

ŽIEMINIŲ TARPINIŲ PASĖLIŲ IR JŲ ĮTERPIMO BŪDŲ ĮTAKA DIRVOŽEMIO BIOLOGINĖMS SAVYBĖMS

Dovydas AUŠRA, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: dovydas.ausra@stud.vdu.lt

Aušra MARCINKEVIČIENĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: ausra.marcinkeviciene@vdu.lt

Santrauka

Lauko eksperimentas vykdytas 2022–2023 m. Vytauto Didžiojo Universiteto Žemės ūkio akademijos Bandymų stotyje. Eksperimento lauko dirvožemis – karbonatingas stagniškas išplautžemis (*Endocalcaric Amphistagnic Luvisol*). Eksperimento tikslas buvo nustatyti skirtingų botaninių šeimų žieminių tarpinių pasėlių ir jų įterpimo į dirvą būdų įtaką dirvožemio biologinėms savybėms vasarinių kviečių agrocenozeje ekologinės žemdirbystės sąlygomis. Eksperimento variantai: Veiksny A: tarpinių pasėlių įterpimo į dirvą būdai: 1) gilus (20 cm) užarimas pavasarį, 2) sekclus (6 cm) įterpimas pavasarį; Veiksny B: žieminiai tarpiniai pasėliai: 1) be tarpinio pasėlio, 2) purpuriniai (inkarnatiniai) dobilai (10 kg ha^{-1}), 3) žieminiai vikiai (50 kg ha^{-1}), 4) daugiametės svidrės (10 kg ha^{-1}), 5) žieminiai rugiai (50 kg ha^{-1}). Didžiausias sliėkų skaičius rastas žaliajai trąšai giliai užarus purpurinius dobilus. Giliai įterpus purpurinius dobilus ir sekliai įterpus žieminius vikius sliėkų biomasė nustatyta esmingai 2,6 ir 2,8 karto didesnė negu sekliai įterpus daugiametes svidres. Sekliai dirbtuose laukeliuose, palyginti su giliai artais, nustatyta organinės medžiagos kiekio dirvožemyje didėjimo tendencija. Tarpiniai pasėliai ir jų įterpimo būdai nedarė esminės įtakos dirvožemio fermento sacharazės aktyvumui. Pavasarį žaliajai trąšai giliai ir sekliai įterpus žieminius vikius ir rugius bei sekliai įterpus purpurinius dobilus, fermento ureazės aktyvumas nustatytas esmingai nuo 45,5 iki 90,0 % didesnis negu laukeliuose be tarpinio pasėlio.

Reikšminiai žodžiai: *Triticum aestivum* L., tarpiniai pasėliai, įterpimo būdai, dirvožemio biologinės savybės.

Įvadas

Pagrindiniai tikslai, kurių siekia tvariai ūkininkaujantys ūkininkai, yra mažinti įvairių sintetinių ir cheminių medžiagų naudojimą, taikyti tausojamąjį dirvos dirbimą, gerinti ir išlaikyti dirvos humusingumą, granulimetrinę sudėtį bei derlingumą, didinti biologinę įvairovę ir mažinti degradaciją – išlaikyti sveiką, tvarų dirvožemį. Tvaraus dirvožemio valdymą Lietuvoje bei visoje Europos Sąjungoje siekia užtikrinti Europos Komisijos siūloma Europos žaliojo kurso iniciatyva ir jos strategijos. Viena iš strategijų yra „Nuo ūkio iki stalo“, kuria siekiama, kad maisto sistemos būtų sąžiningos, sveikos ir ekologiškos (Montanarella, Panagos, 2020). Vienas iš būdų, kuris gali padėti eiti link tvaresnio dirvožemio formavimo ir išlaikymo, yra tarpiniai pasėliai.

Apibūdinant tarpinius pasėlius, juos galima vadinti pasėliais, kurie yra auginami iki pagrindinio augalo sėjomainoje arba po to augalo nuėmimo. Mokslininkai apibūdina juos kaip glaudžiai augančius pasėlius tarp pagrindinių žemės ūkio augalų, kurie užtikrina dirvožemio apsaugą bei jo gerinimą. Tarpiniai pasėliai naudingi palaikant sveikas agroekosistemas: gerina dirvožemio agrofizikines, chemines ir biologines savybes, turi įtakos organinės anglies kaupimuisi, maistinių medžiagų apykaitai. Taip pat šie pasėliai tinkami pašarų bei atsinaujinančių energijos šaltinių gamybai (Blanco-Canqui ir kt., 2015).

Žieminiai tarpiniai pasėliai yra ypač naudingi. Mokslininkų teigimu, jie vieni iš aktyviausių apsauginių bei biologiškai svarbių pasėlių. Žieminiai tarpiniai pasėliai naudingi lengvos granulimetrinės sudėties dirvose, kuriose padeda išvengti maisto medžiagų, ypač nitratų, išsiplovimo. Tarpiniai pasėliai sukaupia daug biomasės ir ilgą laiką dengia dirvą, todėl sumažina erozijos nuostolius (Juškienė, 2021).

Tyrimo hipotezė – tikėtina, kad skirtingų botaninių šeimų žieminiai tarpiniai pasėliai ir parinktas tinkamas jų įterpimo būdas darys teigiamą įtaką dirvožemio biologinėms savybėms vasarinių kviečių agrocenozeje.

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

Išsikeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie uždaviniai:

1. Nustatyti sliėkų skaičių ir biomasę.
2. Įvertinti dirvožemio organinės medžiagos kiekį.
3. Išanalizuoti dirvožemio fermentų sacharazės ir ureazės aktyvumą.

Tyrimų objektas ir metodai

Lauko eksperimentas vykdytas 2022–2023 m. Vytauto Didžiojo Universiteto Žemės ūkio akademijos (VDU ŽŪA) Bandymų stotyje. Eksperimento lauko dirvožemis – karbonatingas stagniškas išplautžemis (*Endocalcaric Amphistagnic Luvisol*). Dirvožemio vienetas eksperimente nustatytas remiantis USS Working Group WRB (2022). Dirvožemio agrocheminės savybės: pH – 6,51–6,92, humuso – 2,14–2,67 %, judriųjų maisto medžiagų dirvožemyje: P_2O_5 – 226–305 mg kg^{-1} , K_2O – 109–118 mg kg^{-1} .

Tyrimo objektas – paprastojo kviečio (*Triticum aestivum* L.) vasarinės formos agrocenozę. Dviejų veiksmų lauko eksperimentas buvo įrengtas 2023 m. laukelių skaidymo metodu (SPLIT PLOT). Eksperimento variantai: Veiksny A: tarpinių pasėlių įterpimo į dirvą būdai: 1) gilus (20 cm) užarimas pavasarį, 2) sekclus (6 cm) įterpimas pavasarį; Veiksny B: žieminiai tarpiniai pasėliai: 1) be tarpinio pasėlio, 2) purpuriniai (inkarnatiniai) dobilai, 3) žieminiai vikiai, 4) daugiametės svidrės, 5) žieminiai rugiai.

Vasariniai (*Brassica napus* L. spp. *oleifera biennis* Metzg.) 'Fenja' 2022 m. balandžio 21 d. buvo sėti 48 cm tarpueiliais, sėklos norma – 7 kg ha⁻¹. Gegužės mėn. tarpueiliai buvo purenti purentuvu KOR-4.2-01 su strėliniais noragėliais. Birželio 8 d. į rapsų tarpueilius išėti tarpiniai pasėliai po dvi eilutes: purpuriniai (inkarnatiniai) dobilai (*Trifolium incarnatum* Broth.) 'Kardinal' (10 kg ha⁻¹); ruginiai (žieminiai) vikiai (*Vicia villosa* Roth.) 'Rea' (50 kg ha⁻¹); daugiametės svidrės (*Lolium perenne* L.) 'Merkem' (10 kg ha⁻¹); žieminiai rugiai (*Secale cereale* L.) 'Elias' (50 kg ha⁻¹). Rapsų derlius nuimtas kombainu Wintersteiger Delta rugsėjo 1 d. Po rapsų derliaus nuėmimo tarpiniai pasėliai palikti augti iki kitų metų pavasario. 2023 m. pavasarį vienoje eksperimento dalyje tarpiniai pasėliai buvo giliai užarti (20 cm gyliu), o kitoje – sekliai įterpti (6 cm gyliu). Eksperimente auginta Vokietijoje išvesta vasarinių kviečių veislė 'Kapitol' (Secobra Saatzzucht). Vasariniai kviečiai pasėti balandžio 21 d. sėjama Multidrill M 300, 12 cm tarpueiliais. Sėklos norma 280 kg ha⁻¹. Kviečiams nebuvo taikomas tręšimas sintetinėmis trąšomis bei nebuvo naudojamos cheminės augalų apsaugos priemonės. Kviečių grūdų derlius nuimtas rugpjūčio 16 d. Wintersteiger Delta kombainu.

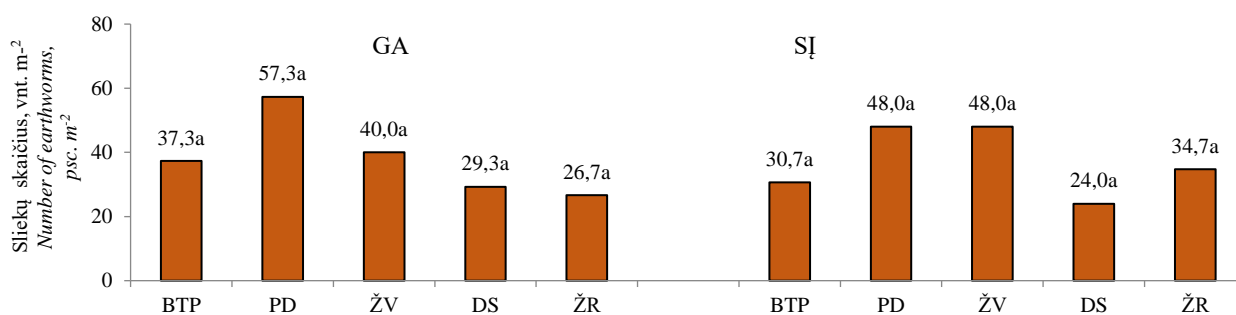
Pradinių laukelių plotas – 72 m², apskaitinių – 20 m². Tyrimai atlikti 4 pakartojimais.

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 buvo surenkami, skaičiuojami ir sveriami. Buvo apskaičiuotas sliekų skaičius (vnt. m⁻²) ir biomasė (g m⁻²). Organinės medžiagos kiekis nustatytas mažųjų monolitų (0,001m³) metodu, paimant ėminius kiekviename laukelyje dviejose vietose iš 0–10 ir 10–20 cm dirvožemio sluoksnių po vasarinių kviečių derliaus nuėmimo (McCormack ir kt., 2017). Dirvožemio fermento ureazės aktyvumas nustatytas pagal Hofmann ir Schmidt (1953) metodus, sacharazės – pagal Hofmann ir Seegerer (1950) metodus, modifikuotus A. I. Čiunderovos (Чундерова, 1973) po kviečių derliaus nuėmimo. Tyrimams atlikti dirvožemio ėminiai paimti iš kiekvieno laukelio 15 vietų dirvožemio gražtu 0–25 cm gyliu. Tyrimai atlikti VDU ŽŪA Maisto žaliavų, agronominių ir zootechninių tyrimų laboratorijoje.

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

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Sliekų skaičius ir biomasė. Sliekų skaičius eksperimento laukeliuose kito nuo 24,0 iki 57,3 vnt. m⁻² (žr. 1 pav.). Mažą sliekų skaičių lėmė sausi 2023 m. pavasario orai. Didžiausias sliekų skaičius nustatytas laukeliuose, kuriuose pavasarį žaliajai trąšai buvo giliai užarti purpuriniai dobilai. Laukeliuose, kuriuose pavasarį žaliajai trąšai sekliai buvo įterptos daugiametės svidrės, sliekų skaičius nustatytas mažesnis negu kituose laukeliuose, tačiau neesmingai. Tarpinių pasėlių įterpimo būdas darė mažą įtaką sliekų skaičiui.



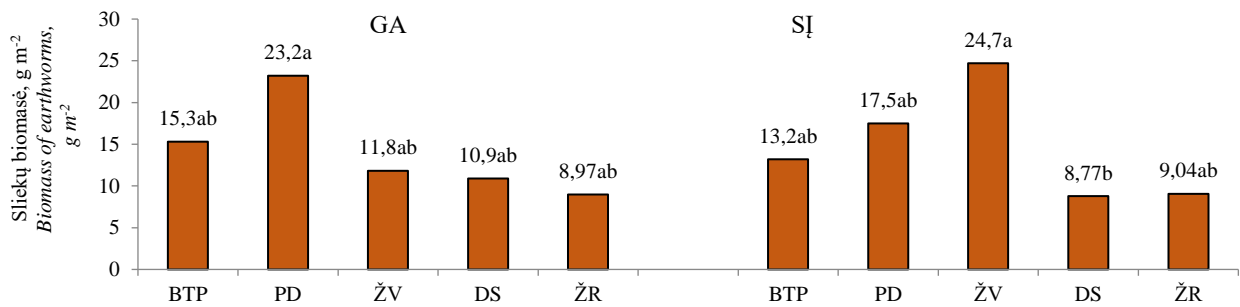
Pastaba: esminių skirtumų nenustatyta ($P > 0,05$). Tarpinių pasėlių įterpimo būdai (veiksny A): GA – gilus arimas (20 cm gyliu); SĮ – sekclus įterpimas (6 cm gyliu). Žieminiai tarpiniai pasėliai (veiksny B): BTP – be tarpinio pasėlio, PD – purpuriniai dobilai, ŽV – žieminiai vikiai, DS – daugiametės svidrės; ŽR – žieminiai rugiai.

Note: No significant differences were found ($P > 0.05$). Method of incorporation of cover crops (factor A): GA - deep ploughing (20 cm deep); SA - shallow incorporation (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. Sliekų skaičius vasarinių kviečių agrocenožėje, 2023 m.

Fig. 1. Number of earthworms in spring wheat agrocenosis, 2023.

Sliekų biomasė eksperimento laukeliuose nustatyta nuo 8,77 iki 24,7 g m⁻² (žr. 2 pav.). Didžiausia sliekų biomasė nustatyta laukeliuose, kuriuose pavasarį žaliajai trąšai buvo sekliai įterpti žieminiai vikiai. Laukeliuose, kuriuose pavasarį žaliajai trąšai sekliai buvo įterptos daugiametės svidrės, sliekų biomasė nustatyta esmingai 2,6 ir 2,8 karto mažesnė negu giliai užarus purpurinius dobilus ir sekliai įterpus žieminius vikius.



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

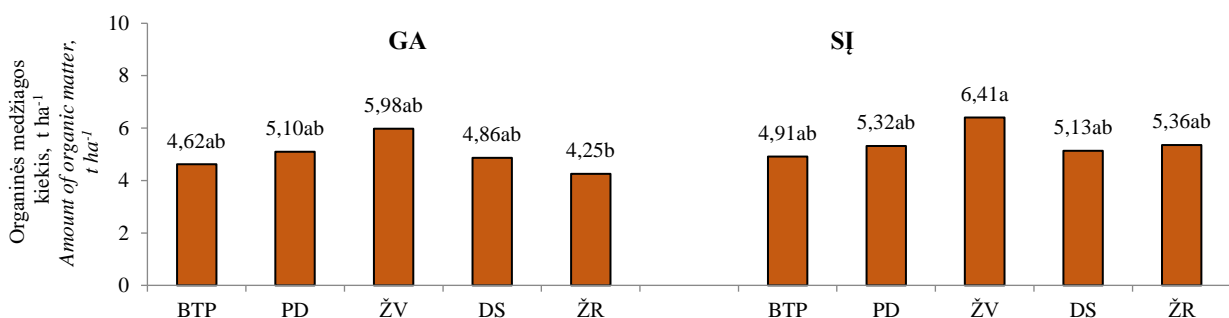
Note: Differences between the averages of treatments marked with different letters (a, b) are significant ($P < 0,05$). Method of incorporation of cover crops (factor A): GA - deep ploughing (20 cm deep); SA - shallow incorporation (6 cm deep). Winter cover crops (factor B): BTP - without cover crop,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

2 pav. Sliekų biomasė vasarinių kviečių agroceozėje, 2023 m.

Fig. 2. Biomass of earthworms in spring wheat agroecosystem, 2023.

Seklus žieminių vikių ir rugių žaliajai trąšai įterpimas, palyginti su giliu, turėjo tendenciją didinti sliekų biomasę. Tačiau esminių skirtumų nenustatyta. D. S. Cima ir kt. (2015) duomenys rodo, kad žemės dirbimas daro įtaką sliekų veiklai ir vystymuisi. Nustatyta, kad taikant seklių dirvos dirbimą sliekų skaičius buvo mažesnis, o biomasė didesnė, nes pasikeitė sliekų rūšinė sudėtis.

Organinės medžiagos kiekis dirvožemyje. Vasarinių kviečių agroceozėje 0–20 cm dirvožemio sluoksnyje organinės medžiagos kiekis kito nuo 4,25 iki 6,41 t ha⁻¹ (žr. 3 pav.). Pavasarį žaliajai trąšai sekliai įterpus žieminius vikius organinės medžiagos kiekis nustatytas esmingai 50,8 % didesnis, palyginti su laukeliais, kuriuose giliai užarti žieminiai rugiai. Pavasarį giliai bei sekliai dirbtuose laukeliuose be tarpinio pasėlio organinės medžiagos kiekis nustatytas mažesnis negu žaliajai trąšai giliai ar sekliai įterpus tarpinius pasėlius, išskyrus giliai įterptus žieminius rugius, tačiau esminių skirtumų nenustatyta.



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

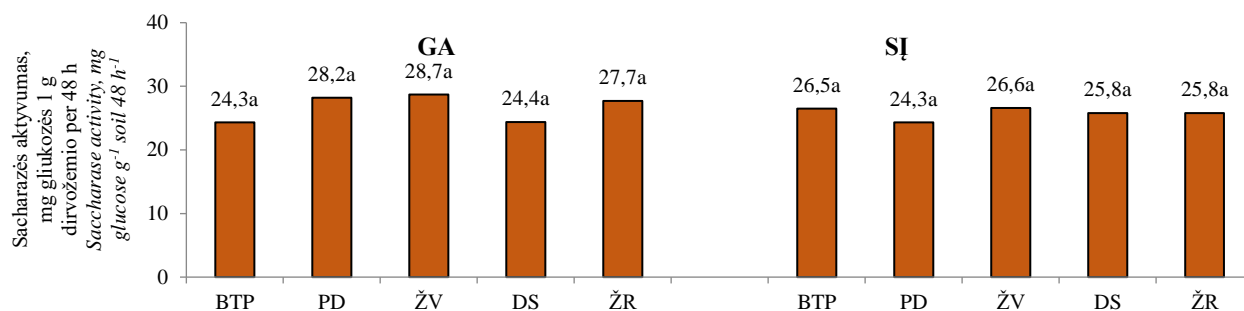
Note: Differences between the averages of treatments marked with different letters (a, b) are significant ($P < 0,05$). Method of incorporation of cover crops (factor A): GA - deep ploughing (20 cm deep); SA - shallow incorporation (6 cm deep). Winter cover crops (factor B): BTP - without cover crop,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

3 pav. Organinės medžiagos kiekis 0-20 cm dirvožemio sluoksnyje vasarinių kviečių agroceozėje, 2023 m.

Fig. 3. The amount of organic matter in the 0-20 cm soil layer in spring wheat agroecosystem, 2023.

Sekliai dirbtuose laukeliuose be tarpinio pasėlio ar su tarpiniais pasėliais, palyginti su giliu arimu, nustatyta organinės medžiagos kiekio dirvožemyje didėjimo tendencija, tačiau šie skirtumai buvo neesminiai. H. S. Wulanningtyas ir kt. (2021) duomenimis, žieminių vikių ir rugių tarpiniai pasėliai didino dirvožemio organinę medžiagos kiekį.

Dirvožemio fermento sacharazės aktyvumas. Vasarinių kviečių agroceozėje dirvožemio sacharazės aktyvumas kito nuo 24,3 iki 28,7 mg gliukozės 1 g dirvožemio per 48 val. (žr. 4 pav.). Giliai artuose laukeliuose be tarpinio pasėlio fermento sacharazės aktyvumas buvo mažesnis nei žaliajai trąšai užarus žieminius tarpinius pasėlius, tačiau esminių skirtumų nenustatyta.



Pastaba: esminių skirtumų nenustatyta ($P > 0,05$). Tarpinių pasėlių įterpimo būdai (veiksnyso A): GA – gilus arimas (20 cm gyliu); SĪ – seklius įterpimas (6 cm gyliu). Žieminiai tarpiniai pasėliai (veiksnyso B): BTP – be tarpinio pasėlio, PD – purpuriniai dobilai, ŽV – žieminiai vikiai, DS – daugiametės svidrės; ŽR – žieminiai rugiai.

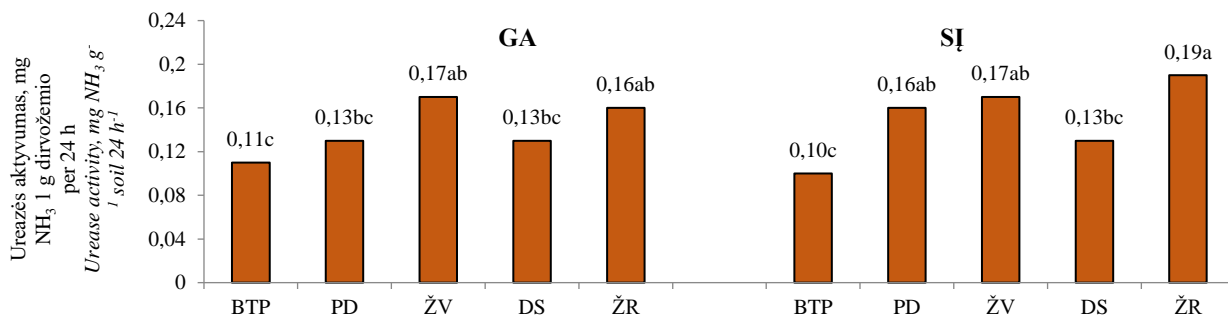
Note: No significant differences were found ($P > 0.05$). Method of incorporation of cover crops (factor A): GA - deep ploughing (20 cm deep); SA - shallow incorporation (6 cm deep). Winter cover crops (factor B): BTP - without cover crop, PD - crimson clover, ŽV - winter vetch, DS - perennial ryegrass; ŽR - winter rye.

4 pav. Dirvožemio fermento sacharazės aktyvumas vasarinių kviečių agrocezozeje, 2023 m.

Fig. 4. Activity of the soil enzyme saccharase in spring wheat agroecosystem, 2023.

Tarpinių pasėlių įterpimo būdai nedarė esminės įtakos fermento sacharazės aktyvumui. Tačiau galima pastebėti, kad kai kuriuose giliai artuose laukeliuose sacharazės aktyvumas buvo didesnis, palyginti su sekliu įterpimu. F. Yang ir kt. (2021) duomenimis, fermento sacharazės didžiausias aktyvumas yra ariamajame (0–20 cm) dirvožemio sluoksnyje.

Dirvožemio fermento ureazės aktyvumas. Pavasarį tiek giliai, tiek sekliai dirbtuose laukeliuose fermento ureazės aktyvumas kito nuo 0,10 iki 0,19 mg NH₃ 1 g dirvožemio per 24 val. (žr. 5 pav.). Pavasarį žaliajai trąšai giliai užarus žieminius vikius ir rugius fermento ureazės aktyvumas nustatytas esmingai didesnis, palyginti giliai artais laukeliais be tarpinio pasėlio, atitinkamai 54,5 ir 45,5 %.



Pastaba: skirtumai tarp variantų vidurkių, pažymėti ne tomis pačiomis raidėmis (a, b, c), yra esminiai ($P < 0,05$). Tarpinių pasėlių įterpimo būdai (veiksnyso A): GA – gilus arimas (20 cm gyliu); SĪ – seklius įterpimas (6 cm gyliu). Žieminiai tarpiniai pasėliai (veiksnyso 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, c) are significant ($P < 0.05$). Method of incorporation of cover crops (factor A): GA - deep ploughing (20 cm deep); SA - shallow incorporation (6 cm deep). Winter cover crops (factor B): BTP - without cover crop, PD - crimson clover, ŽV - winter vetch, DS - perennial ryegrass; ŽR - winter rye.

5 pav. Dirvožemio fermento ureazės aktyvumas vasarinių kviečių agrocezozeje, 2023 m.

Fig. 5. Activity of the soil enzyme urease in spring wheat agroecosystem, 2023.

Pavasariį žaliajai trąšai sekliai įterpus purpurinius dobilus, žieminius vikius ir rugius, fermento ureazės aktyvumas nustatytas esmingai didesnis negu sekliai dirbtuose laukeliuose be tarpinio pasėlio, atitinkamai 60,0, 70,0 ir 90,0 %. Pavasarį žaliajai trąšai sekliai įterpus daugiametės svidrės, fermento ureazės aktyvumas nustatytas esmingai 31,6 % mažesnis negu sekliai įterpus žieminius rugius. Tarpinių pasėlių įterpimo būdas nedarė esminės įtakos dirvožemio fermento ureazės aktyvumui. B. Koçak (2020) teigimu, fermento ureazės aktyvumas didėja, kai į dirvą įterpiama žaliųjų trąšų, o taikant gilų žemės dirbimą šio fermento aktyvumas mažėja.

Išvados

1. Didžiausias sliiekų skaičius (57,3 vnt. m⁻²) rastas žaliajai trąšai giliai užarus purpurinius dobilus. Žaliajai trąšai giliai įterpus purpurinius dobilus ir sekliai įterpus žieminius vikius, sliiekų biomasė nustatyta esmingai 2,6 ir 2,8 karto didesnė negu sekliai įterpus daugiametės svidrės.

2. Sekliai dirbtuose laukeliuose be tarpinio pasėlio ar su tarpiniais pasėliais, palyginti su giliai artais, nustatyta organinės medžiagos kiekio dirvožemyje didėjimo tendencija.

3. Tarpiniai pasėliai ir jų įterpimo būdai nedarė esminės įtakos dirvožemio fermento sacharazės aktyvumui. Žaliajai trąšai giliai ir sekliai įterpus žieminius vikius ir rugius bei sekliai įterpus purpurinius dobilus, dirvožemio fermento ureazės aktyvumas nustatytas esmingai nuo 45,5 iki 90,0 % didesnis negu laukeliuose be tarpinio pasėlio.

Literatūra

1. Blanco-Canqui, H., Shaver, T. M., Lindquist, J. L., Shapiro, C. A., Elmore, R. W., Francis C. A., Hergert G. W. 2015. Cover crops and ecosystem services: Insights from studies in temperate soils. *Agronomy journal*, Vol. 107(6), p. 2449-2474.
2. Edwards, C. A. 2004. *Earthworm Ecology*. CRC Press, p. 456.
3. Juškienė, R. 2021. Tarpiniai pasėliai – dirvožemiui, aplinkai ir biologinei įvairovei. Prieiga per internetą: <https://www.agroakademija.lt/s/tuc/tarpiniai-paseliai-dirvozemiui-aplinkai-ir-biologinei-ivairovei-14169/> (žiūrėta 2024-02-26).
4. IUSS Working Group WRB. 2022. World reference base for soil resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria.
5. Koçak, B. 2020. Importance of urease activity in soil. In *International Scientific and Vocational Studies Congress– Science and Health (BILMES SH 2020)*, Vol. 12, p. 12-15.
6. McCormack, M. L., Guo, D., Iversen, C. M., Chen, W., Eissenstat, D. M., Fernandez, C. W., Li, L., Ma, C., Ma, Z., Poorter, H., Reich, B., Zadworny, M., Zanne, A. 2017. Building a better foundation: Improving root-trait measurements to understand and model plant and ecosystem processes. *New Phytologist*, Vol. 215, p. 27–37.
7. Montanarella, L., Panagos, P. 2020. The relevance of sustainable soil management within the European Green Deal. *Land use policy*, Vol. 100, ID 104950 .
8. Raudonius, S. 2017. Application of statistics in plant and crop research: important issues. *Zemdirbyste-Agriculture*. Vol. 104 (4), p. 377–382.
9. Sánchez de Cima, D., Tein, B., Eremeev, V., Luik, A., Kauer, K., Reintam, E., Kahu, G. 2015. Winter cover crop effects on soil structural stability and microbiological activity in organic farming. *Biological Agriculture & Horticulture*, Vol. 32, p. 170–181.
10. Tarakanovas, P., Raudonius, S. 2003. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT, iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT. *Akademija*, p. 58.
11. Yang, F., Gao, M., Lu, H., Wei, Y., Chi, H., Yang, T., Yuan, M., Fu, H., Zeng W. 2021. Effects of atrazine on chernozem microbial communities evaluated by traditional detection and modern sequencing technology. *Microorganisms*, Vol. 9(9), 1832.
12. Wulanningtyas, H. S., Gong, Y., Li P., Sakagami, N., Nishiwaki, J., Komatsuzaki, M. 2021. A cover crop and no-tillage system for enhancing soil health by increasing soil organic matter in soybean cultivation. *Soil and Tillage Research*, Vol. 205, ID. 104749.
13. Чундерова А. И. 1973. Ферментативная активность дерново-подзолистых почв Северо-Западной зоны. Автореферат диссертации доктора сельскохозяйственных наук. Таллин, 47 с.

THE INFLUENCE OF WINTER COVER CROPS AND THEIR INCORPORATION METHODS ON SOIL BIOLOGICAL PROPERTIES

Summary

Field experiment was conducted in 2022 and 2023 at the Experimental Station of Vytautas Magnus University Agriculture Academy. The soil of the experiment is *Endocalcaric Amphistagnic Luvisol*. The objective of the experiment was to determine the influence of winter cover crops of different botanical families and their incorporation methods into the soil on the soil biological properties in the spring wheat agroecosystem under organic farming conditions. Experimental treatments: Factor A: methods of incorporation of cover crops into the soil: 1) deep ploughing (20 cm deep) in spring, 2) shallow incorporation (6 cm deep) in the spring, Factor B: winter cover crops: 1) without cover crop, 2) crimson (incarnate) clover (10 kg ha⁻¹), 3) winter vetch (50 kg ha⁻¹), 4) perennial ryegrass (10 kg ha⁻¹), 5) winter rye (50 kg ha⁻¹). The highest number of earthworms was found in the fields, where crimson clover was deeply ploughed. After deep incorporation of crimson clover and shallow incorporation of winter vetch, the biomass of earthworms was determined to be significantly 2.6 and 2.8 times higher than that of shallow incorporation of perennial ryegrass. In the shallowly tilled fields, compared to deeply ploughed fields, a trend of increasing the amount of organic matter in the soil was determined. Cover crops and their incorporation methods did not significantly affect the activity of the soil enzyme saccharase. After deep and shallow incorporation of winter vetch and rye and shallow incorporation of crimson clover, enzyme urease activity was determined to be significantly higher from 45.5 to 90.0 % than in the fields without cover crops.

Keywords: *Triticum aestivum* L., cover crops, incorporation methods, soil biological properties.