

Žemės dirbimo technologijų poveikis dirvožemio agrofizikinėms savybėms, CO₂ emisijai ir žieminių rapsų derlingumui

Aušra Sinkevičienė,

Lina Skinulienė,

Vaida Steponavičienė,

Gabrielė Černiauskaitė,

Karolis Bilkevičius,

Valentinas Zubrickis

Vytauto Didžiojo universitetas,
Žemės ūkio akademija,
Studentų g. 11,
53361 Akademija, Kauno r., Lietuva
El. paštas ausra.sinkeviciene@vdu.lt

Tyrimo tikslas – nustatyti ir palyginti skirtingų žemės dirbimų bei tiesioginės sėjos poveikį žieminių rapsų derliui, dirvožemio agrofizikinėms savybėms ir CO₂ emisijai. Eksperimento lauko dirvožemis yra giliau glėžniškas pasotintas palvažemis (*Endohypogleyic-Eutric Planosols – PLe-gln-w*) (Buivydaite ir kt., 2001).

Taikytas stacionarus vieno veiksnio lauko eksperimentas, 1988 m. įrengtas Vytauto Didžiojo universiteto bandymų stotyje. Tyrimo objektas – žemės dirbimo sistemos: tradicinis arimas 23–25 cm gyliu rudenį (IA), kontrolinis variantas; sekclusis arimas 12–15 cm gyliu rudenį (SA); sekclusis purenimas 8–10 cm gyliu rudenį (SP); gilusis purenimas 13–25 cm (GP); tiesioginė sėja įdirbant (įdirbtas visas plotas) iki 5 cm (TS).

Ilgą laiką taikant sėją tiesiogiai į ražieną (įdirbant iki 5 cm) padidėja dirvožemio šlyties pasipriešinimas. Visą tiriamąjį laikotarpį sekliai purentuose ir tiesioginės sėjos laukeliuose nustatyta mažesnė CO₂ koncentracija. Supaprastinti žemės dirbimai neturėjo esminio poveikio žieminių rapsų derlingumui.

Raktažodžiai: dirvožemio CO₂ emisija, drėgmė, supaprastintas žemės dirbimas, šlyties pasipriešinimas, temperatūra

ĮVADAS

Lietuvoje didėja žemdirbių susidomėjimas tausojančiomis žemdirbystės sistemomis. Naudojant jas taupomi ne tik energetiniai resursai, bet ir daroma įtaka dirvožemio hidrofizikiniams, fizikiniams dirvodaros procesams. Labai trūksta mokslinių tyrimų, kaip tausojančios sistemos veikia CO₂ emisijos išsiskyrimą iš dirvožemio. Mokslininkai nustatė, kad CO₂ emisija iš dirvožemio yra proporcinga mechaniškai supurento dirvožemio tūriui (Reicosky, Archer, 2007). D. Feizienės ir V. Feizos (2010) teigimu, CO₂ emisiją lemia, koku gyliu ir intensyvumu yra mechaniškai dirbama žemė. Autorių įsitikinimu, CO₂ emisiją tiesiogiai didina intensyvus žemės dirbimas. Kiti mokslininkai nurodo, kad intensyvus žemės dirbimas „didina CO₂

išskyrimą į atmosferą“ (Arlauskas, 1987; Maikštienė, Šlepetienė, Masionytė, 2007). Didėjanti CO₂ koncentracija ore kartu su kitomis dujomis (CH₄ ir N₂O) spartina klimato kaitą. Norint sumažinti CO₂ emisiją iš dirvožemio reikėtų plačiau taikyti neariminės žemdirbystės sistemas.

Lietuvos ir daugelio kitų pasaulio šalių mokslininkų gauti duomenys tiriant supaprastintą žemės dirbimą dažnai skiriasi, o rezultatai prieštaraus vieni kitiems. Žemės dirbimo įtaka ir nauda dažnai yra siejama su dirvos paruošimo kokybe, anksčiau taikytomis agrotechninėmis priemonėmis, pavyzdžiui, pesticidų naudojimu, tręšimo intensyvumu, augalų rūšimis (Jodaugienė, 2002). Taikant supaprastintą žemės dirbimą sumažėja dirvožemio erozija, gerėja jo struktūra ir patvarumas, kitos fizikinės savybės (Jodaugienė,

2002; Buragienė ir kt., 2011, Steponavičienė, 2017). D. Avižienytė (2013) teigia, kad dirvą prieš sėją įdirbant minimaliai, mikroorganizmų veikla tampa intensyvesnė, mažiau gadinama jos struktūra, derliaus liekanos sumaišomos viršutiniame dirvos sluoksnyje. Žemės dirbimas naudojant padargus lemia fizikines dirvožemio savybes, kurios yra svarbios augalų aprūpinimui maisto medžiagomis, taip pat turi įtakos dirvožemio oro ir drėgmės režimui. Dirvožemio temperatūra ir drėgnis yra labai glaudžiai susiję. Šlapias dirvožemis geba kaupti didesnę kiekį šilumos. Jam išilti reikia daugiau šilumos, kad dirvožemyje esantis vanduo išgaruotų (Veršulienė, 2017). Tyrimo tikslas – nustatyti ir palyginti skirtingų žemės dirbimo bei tiesioginės sėjos technologijų poveikį žieminių rapsų derlingumui, dirvožemio agrofizikinėms savybėms ir CO₂ emisijai. Hipotezė: supaprastintas žemės dirbimas ir tiesioginė sėja turės teigiamą poveikį dirvožemio agrofizikinėms savybėms, stabilizuos CO₂ emisijas iš dirvožemio ir užtikrins gausų rapsų derlių.

TYRIMO METODAI IR SĄLYGOS

Ilgalaikis stacionarus lauko eksperimentas, 1988 m. įrengtas prof. dr. A. Stancevičiaus iniciatyva, buvo atliekamas Vytauto Didžiojo universiteto bandymų stotyje. Nuo 2000 m. eksperimentas modifikuotas doc. dr. V. Bogužo – įvestas tiesioginės sėjos variantas, taikoma keturlaukė sėjomaina. Eksperimentas pakoreguotas įvedant tiesioginės sėjos variantą, nes ūkininkai vis dažniau atsisako tradicinio žemės dirbimo ir taiko tiesioginę sėją į neįdirbtą dirvą.

2018–2019 m. buvo atlikti lauko tyrimai žieminių rapsų pasėlyje, kuriame taikyti skirtingi žemės dirbo būdai. 2018 m. rugpjūčio 14 d. pasėti žieminiai rapsai, veislė 'Cult', 4,5 kg ha⁻¹. Sėjos metu įterptos N₇P₂₀K₃₀ (300 kg ha⁻¹) trąšos. Po sėjos laukeliai purkšti herbicidu 'Sultan super' 1,8 l ha⁻¹ norma. Žieminiams rapsams sudygus, naudotas insekticidas 'Decis Mega' 1 l ha⁻¹ ir fungicidas 'Tebuplius' 0,5 l ha⁻¹. 2019 m. kovo antroje pusėje ir balandžio pradžioje atsinaujinus vegetacijai laukeliai trešti amonio salietra (200 kg ha⁻¹). Balandžio pabaigoje naudotas fungicidas 'Juventus 90' 0,3 l ha⁻¹, kontaktinio ir vidinio veikimo insekticidas 'Karate zeon' 0,5 l ha⁻¹. Butonizacijos tarpsniu panaudotas insekticidas 'Proteus' 0,8 l ha⁻¹, fungi-

cidas 'Mirador' 1 l ha⁻¹ ir dvigubo veikimo silikoninis drėkiklis, vandens ir aliejaus savybėms įtakos turintis 'Periplus' 0,12 l ha⁻¹. 2019 m. liepos 15 d. nukulti žieminių rapsų laukeliai.

Žieminiams rapsams buvo taikytos šios žemės dirbimo sistemos: įprastinis gilusis arimas (23–25 cm gyliu), kontrolė (IA), sekclusis arimas (12–15 cm gyliu) (SA), gilusis purenimas kultivatoriumi strėliniais noragėliais (23–25 cm gyliu) (GP), sekclusis purenimas diskiniu skutikliu (8–10 cm gyliu) (SP), tiesioginė sėja į ražieną įdirbant iki 5 cm (TS).

Augalų rotacija eksperimente: 1) žieminiai rapsai, 2) žieminiai kviečiai, 3) pupos, 4) vasariniai miežiai.

Eksperimentas buvo atliktas keturiais pakartojimais. Pradinis laukelių dydis – 126 m² (14 × 9 m), o apskaitomasis – 70 m² (10 × 7 m). Eksperimento variantų laukeliai išdėstyti randomizuotai. Laukelio apsauginė juosta – 1 m pločio, o tarp pakartojimų – 9 m pločio. Lauko eksperimentas įrengtas 1988 m. tuometinėje Lietuvos žemės ūkio akademijos bandymų stotyje.

Nuėmus žieminių rapsų derlių visi eksperimento laukeliai (išskyrus 5 varianto) įdirbti lėkštiniu skutikliu „Väderstad CARRIER300“ 12–15 cm gyliu. Dirvos artos tradiciniu plūgu „Gamega PP-3-43“ su pusiau sraigtinėmis verstuvėmis 23–25 cm arba 12–15 cm gyliu. Gilusis purenimas atliktas armens purentuvu (čyzeliu) KRG-3,6 23–25 cm gyliu. 4 varianto laukeliai – papildomai diskiniu skutikliu „Väderstad CARRIER300“ 8–10 cm gyliu. 5 varianto laukeliai buvo įdirbami iki 5 cm.

Rudenį prieš sėją dirva buvo sekliai įdirbta kultivatoriumi „Laumetris KLG-3,6“ sėklių įterpimo gyliu. Sėta sėjama „Väderstad Rapid300C Super XL“ kartu lokaliai įterpiant kompleksines trąšas. Herbicidai, insekticidai ir fungicidai išpurkšti purkštuvu „AMAZONE UF-901“.

Dirvožemio CO₂ koncentracija (proc.) nustatyta matuojant 20 cm gylyje 3-ose laukelio vietose, naudotas prietaisas „Screenalyt honold umweltesstechnik“. Dirvožemio temperatūra buvo matuojama 10 laukelio vietų 0–10 cm armens sluoksnyje FDR metodu. Naudotas elektroninis „Delta T device HH2“ drėgnomatis su WET sensoriumi. Dirvožemio šlyties pasipriešinimas (kPa) nustatytas kietmačiu „GEONOR 72410“. Šlyties pasipriešinimas tirtas 15-oje laukelio vietų 5–10 ir 15–20 cm sluoksniuose. Rapsų derlius laukeliuose

buvo nuimtas kombainu, pasvertas ir išreikštas 8,5 % drėgnumo. Žieminių rapsų pasėlyje dirvožemio drėgnumo, temperatūros, CO₂ koncentracijos ir šlyties pasipriešinimo tyrimai atlikti 2019 m. balandžio 22 d. (BBCH 30–35), gegužės 10 d. (BBCH 50–55), gegužės 24 d. (BBCH 61–63), birželio 8 d. (BBCH 67–69) ir liepos 2 d. (BBCH 79–80).

Tyrimų duomenys statistiškai įvertinti dispersinės analizės metodu, kompiuterine programa SYSTAT 10 (SPSS Inc., 2000; Leonavičienė, 2007).

Esant esminiam skirtumui tarp konkretaus varianto ir kontrolės, jo tikimybės lygmuo žymimas taip:

*, kai $P \leq 0,050 > 0,010$ (skirtumai esminiai 95 % tikimybės lygiui);

**, kai $P \leq 0,010 > 0,001$ (skirtumai esminiai 99 % tikimybės lygiui);

***, kai $P \leq 0,001$ (skirtumai esminiai 99,99 % tikimybės lygiui).

$P > 0,050$ – esminių skirtumų nėra (skirtumai esminiai <95 % tikimybės lygiui).

METEOROLOGINĖS SĄLYGOS

2018 m. rugpjūčio, rugsėjo ir spalio mėn. buvo šiltesni, palyginti su daugiamečiu vidurkiu (1 lentelė). Lapkričio mėn. vidutinė oro temperatūra siekė 2,75 °C. Lyginant šio mėnesio vidutinę temperatūrą su daugiamete, ji buvo 0,5 °C žemesnė. Žiemos laikotarpis buvo šiltesnis nei įprastai. Pavasario pirmaisiais (kovo ir balandžio) mėnesiais vidutinė temperatūra buvo aukštesnė už daugiamebę, tik gegužės mėn. ji buvo žemesnė 0,23 °C už daugiamebę vidutinę temperatūrą.

Birželio mėn. buvo šiltas, vidutinė mėnesio oro temperatūra siekė 19,82 °C, o tai 3,72 °C daugiau už daugiamebę. Paskutinį žieminių rapsų vegetacijos mėnesį – liepą – vidutinė mėnesio temperatūra nukrito. Žieminių rapsų vegetacijos laikotarpiu aktyviųjų temperatūrų suma siekė 2755,20 °C. Aktyviųjų temperatūrų suma žieminių rapsų sėkloms užauginti turi būti 2400 °C (Velička, 2002).

2018 m. rugpjūčio, rugsėjo ir spalio mėn. kritulių iškrito mažiau nei įprastai (2 lentelė), lapkričio

1 lentelė. Vidutinė mėnesio temperatūra °C ir aktyviųjų temperatūrų suma (SAT) žieminių rapsų vegetacijos metu (liepa–rugsjūtis) 2018–2019 m., Kauno meteorologijos stoties duomenys

Table 1. Average temperature and the sum of the active temperatures (SAT) during the winter oilseed rape growing season (July–August) in Kaunas Meteorological Station, 2018–2019

| Metai / mėnuo Year/Month | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | SAT |
|--|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|---------|
| 2018–2019 | 19,19 | 14,78 | 8,30 | 2,75 | 0,73 | –3,22 | 1,34 | 3,22 | 9,06 | 12,97 | 19,82 | 17,14 | 2755,20 |
| Standartinė klimato norma 1974–2013 m. Long-term average 1974–2013 | 17,30 | 12,60 | 6,80 | 2,80 | –2,80 | –3,70 | –4,70 | 0,30 | 6,90 | 13,20 | 16,10 | 18,70 | – |

Pastaba: SAT = suma aktyviųjų temperatūrų (≥ 10 °C).

Note: SAT = sum of active temperatures (≥ 10 °C).

2 lentelė. Krituliai (mm) žieminių rapsų vegetacijos metu (liepa–rugsjūtis), 2018–2019 m., Kauno meteorologijos stoties duomenys

Table 2. Precipitation (mm) during the winter oilseed rape growing season (July–August) in Kaunas Meteorological Station, 2018–2019

| Metai / mėnuo Year/Month | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | Sum |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 2018–2019 | 66,0 | 55,3 | 36,7 | 51,9 | 76,3 | 58,5 | 31,6 | 43,4 | 0,6 | 29,9 | 49,4 | 60,1 | 559,7 |
| Ilgalaikis vidurkis 1974–2013 m. Long-term average 1974–2013 | 88,9 | 60,0 | 51,0 | 51,0 | 41,9 | 38,1 | 35,1 | 37,2 | 41,3 | 61,7 | 76,9 | 96,6 | 679,7 |

mėn. – 0,9 mm daugiau, palyginti su daugiamečiu vidurkiu. Kritulių kiekis pirmaisiais žiemos mėnesiais labai išaugo, tik vasarį buvo artimas ilgalaikiam vidurkiui. Kovo mėn. didžioji dalis kritulių iškrito pirmąją ir antrąją dekadomis. Mėnesio kritulių suma siekė 43,4 mm ir buvo aukštesnė už daugiametę 6,2 mm.

2019 m. balandžio mėn. kritulių iškrito labai mažai, buvo labai sausringas laikotarpis ir tęsėsi gegužės–birželio mėnesiais. Liepos mėn. kritulių vis dar buvo nepakankamai. Augalai kentėjo nuo sausras.

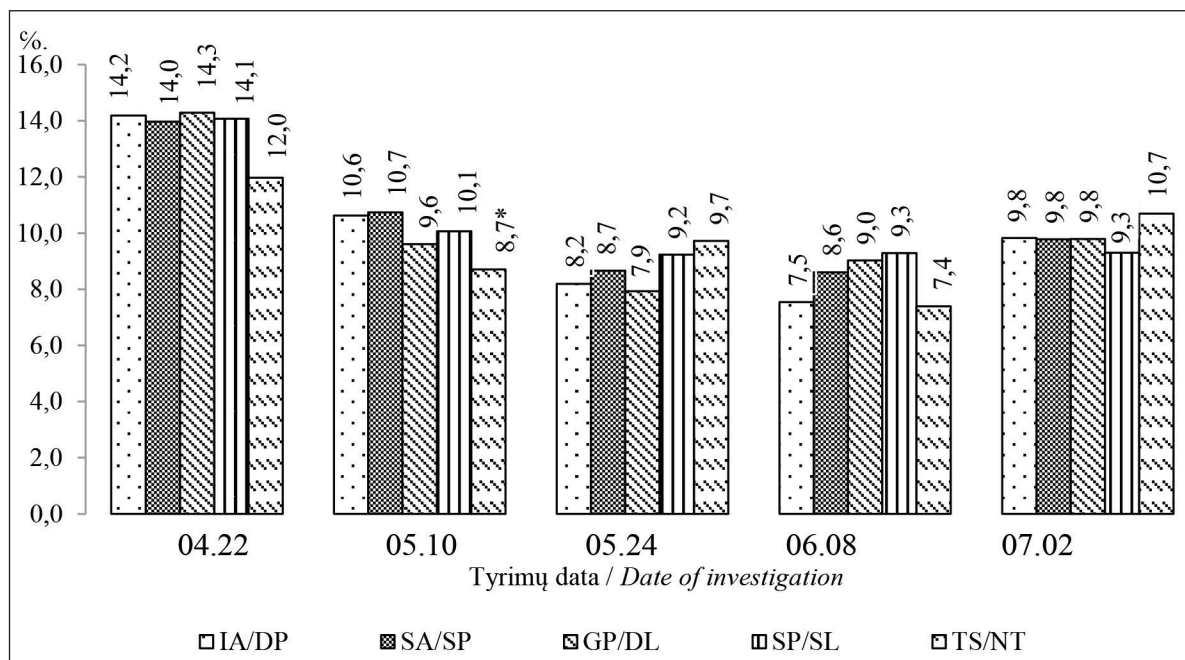
TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Žemės dirbimo poveikis dirvožemio drėgmei.

Dirvožemio drėgmės režimas priklauso nuo jo fizikinių savybių, granulimetrinės sudėties, temperatūros, kritulių ir kt. (Galvonaitė ir kt., 2007). Tikėtina, kad dirvožemio drėgmei įtakos turi ir žemės dirbimas. Išanalizavus gautus duomenis nustatyta, kad didžiausias drėgmės kiekis tiriamuoju laikotarpiu buvo balandžio pabaigoje. Pirmojo matavimo metu nustatyta, kad supaprastinti

žemės dirbimai neturėjo esminio poveikio dirvožemio drėgnumui (1 pav.). Giliai purentuose laukeliuose nustatytas didesnis 0,10 proc. vnt. dirvožemio drėgnumas, palyginti su gilioju arimu. Sekliai artuose ir purentuose laukeliuose bei taikant tiesioginę sėją nustatyta mažesnis (nuo 0,1 iki 2,2 proc. vnt.) dirvožemio drėgnumas, palyginti su įprastiniu žemės dirbimu.

Atlikus matavimus gegužės 10 d. nustatyta, kad tiesioginės sėjos laukeliuose dirvožemio drėgnumas iš esmės sumažėjo 1,9 proc. vnt., palyginti su įprastiniu žemės dirbimu. Kiti supaprastinti žemės dirbimai neturėjo esminio poveikio dirvožemio drėgnumui. Gegužės 25 d. nustatčius dirvožemio drėgnumą paaiškėjo, kad sekliai artuose ir purentuose bei tiesioginės sėjos laukeliuose dirvožemio drėgnumas didesnis nei giliai artuose. Giliai purentuose laukeliuose dirvožemio drėgnumas mažesnis 0,3 proc. vnt., palyginti su tradiciniu žemės dirbimu. Birželio 8 d. dirvožemio drėgnumas visuose laukeliuose buvo šiek tiek didesnis, išskyrus tiesioginės sėjos laukelius, palyginti su įprastiniu žemės dirbimu. Nustatčius dirvožemio drėgnumą prieš derliaus nuėmimą paaiškėjo, kad didžiausias



1 pav. Skirtingų žemės dirbimų poveikis dirvožemio drėgmei tiriamuoju laikotarpiu

Fig. 1. Effects of different tillage on soil moisture during the study period

Pastaba: IA – įprastinis arimas, SA – sekliasis arimas, GP – gilusis purenimas, SP – sekliasis purenimas, TS – tiesioginė sėja į ražieną įdirbant iki 5 cm. Esminio skirtumo tikimybės lygis: * – $P \leq 0,05$.

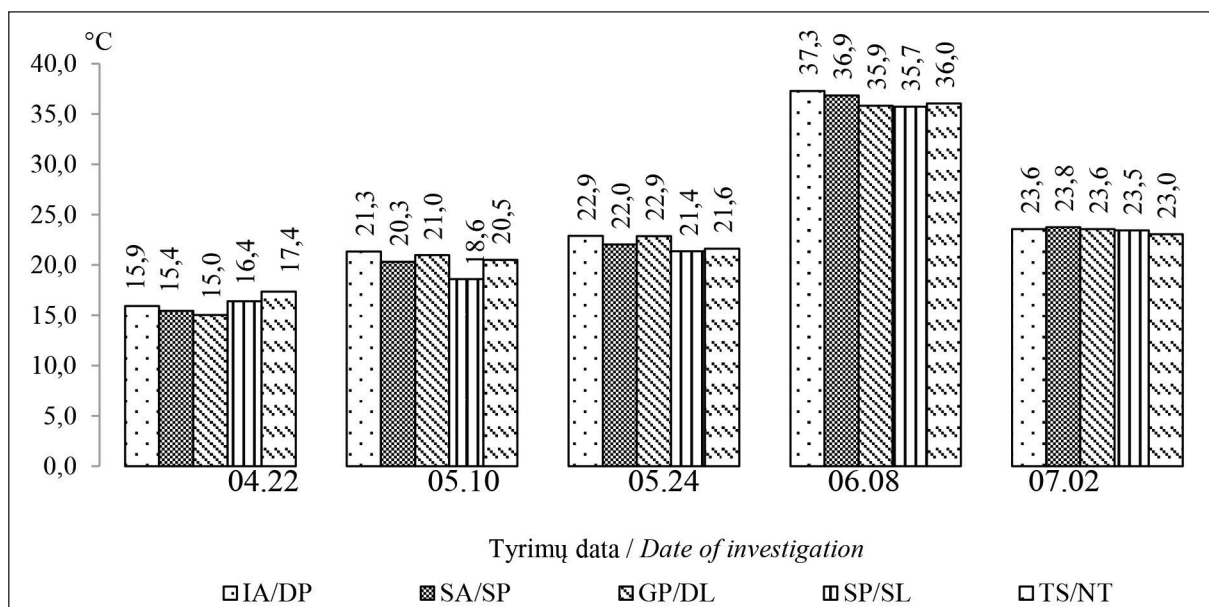
Note: DP, deep ploughing; SP, shallow ploughing; DL, deep loosening; SL, shallow loosening; NT, not tilled. Significant differences at * $P \leq 0.05 > 0.01$.

10,7 % drėgmės kiekis nustatytas laukeliuose, kuriuose buvo taikyta tiesioginės sėjos technologija. Visu tiriamuoju laikotarpiu dirvožemio drėgmė nepriklausė nuo žemės dirbimo ir tendencingai mažėjo. Mūsų tyrimo duomenys sutampa su G. Cesevičiaus ir D. Janušauskaitės (2006) gautais rezultatais. Jie nustatė, kad supaprastinti žemės dirbimo būdai neturėjo esminės įtakos dirvožemio drėgmei, palyginti su giliuoju arimu. Supaprastinant žemės dirbimą ir sėjant į neįdirbtą dirvą, keičiasi dirvožemio savybės. Mokslininkai teigia, kad neariminių žemės dirbimo sistemose ir sėjant tiesiogiai į rąžieną 5–10 cm sluoksnyje buvo nustatytas iš esmės mažesnis drėgmės kiekis. Mažinant žemės dirbimo intensyvumą, drėgmė mažėjo nuo 14,08 iki 13,68 % (Cesevičius, 2007). Mūsų tiriamuoju laikotarpiu dirvožemio drėgmės kiekis nustatytas skirtingas, tačiau galima pažymėti, kad paprastai jis buvo mažesnis tiesioginės sėjos laukeliuose.

Skirtingo žemės dirbimo poveikis dirvožemio temperatūrai. Vienas iš dirvožemį apibūdinančių rodiklių yra jo paviršiaus ir paviršinio sluoksnio temperatūra. Nuo dirvožemio temperatūros priklauso biocheminiai procesai, pavyzdžiui, ištirpusios organinės anglies pernešimas (Haei et al.,

2010). Nustatyta, kad dirvožemio temperatūra turi ryšį su CO₂ ir NO₂ emisija: šylant dirvožemiui šių dujų išskyrimas į atmosferą didėja (Mačiulytė, Rimkus, 2016). Atlikus tyrimus nustatyta, kad tiriamuoju laikotarpiu (nuo balandžio 22 d. iki liepos 2 d.), supaprastinti žemės dirbimo būdai, palyginti su giliuoju arimu, neturėjo esminio skirtumo (2 pav.).

Atlikus matavimus balandžio pabaigoje nustatyta, kad supaprastinti žemės dirbimai turėjo skirtingą poveikį dirvožemio temperatūrai. Sekliai artuose ir giliai purentuose laukeliuose dirvožemio temperatūra nustatyta žemesnė. Sekliai purentuose ir tiesioginės sėjos laukeliuose nustatyta aukštesnė 3,1 ir 9,4 % dirvožemio temperatūra, palyginti su giliuoju arimu. Atlikus matavimus gegužės pradžioje ir pabaigoje, taip pat birželio pradžioje nustatytos panašios tendencijos. Visuose laukeliuose, kuriuose buvo taikyti supaprastinti žemės dirbimai, nustatyta žemesnė dirvožemio temperatūra nei giliai artuose laukeliuose. Aukščiausia dirvožemio temperatūra nustatyta birželio 8 dieną. Dirvožemio temperatūra labiausiai priklauso nuo saulės spindėjimo intensyvumo, todėl ir tyrimo metu aukščiausia fiksuota birželio pirmoje dekaadoje, kai saulė yra intensyvi ir kaitina dirvožemio paviršių didžiąją paros dalį.



2 pav. Skirtingų žemės dirbimų poveikis dirvožemio temperatūrai tiriamuoju laikotarpiu

Fig. 2. Effect of different tillage on soil temperature during the study period

Pastaba: IA – įprastinis arimas, SA – sekclusis arimas, GP – gilusis purenimas, SP – sekclusis purenimas, TS – tiesioginė sėja į rąžieną įdirbant iki 5 cm. Pastaba: esminių skirtumų nėra, kai $P > 0,05$.

Note: DP, deep ploughing; SP, shallow ploughing; DL, deep loosening; SL, shallow loosening; NT, not tilled. Significant differences: $P > 0.05$.

Paskutinio matavimo metu dirvožemio temperatūros nustatytos labai panašios visuose laukuose. Žemiausia 23,0 °C dirvožemio temperatūra fiksuota tiesioginės sėjos laukuose.

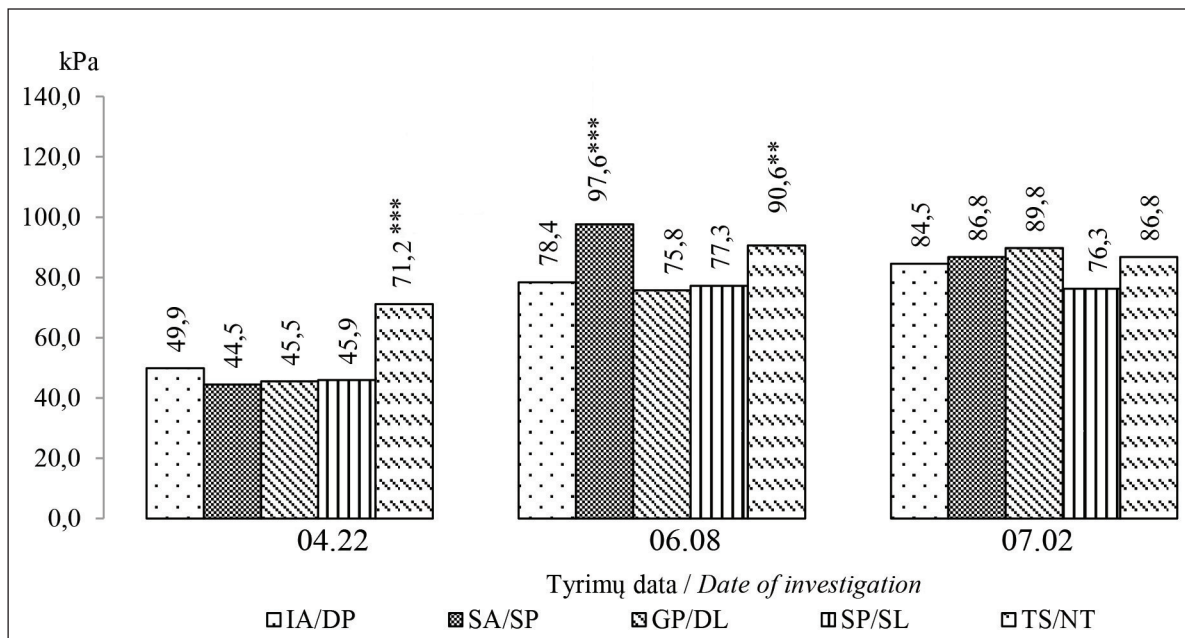
Dirvožemio šlyties pasipriešinimas taikant skirtingus žemės dirbimus. V. Feiza ir kt. (2005) teigia, kad supaprastinus žemės dirbimą padidėja dirvožemio tankis. Užsienio šalių mokslininkų duomenimis, minimalus žemės dirbimas ir tiesioginė sėja į ražieną taip pat didina tankį (Comia et al., 1999; Lampurlanes, Cantero-Martinez, 2003; McVay et al., 2006). Natūraliai didėjant dirvožemio tankiui didėja ir jo šlytis.

Išanalizavus gautus duomenis nustatyta, kad pirmojo matavimo metu tiesioginės sėjos laukuose dirvožemio šlyties pasipriešinimas buvo didesnis 1,4 karto, palyginti su giliuoju arimu (3 pav.). Kiti supaprastinti žemės dirbimai šiek tiek mažino dirvožemio šlyties pasipriešinimą, palyginti su tradiciniu žemės dirbimu. Antrojo matavimo metu, t. y. birželio 8 d., nustatyta, kad seklišis arimas ir tiesioginė sėja iš esmės didino dirvožemio šlyties pasipriešinimą atitinkamai 24,5 ir 15,6 %, palyginti su įprastu arimu. Kiti supaprastinti žemės dirbimai

mažino šlyties pasipriešinimą, palyginti su tradiciniu žemės dirbimu. Atlikus matavimus liepos 2 d. nustatytos nevienodos tendencijos dirvožemio šlyties pasipriešinimui taikant skirtingas žemės dirbimo technologijas.

Liepos 2 d. didžiausias dirvožemio šlyties pasipriešinimas nustatytas gilaus purenimo laukuose (89,8 kPa). Taip pat šio matavimo metu nustatyta, kad mažiausias dirvožemio šlyties pasipriešinimas yra seklaus purenimo laukuose, palyginti su giliuoju arimu, ir yra 9,7 % mažesnis. Visu tiriamuoju laikotarpiu dirvožemio šlyties pasipriešinimas žieminių rapsų pasėlyje 5–10 cm. gylyje buvo nustatytas didesnis tiesioginės sėjos laukuose, palyginti su įprastiniu žemės dirbimu.

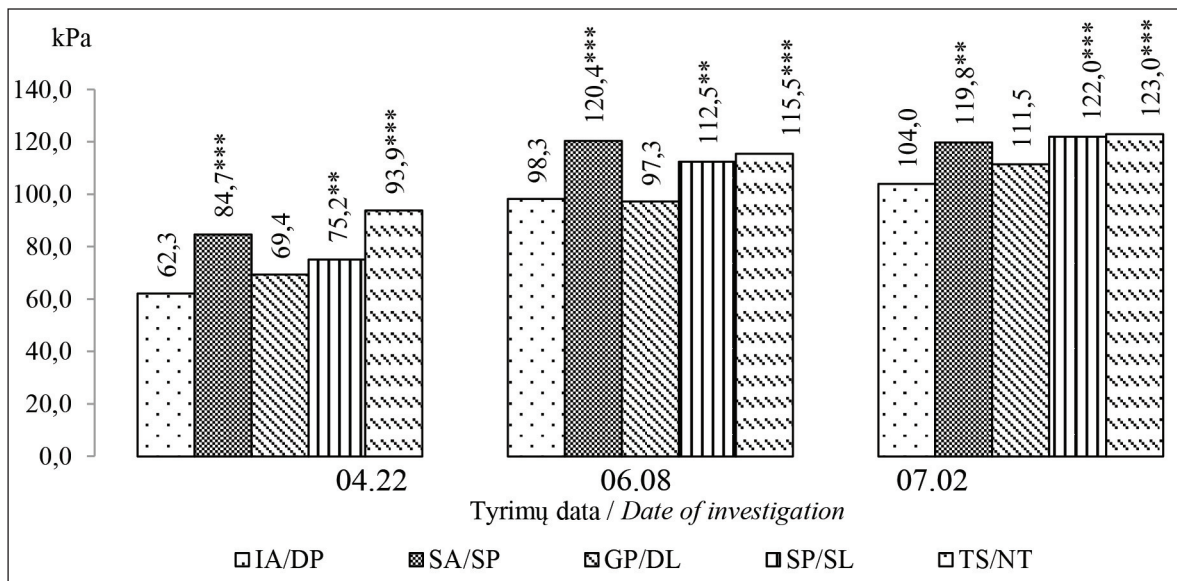
Analizuojant dirvožemio šlyties pasipriešinimo duomenis, atliktus matavimus 15–20 cm. sluoksnyje, nustatyta, kad pirmojo matavimo metu visi supaprastinti žemės dirbimai didino šlyties pasipriešinimą, palyginti su giliuoju arimu (4 pav.). Iš esmės didesnis (nuo 1,2 iki 1,5 karto) dirvožemio šlyties pasipriešinimas nustatytas laukuose, kuriuose buvo taikytas seklišis arimas ir purenimas, taip pat tiesioginė sėja, palyginti su tradiciniu žemės



3 pav. Skirtingų žemės dirbimų poveikis dirvožemio šlyties pasipriešinimui 5–10 cm. sluoksnyje
Fig. 3. Effect of different tillage on soil shear resistance in 5–10 cm layer

Pastaba: IA – įprastinis arimas, SA – seklišis arimas, GP – gilusis purenimas, SP – seklišis purenimas, TS – tiesioginė sėja į ražieną įdirbant iki 5 cm. Esminio skirtumo tikimybės lygis: ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$.

Note: DP, deep ploughing; SP, shallow ploughing; DL, deep loosening; SL, shallow loosening; NT, not tilled. Significant differences at ** $P \leq 0.01 > 0.001$, *** $P \leq 0.001$.



4 pav. Skirtingų žemės dirbimų poveikis dirvožemio šlyties pasipriešinimui 15–20 cm. sluoksnyje
Fig. 4. Effect of different tillage on soil shear resistance in 15–20 cm layer

Pastaba: IA – įprastinis arimas, SA – seklišis arimas, GP – gilūs purenimas, SP – seklišis purenimas, TS – tiesioginė sėja į ražieną įdirbant iki 5 cm. Esminio skirtumo tikimybės lygis: ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$.

Note: DP, deep ploughing; SP, shallow ploughing; DL, deep loosening; SL, shallow loosening; NT, not tilled. Significant differences at ** $P \leq 0,01 > 0,001$, *** $P \leq 0,001$.

dirbimu. Antrojo matavimo rezultatai atskleidė, kad seklišis arimas 1,2 karto didino dirvožemio šlyties pasipriešinimą 15–20 cm. gylyje. Panašus esminis skirtumas nustatytas ir tiesioginės sėjos įdirbant iki 5 cm. laukeliuose. Juose dirvožemio šlyties pasipriešinimas buvo didesnis 1,2 karto, palyginti su įprastai artais laukeliais. Sekliojo purenimo laukeliuose nustatytas 1,1 karto didesnis šlyties pasipriešinimas, palyginti su įprastiniu arimu.

Liepos 2 d. gauti tyrimų duomenys patvirtino tas pačias tendencijas kaip ir atliekant ankstesnius matavimus. Visi supaprastinti žemės dirbimai didino šlyties pasipriešinimą.

Skirtingo žemės dirbimo poveikis dirvožemio CO₂ koncentracijai. Irstant dirvožemyje esančioms organinėms medžiagoms į atmosferą išsiskiria anglies dvideginis. Antra vertus, jam susidarant CO₂ pasišalina iš atmosferos, todėl anglies dvideginio dujos atmosferoje juda ratu. Ilgalaikiai tyrimai Rotamstedo (Jungtinė Karalystė) bandymų stotyje parodė, kad dirvožemyje organinės anglies kiekis keičiasi labai lėtai (Johnston, 1986).

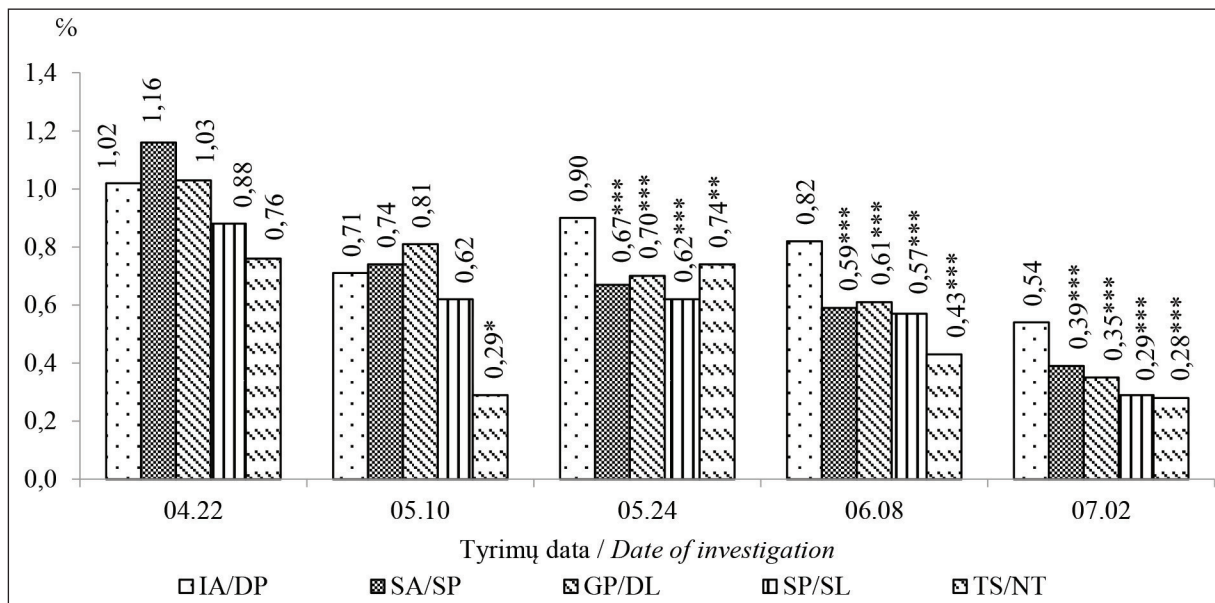
Išanalizavus balandžio 22 d. tyrimų duomenis nustatyta, kad taikant supaprastintas žemės dirbimo sistemas esminių skirtumų nebuvo, palyginti su įprastiniu arimu (5 pav.). Mažiausia CO₂ koncentracija

0,76 % dirvožemyje nustatyta taikant tiesioginę sėją (įdirbant iki 5 cm).

Didžiausia dirvožemio CO₂ koncentracija (1,16 %) šio matavimo metu nustatyta laukeliuose, kuriuose buvo taikomas seklišis arimas. Sekliai purentuose laukeliuose CO₂ koncentracija nustatyta 1,2 karto mažesnė, palyginti su tradiciniu žemės dirbimu. Giliai purentuose laukeliuose CO₂ koncentracija (1,03 %) nustatyta labai panaši kaip ir giliai artuose laukeliuose (1,02 %).

Po daugiau nei dviejų savaičių, t. y. gegužės 10 d., nustatyta, kad tiesioginės sėjos laukeliuose CO₂ koncentracija 2,4 karto mažesnė tiesioginės sėjos laukeliuose, palyginti su tradiciniu žemės dirbimu. Didžiausia CO₂ koncentracija (0,81 %) vyravo giliai purentuose laukeliuose. Sekliai purentuose laukeliuose CO₂ koncentracija nustatyta 0,03 proc. vnt. didesnė nei giliai artuose laukeliuose.

Mokslininkai teigia, kad neariminis žemės dirbimas (ir tiesioginė sėja) mažina CO₂ emisiją iš dirvožemio (Alvaro-Fuentes et al., 2008). Mūsų gauti tyrimai tą patvirtino. Atlikus matavimus gegužės 24, birželio 8 ir liepos 8 d. nustatyta, kad visi supaprastinti žemės dirbimai iš esmės mažino (nuo 1,2 iki 1,9 karto) CO₂ koncentraciją, palyginti su giliuoju arimu.

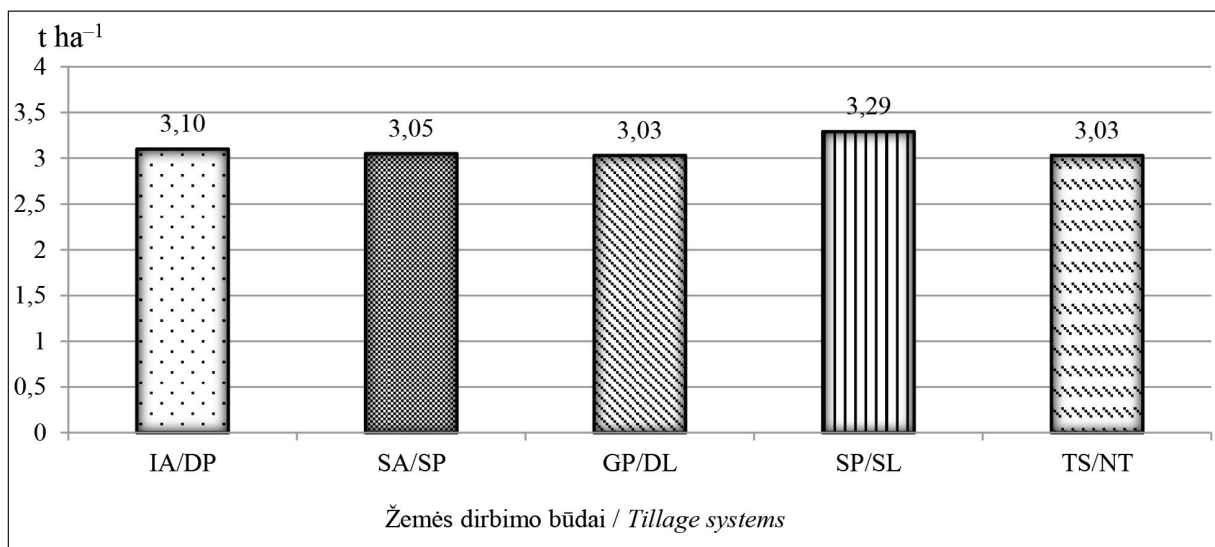


5 pav. Skirtingų žemės dirbimų poveikis dirvožemio CO₂ koncentracijai žieminių rapsų pasėlyje

Fig. 5. Impact of different tillage on soil CO₂ concentration in winter oilseed rape crop

Pastaba: IA – įprastinis arimas, SA – sekclusis arimas, GP – gilusis purenimas, SP – sekclusis purenimas, TS – tiesioginė sėja į ražieną įdirbant iki 5 cm. Esminio skirtumo tikimybės lygis: * $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$.

Note: DP, deep ploughing; SP, shallow ploughing; DL, deep loosening; SL, shallow loosening; NT, not tilled. Significant differences at * $P \leq 0.05 > 0.01$, ** $P \leq 0.01 > 0.001$, *** $P \leq 0.001$.



6 pav. Žieminio rapsų derlingumas taikant skirtingus žemės dirbimo būdus

Fig. 6. Yield of winter oilseed rape using different tillage methods

Pastaba: IA – įprastinis arimas, SA – sekclusis arimas, GP – gilusis purenimas, SP – sekclusis purenimas, TS – tiesioginė sėja į ražieną įdirbant iki 5 cm. Pastaba: esminių skirtumų nėra, kai $P > 0,05$.

Note: DP, deep ploughing; SP, shallow ploughing; DL, deep loosening; SL, shallow loosening; NT, not tilled. There are no significant differences: $P > 0.05$.

Žieminių rapsų derlingumas taikant skirtingus žemės dirbimo būdus. Žemės ūkio augalų derlingumas priklauso nuo daugelio veiksnių, ta-

čiau vienas svarbiausių yra žemės dirbimo sistema. Nuo jos priklauso vandens ir augalų mitybos režimas, mikrobiologinių procesų lygis ir kryptis

dirvožemyje, piktžolių, augalų ligų ir kenkėjų kontrolės veiksmingumas, o šie veiksniai lemia derlingumą ir jo kokybę (Velykis, Satkus, 2012).

Supaprastintas žemės dirbimo būdas ir tiesioginė sėja įdirbant iki 5 cm gylio, palyginant su giluoju arimu, neturėjo esminio poveikio žieminio rapso derlingumui (6 pav.).

Išanalizavus tyrimo rezultatus nustatyta, kad didžiausias derlingumas 3,29 t ha⁻¹ buvo laukeliuose, kuriuose taikytas seklišis purenimas. Mažiausi 3,03 t ha⁻¹ derlingumai nustatyti giliojo purenimo ir tiesioginės sėjos laukeliuose. Žiemiųjų rapsų derlingumas svyravo nuo 3,05 iki 3,29 t ha⁻¹.

IŠVADOS

1. Ilgą laiką taikant tiesioginę sėją į ražieną (įdirbant iki 5 cm) padidėja dirvožemio šlyties pasipriešinimas. Supaprastinti žemės dirbimai turėjo skirtingą poveikį dirvožemio drėgnumui. Beveik visu tiriamuoju laikotarpiu dirvožemio temperatūra nustatyta žemesnė supaprastinto žemės dirbimo laukeliuose, palyginti su įprastiniu žemės dirbimu.

2. Tiriamuoju laikotarpiu sekliai purentuose ir tiesioginės sėjos (įdirbant iki 5 cm) laukeliuose nustatyta mažesnė CO₂ koncentracija, palyginti su įprastiniu žemės dirbimu.

3. Supaprastinti žemės dirbimai neturėjo esminio poveikio žiemiųjų rapsų derlingumui. Sekliai purentuose laukeliuose žiemiųjų rapsų derlingumas nustatytas didžiausias.

Gauta 2021 02 16
Priimta 2021 07 30

LITERATŪRA

- Alvaro-Fuentes J., López M. V., Arrúe J. L., Cantero-Martínez C. 2008. Management effects on soil carbon dioxide fluxes under semiarid Mediterranean conditions. *Soil Science Society of America Journal*. No. 72. P. 194–200.
- Arlauskas M. 1994. Žemės dirbimo minimalizavimas. *Žemės ūkio mokslai*. Nr. 1. P. 39–43.
- Avižienytė D. 2013. *Ilgalaikio skirtingo žemės dirbimo poveikis agrocenozei taikant intensyvias technologijas ir augalų kaitą*: daktaro disertacija. Akademija, Kauno r. 57 p.
- Buivydaitė V. ir kt. 2001. *Lietuvos dirvožemių klasifikacija*. Vilnius. 137 p.
- Buragienė S. ir kt. 2011. Skirtingų žemės dirbimo technologijų įtaka dirvožemio mechaninėms-fizinėms savybėms. *Žemės ūkio inžinerija*. Nr. 43(3). P. 24–42.
- Cesevičius G. 2007. Įvairaus intensyvumo žemės dirbimo sistemų ir augalinių liekanų įtaka dirvožemio savybėms ir *agrofitocenozės produktyvumui*: daktaro disertacija. Dotnuva, Kėdainių r. P. 45, 103–104.
- Comia R. A., Stenberg M., Nelson P., Rydberg T., Haekansson I. 1994. Soil and crop responses to different tillage systems. *Soil and Tillage Research*. Vol. 29(4). P. 335–355.
- Feiza V. ir kt. 2005. Pagrindinio žemės dirbimo supaprastinimo galimybės lengvo priemolio dirvose. *Žemdirbystė*. Nr. 4(92). P. 66–79.
- Galvonaitė A., Misiūnienė M., Valiukas D., Buitkuvienė M. S. 2007. *Lietuvos klimatas*. Vilnius. P. 67–69.
- Jodaugienė D. 2002. *Ilgamečio arimo ir purenimo įtaka dirvožemiui ir žemės ūkio augalų pasėliams supaprastinto žemės dirbimo sistemoje*: daktaro disertacijos santrauka. Akademija. P. 5–21.
- Johnston A. E. 1986. Soil organic matter effects on soils and crops. *Soil Use and Management*. No. 3. P. 597–625.
- Lampurlanes J., Cantero-Martinez C. 2003. Soil bulk density and penetration resistance under different tillage and crop management systems and their relationship with barley root growth. *Agronomy Journal*. No. 95. P. 526–536.
- Leonavičienė T. 2007. *SPSS programų paketo taikymas statistiniuose tyrimuose*. Vilnius: Vilniaus pedagoginio universiteto leidykla.
- Mačiulytė V., Rimkus E. 2016. Dirvožemio terminis režimas Lietuvoje. *Geologija*. T. 2(1). P. 1–13.
- Maikštėnienė S., Šlepetienė A., Masionytė L. 2007. Verstuvinio ir nevertuvinio pagrindinio žemės dirbimo poveikis glėjiškų rudžemių savybėms ir agrosistemų energetiniam efektyvumui. *Žemdirbystė*. T. 94(1). P. 3–23.
- Mcvay K. A., Budde J. A., Fabrizzi K., Mikha M. M., Rice C. W., Schlegel A. J., Peterson D. E., Sweeney D. W., Thompson C. 2006. Management effects on soil physical properties in long-term tillage studies in Kansas. *Soil Science of America Journal*. Vol. 70. P. 434–438.
- Reicosky D. C., Archer D. W. 2007. Moldboard plow tillage depth and short-term carbon dioxide release. *Soil and Tillage Research*. Vol. 94. P. 109–121.
- Steponavičienė V. 2017. *Agroekosistemų tvarumas ir anglies sąkaupos dirvožemyje taikant ilgalaikes kompleksines priemones*: daktaro disertacija. Akademija, Kauno r. 52 p.
- SPSS Instat 10. Statistics I*. 2000. USA. 663 p.
- Velička R., Rimkevičienė M., Kriauciūnienė Z., Marcinkevičienė A. 2006. Augalų liekanose sukaupto lignino skaidymo priemolio glėjiškame rudžemyje dėsninčiai. *Žemės ūkio mokslai*. Nr. 3. P. 10–15.

21. Velykis A., Satkus A. 2012. Supaprastinto sunkių priemonių dirbimo įtaka vasarinių miežių piktžolėtumui ir derlingumui. *Žemės ūkio mokslai*. T. 19(4). P. 236–248.
22. Veršulienė A. 2017. *Ilgalaikiai dirvožemio savybių pokyčiai skirtingose agroekosistemose ir jų kompleksinė įtaka agroekocenozei*: daktaro disertacija. Akademija, Kauno r. P. 102–105.

**Aušra Sinkevičienė, Lina Skinulienė,
Vaida Steponavičienė, Gabrielė Černiauskaitė,
Karolis Bilkevičius, Valentinas Zubrickis**

IMPACT OF DIFFERENT TILLAGE ON SOIL PHYSICAL PROPERTIES, CO₂ EMISSIONS AND WINTER OILSEED RAPE YIELD

S u m m a r y

The investigation presents data on winter rape agrocenosis productivity, soil physical properties, and CO₂ metabolism intensity using different tillages.

The object of the research is the winter rape (*Brassica napus* L.) crop using different tillages.

The aim of the study was to determine and compare the effects of different tillages and direct sowing on winter oilseed rape, soil physical properties and CO₂ emissions.

Methods of analysis. The studies have been carried out in accordance with established procedures. The methods used to apply the Stationary Single Factor Field Experiment were installed at the Vytautas Magnus University Experimental Station in 1988. The study factor is tillage systems: normal deep pruning at a depth of 23–25 cm in autumn (DP), control; shallow pruning at a depth of 12 to 15 cm in autumn (SP); deep loosening at a depth of 8 to 10 cm in autumn (DL); shallow loosening 13–25 cm (SL); direct seeding with cultivation up to 5 cm (NT).

Results. For a long time, direct seeding into the stubble (with cultivation up to 5 cm) increases the resistance of the soil shear. During the whole investigation period, a lower CO₂ concentration was observed in shallow loosening and direct seeding fields. Simplified tillages did not have a significant impact on the yields of winter rape.

Keywords: soil CO₂ emission, moisture, simplified tillage, shear resistance, temperature