

ŽEMĖS DIRBIMO, ŠIAUDŲ IR TARPINIŲ PASĖLIŲ ĮTAKA DIRVOŽEMIO AGROFIZIKINĖMS SAVYBĖMS

Pijus BARDAUSKAS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: pijus.bardauskas@gmail.com

Vaclovas BOGUŽAS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: vaclovas.boguzas@vdu.lt

Vaida STEPONAVIČIENĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: vaida.steponaviciene@vdu.lt

Santrauka

Ilgalaikis žemės dirbimo intensyvumo mažinimas, augalinių liekanų grąžinimo ir tarpinių pasėlių integracija determinuoja dirvožemio agrofizikinių savybių transformacijas žieminių kviečių ir vasarinių miežių agrocenoze. Tyrimai atlikti 2023–2024 m. VDU Žemės ūkio akademijos Bandymų stotyje, ilgalaikiame lauko eksperimente. Nustatyta, kad tiesioginės sėjos (NT) ir tiesioginės sėjos į tarpinių pasėlių foną (CCNT) taikymas esmingai padidino dirvožemio šlyties pasipriešinimą 0–25 cm armens sluoksnyje (vidutiniškai 25,0–35,0 proc.), lyginant su tradiciniu giliu arimu. Vertinant struktūrinę būklę nustatyta, kad neartoje dirvoje su šiaudais ir tarpiniais pasėliais dirvožemio agregatų patvarumas 0–10 cm sluoksnyje buvo iki 25,9 proc. didesnis nei arimo fonuose. Gauti rezultatai patvirtina, kad kompleksinis tausojančių agrotechnikos priemonių taikymas javų auginimo procese užtikrina stabilesnio agrofizikinio karkaso suformavimą ir didina fizikinį stabilumą bei atsparumą mechaninei degradacijai.

Reikšminiai žodžiai: tiesioginė sėja, šiaudai, tarpiniai pasėliai, šlyties pasipriešinimas, dirvožemio agregatų patvarumas, javai.

Įvadas

Dirvožemis yra baigtinis ir sunkiai atkuriamas gamtos išteklius, kurio fizikinė būklė tiesiogiai lemia agroekosistemos tvarumą ir pasėlių produktyvumą. Europoje, kaip ir visame pasaulyje, stebimas spartus dirvožemių degradacijos procesas, pasireiškiantis organinės medžiagos mažėjimu, struktūros suirimu ir antriniu sutankėjimu (Stavi et al., 2016). Pagrindinis šių neigiamų pokyčių veiksnys yra intensyvus mechaninis dirvos veikimas. Tradicinis gilus arimas (CP), nors ir užtikrina laikiną viršutinio sluoksnio išpurenimą, ilgalaikėje perspektyvoje sukelia struktūrinių agregatų destrukciją bei skatina organinės anglies mineralizaciją (Bogužas et al., 2010).

Siekiant sušvelninti neigiamą žemdirbystės poveikį aplinkai, pastaraisiais dešimtmečiais skatinamas perėjimas prie tausojančių technologijų, tarp kurių viena efektyviausių – tiesioginė sėja (*no-till*). Ši sistema vertinama kaip priemonė, leidžianti išsaugoti natūralų porų tinklą ir skatinanti stabilių agregatų formavimąsi (Topa et al., 2021). Tačiau mokslinėje diskusijoje pabrėžiama, kad tiesioginės sėjos (NT) efektyvumas nėra universalus ir priklauso nuo papildomų agrotechninių priemonių, ypač augalinių liekanų valdymo bei tarpinių pasėlių integracijos (Lal, 2015).

Augalinės liekanos, paliekamos dirvos paviršiuje, tarnauja kaip mechaninė apsauga nuo kritulių energijos poveikio, taip užkertant kelią paviršiaus plutos susidarymui (Al-Kaisi et al., 2015). Be to, šiaudų skaidymosi produktai veikia kaip rišamosios medžiagos, didinančios vandenyje patvarių agregatų kiekį (Tripolskaja et al., 2014). Tarpinių pasėlių integracija suteikia papildomą agrofizikinį efektą: jų šaknų sistema veikia kaip biologinis porentuvas, kuris mažina dirvos šlyties pasipriešinimą ir didina bendrąjį poringumą (Feiza et al., 2015).

Lietuvos agroekosistemose, kuriose vyrauja jautrūs sutankėjimui išplautžemiai, agrofizikinių savybių dinamika taikant ilgalaikę tiesioginę sėją vis dar kelia mokslinių iššūkių. Tyrimai rodo, kad nedarboje dirvoje tankis gali padidėti viršutiniame sluoksnyje, tačiau kartu pagerėja porų pasiskirstymas pagal dydį, o tai užtikrina geresnę drėgmės infiltraciją ir struktūros patvarumą (Steponavičienė ir kt., 2022). Vertinant agroekosistemos tvarumą, būtina sistemiškai tirti kompleksinę žemės dirbimo intensyvumo mažinimo, šiaudų ir tarpinių pasėlių sąveiką.

Tyrimo hipotezė – ilgalaikis tiesioginės sėjos taikymas derinant su augalinių liekanų grąžinimu ir tarpinių pasėlių integracija didina dirvožemio agregatų patvarumą ir dirvožemio šlyties pasipriešinimą, palyginti su tradiciniu giliu arimu.

Darbo aktualumas ir naujumas. Tyrimas aktualus ieškant būdų, kaip optimizuoti javų auginimo technologijas, kartu mažinant neigiamą poveikį dirvožemiui. Darbo naujumas pagrįstas tuo, kad vertinamas kompleksinis tiesioginės sėjos, šiaudų ir tarpinių pasėlių poveikis būtent žieminių kviečių ir miežių pasėliuose.

Tyrimo tikslas – įvertinti tiesioginės sėjos, šiaudų grąžinimo ir tarpinių pasėlių kompleksinį poveikį dirvožemio agregatų patvarumui ir dirvožemio šlyties pasipriešinimui žieminių kviečių ir vasarinių miežių pasėliuose.

Iškeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Įvertinti tiesioginės sėjos, šiaudų ir tarpinių pasėlių įtaką dirvožemio agregatų patvarumui.
2. Nustatyti tirtų veiksnių poveikį dirvos šlyties pasipriešinimui.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimų vieta ir sąlygos. Lauko tyrimai atlikti Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Bandymų stotyje. Tyrimai vykdyti ilgalaikiame stacionariame bandyme, įrengtame 1999 m.

Dirvožemio granulimetrinė sudėtis – lengvas priemolis ant vidutinio sunkumo priemolio.

Tyrimų objektas – žieminio kviečio (*Triticum aestivum* L.) 2023 m. ir vasarinio miežio (*Hordeum vulgare* L.) 2024 m. pasėliai bei dirvožemio agrofizikiniai rodikliai skirtingo intensyvumo žemės dirbimo sistemose.

Tyrimų metodika. Eksperimentas įrengtas keturiais pakartojimais, laukelių skaidymo metodu.

Eksperimento variantai:

A veiksnys: Augalinės liekanos.

1. Be šiaudų (S0);

2. Su šiaudais (S1) – derliaus nuėmimo metu šiaudai susmulkinti ir paskleisti dirvos paviršiuje.

B veiksnys: Žemės dirbimo sistemos.

1. Tradicinis gilus arimas (CP) 23–25 cm gyliu (kontrolinis variantas);

2. Tiesioginė sėja su tarpiniais pasėliais (CCNT) – sėjama į neįdirbtą dirvą, papildomai auginant tarpinius pasėlius, biologiniam purenimui;

3. Tiesioginė sėja (NT) – sėjama tiesiai į ražieną be mechaninio dirvos paruošimo.

Tyrimų metodai:

Dirvožemio šlyties pasipriešinimo nustatymas. Tyrimų metu šlyties pasipriešinimas buvo vertinamas 0–10 cm ir 10–25 cm armens sluoksniuose, naudojant kietmatį „Geonor 72410“. Kiekviename eksperimento laukelyje matavimai atlikti dešimtyje atsitiktinių apskaitinių taškų. Sezono metu šlyties pasipriešinimas buvo matuotas tris kartus kiekvienam žemės ūkio augalui: žiminių kviečių: 05 30 (BBCH 30-35), 06 20 (BBCH 60-65), 07 09 (BBCH 85), vasarinių miežių – 05 27 (BBCH 35-37), 06 20 (BBCH 60-65), 07 09 (BBCH 85).

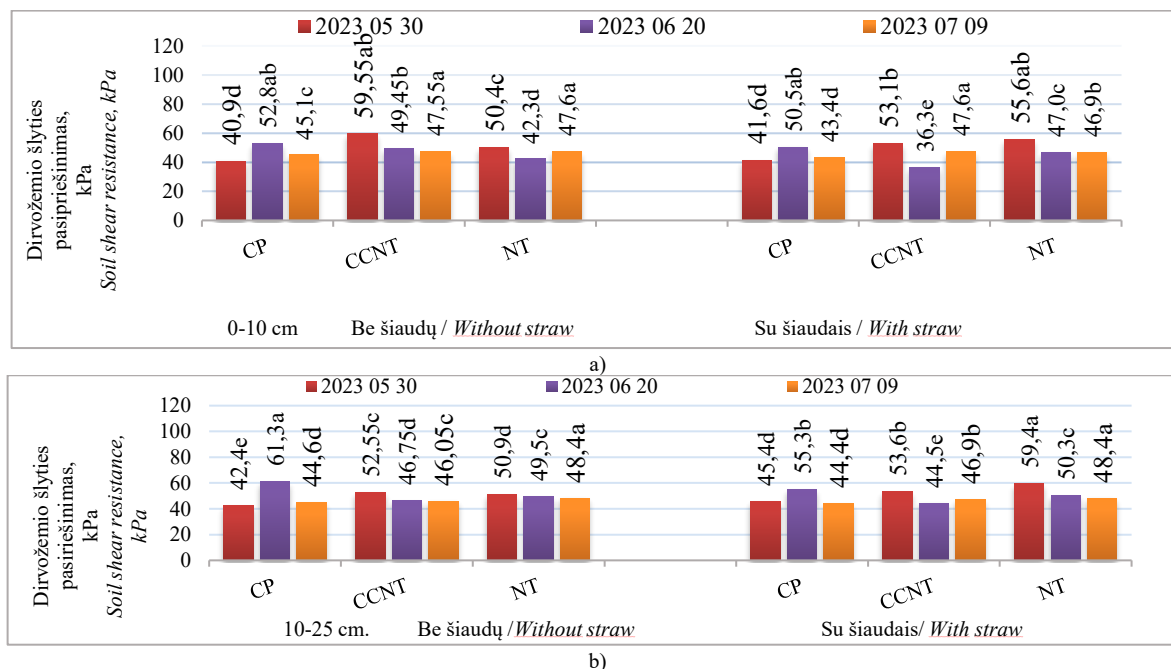
Dirvožemio agregatų patvarumo nustatymas. Iš kiekvieno tiriamojo laukelio 0–10 cm ir 10–25 cm dirvožemio sluoksniuose nuėmus derlių buvo paimti 200 g masės mėginiai. Prieš drėgną sijojimą dirvožemio mėginiai buvo sausi sijojami „Retsch“ įrenginiu 40 proc. amplitudė, 2 min. trukmė). Išsijojus 1–2 mm frakciją, agregatų patvarumas įvertintas drėgno sijojimo metodu, taikant „Eijkelkamp“ įrenginį.

Duomenų statistinis įvertinimas. Tyrimų duomenų statistinė analizė atlikta dispersinės analizės metodu (ANOVA), naudojant programinį paketą SPSS SYSTAT. Esminių skirtumų tarp variantų vidurkių patikimumas vertintas pagal mažiausią patikimą skirtumą (LSD) prie 95 proc. tikimybės lygmens ($P < 0,05$).

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Dirvožemio šlyties pasipriešinimas charakterizuoja dirvos mechaninį stabilumą ir jos gebėjimą atsispausti išorinių jėgų sukeltoms deformacijoms. Remiantis tyrimų duomenimis, šlyties pasipriešinimo reikšmės javų agrocenoze dėsningai priklausė nuo žemės dirbimo sistemų, augalinių liekanų grąžinimo ir matavimo laiko meteorologinių sąlygų kontekste.

Nustatyta, kad visais tyrimų metais mažiausias šlyties pasipriešinimas 0–10 cm ir 10–25 cm armens sluoksniuose fiksuotas tradicinio gilaus arimo (CP) fonuose. Tai aiškinama periodišku mechaniniu dirvos purenimu, kuris suardo dirvožemio karkasą (Bogužas ir kt., 2010). Tiesioginės sėjos (NT) ir tiesioginės sėjos su tarpiniais pasėliais (CCNT) fonuose visais tyrimų metais stebėtas esmingas šlyties pasipriešinimo didėjimas. Žiminių kviečių ir vasarinių miežių pasėliuose (žr. 1, 2 pav.) neartoje dirvoje šis rodiklis buvo vidutiniškai 25,0–35,0 proc. didesnis, lyginant su arimo variantais. Mokslinėje literatūroje nurodoma, kad neartoje dirvoje dėl natūralaus susigulėjimo formuojasi stabilesnis agrofizikinis karkasas (Stavi et al., 2016).

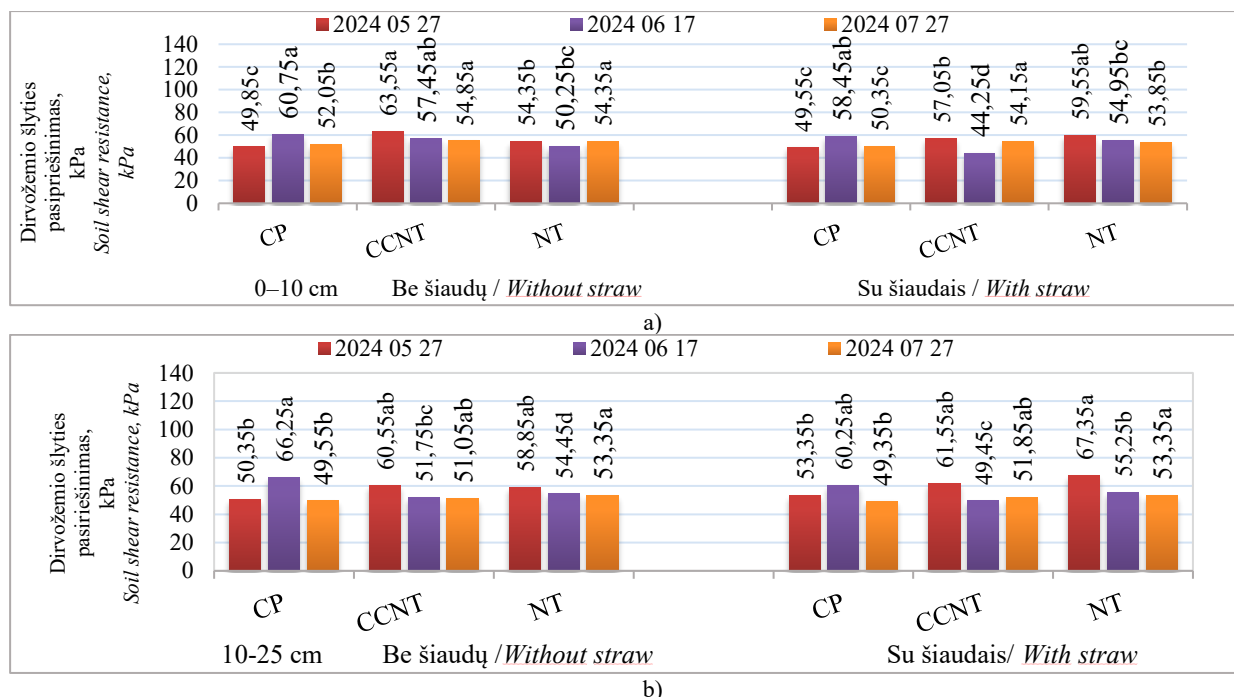


Pastaba. CP – gilus arimas, CCNT – tiesioginė sėja nedirbamoje žemėje su tarpiniais pasėliais, NT – tiesioginė sėja nedirbamoje žemėje be tarpinių pasėlių. Tarp variantų vidurkių, kiekviename matavimo etape, tame pačiame dirvožemio sluoksnyje pažymėti vienoda raide (a, b, c...), skirtumai yra neesminiai, pagal LSD testą, $P > 0,05$.
Note: CP – Conventional ploughnig, CCNT – No-till with cover crop, NT – No-till without cover crop. Means followed by the same letter (a, b, c...), in the same layer did not significantly differ at $P > 0.05$ by LSD test.

1 pav. Dirvožemio šlyties pasipriešinimas a) žiminių kviečių dirvožemio 0 – 10 cm sluoksniuose 2023 m., b) žiminių kviečių dirvožemio 10 – 25 cm sluoksniuose 2023 m.

Fig. 1. Soil shear resistance: a) in the 0–10 cm soil layer of winter wheat, 2023; b) in the 10–25 cm soil layer of winter wheat, 2023.

Tiesioginės sėjos fonuose su šiaudais ir tarpiniais pasėliais (CCNT) šlyties pasipriešinimas pasiekė didžiausias reikšmes javų vaškinės brandos (BBCH 85) metu. Tai siejama su netrikdoma dirvožemio sandara ir tarpinių pasėlių šaknų sistemos suformuotu biologiniu karkasu, stiprinančiu viršutinį dirvožemio sluoksnį (Feiza et al., 2015).



Pastaba. CP – gilus arimas, CCNT – tiesioginė sėja nedirbamoje žemėje su tarpiniais pasėliais, NT – tiesioginė sėja nedirbamoje žemėje be tarpinių pasėlių. Tarp variantų vidurkių, kiekviename matavimo etape, tame pačiame dirvožemio sluoksnyje pažymėti vienoda raide (a, b, c...), skirtumai yra neesminiai, pagal LSD testą, $P > 0,05$.
 Note: CP – Conventional ploughnig, CCNT – No-till with cover crop, NT – No-till without cover crop. Means followed by the same letter (a, b, c...), in the same layer did not significantly differ at $P > 0,05$ by LSD test.

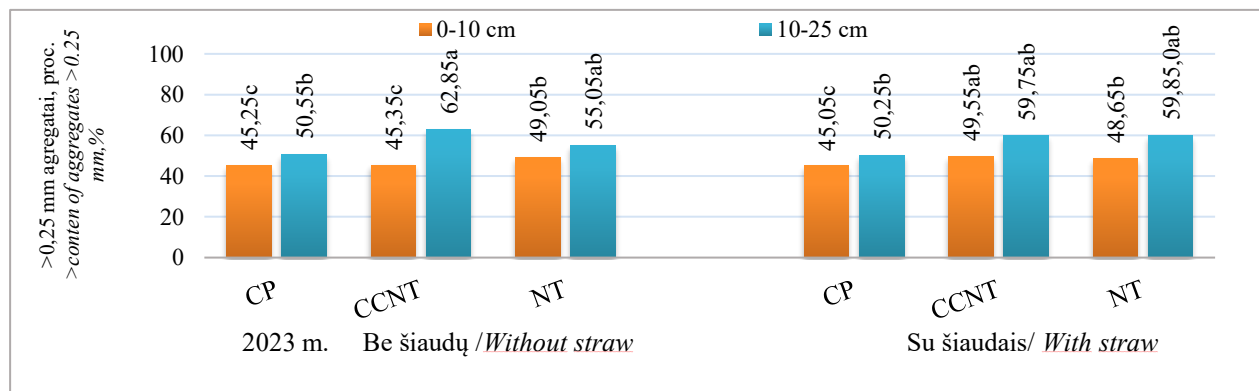
2 pav. Dirvožemio šlyties pasipriešinimas a) žieminių kviečių dirvožemio 0 – 10 cm sluoksniuose 2024 m., b) žieminių kviečių dirvožemio 10 – 25 cm sluoksniuose 2024 m.

Fig. 2. Soil shear resistance: a) in the 0–10 cm soil layer of winter wheat, 2024; b) in the 10–25 cm soil layer of winter wheat, 2024.

Tiesioginės sėjos fonuose nustatytas didesnis mechaninis atsparumas indikuoja geresnę dirvožemio struktūrinę integraciją, užtikrinančią didesnę stabilumą ir atsparumą mechaninei degradacijai javų auginimo procese (Steponavičienė ir kt., 2022).

Dirvožemio agregatų patvarumas yra esminis agrofizikinis rodiklis, determinuojantis dirvožemio atsparumą mechaninei ir hidraulinei degradacijai. Remiantis tyrimų duomenimis, dirvožemio agregatų patvarumas javų agroceozėse esmingai kito, priklausomai nuo taikomų žemės dirbimo sistemų, augalinių liekanų grąžinimo ir jų sąveikos su tarpinių pasėlių integracija.

Nustatyta, kad žieminių kviečių ir vasarinių miežių pasėliuose 0–10 cm dirvožemio sluoksnyje (žr. 3, 4 pav.) dėsningai didžiausias dirvožemio agregatų patvarumas akumuliuosis tiesioginės sėjos (NT) ir tiesioginės sėjos į tarpinių pasėlių foną (CCNT) variantuose. Lyginant su tradiciniu giliu arimu (CP), neartoje dirvoje dirvožemio agregatų patvarumas javų vegetacijos metu buvo esmingai (vidutiniškai iki 25,9 proc.) didesnis. Tai aiškinama netrikdoma dirvožemio sandara, kuri stabilizuoja dirvožemio karkasą ir sudaro palankias sąlygas vandenyje atsparių mikro- bei makroagregatų formavimuisi (Bogužas ir kt., 2010; Lal, 2015).

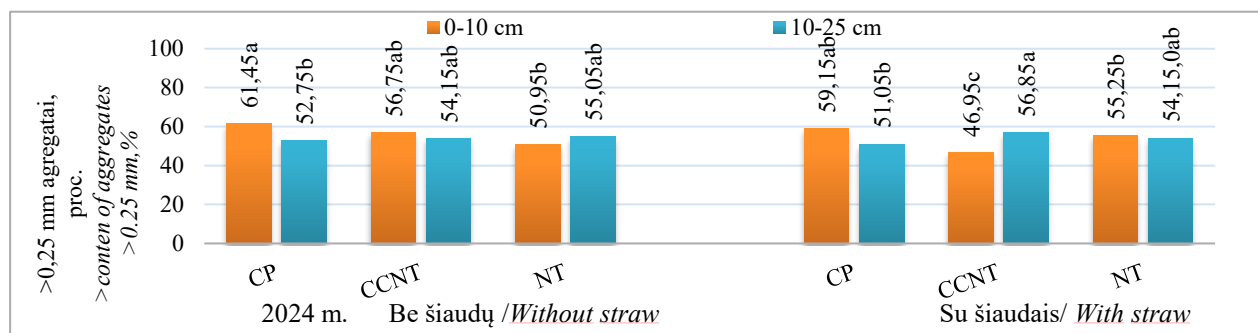


Pastaba. CP – gilus arimas, CCNT – tiesioginė sėja nedirbamoje žemėje su tarpiniais pasėliais, NT – tiesioginė sėja nedirbamoje žemėje be tarpinių pasėlių. Tarp variantų vidurkių, kurie tame pačiame dirvožemio sluoksnyje pažymėti ta pačia raide (a, b, c...), skirtumai yra neesminiai, $P > 0,05$ pagal LSD testą.
 Note: Factor CP – Conventional ploughnig, CCNT – No-till with cover crop, NT – No-till without cover crop. Means followed by the same letter (a, b, c...), in the same layer did not significantly differ at $P > 0,05$ by LSD test.).

3 pav. Tirtų priemonių poveikis dirvožemio agregatų patvarumas skirtinguose dirvožemio sluoksniuose 2023 m.

Fig. 3. Effect of measures investigated on soil aggregate stability in different soil layers in 2023

Augalinės liekanos (S1) atliko lemiamą vaidmenį javų agrosistemų dirvožemio agregatų patvarumo didinimui. Tiesioginės sėjos fonuose, kur javų šiaudai po derliaus nuėmimo buvo palikti dirvos paviršiuje, nustatytas didesnis dirvožemio agregatų patvarumas visame tirtame 0–25 cm armens sluoksnyje. Mokslinėje literatūroje nurodoma, kad augalinių liekanų skaidymosi produktai ir suaktyvėjusi dirvožemio biota skatina organinių rišamųjų medžiagų sintezę, kurios cementuoja mineralines dirvožemio daleles į vandenyje stabilūs struktūrinius elementus (Al-Kaisi et al., 2015; Tripolskaja et al., 2014).



Pastaba. CP – gilus arimas, CCNT – tiesioginė sėja nedirbamoje žemėje su tarpiniais pasėliais, NT – tiesioginė sėja nedirbamoje žemėje be tarpinių pasėlių. Tarp variantų vidurkių, kurie tame pačiame dirvožemio sluoksnyje pažymėti ta pačia raide (a, b, c...), skirtumai yra neesminiai, $P > 0,05$ pagal LSD testą

Note: Factor CP – Conventional ploughnig, CCNT – No-till with cover crop, NT – No-till without cover crop. Means followed by the same letter (a, b, c...), in the same layer did not significantly differ at $P > 0.05$ by LSD test.

4 pav. Tirtų priemonių poveikis dirvožemio agregatų patvarumas skirtinguose dirvožemio sluoksniuose 2023 m.

Fig. 4. Effect of measures investigated on soil aggregate stability in different soil layers in 2024

Tarpinių pasėlių auginimas (CCNT variantas) papildomai modifikavo javų pasėlių dirvožemio agrofizikinę būklę. Remiantis tyrimų duomenimis, po tarpinių pasėlių auginimo sekančių vasarinių miežių pasėliuose (žr. 4 pav.) dirvožemio agregatų patvarumas viršutiniame sluoksnyje buvo didesnis, lyginant su fonu be tarpinių pasėlių. Šis efektas siejamas su šaknų eksudatų poveikiu ir labilios organinės medžiagos akumuliacija, kuri tiesiogiai didina dirvožemio karkaso atsparumą (Feiza et al., 2015). Ilgalaikis tausojančių technologijų taikymas javų sėjomainoje užtikrina kryptingą dirvožemio agregatų patvarumo didėjimą ir fizikinio stabilumo augimą (Steponavičienė ir kt., 2022).

Išvados

1. Nustatyta, kad visais tyrimų laikotarpiais mažiausias dirvožemio šlyties pasipriešinimas 0–10 cm ir 10–25 cm armens sluoksniuose buvo tradicinio gilaus arimo fonuose. Tiesioginės sėjos (NT) bei tiesioginės sėjos į tarpinių pasėlių foną (CCNT) variantuose žieminių kviečių ir vasarinių miežių pasėliuose užfiksuotas esmingas (vidutiniškai 25,0–35,0 proc.) dirvožemio šlyties pasipriešinimo padidėjimas. Didžiausios rodiklio reikšmės nustatytos javų vaškinės brandos (BBCH 85) metu neartoje dirvoje su tarpiniais pasėliais.

2. Ilgalaikis tiesioginės sėjos taikymas kartu su augalinių liekanų grąžinimu užtikrino dėsningą dirvožemio agregatų patvarumo didėjimą javų agrocenoze. Viršutiniame 0–10 cm sluoksnyje neartoje dirvoje dirvožemio agregatų patvarumas javų vegetacijos metu buvo vidutiniškai iki 25,9 proc. didesnis, lyginant su tradiciniu giliu arimu. Šiaudų palikimas dirvos paviršiuje ir tarpinių pasėlių integracija skatino vandenyje stabilų struktūrinių elementų akumuliaciją visame armens sluoksnyje, didinant išplautžemių fizikinį stabilumą.

Literatūra

- Al-Kaisi, M. M., Archontoulis, S. V., Kwaw-Mensah, D., & Miguez, F. (2015). Tillage and crop rotation effects on corn agronomic response and economic return at seven Iowa locations. *Agronomy Journal*, 107(4), 1411–1424. <https://doi.org/10.2134/agronj14.0470>
- Bogužas, V., Kairytė, A., & Jodaugienė, D. (2010). Soil physical properties and earthworms as affected by soil tillage systems, straw and green manure management. *Žemdirbystė=Agriculture*, 97(3), 3–14.
- Feiza, V., Feizienė, D., Sinkevičienė, A., Bogužas, V., Putramentaitė, A., Lazauskas, S., ... & Steponavičienė, V. (2015). Soil water capacity, pore-size distribution and CO₂ e-flux in different soils after long-term no-till management. *Žemdirbystė=Agriculture*, 102(1), 3–14.
- Google. (2026). Gemini [Didysis kalbos modelis]. Prieiga per internetą: <https://gemini.google.com/>. Užklausa: „Mokslinio stiliaus redagavimas ir anglų kalbos terminijos tikslinimas“ (žiūrėta 2026-03-14).
- Topa, D., Cara, I. G., Jitoreanu, G. (2021). Long term impact of different tillage systems on carbon pools and stocks, soil bulk density, aggregation and nutrients: A field meta-analysis. *Catena*, 199, 105102. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.105102>
- Lal R. (2015). Restoring Soil Quality to Mitigate Soil Degradation. *Sustainability*, 7(5), 5875–5895. <https://doi.org/10.3390/su7055875>

7. Stavi I., Bel G., Zaady E. (2016). Soil functions and ecosystem services in conventional, conservation, and organic agriculture: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(2), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0368-8>
8. Steponavičienė, V., Bogužas, V., Sinkevičienė, A., Skinulienė, L., Vaisvalavičius, R., Sinkevičius, A. (2022). Soil water capacity, pore size distribution, and CO₂ emission in different soil tillage systems and straw retention. *Plants*, 11(5), 614. <https://doi.org/10.3390/plants11050614>
9. Tripolskaja, L., Slepeliene, A., Romanovskaja, D., Razukas, A., Bakšienė, E. (2014). Dependence of mobile humus substances formation on green manure plant species and their incorporation time. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 12(2), 473–477.

INFLUENCE OF TILLAGE, STRAW AND COVER CROPS ON SOIL AGROPHYSICAL PROPERTIES

Abstract

Transformation of soil agrophysical properties in winter wheat and spring barley agrocenoses. The research was conducted in 2023–2024 at the Experimental Station of Vytautas Magnus University Agriculture Academy in a long-term stationary experiment. It was found that the application of no-tillage (NT) and no-tillage with cover crops (CCNT) significantly increased soil shear strength in the 0–25 cm topsoil layer (on average by 25.0–35.0%) compared to conventional ploughing. Regarding the structural state, it was determined that in untilled soil with straw and cover crops, soil aggregate stability in the 0–10 cm layer was up to 25.9% higher than in the ploughed treatments. The results confirm that the complex application of sustainable agrotechnical measures in cereal cultivation ensures the formation of a more stable agrophysical framework and increases the physical stability of Planosols and their resistance to mechanical degradation.

Keywords: no-till, straw, cover crops, shear strength, soil aggregate stability, cereals.