

## ŽIEMINIŲ TARPINIŲ PASĖLIŲ IR JŲ ĮTERPIMO BŪDŲ ĮTAKA DIRVOŽEMIO SAVYBĖMS VASARINIŲ KVIEČIŲ AGROCENOZĖJE

**Gintaras BARVYDIS**, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas [gintaras86@gmail.com](mailto:gintaras86@gmail.com)

**Aušra MARCINKEVIČIENĖ**, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas [ausra.marcinkeviciene@vdu.lt](mailto:ausra.marcinkeviciene@vdu.lt)

### Santrauka

Lauko eksperimentas atliktas 2021 ir 2022 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos (VDU ŽŪA) Bandymų stotyje. Eksperimento dirvožemis – giliau karbonatingas stagniškas išplautžemis (*Endocalcaric Amphistagnic Luvisol*). Eksperimento variantai: A veiksnys: tarpinių pasėlių įterpimo į dirvą būdai: 1. Gilus arimas (20 cm gyliu) pavasarį; 2. Seklus arimas (6 cm gyliu) pavasarį. B veiksnys: žieminiai tarpiniai pasėliai: 1. Be tarpinio pasėlio; 2. Purpuriniai (inkarnatiniai) dobilai (10 kg ha<sup>-1</sup>); 3. Žieminiai (ruginiai) vikiai (50 kg ha<sup>-1</sup>); 4. Daugiametės svidrės (10 kg ha<sup>-1</sup>); 5. Žieminiai rugiai (50 kg ha<sup>-1</sup>). Eksperimento tyrimo duomenimis, vasarinių kviečių pasėlyje vyravo makroagregatai sekliai užarus daugiametes svidres. Mažiausias (71,8 kPa) šlyties pasipriešinimas nustatytas vasarinių kviečių, augintų po pavasarį žaliajai trąšai giliai užartų purpurinių dobilų, agrocenozėje. Pavasarį žaliajai trąšai giliai užarus žieminius rugius, buvo rastas esmingai didžiausias (64 vnt. m<sup>-2</sup>) sliekų skaičius. Giliai užarus purpurinius dobilus, liekų biomasė nustatyta 2,0 ir 4,6 karto didesnė negu tiek giliai, tiek ir sekliai užarus daugiametes svidres.

**Reikšminiai žodžiai:** vasariniai kviečiai, žieminiai tarpiniai pasėliai, dirvožemio struktūra, įterpimo būdas, sliekai, šlyties pasipriešinimas.

### Įvadas

Žemės ūkio produkcija yra viena iš svarbiausių pasaulio maisto tiekimo sistemoje, bet ji labai priklausoma nuo pasėlių, kurie susiduria su prasta dirvožemio kokybe, biotiniais ar abiotiniais stresoriais ir besikeičiančio klimato sąlygomis (Majeed et al., 2018).

Dirvožemis yra vienas iš svarbiausių žemės ekosistemų dalių. Jame vykstantys procesai stipriai veikia aplinką. Ozono sluoksnio plonėjimas, globalinis atšilimas, atogrąžų miškų naikinimas, vandens tarša yra vieni iš svarbiausių procesų, kuriems turi įtakos dirvožemis (Abdalla et al., 2019). Dirvožemis šiuo metu yra paveiktas ir skirtingų žmonių veiklų (White et al., 2020).

Anglies kaupimas, maistinių medžiagų sulaikymas bei dirvožemio erozijos stabdymas ir biologinės įvairovės palaikymas – svarbūs veiksniai, turintys įtakos dirvožemio kokybei (Bacq-Labreuil et al., 2019). Tarpiniai pasėliai teikia daug naudos dirvožemiui, kuri dažniausiai yra teigiama ir vadinama produktyvumu. Taip yra naikinamos piktžolės, jos nebeauga ar jų augimas būna sumažinamas iki minimalaus, stabdoma dirvožemio erozija, jis praturtinamas organinėmis medžiagomis (Tani et al., 2017). Nors dirvožemiui gerinti tarpiniai pasėliai yra auginami seniai, tačiau palyginti neseniai pradėti auginami jų mišiniai. Manoma, kad padidinus augalų įvairovę, pasireikš įvairios tarpinių pasėlių savybės ir išliks stabilios. Taip pat pastebėta, kad padidėjęs dirvožemio derlingumas, sumažėjęs piktžolių augimas bei biomasės stabilumas yra tiesiogiai susiję su pradėtais auginami tarpinių pasėlių mišiniais (Fageria et al., 2005).

**Tyrimo tikslas** – nustatyti skirtingų botaninių šeimų žieminių tarpinių pasėlių ir jų įterpimo į dirvą būdų įtaką dirvožemio savybėms vasarinių kviečių agrocenozėje ekologinės žemdirbystės sąlygomis.

### Tyrimo uždaviniai

1. Įvertinti skirtingų botaninių šeimų žieminių tarpinių pasėlių ir jų įterpimo į dirvą poveikį;
2. dirvožemio agrofizinėms savybėms (šlyties pasipriešinimui, dirvožemio struktūrai);
3. dirvožemio biologinėms savybėms (sliekų skaičiui ir biomasei).

### Tyrimų objektas ir metodai

Lauko eksperimentas atliktas 2021 ir 2022 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos (VDU ŽŪA) Bandymų stotyje. VDU ŽŪA Bandymų stotis yra Ringaudų seniūnijoje, Kauno rajone. Eksperimento dirvožemis – giliau karbonatingas stagniškas išplautžemis (*Endocalcaric Amphistagnic Luvisol*) (WRB, 2015). Dirvožemio agrocheminės savybės: pH – 6,51–6,92, humuso – 2,14–2,67 proc., judriųjų maisto medžiagų dirvožemyje: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 226–305 mg kg<sup>-1</sup>, K<sub>2</sub>O – 109–118 mg kg<sup>-1</sup>. Atliktas dviejų veiksnių lauko eksperimentas laukelių skaidymo metodu. Eksperimento variantai: A veiksnys: tarpinių pasėlių įterpimo į dirvą būdas: 1. Gilus užarimas (20 cm gyliu) pavasarį; 2. Seklus užarimas

(6 cm gyliu) pavasarį. B veiksnys: žieminiai tarpiniai pasėliai: 1. Be tarpinio pasėlio; 2. Purpuriniai (inkarnatiniai) dobilai (10 kg ha<sup>-1</sup>); 3. Žieminiai vikiai (50 kg ha<sup>-1</sup>); 4. Daugiametės svidrės (10 kg ha<sup>-1</sup>); 5. Žieminiai rugiai (50 kg ha<sup>-1</sup>).

2021 m. balandžio 28 d. vasariniai rapsai (*Brassica napus* L. spp. *oleifera biennis* Metzg.) 'Fenja' sėti 48 cm tarpueiliais (buvo sėta kas ketvirta eilutė, tarpuose uždarančios po 3 sėklavamzdžius). Sėklos norma – 7 kg ha<sup>-1</sup>. Rapsų 2–3 lapelių tarpsnyje (BBCH 12-13) birželio 8 d. tarpueiliai purenti parentuvu KOR-4.2-01 (Ukraina) su strėliniais noragėliais, važiuojant du kartus. Birželio 15 d. į rapsų tarpueilius įsėti žieminiai tarpiniai pasėliai po dvi eilutes: purpuriniai (inkarnatiniai) dobilai (*Trifolium incarnatum* Broth.) 'Kardinal' (10 kg ha<sup>-1</sup>); ruginiai (žieminiai) vikiai (*Vicia villosa* Roth.) 'Rea' (50 kg ha<sup>-1</sup>); daugiametės svidrės (*Lolium perenne* L.) 'Merkem' (10 kg ha<sup>-1</sup>); žieminiai rugiai (*Secale cereale* L.) 'Elias' (50 kg ha<sup>-1</sup>). Vasarinių rapsų derlius nuimtas rugsėjo 3 d. kombainu Wintersteiger Delta (Austrija).

2022 m. pavasarį vienoje eksperimento dalyje žieminiai tarpiniai pasėliai buvo giliai užarti (20 cm gyliu), o kitoje – sekliai užarti (6 cm gyliu). Eksperimente buvo auginama vasarinių kviečių (*Triticum aestivum* L.) veislė 'Kapitol' (Secobra Saatzucht, Vokietija). Vasariniai kviečiai buvo pasėti balandžio 28 d. 12 cm tarpueiliais. Sėklos norma – 270 kg ha<sup>-1</sup> visuose eksperimento laukeliuose. Vasariniai kviečiai buvo netręšti sintetinėmis trąšomis, cheminės augalų apsaugos priemonės nenaudotos. Kviečių grūdų derlius nuimtas kombainu Wintersteiger Delta rugpjūčio 18 d.

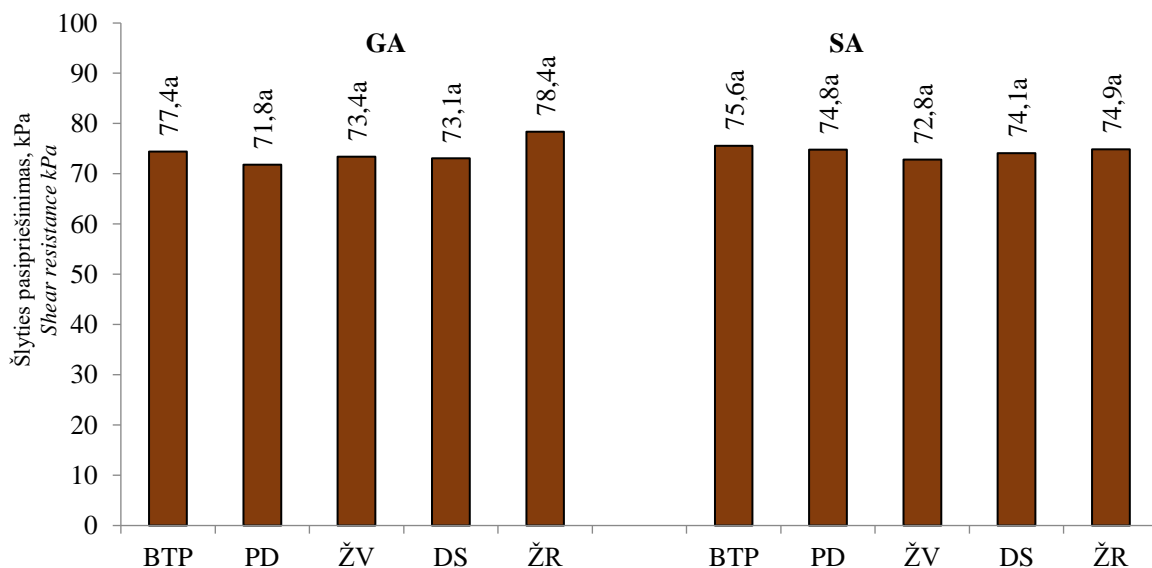
Pradinių laukelių ilgis – 12 m, plotis – 6 m, plotas – 72 m<sup>2</sup>. Apskaitinių laukelių ilgis – 10 m, plotis – 2 m, plotas – 20 m<sup>2</sup>. Tyrimai atlikti 4 pakartojimais.

Šlyties pasipriešinimas nustatytas po kviečių derliaus nuėmimo lauko kietmačiu Geonor 72410, kiekviename laukelyje matuota 10 vietų 8–10 cm gylyje. Dirvožemio struktūra nustatyta Retsch sijojimo aparatu. Kiekviename laukelyje kastuvu paimtas apie 300 g dirvožemio ėminys ne mažiau kaip 5 vietose iš 0–20 cm armens sluoksnio po kviečių derliaus nuėmimo. 200 g dirvožemio ėminio sijota 2 min., sijojimo amplitudė – 60 mm. Sliekų kiekis dirvožemyje nustatytas po vasarinių kviečių derliaus nuėmimo. Kiekviename laukelyje keturiose vietose buvo kasamos apie 25 cm gylio ir 50 x 50 cm ploto duobės (Edwards, 2004). Sliekai surinkti, suskaičiuoti ir pasverti. Buvo apskaičiuotas sliekų skaičius (vnt. m<sup>-2</sup>) ir biomasė (g m<sup>-2</sup>).

Tyrimų duomenys statistškai įvertinti kiekybinių požymių dviejų veiksnių dispersinės analizės metodu (Raudonius, 2017). Skirtumų tarp variantų esmingumas įvertintas naudojant F kriterijų ir LSD testą. Tyrimų duomenų statistinė analizė atlikta naudojantis kompiuterine programa SPLIT PLOT iš programų paketo SELEKCIJA (Tarakanovas, Raudonius, 2003). Sliekų kiekio ir biomasės duomenys, neatitinkantys normalaus skirstinio dėsnio, prieš statistinį vertinimą transformuoti naudojant matematinę funkciją  $y=\ln(x)$  (Tarakanovas, 2002).

## Tyrimų rezultatai ir jų analizė

Vertinant 1 pav. pateiktus šlyties pasipriešinimo 8–10 cm dirvožemio sluoksnyje duomenis matyti, kad auginant žieminius tarpinius pasėlius ir juos pavasarį žaliajai trąšai giliai užarus (20 cm) dirvožemio šlyties pasipriešinimas esmingai nesiskyrė, nei tuos pačius žieminius tarpinius pasėlius sekliai užarus (6 cm).



Pastaba. Esminių skirtumų nėra ( $P > 0,05$ ). Tarpinių pasėlių įterpimo būdai (veiksnys A): GA – gilus arimas (20 cm gyliu); SA – seklaus arimas (6 cm gyliu). Išėliniai tarpiniai pasėliai (veiksnys B): BTP – be tarpinio pasėlio, PD – purpuriniai dobilai, ŽV – žieminiai vikiai, DS – daugiametės svidrės; ŽR – žieminiai rugiai.

Note. Significant differences were not established ( $P > 0.05$ ). Method of incorporation of cover crops (factor A): GA - deep ploughing (20 cm deep); SA - shallow ploughing (6 cm deep). Winter cover crops (factor B): BTP - without cover crop, PD - crimson clover, ŽV - winter vetch, DS - perennial ryegrass; ŽR - winter rye.

1 pav. Dirvožemio šlyties pasipriešinimas vasarinių kviečių agrocenozėje, 2022 m.

Fig. 1. Soil shear resistance in spring wheat agrocecosis, 2022.

Didžiausias dirvožemio šlyties pasipriešinimas (78,4 kPa) nustatytas pavasarį žaliajai trąšai giliai užarus žieminius rugius, o mažiausias (71,8 kPa) – giliai užarus purpurinius dobilus. Tačiau, palyginti su kitomis tirtomis priemonėmis, esminių skirtumų nenustatyta.

Atlikus tyrimą viršutiniame 0–20 dirvožemio sluoksnyje nustatytas mega- (>10 mm), makro- (0,25–10 mm) ir mikro- (<0,25 mm) agregatų procentas, megaagregatų kiekis kito nuo 24,7 iki 40,7 proc. (1 lentelė). Mažiausias megaagregatų kiekis nustatytas pavasarį žaliajai trąšai giliai užarus daugiametės svidrės. Tačiau, palyginti su kitomis tirtomis priemonėmis, esminių skirtumų nenustatyta.

**1 lentelė.** Struktūrinių agregatų procentas vasarinių kviečių agroceozėje, 2022 m.

**Table 1.** The percentage of structural aggregates in the agroceosis of spring wheat, 2022.

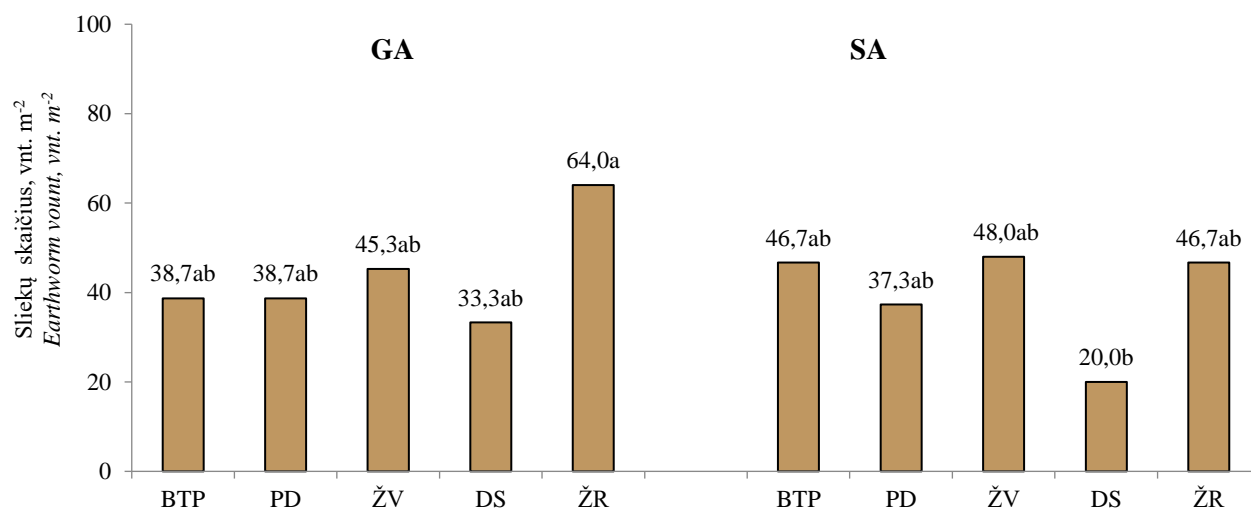
Išėliniai tarpiniai pasėliai (veiksny B) <i>Intercropping intercrops</i> (factor B)	Tarpinių pasėlių įterpimo būdai (veiksny A) <i>Methods of intercropping</i> (factor A)	Dirvožemio struktūra		
		Mega >10 mm <i>Mega</i> >10 mm	Makro 0,25–10 mm <i>Makro</i> 0,25–10 mm	Mikro <0,25 mm <i>Mikro</i> <0,25 mm
1. Be tarpinio pasėlio <i>1. Without intercropping</i>	GA	26,3a	64,3a	9,40ab
	SA	25,6a	64,7a	9,70ab
2. Purpuriniai dobilai <i>2. Purple clover</i>	GA	32,5a	57,5a	10,0ab
	SA	40,7a	52,5a	6,80b
3. Žieminiai vikiai <i>3. Winter vetches</i>	GA	32,8a	59,4a	7,80b
	SA	36,4a	56,1a	7,50b
4. Daugiametės svidrės <i>4. Perennial sedges</i>	GA	24,7a	62,3a	13,3a
	SA	25,4a	64,9a	9,70ab
5. Žieminiai rugiai <i>5. Winter rye</i>	GA	27,5a	63,0a	9,50ab
	SA	26,5a	63,4a	10,1ab

Pastaba. Skirtumai tarp variantų vidurkių, pažymėti ne tomis pačiomis raidėmis (a, b), yra esminiai ( $P < 0,05$ ). GA – gilus arimas, SA – seklaus arimas.  
Note. Differences between the averages of treatments marked with different letters (a, b) are significant ( $P < 0,05$ ). GA - deep ploughing (20 cm deep); SA - shallow ploughing (6 cm deep).

Makroagregatų kiekis kito nuo 52,5 iki 64,9 proc. Laukeliuose, kuriuose pavasarį žaliajai trąšai sekliai įterptos daugiametės svidrės, makroagregatų kiekis nustatytas didesnis negu kituose laukeliuose, tačiau neesmingai.

Mikroagregatų kiekis kito nuo 6,80 iki 13,3 proc. Laukeliuose, kuriuose pavasarį žaliajai trąšai sekliai įterpti purpuriniai dobilai bei tiek giliai, tiek ir sekliai įterpti žieminiai vikiai, mikroagregatų kiekis nustatytas esmingai nuo 1,7 iki 2,0 karto mažesnis, palyginti su laukeliais, kuriuose buvo giliai įterptos daugiametės svidrės.

Sliekų skaičius eksperimento laukeliuose kito nuo 20,0 iki 64,0 vnt.  $m^{-2}$  (2 pav.). Mažą sliekų skaičių lėmė sausi orai rugpjūčio mėnesį (iškrito tik 38,7 mm kritulių). Didžiausias sliekų skaičius nustatytas laukeliuose, kuriuose pavasarį žaliajai trąšai giliai užarti žieminiai rugiai. Laukeliuose, kuriuose pavasarį žaliajai trąšai sekliai buvo užartos daugiametės svidrės, sliekų skaičius nustatytas esmingai 3,2 karto mažesnis negu giliai užarus žieminius rugius. Tarpinių pasėlių įterpimo būdas sliekų skaičiui turėjo mažai įtakos.



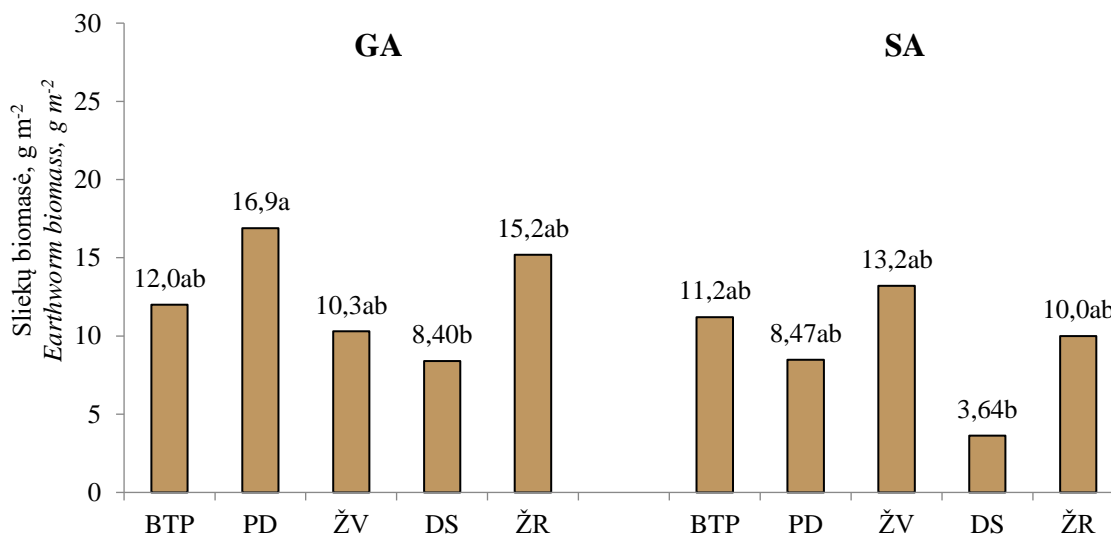
Pastaba. Skirtumai tarp variantų vidurkių, pažymėti ne tomis pačiomis raidėmis (a, b), yra esminiai ( $P < 0,05$ ). Tarpinių pasėlių įterpimo būdai (veiksny A): GA – gilus arimas (20 cm gyliu); SA – seklaus arimas (6 cm gyliu). Žieminiai tarpiniai pasėliai (veiksny B): BTP – be tarpinio pasėlio, PD – purpuriniai dobilai, ŽV – žieminiai vikiai, DS – daugiametės svidrės; ŽR – žieminiai rugiai.

Note. Differences between the averages of treatments marked with different letters (a, b) are significant ( $P < 0,05$ ). Method of incorporation of cover crops (factor A): GA - deep ploughing (20 cm deep); SA - shallow ploughing (6 cm deep). Winter cover crops (factor B): BTP - without cover crop, PD - crimson clover, ŽV - winter vetch, DS - perennial ryegrass; ŽR - winter rye.

**2 pav.** Sliekų skaičius vasarinių kviečių agroceozėje, 2022 m.

**Fig. 2.** Number of earthworms in spring wheat agroceosis, 2022

Sliekų biomasė eksperimento laukeliuose nustatyta taip pat labai maža – nuo 3,64 iki 16,9 g m<sup>-2</sup> (3 pav.). Didžiausia sliekų biomasė nustatyta laukeliuose, kuriuose pavasarį žaliajai trąšai buvo giliai užarti purpuriniai dobilai. Laukeliuose, kuriuose pavasarį žaliajai trąšai tiek giliai, tiek ir sekliai buvo užartos daugiametės svidrės, sliekų biomasė nustatyta esmingai 2,0 ir 4,6 karto mažesnė negu giliai užarus purpurinius dobilus.



Pastaba. Skirtumai tarp variantų vidurkių, pažymėti ne tomis pačiomis raidėmis (a, b), yra esminiai ( $P < 0,05$ ). Tarpinių pasėlių įterpimo būdai (veiksny A): GA – gilus arimas (20 cm gyliu); SA – seklaus arimas (6 cm gyliu). Žieminiai tarpiniai pasėliai (veiksny B): BTP – be tarpinio pasėlio, PD – purpuriniai dobilai, ŽV – žieminiai vikiai, DS – daugiametės svidrės; ŽR – žieminiai rugiai.

Note. Differences between the averages of treatments marked with different letters (a, b) are significant ( $P < 0.05$ ). Method of incorporation of cover crops (factor A): GA - deep ploughing (20 cm deep); SA - shallow ploughing (6 cm deep). Winter cover crops (factor B): BTP - without cover crop, PD - crimson clover, ŽV - winter vetch, DS - perennial ryegrass; ŽR - winter rye.

**3 pav.** Sliekų biomasė vasarinių kviečių agrocenozeje, 2022 m.

**Fig. 3.** Earthworm biomass in spring wheat agrocenosis, 2022

Seklaus tarpinių pasėlių žaliajai trąšai įterpimas, palyginti su giliu, daugeliu atvejų turėjo tendenciją mažinti sliekų biomasę. Tačiau esminių skirtumų nenustatyta. D. Sánchez de Cima ir kt. (2016) teigia, kad žieminiai tarpiniai pasėliai nedarė esminės įtakos sliekų gausumui dirvožemyje. Sliekų gausumui didesnę įtaką turėjo meteorologinės sąlygos.

## Išvados

1. Mažiausias šlyties pasipriešinimas (71,8 kPa) nustatytas pavasarį žaliajai trąšai giliai užarus purpurinius dobilus.
2. Didžiausias makroagregatų kiekis nustatytas laukeliuose, kuriuose žaliajai trąšai sekliai įterptos daugiametės svidrės.
3. Didžiausias sliekų skaičius (64 vnt. m<sup>-2</sup>) rastas pavasarį žaliajai trąšai giliai užarus žieminius rugius.
4. Giliai užarus purpurinius dobilus sliekų biomasė nustatyta 2,0 ir 4,6 karto didesnė negu tiek giliai, tiek ir sekliai užarus daugiabetes svidres.

## Literatūra

1. Abdalla, M., Hastings, A., Cheng, K., Yue, Q., Chadwick, D., Espenberg, M., Truu, J., Rees, R. M., Smith, P. 2019. A critical review of the impacts of cover crops on nitrogen leaching, net greenhouse gas balance and crop productivity. *Global Change Biology*, Vol. 25 (8), p. 2530–2543.
2. Bacq-Labreuil, A., Crawford, J., Mooney, S. J., Neal, A. L., Ritz, K. 2019. Cover crop species have contrasting influence upon soil structural genesis and microbial community phenotype. *Scientific Reports*. Vol. 9 (1), 7473.
3. Edwards, C. A. 2004. Earthworm Ecology. CRC Press, 456 p.
4. Fageria, N. K., Baligar, V. C., Bailey, B. A. 2005. Role of cover crops in improving soil and row crop productivity. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, Vol. 36, Iss. 19-20, p. 2733–2757. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1080/00103620500303939>. [žiūrėta 2022 m. gruodžio 2 d.]
5. IUSS Working Group WRB. 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. *World Soil Resources Reports*, No. 106. FAO, Rome.
6. Majeed, A., Muhammad, Z., Ahmad, H. 2018. Plant growth promoting bacteria: role in soil improvement, abiotic and biotic stress management of crops. *Plant Cell Reports*, Vol. 37 (12), p. 1599–1609.
7. Raudonius, S. 2017. Application of statistics in plant and crop research: important issues. *Zemdirbyste-Agriculture*, Vol. 104 (4), p. 377–382.

8. Sánchez De Cima, D., Tein, B., Eremeev, V., Luik, A., Kauer, K., Reintam, E., Kahu, G. 2016. Winter cover crop effects on soil structural stability and microbiological activity in organic farming. *Biological Agriculture and Horticulture*, Vol. 32 (3), p. 170–181.
9. Tani, E., Abraham, E., Chachalis, D., Travlos, I. 2017. Molecular, Genetic and Agronomic Approaches to Utilizing Pulses as Cover Crops and Green Manure into Cropping Systems. *International Journal of Molecular Sciences*. Vol. 18 (6), 1202.
10. Tarakanovas, P., Raudonius, S. 2003. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT, iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT. Akademija, 58 p.
11. Tarakanovas, P. 2002. Biologinių bandymų duomenų transformavimas taikant kompiuterinę programą ANOVA. *Žemdirbystė*, T. 77, p. 170–180.
12. White, K. E., Brennan, E. B., Cavigelli, M. A., Smith, R. F. 2020. Winter cover crops increase readily decomposable soil carbon, but compost drives total soil carbon during eight years of intensive, organic vegetable production in California. *PLoS One*, Vol. 15 (2), e0228677.

## **THE INFLUENCE OF WINTER COVER CROPS AND THEIR INCORPORATION METHODS ON SPRING WHEAT AGROCENOSIS**

### **Summary**

Field experiment was conducted in 2021 and 2022 at the Experimental Station of Vytautas Magnus University Agriculture Academy. The soil of the experiment is *Endocalcaric Amphistagnic Luvisol*. Experimental treatments: Factor A: methods of incorporation of cover crops into the soil: 1. Deep ploughing (20 cm deep) in spring; 2. Shallow ploughing (6 cm deep) in the spring. Factor B: winter cover crops: 1. Without cover crop; 2. Crimson (incarnate) clover (10 kg ha<sup>-1</sup>); 3. Winter vetch (50 kg ha<sup>-1</sup>); 4. Perennial ryegrass (10 kg ha<sup>-1</sup>); 5. Winter rye (50 kg ha<sup>-1</sup>). According to the data of the experimental study, in the spring wheat agrocenosis dominated the macro soil structure prevailed after shallow ploughing of perennial ryegrass. The lowest shear resistance (71.8 kPa) was determined in spring wheat agrocenosis grown after deep ploughing of crimson clover for green manure in spring. In the spring, the highest number of earthworms (64 units m<sup>-2</sup>) was found in the fields, where cover crop of winter rye was deeply ploughed. Significantly 2.0 and 4.6 times higher earthworm biomass was found in the fields, where cover crop of crimson clover was deeply ploughed, compared to deeply and shallowly ploughed perennial ryegrass.

**Keywords:** spring wheat, winter cover crops, soil structure, incorporation method, earthworms, shear resistance.