Dirvožemio pH žieminių kviečių pasėlyje, 2016 m.
Fig. 1. Soil pH in the winter wheat crop, 2016

Pastaba. Esminio skirtumo tikimybės lygis: * - $P \leq 0,05$. A veiksnys: -Š – be šiaudų (kontrolė), +Š – šiaudai susmulkinti ir paskleisti, B veiksnys: GA – įprastinis gilusis arimas 23–25 cm gyliu rudenį (kontrolė), ŽTRK – sekclusis žaliosios trąšos įterpimas rotoriniu kultivatoriumi 5–6 cm gyliu prieš sėją, ND – neįdirbta ražiena, tiesioginė sėja.

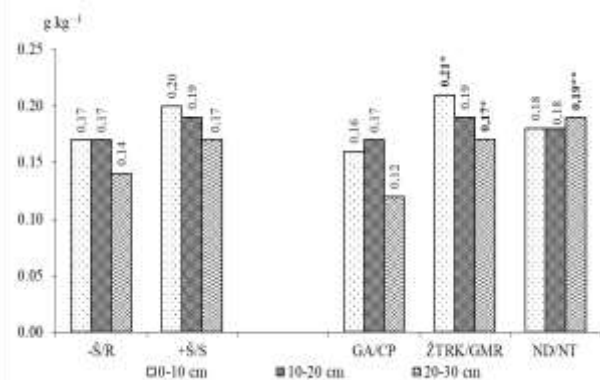
Notes. Significant differences at * $P \leq 0,05 > 0,01$; Fisher LSD test vs. control. Factor A: R - straw removed (control), S – straw chopped and spread. Factor B: CP - conventional deep ploughing (control), GMR – catch cropping and green manure incorporation with rotary cultivator, NT - no-tillage, direct drilling.

Lietuvos derlingų dirvožemių regionuose vyrauja chemizuoti augalininkystės ūkiai, kuriuose daugiausia

auginami javai ir rapsai. Tokiuose ūkiuose susikaupia didelis kiekis šiaudų (iki 6 t ha⁻¹ ir daugiau) (Arlauskienė et al., 2009).

Tyrimo duomenimis (2 pav.), šiaudų paskleidimas suminiam azoto kiekiui esminės įtakos neturėjo visuose tirtuose dirvos sluoksniuose.

Palyginus su giliuoju arimu (GA), esminis suminis azoto padidėjimas nustatytas nuo 31,3 iki 41,7 proc. viršutiniame ir apatiniame dirvos sluoksniuose sekliai purentoje dirvoje rotoriniu kultivatoriumi prieš sėją su žaliaja trąša (ŽTRK), o tiesioginės sėjos į neįdirbtą dirvą laukeliuose (ND) (20–30 cm) – 1,6 karto didesnis. Išanalizavus kitus gautus rezultatus esminių skirtumų nenustatyta.

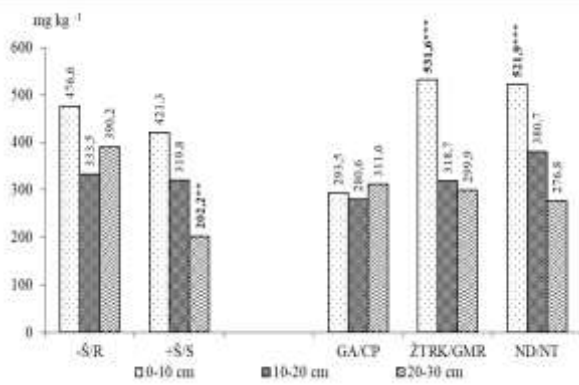


2 pav. Suminio azoto kiekis dirvožemyje, 2016 m.
Fig. 2. Total nitrogen content in the soil, 2016

Pastaba. Esminio skirtumo tikimybės lygis: * - $P \leq 0,05$; ** - $P \leq 0,01$. A veiksnys: -Š – be šiaudų (kontrolė), +Š – šiaudai susmulkinti ir paskleisti, B veiksnys: GA – įprastinis gilusis arimas 23–25 cm gyliu rudenį (kontrolė), ŽTRK – sekclusis žaliosios trąšos įterpimas rotoriniu kultivatoriumi 5–6 cm gyliu prieš sėją, ND – neįdirbta ražiena, tiesioginė sėja.

Notes. Significant differences at * $P \leq 0,05 > 0,01$; ** $P \leq 0,01 > 0,001$; Fisher LSD test vs. control. Factor A: R - straw removed (control), S – straw chopped and spread. Factor B: CP - conventional deep ploughing (control), GMR – catch cropping and green manure incorporation with rotary cultivator, NT - no-tillage, direct drilling.

Atlikus judriojo fosforo (P_2O_5) kiekio dirvožemyje tyrimus (3 pav.) nustatyta, kad šiaudų įterpimas (+Š) turėjo esminės įtakos dirvožemio apatiniame 20–30 cm sluoksnyje. Jame judriojo fosforo (P_2O_5) kiekis buvo 1,9 karto mažesnis, lyginant su dirva be šiaudų (-Š). Žemės dirbimo sistemose judriojo fosforo (P_2O_5) kiekio esminiai skirtumai nustatyti tik viršutiniame 0–10 cm dirvožemio sluoksnyje. Palyginus su giliuoju arimu (GA), kur buvo taikytas sekclusis žaliosios trąšos įterpimas rotoriniu kultivatoriumi pavasarį (ŽTRK) ir tiesioginė sėja į neįdirbtą dirvą (ND) – atitinkamai 1,8 karto didesni. Ilgalais paviršinis žemės dirbimas skatina judriojo fosforo kaupimąsi viršutiniame dirvos sluoksnyje.



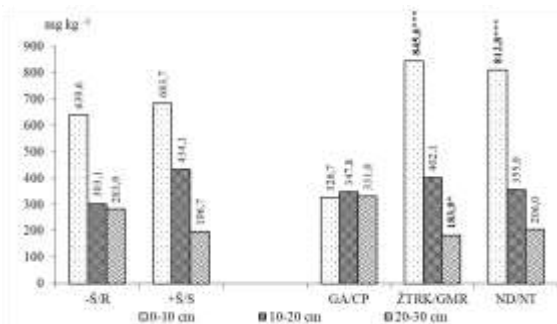
3 pav. Judriojo fosforo (P₂O₅) kiekis dirvožemyje, 2016 m.
Fig. 3. Available phosphorus (P₂O₅) content in the soil, 2016

Pastaba. Esminio skirtumo tikimybės lygis: ** - $P \leq 0.01$; *** - $P \leq 0.001$. A veiksnys: -Š – be šiaudų (kontrolė), +Š – šiaudai susmulkinti ir paskleisti, B veiksnys: GA – įprastinis gilusis arimas 23–25 cm gyliu rudenį (kontrolė), ŽTRK – sekclusis žaliosios trąšos įterpimas rotoriniu kultivatoriumi 5–6 cm gyliu prieš sėją, ND – neįdirbta ražiena, tiesioginė sėja.

Notes. Significant differences at ** $P \leq 0.01 > 0.001$, *** $P \leq 0.001$; Fisher LSD test vs. control. Factor A: R – straw removed (control), S – straw chopped and spread. Factor B: CP – conventional deep ploughing (control), GMR – catch cropping and green manure incorporation with rotary cultivator, NT – no-tillage, direct drilling.

Svarbiausias augalų mityboje – kalis, kurio pasisavinimas priklauso nuo daugelio geocheminių bei agroklimatinių sąlygų (Gužys 2013).

Išanalizavus 2016 m. gautus duomenis (4 pav.) nustatyta, kad judriojo kalio (K₂O) kiekiui dirvožemyje šiaudų paskleidimas neturėjo esminės įtakos. Žemės dirbimų sistemų poveikis esmingai didesnis nuo 2,5 iki 2,6 karto viršutiniame 0–10 cm dirvos sluoksnyje, palyginus su gilioju arimu (GA). Judriojo kalio (K₂O) kiekis dirvožemyje esmingai mažesnis 1,8 karto (20–30 cm.) laukeliuose su sekliai įterpiama žaliaja trąša rotoriniu kultivatoriumi pavasarį (ŽTRK), lyginat su tradiciniu žemės dirbimu (GA). Viduriniame dirvos sluoksnyje 10–20 cm, kur taikytas sekclusis žaliosios trąšos įterpimas kultivatoriumi ir tiesioginė sėja judriojo kalio kiekį padidino nuo 2,3 iki 15,6 proc., lyginant su giliai arta dirva (GA).



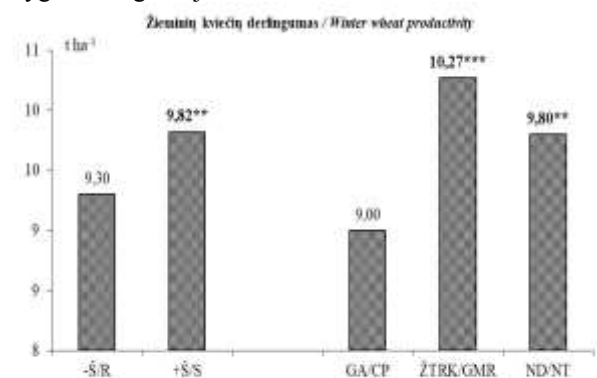
4 pav. Judriojo kalio (K₂O) kiekiai dirvožemyje, 2016 m.
Fig. 4. Available potassium (K₂O) content in the soil, 2016

Pastaba. Esminio skirtumo tikimybės lygis: * - $P \leq 0,05$; *** - $P \leq 0.001$. A veiksnys: -Š – be šiaudų (kontrolė), +Š – šiaudai susmulkinti ir paskleisti, B veiksnys: GA – įprastinis gilusis arimas 23–25 cm gyliu rudenį (kontrolė), ŽTRK – sekclusis žaliosios trąšos įterpimas rotoriniu kultivatoriumi 5–6 cm gyliu prieš sėją, ND – neįdirbta ražiena, tiesioginė sėja.

Notes. Significant differences at * $P \leq 0.05 > 0.01$, *** $P \leq 0.001$; Fisher LSD test vs. control. Factor A: R – straw removed (control), S – straw chopped and spread. Factor B: CP – conventional deep ploughing (control), GMR – catch cropping and green manure incorporation with rotary cultivator, NT – no-tillage, direct drilling.

Nustatyta (5 pav.), jog šiaudų paskleidimas (+Š) turėjo esminės įtakos žieminių kviečių derlingumui. Jis buvo 5,6 proc. didesnis, lyginant su dirva be šiaudų (-Š). Seklusis žaliosios trąšos įterpimas rotoriniu kultivatoriumi (ŽTRK) ir tiesioginė sėja į neįdirbtą dirvą, lyginant su gilioju arimu (GA) žieminių kviečių derlingumą padidino nuo 8,9 iki 14,1 proc.

Gautos panašios tyrimų rezultatų tendencijos ir taikant supaprastintas žemės dirbimo sistemas. D. Šimanskaitės (2002) dvejų tyrimų metų duomenimis, žieminių kviečių derlingumas (sėjant juos tiesiai į ražieną) nesumažėjo, palyginus su gilioju rudeniniu žemės dirbimu.



5 pav. Žieminių kviečių derlingumas, 2017 m.
Fig. 5. Winter wheat productivity, 2017

Pastaba. Esminio skirtumo tikimybės lygis: ** - $P \leq 0.01$; *** - $P \leq 0.001$. A veiksnys: -Š – be šiaudų (kontrolė), +Š – šiaudai susmulkinti ir paskleisti, B veiksnys: GA – įprastinis gilusis arimas 23–25 cm gyliu rudenį (kontrolė), ŽTRK – sekclusis žaliosios trąšos įterpimas rotoriniu kultivatoriumi 5–6 cm gyliu prieš sėją, ND – neįdirbta ražiena, tiesioginė sėja.

Notes. Significant differences at ** $P \leq 0.01 > 0.001$, *** $P \leq 0.001$; Fisher LSD test vs. control. Factor A: R – straw removed (control), S – straw chopped and spread. Factor B: CP – conventional deep ploughing (control), GMR – catch cropping and green manure incorporation with rotary cultivator, NT – no-tillage, direct drilling.

Išvados

1. Pastovus šiaudų paskleidimas bei paviršinis purenimas ir tiesioginė sėja į neįdirbtą dirvą padidina dirvožemio pH.

2. Taikant supaprastintą žemės dirbimą ir sėją į neįdirbtą dirvą, judriųjų fosforo ir kalio bei suminio azoto kiekiai labai skirtingai pasiskirsto, esmingai daugiau jų susikaupia viršutiniame (0–10 cm) armens sluoksnyje, o viduriniame (10–20 cm) nustatytas padidėjimas.

3. Ilgalaisis ir pastovus augalinių liekanų paskleidimas, ražienoje auginamos baltosios garstyčios panaudojimas žaliajai trąšai ir tiesioginė sėja į neįdirbtą dirvą esmingai padidina žieminių kviečių derlingumą.

Literatūra

- ADOMAITIS, T. et al. Azoto junginių (NO₃⁻, NH₄⁺, NO₂⁻) koncentracija lizimetru vandenyje skirtingai tręštuose smėlingų priemolių dirvožemiuose. Žemdirbystė: Mokslo darbai, 2004, 4: 21-33.
- ALAM, K. et al. Effect of Tillage Practices on Soil Properties and Crop Productivity in Wheat-Mungbean-Rice Cropping System under Subtropical Climatic Conditions. The Scientific World Journal, vol.2014, p.1-15.
- ARLAUSKIENĖ, A. ir kt. Tarpinių pasėlių ir šiaudų įtaka vasarinių miežių mitybai azotu bei dirvožemio humuso sudėčiai. Žemdirbystė/ Agriculture, 2009, 96(2), 53–70.
- BOGUŽAS V. Ilgalaikio supaprastinto žemės dirbimo ir sėjos į neįdirbtą dirvą poveikis agroekosistemai taikant intensyvias technologijas sėjomainoje. Iš Šiuolaikinių žemdirbystės sistemų aktualijos: mokslinė konferencija: pranešimų santrauka. Akademija (Kauno r.), 2010, p. 27.
- DAUGĖLIENĖ, N.; BALTRAMAITYTĖ, D. Ilgalaikio tręšimo įtaka judriojo kalio koncentracijai skirtingo rūgštumo ganyklos dirvožemyje. Žemės ūkio mokslai, 2005, Nr. 4, p. 27–35.
- GUŽYS, S. Fosforo ir kalio medžiagų migracija ir išplovimas skirtingai tręštų kultūrinių augalų sėjomainų rotacijose. Vandens ūkio inžinerija, 2013, 42 (62):40-48.
- JAN VAN GROENIGEN, K. et al. Soil c stronge as affected by tillage and straw management: An assessment using field measurements and model predictions. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2011, 140, p. 218-225.
- KAHLON, M. S. Soil Physical Characteristics and Crop Productivity as Affected by Tillage in Rice-Wheat System. Journal of Agricultural Science, 2014, Vol. 6, No. 12.
- KAIRYTĖ A. Tillage intensity and straw incorporation effect on barley agroecosis: summary of doctoral dissertation. – Akademija Kauno r., 2005. – 23 p
- KUMAR, S. et al. Long-term tillage and drainage influences on soil organic carbon dynamics, aggregate stability, and carbon yield. Soil Sci. Pl. Nut., 2014, 1, p. 108-118.
- LAL, R.; STEWART, B. A. Principles of Sustainable Soil Management in Agroecosystems. Principles of Sustainable Soil Management in Agroecosystems, 2013, vol. 20, p. 1-19.
- MOTUZAS, A.J. ir kt. Dirvotyra. Vilnius. Enciklopedija, 2009, 336 p.
- NEMEIKŠIENĖ, D. ir kt. Anglies ir azoto sukaupimas skirtingų daugiamečių žolių biomasėje. LŽŪU mokslo darbai, 2010, Nr. 87, p. 41.
- ROMANOVSKAJA, D. et. al. Skirtingos cheminės sudėties žaliosios trąšos įtaka humuso susidarymui išplautžemyje. Žemės ūkio mokslai, 2013, 20.1.
- STAUGAITIS, G. ir kt. Spatial distribution of pH data on the digital maps as affected by different soil sampling methods. Agriculture, 2010, No 3, p. 117-130.
- ŠIMANSKAITĖ, D. Skirtingų žemės dirbimo ir sėjos būdų įtaka dirvai ir derliui. Žemdirbystė. LŽI, LŽŪU mokslo darbai. Akademija, 2002, Nr. 79(3), p. 131–138.
- TRIPOLSKAJA, L. Organinės trąšos ir jų poveikis aplinkai. Lietuvos žemdirbystės institutas, 2005.
- ŽEKONIENĖ, V. Mokslinių rekomendacijų taikymo ekologiniame ūkyje pagrindai. Lietuvos žemės ūkio universitetas, 2006, 23 p.

Jolita Rasimavičiūtė, Vaclovas Bogužas, Vaida Steponavičienė, Aušra Sinkevičienė, Rita Čepulienė

Tillage system and straw incorporation effects on soil chemical properties of winter wheat crop

Summary

Soil tillage has long-term impacts on the agroecosystems. Understanding the structure and functions of the soil ecosystem, when applying soil tillage systems of different intensity or direct drilling, is an essential condition for any future farming system. It is very important to ascertain not only the short-term but also the long-term effects of soil agrochemical properties. Research was carried out during a period of 2016-2017 in a long-term fixed experiment, set up in 1999, at the Experimental Station of Aleksandras Stulginskis University. The soil of the experimental site is Epieutric Endocalcaric Endogleyic Planosol (Endoclayic, Aric, Drainic, Humic, Episiltic) according to WRB 2014 classification. Long-term and regular spreading of plant residues and the use of white mustard grown in the stubble for green manure increased winter wheat productivity.

No-tillage, straw retention, soil agrochemical properties, productivity

Acknowledgement

This work was supported by the National Science Program “The effect of long-term, different-intensity management of resources on the soils of different genesis and on other components of the agro-ecosystems” [grant number SIT-9/2015] funded by the Research Council of Lithuania.

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

Jolita RASIMAVIČIŪTĖ. Aleksandro Stulginskio universiteto Agronomijos fakulteto Agroekosistemų ir dirvožemio mokslo instituto Agronomijos studijų programos II kurso magistrantė. Adresas: Studentų g. 15, LT-53361 Akademija, Kauno raj. el.paštas: j.rasimaviciute@gmail.com.
Jolita RASIMAVIČIŪTĖ. Aleksandras Stulginskis University Institute of Agroecosystem and Soil Sciences, Agronomy graduate student of 2 course. Address: Studentu str. 11, LT-53361 Akademija, Kauno distr., Lithuania; e-mail: j.rasimaviciute@gmail.com.
Vaclovas BOGUŽAS. Aleksandro Stulginskio universiteto Agronomijos fakulteto Agroekosistemų ir dirvožemio mokslo instituto biomedicinos (žemės ūkio) mokslų daktaras, profesorius. Adresas: Studentų g. 15, LT-53361 Akademija, Kauno raj. Tel. (8 37) 75 22 33, el. paštas: vaclovas.boguzas@asu.lt.
Vaclovas BOGUŽAS. Aleksandras Stulginskis University Institute of Agroecosystem and Soil Sciences, doctor of biomedical science, professor. Address: Studentu str. 11, LT-53361 Akademija, Kauno distr., Lithuania; telephone numbers: (+370 37) 75 22 33, e-mail: vaclovas.boguzas@asu.lt.
Vaida STEPONAVIČIENĖ. Aleksandro Stulginskio universiteto Agronomijos fakulteto Agroekosistemų ir dirvožemio mokslo instituto žemės ūkio mokslų daktaras, docentė. Adresas: Studentų g. 15, LT-53361 Akademija, Kauno raj. Tel. (8 37) 75 22 11, el. paštas: vaida.steponaviciene@asu.lt.
Vaida STEPONAVIČIENĖ. Aleksandras Stulginskis University Institute of Agroecosystem and Soil Sciences, doctor of agriculture science. Address: Studentu str. 11, LT-53361 Akademija, Kauno distr., Lithuania; telephone numbers: (+370 37) 75 22 11, e-mail: vaida.steponaviciene@asu.lt.
Aušra SINKEVIČIENĖ. Aleksandro Stulginskio universiteto Agronomijos fakulteto Agroekosistemų ir dirvožemio mokslo instituto biomedicinos (žemės ūkio) mokslų daktaras, docentė. Adresas: Studentų g. 15, LT-53361 Akademija, Kauno raj. Tel. (8 37) 75 22 29, el. paštas: ausra.sinkeviciene@asu.lt.
Aušra SINKEVIČIENĖ. 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) 75 22 29, e-mail: ausra.sinkeviciene@asu.lt.
Rita ČEPU LIENĖ. Aleksandro Stulginskio universiteto Agronomijos fakulteto Agroekosistemų ir dirvožemio mokslo instituto žemės ūkio mokslų daktaras, lektorė. Adresas: Studentų g. 15, LT-53361 Akademija, Kauno raj. Tel. (8 37) 75 24 65, el. paštas: rita.cepulienė@asu.lt.
Rita ČEPU LIENĖ. Aleksandras Stulginskis University Institute of Agroecosystem and Soil Sciences, doctor of agriculture science. Address: Studentu str. 11, LT-53361 Akademija, Kauno distr., Lithuania; telephone numbers: (+370 37) 75 24 65, e-mail: rita.cepulienė@asu.lt.