

# Neariminio žemės dirbimo ir tiesioginės sėjos poveikis dirvožemio erozijos intensyvumui, struktūringumui, drėgniui ir javų derlingumui

Irena Kinderienė

Lietuvos agrarinių ir miškų  
mokslų centras,  
Instituto al. 1,  
LT-58344 Akademija,  
Kėdainių r.  
El. paštas kaltbs@kaltbs.lzi.lt

Darbu siekta ištirti antierozinių neariminių žemės dirbimo ir sėjos technologijų poveikį dirvožemio erozijos procesams, dirvožemio struktūringumui, drėgniui ir javų (žieminiai kvietrugiai (*Triticum × secale*), vasariniai miežiai (*Hordeum distichon* L.), žieminiai kviečiai (*Triticum aestivum* L.)) grūdų derlingumui. Lauko eksperimentas darytas 2008–2012 m. LAMMC Kaltinėnų filiale (nuo 2012 m. – LAMMC Vėžaičių filialas). Šlaito dirvožemis buvo 7–9 polinkio, vidutiniškai eroduotas pasotintas balkšvažemis (JI-e2), *Eutric Albeluvisol* (ABe-em), pietų ekspozicijos, dulkiškas vidutinio sunkumo priemolis.

Nustatyta, kad taikant įprastinę GA (gilusis arimas, kultivavimas, sėja) ir supaprastintą L (lėkščiavimas, sėja) žemės dirbimo ir sėjos technologijas, netekta viršutinio dirvožemio sluoksnio vidutiniškai 3,69 ir 0,92 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Kituose supaprastinto žemės dirbimo technologijų (GS, SP, GP, SP+GP) ir tiesioginės sėjos (TS) laukeliuose dėl vandeningos erozijos netektas minimalus (toleruotinas) dirvožemio kiekis – per 3 metus vidutiniškai 0,04–0,4 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. TS laukeliuose paliktos ražienos patikimai apsaugojo dirvos paviršių nuo lietaus fizinio poveikio. Iškritus gausiems krituliams, jautri erozijai dirva buvo ankstyvuose javų augimo tarpsniuose. Taikant įprastinę GA technologiją šlaitams dirbti ir vykstant vandeningai dirvožemio erozijai, labiausiai nuo šlaito kritulių vandens buvo plaunami 0,25–0,5 mm ir <0,25 mm dirvožemio struktūriniai agregatai ( $r = -1^{**}$  ir  $r = -0,967$ ).

Neariminė seklijo + giliojo purenimo ir sėjos (SP+GP) technologija šlaito dirvožemyje dvigubai padidino 0,5–0,25 mm struktūrinių dirvožemio agregatų kiekį. Šio dydžio struktūrinių dalelių tendencingai daugėjo ir dėl seklijo purenimo (SP) bei giliojo skutimo (GS) technologijų. Šios žemės dirbimo technologijos tendencingai didino ir <0,25 mm dalelių frakcijos kiekį šlaito dirvoje, todėl jos esant gausiems krituliams gali skatinti dirvožemio ardymą. Taikant TS ir GP dirvos dirbimo technologijas šlaite, mikrostruktūrinių (<0,25 mm dydžio) dalelių frakcijos kiekis dirvoje nustatytas tendencingai mažesnis. Todėl pastarosios technologijos labiau tinkamos erozijai jautriems šlaitams dirbti.

Didžiausias poveikis grūdų derlingumui gautas taikant GP technologiją pirmaisiais po purenimo metais. Žieminių kvietrugių grūdų derlingumas, palyginti su GA, esmingai padidėjo 0,830 t ha<sup>-1</sup>, arba 18,7 %,  $P < 0,05$ . Kitos neariminės, supaprastinto žemės dirbimo ir TS technologijos per trejus tyrimo metus esminės įtakos derlingumui neturėjo. TS laukelių dirvožemis žieminių kvietrugių ir avižų vamzdelėjimo tarpsniu buvo esmingai drėgnesnis, palyginti su GA laukelio dirvos drėgniu, atitinkamai 1,2 ir 1,7 proc. vnt.,  $P < 0,05$ . Esmingai drėgnesnė 1,69 proc. vnt. ( $P < 0,05$ ) tiesioginės sėjos dirva per visą ariamąjį sluoksnį buvo ir žieminių kviečių brendimo laikotarpiu esant sausringoms oro sąlygoms.

Teigiami javų produktyvumo pokyčiai ir minimalūs 0,04 ir 0,4 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> dirvos erozijos nuostoliai, gauti taikant neariminę GP technologiją, išryškino jos naudojimo pirmą eilumą dirbant šlaito dirvą. TS technologija didino dirvos drėgnį javų vegetacijos ir brandos metu bei mažino labiausiai plaunamą su krituliais smulkiausių dirvos agregatų (<0,25 mm) frakcijos kiekį, todėl taip pat tinkamesnė erozijos veikiamuose šlaituose.

**Raktažodžiai:** neariminės technologijos, tiesioginė sėja, šlaitas, dirvožemio erozija, javai, struktūringumas, dirvožemio drėgnis, derlingumas

## ĮVADAS

Daugelis tyrėjų pažymi dirvožemio mechaninio ardymo neigiamą poveikį aplinkai: vandens tarša, organinės medžiagos praradimas, sumažėjusi dirvožemio vandens talpa, kuri mažina žemės našumą ir augalų produktyvumą (Bakker et al., 2007; Putte et al., 2010), didina vandens erozijos ir maisto medžiagų nuostolius (Brunner et al., 2008; Kinderienė, 2011). Apie 52 % Lietuvos teritorijos sudaro kalvotas reljefas, kuriame dirvos eroduoja (Kudaba, 1983), o metinė dirvožemio netektis šlaite priklausomai nuo augalų gali būti įvairi – nuo 0,01–18,5 t ha<sup>-1</sup> (be augalų) ir dar labiau išreikšta iki 24,2–87,12 t ha<sup>-1</sup> auginant bulves, todėl čia galima didžiausia erozijos grėsmė (Jankauskas, 2007; Kinderienė, Karčiauskienė, 2012). Erozijs intensyvumas priklauso nuo kritulių kiekio, reljefo, pasėlių būklės, augalų sėjomainos, dirvožemio augalinės dangos ir dirvos dirbimo (Fiener et al., 2011; Jankauskas, 2012; Ulen et al., 2012). Tradicinė žemdirbystė su intensyviu žemės dirbimu tokiose vietovėse veda prie dirvožemio degradacijos ir augalų produktyvumo mažėjimo (Derpsch et al., 2010). Vadinasi, eroduojamose dirbamose dirvose reikalingos saugančios dirvožemį priemonės ir technologijos. Tai skatina minimizuoti dirbimą, taikyti išteklius tausojančias žemės ūkio technologijas (Kassam ir kt., 2009), o konservuojamuoju rudeniniu žemės dirbimu ar atsisakant arimo sumažinti erozijos procesus šlaite (Blank, 2007; Basch et al., 2008). Dabartiniu metu pasaulyje minimizuotas žemės dirbimas taikomas 95 mln. ha. 47 % šios technologijos yra praktikuojama Lotynų Amerikoje, 39 % – JAV ir Kanadoje, 9 % – Australijoje ir 3,9 % – kitose Europos ir Azijos šalyse, Šveicarijoje, Didžiojoje Britanijoje. Vokietijoje nuo 20 iki 40 % visų pasėlių sėjama į neartą ar minimaliai paruoštą dirvožemį (Derpsch et al., 2010).

Rytų Lietuvos kalvose (1975–1980) atliktais minimalaus žemės dirbimo bandymais nustatyta, kad minimaliai dirbant žemę agregatu „APE-2,4“ pirmaisiais ir antraisiais metais erozija sumažėjo 3,9 karto, palyginti su tradiciniu dirbimu, padidėjo avižų grūdų derlius (Bieliauskas, 1985). 1982–1987 m. Žemaičių aukštumos 6–8° šlaite nustatyta, kad minimaliai dirbant žemę erozijos nuostolius galima sumažinti nuo 3,4 iki 13,6 karto, o atsisakius giliojo rudeninio arimo jų visai išvengti (Kinderienė, 2011). 1986–1991 m. kompleksiniais

žemės dirbimo tyrimais vakarinėje Lietuvos dalyje nustatyta, kad erozijos nuostolius net 25 % sumažina dirvos dirbimas čizelinu kultivatoriumi „KČ-5,1“. Mažiausi dirvožemio 0,10–0,22 t ha<sup>-1</sup> nuostoliai buvo atsisakius pagrindinio žemės dirbimo (Feiza, 2002). 1997–2002 m. atliktais supaprastinto neariminių technologijų tyrimais nustatyta, kad sekclusis lėkščiavimas rudenį lėkštinėmis akėčiomis ir neariminis dirbimas bei augalinių liekanų (šiaudų) naudojimas eroziją labai sumažino arba ją sustabdė (Kinderienė, 2011).

Žemės dirbimas formuoja vandens ir augalų mitybos režimus, vadinasi, turi įtakos daugumai augalų augimo veiksnių, lemiančių derlių ir jo kokybę (Velykis, Satkus, 2012). Dirvos dirbimu neigiamai veikiama daugelis dirvožemio savybių, taip pat skatinamas susidaryti sutankėjęs dirvožemio sluoksnis armens ir poarmenio sandūroje (Derpch, 2005).

Sunkaus priemolio dirvose didžiausias augalų derlius ir geresnės dirvos savybės buvo taikant sėjomainoje įprastą intensyvaus žemės dirbimo sistemą (Birkas, 2007; Feizienė ir kt., 2007). Taip pat teigiama, kad ir supaprastintas žemės dirbimas pagerino dirvožemio struktūringumą – padidėjo patvarių agregatų kiekis (Jodaugienė, 2002; Čiuberkis ir kt., 2008; Buragienė ir kt., 2011), arba neturėjo neigiamos įtakos agrocheminėms ir fizikinėms savybėms (Šimanskaitė, 1996; Feiza ir kt., 2002). Sėjant augalus tiesiogiai į nepurentą ir neartą dirvą, fizikinės savybės blogėjo (Feizienė et al., 2007), tačiau didėjo drėgmės kiekis 0–10 cm sluoksnyje (Feizienė et al., 2007; Feiza ir kt., 2008), dirva buvo drėgnesnė (Velykis, Satkus, 2005; De Vita et al., 2007; Šimanskaitė ir kt., 2007). Lietuvos sąlygomis mažinant žemės dirbimo intensyvumą galima sutaupyti daug didesnę kiekį dirvožemio drėgmės, dėl kurios sėklos geriau dygsta (Šarauskis et al., 2009). Didesni drėgmės resursai augalams ypač svarbūs eroduotuose kalvų šlaituose. Ilgalaikis (50 metų) beariminių sistemų naudojimas su visų augalinių liekanų gražinimu didino grūdų derlių (Campbell et al., 2011) arba neturėjo neigiamo poveikio (Stancevičius ir kt., 1996; Šimanskaitė, 1996; Feiza ir kt., 2005). Tačiau yra pateikiama ir kitokių rezultatų. Augalų derlingumo sumažėjimo tendencijas nuo tiesioginės sėjos nustatė Lietuvos (Cesevičius ir kt., 2005; Romaneckas ir kt., 2006) ir kitų šalių tyrėjai (Putte et al., 2010). Nearimnio ir tiesioginės sėjos žemės dirbimo sistemos

Lietuvos kalvoto reljefo dirvožemiuose nebuvo pakankamai iširtos, o klimato pokyčiai ir naujų, pažangesnių padargų pasiūla skatino siekti naujų rezultatų ir žinių.

Tyrimo tikslas ir uždaviniai – nustatyti šiuolaikinių neariminių (giliojo skutimo, sekliojo ir giliojo purenimo, lėkščiavimo) ir tiesioginės sėjos žemės dirbimo technologijų poveikį dirvožemio erozijai (i), dirvožemio struktūringumui (ii), dirvos drėgnei (iii) ir javų derlingumui (iiii). Palyginti šių technologijų pranašumus su tradiciniu dirbimu (gilioju arimu, kultivavimu, sėja) auginant kalvoje javus, kai mechaninį dirvos paviršiaus vartymą siekiama sumažinti iki minimumo.

## TYRIMO METODAI IR SĄLYGOS

2008–2012 m. LAMMC Kaltinėnų filiale (nuo 2012 m. – LAMMC Vėžaičių filialas) vidutiniškai eroduotame pasotintame balkšvažemyje (JI-e2), *Eutric Albeluvisol (ABe-em)* (dulkiškas vidutinio sunkumo priemolis) 7–9° statumo, pietų krypties šlaite atliktas lauko stacionarus eksperimentas. Dirvožemis rūgštokas (pHKCl 5,9–6,0), mažo fosforingumo (44–70 mg kg<sup>-1</sup>), didelio kalingumo (203–261 mg kg<sup>-1</sup>) ir vidutinio humusingumo (2,3–2,7 %).

Dirvožemio (0–20 cm sluoksnio) agrocheminės savybės nustatytos prieš įrengiant eksperimentą. Judrusis fosforas (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ir judrusis kalis (K<sub>2</sub>O) dirvo-

žemyje nustatytas Egner–Riehm–Domingo metodu (A–L) LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorijoje. Bandymų laukeliai išdėstyti išilgai šlaito (skersai horizontalių), 3 pakartojimais. Variantai pakartojimuose išdėstyti atsitiktine tvarka. Pradinis laukelio dydis – 240–273,6 m<sup>2</sup>. Laukelio plotis – 4 m, o ilgis – 60–68,4 m. Neariminių žemės dirbimo technologijų poveikis tirtas po daugiamečių žolių priešsėlio. Javų sėjomaina buvo tokio eiliškumo: žieminiai kvietrugiai (*Triticum × secale*), vasariniai miežiai (*Hordeum distichon* L.), žieminiai kviečiai (*Triticum aestivum* L.), avižos (*Avena sativa*, poveikis).

Kontrolinio varianto laukeliai kasmet arti (žieminiams – 2 mėn. prieš sėją, o vasariniams – rudenį, rugsėjo mėn.) verstuviniu plūgu „Overum“ (Švedija), atitinkamai tuo pačiu laiku lėkščiuota lėkštinėmis akėčiomis „BDN-3“ (Rusija) (seklusis lėkščiavimo variantas).

Kiti eksperimento laukeliai įdirbti prieš sėją: gilusis skutimo variantas – universaliu skutikliu „Top Down-300“ (Väderstad, Švedija); sekclusis purenimo variantas – „Disco-mulch“ (AGRISEM International, Prancūzija); gilusis purenimo variantas – giluminis purentuvu „Combiplow“ (AGRISEM International, Prancūzija) tik pirmaisiais metais; tiesioginė sėja – sėjama „Rapid 400“ (Väderstad, Švedija). Neariminių technologijų laukeliuose javai sėti sėjama „Rapid 400“, o artuose – sėjama „Saxsonia A 201“ (Vokietija).

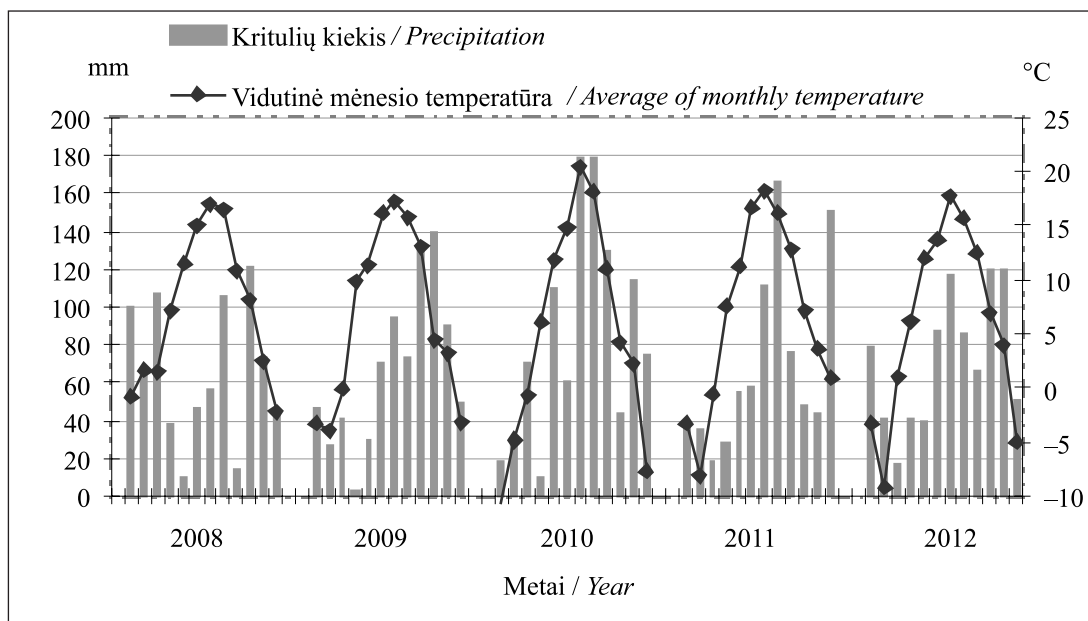
1 lentelė. Neariminių žemės dirbimo ir sėjos technologijų eksperimento, įrengto 7–9° šlaite, tyrimo schema  
Table 1. Experimental design of ploughless and direct sowing soil tillage technologies, conducted on 7–9° slopes

Variantas ir sutrumpinimas <i>Treatment and abbreviation</i>	Žemės dirbimo technologijos / Tillage technologies	
	Pagrindinis (rudenis) <i>Primary soil tillage</i>	Priešsėjinis žemės dirbimas, sėja <i>Presowing soil tillage, sowing</i>
Gilusis verstuvinis arimas (GA) <i>Deep ploughing (control) (DP)</i>	Gilusis arimas / <i>Deep ploughing, 20–22 cm</i>	Kultivavimas, sėja / <i>Cultivation, sowing</i>
Neverstuvinis gilusis skutimas (GS) <i>Deep ploughless tillage (DD)</i>	Nedirbta / <i>No till</i>	Gilusis skutimas 20 cm, sėja <i>Deep ploughless tillage, sowing</i>
Sekclusis purenimas (SP) <i>Shallow loosening (SL)</i>	Nedirbta / <i>No till</i>	Sekclusis purenimas, 5–6 cm, sėja <i>Shallow loosening, sowing</i>
Gilusis purenimas (GP) <i>Deep loosening (DL)</i>	Nedirbta / <i>No till</i>	Gilusis purenimas 30–35 cm, sėja <i>Deep loosening, sowing</i>
Sekclusis + gilusis purenimas (SP+GP) <i>Shallow + deep loosening (SL+DL)</i>	Nedirbta / <i>No till</i>	Sekclusis + gilusis purenimas 5–6 cm +30–35 cm, sėja <i>Shallow + deep loosening, sowing</i>
Sekclusis lėkščiavimas (L) <i>Discing (D)</i>	Sekclusis lėkščiavimas 12–15 cm / <i>Discing</i>	Tiesioginė sėja / <i>Direct sowing</i>
Tiesioginė sėja, nedirbta (TS) <i>Direct sowing, not tilled (DS)</i>	Nedirbta / <i>No till</i>	Tiesioginė sėja / <i>Direct sowing</i>

Javų pasėliai tręšti kompleksinėmis NPK 16:16:16 trąšomis (foninis tręšimas) skiriant kiekvieno elemento po 90 kg ha<sup>-1</sup> veikliosios medžiagos. Žieminių kvietrugių, žieminių kviečių sėta po 6,0 mln. ha<sup>-1</sup> ir miežių – 5,5 mln. ha<sup>-1</sup> sėklų. Kvietrugių, miežių ir avižų grūdai beicuoti *Rak-silu 060 FS* (tebukonazolas 60 g/l) 500 ml t + 5 l vandens. Miežių pasėliuose piktžolių kontrolei buvo naudotas herbicidas *MCPA Super* (MCPA 500 g l<sup>-1</sup>) 1,5 l ha<sup>-1</sup>. Žieminiai kvietrugiai ir kviečiai krūmijimosi tarpsniu purkšti *Alister Grande* (metilmesosulfuronas 6 g l<sup>-1</sup> + natrio metiljodosulfuronas 4,5 g l<sup>-1</sup> + diflufenicanas 180 g l<sup>-1</sup>) 0,8 l ha<sup>-1</sup>, o avižos – *Banvel 4S* (dikamba 480 g l<sup>-1</sup>) 0,3 l ha<sup>-1</sup>. Vandens norma – 200 l ha<sup>-1</sup>. Kenkėjai naikinti insekticidu *Deciu* 0,25 g ha<sup>-1</sup> (deltametrinas 25 g l<sup>-1</sup>). Kvietrugių apsaugai nuo ligų naudotas fungicidas *Juventus* 60 g l<sup>-1</sup> (metkonazolas 60 g l<sup>-1</sup>) – 1 l ha<sup>-1</sup>, o vasarinių javų apsaugai – *Bamper* (propikonazolas 250 g l<sup>-1</sup>) – 0,5 l ha<sup>-1</sup>. Auginti žieminiai kvietrugiai 'Talentro', miežiai 'Luokė', žieminiai kviečiai 'Širvinta' ir avižos 'Migla' veislės.

**Meteorologinės sąlygos.** Laukuvos meteorologinės stoties duomenimis, 2008 m. rugsėjo mėn. oras buvo šiltas ir sausas (kritulių kiekis – 14,8 mm). Palyginti su daugiamečiais vidurkiais, šiltesni su mažiau kritulių nei kitais tyrimo metais buvo ir šių metų žiemos orai. Ru-

denį, žiemą ir 2009 m. pavasarį negausūs krituliai nesukėlė erozijos. Tačiau tų pačių metų rudenį dėl gausių kritulių, kai per rugsėjį–lapkritį iškrito 45 % metinių kritulių, ariminio dirbimo ir lėkščiuotuose laukeliuose dėl kritulių sulaukta stipraus dirvožemio ardymo, kuris matuotas prieš dirbimą 2010 m. pavasarį. Dėl labai sausringų 2009–2011 m. balandžio mėn. orų žieminiai ir vasariniai javai prastai vystėsi. Tuo tarpu šalčiausia, palyginti su daugiamečiu vidurkiu, su storu sniego sluoksniu (storis iki 35 cm) bei su 25 % didesniu metiniu kritulių kiekiu buvo 2010 m. žiema. Keletą kartų susidarė ledo plutelė ir reali grėsmė žieminiams kviečiams iššusti. 2009 ir 2012 m. gegužės mėn., palyginti su daugiamečiu vidurkiu, buvo atitinkamai 48 ir 32 % mažiau kritulių. Birželio mėn. drėgmės sąlygos augalams augti pagerėjo ir buvo artimos optimalioms (HTK – 1,2–1,4). Pastebėta, kad 2010–2011 m. liepos orai buvo šiltesni, palyginti su daugiamečiu temperatūros vidurkiu (16,7 °C). Šio mėnesio orai tyrimų metais buvo lietingi, o dirvos – per tekinio drėgnumo. Taip pat lietingi buvo 2008 ir 2009 m. spalio orai. Gausių liety (113,6–120 mm) sulaukta 2010 ir 2012 m. lapkričio ir 2011 m. gruodžio (150,9 mm) mėnesiais (1 pav.). Didesnis kritulių kiekis, palyginti su daugiamečiu vidurkiu (810,7 mm), buvo 2010–2012 metais.



**1 pav.** Kritulių kiekis (mm) ir vidutinė paros oro temperatūra (°C) tyrimų laikotarpiu (Laukuvos meteorologinė stotis, 2008–2012 m.)

**Fig. 1.** The amount of precipitation (mm) and average day air temperature (°C). Data from the Laukuva Meteorological Station, 2008–2012

**Tyrimo duomenų apdorojimas.** Duomenys įvertinti taikant kompiuterinių duomenų paketą SELEKCIJA, programą ANOVA (versija 3.43) ir STAT (Tarakanovas, Raudonius, 2003). Duomenys ne-transformuoti.

Javų grūdų derlingumas (kg iš laukelio) nustatytas sveriant (svarstyklėmis). Paimti grūdų ėminiai (3 biukseliai) drėgnumui ir po 1 ėminį iš laukelio grūdų švarumui nustatyti bei kitoms grūdų analizėms. Dirvožemio struktūringumas tirtas kasmet kiekviename laukelyje po javų derliaus nuėmimo sauso sijojimo N. I. Savinovo metodu. Tyrimui atlikti iš 0–20 cm gylio trimis pakartojimais kastuvu paimti dirvos ėminiai (per 500 g). Dirvožemio drėgmės kiekiui (%) nustatyti bandiniai paimti grąžtu 3 kartus per vegetaciją (javų augimo pradžioje, intensyviai augant ir javams bręstant) iš ariamojo sluoksnio, po to džiovinti termostate nuolatinėje +105 °C temperatūroje iki pastovaus svorio (svėrimo metodu).

Dirvožemio erozijos suminiams nuostoliams šlaito dirvožemyje įvertinti išmatuotas kritulių vandens padarytų išgraužų tūris (m<sup>3</sup> laukelyje). Matavimai atlikti kiekviename erozijos paveiktame laukelyje prieš pavasarinį dirbimą ir vegetacijos metu susiformavus išgraužoms (Zaslavskiy, 1983).

Erozijos nuostoliams įvertinti naudota formulė:

$$x = [(\sum l p + \sum l_1 p_1 + \dots + \sum l_n p_n) n] : y;$$

$x$  = erozijos išgraužų (griovelių) tūris (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>);  $l_1, \dots, l_n$  – išgraužų gylis (cm<sup>-1</sup>);  $p_1, \dots, p_n$  – išgraužų plotis (cm<sup>-1</sup>);  $n$  = griovelių skaičius;  $y$  – matuoto sklypo plotas (m<sup>-1</sup>).

## TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

**Dirvožemio erozijos nuostolių tyrimai.** Dirvožemio eroziniai procesai žieminiuose kvietrugiuose (2009) nepasireiškė, nes nebuvo gausių kritulių 2008 m. rudens–žiemos laikotarpiu, o 2009 m. pavasaris buvo labai sausringas. 2009 m. rudenį – 2010 m. žiemą, taikant GA ir L žemės dirbimo technologijas vasariniams miežiams auginti, dirvožemio nuostoliai šlaito dirvožemyje buvo patirti vidutiniškai – 10,15 ir 2,59 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Kitų neariminių žemės dirbimo technologijų GS, SP, GP, SP+GP ir TS laukeliuose po derliaus nuėmimo iki pavasario paliktos ražienos patikimai apsaugojo dirvos paviršių nuo lietaus fizinio poveikio (2 lentelė).

2010 m. rudens–žiemos laikotarpiu šlaito dirvožemis nebuvo ardomas. 2011 m. pavasarį storo sniego sluoksnio tirpimo ir polaidžio metu, žieminių kviečių daigams esant silpnos antierozinės galios, dirvožemis nuplautas tiek GA, tiek neariminio dirbimo ir TS laukeliuose.

Šiuo atveju įtakos turėjo šlaito mikroreljefas, kritulių gausumas, augalų išsivystymas. 2011 m. rudenį šlaito dirva buvo giliai suarta kitų metų avižų sėjai, tačiau erozinių procesų vyksmo nenustatyta. Trejų metų vidurkių vertinimu, daugiausia dirvožemio dėl vandeninės erozijos netekta taikant GA technologiją, vidutiniškai 3,69 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Dėl kitų neariminių žemės dirbimo technologijų ir tiesioginės sėjos įtakos dirvožemio (dėl erozijos) netekta toleruotinai – per metus vidutiniškai 0,04–0,40 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Panašios erozijos nuostolių kitimo tendencijos,

2 lentelė. Neariminio žemės dirbimo ir tiesioginės sėjos įtaka vidutiniams metiniams dirvožemio erozijos nuostoliams 7–9° statumo šlaite m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>

Table 2. Effect of ploughless soil tillage and direct sowing technologies on soil erosion losses on 7–9° slopes, m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>

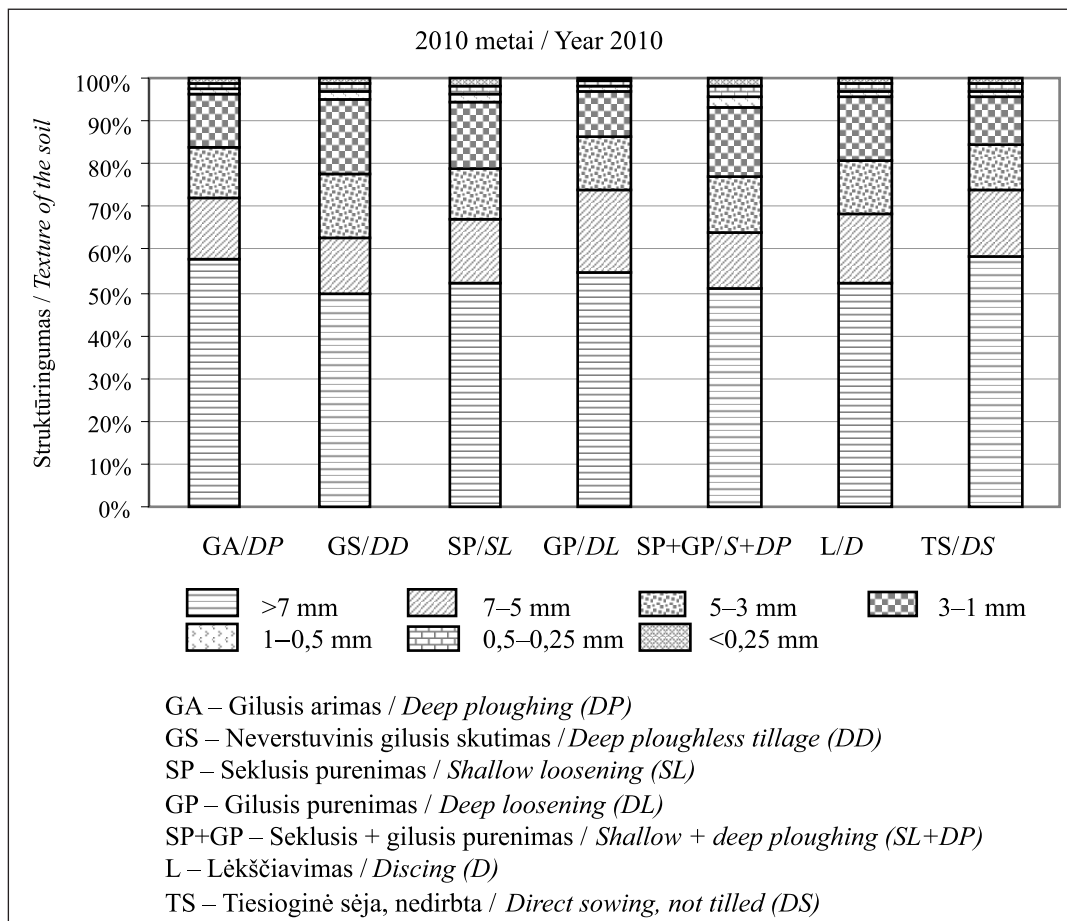
Variantai Treatments	Dirvožemio erozijos nuostoliai m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> Soil loss, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> yr <sup>-1</sup>			
	2009 m. Year 2009	2010 m. Year 2010	2011 m. Year 2011	Trejų metų vidurkis Average
Gilusis verstuvinis arimas (kontrolinis) / Deep ploughing (control)	0	10,15 ± 0,77	0,92 ± 0,49	3,69 ± 2,13
Neverstuvinis gilusis skutimas / Deep ploughless tillage	0	0	0,25 ± 0,18	0,08 ± 0,11
Seklusis purenimas / Shallow loosening	0	0	0,83 ± 0,58	0,28 ± 0,32
Gilusis purenimas / Deep loosening	0	0	1,19 ± 0,35	0,40 ± 0,36
Seklusis + gilusis purenimas / Shallow + deep loosening	0	0	0,33 ± 0,24	0,11 ± 0,13
Seklusis lėkščiaavimas / Discing	0	2,59 ± 1,29	0,17 ± 0,13	0,92 ± 0,79
Tiesioginė sėja, nedirbta / Direct sowing, not tilled	0	0	0,11 ± 0,09	0,04 ± 0,05
R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>		2,374	1,070	0,893

taikant supaprastintą žemės dirbimą, nustatytos ir kituose darbuose (Bieliauskas, 1985; Feiza, 2002). Koreliacinė regresinė analizė tarp metinių kritulių (mm) ir dirvožemio nuostolių ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ), gautų taikant įprastinę GA ir supaprastintą L technologijas, parodė tamprų, bet nelabai reikšmingą šių rodiklių ryšį ( $r = 0,926$  ir  $r = 0,927$ ). Kitų reikšmingų ryšių, taikant nearimines ir tiesioginės sėjos technologijas, nebuvo rasta.

**Dirvožemio struktūringumas.** 2009 m. kontrolinio, GA laukelių dirvožemio didžioji dalis šlaito viršuje – 80,3 %, o šlaito apačioje – 63,7 % buvo stambios trupiniškos struktūros (3–10 mm pagal Savinovą). Vidutinio dydžio dirvožemio trupinėliai (3–1 mm) dėl įvairių pagrindinio žemės dirbimo technologijų įtakos šlaito viršaus dirvožemyje sudarė vidutiškai 10,4–15,8 %, o šlaito apačios jų buvo daugiau – 18,9–22,6 %. Šlaito apačios dirvožemyje

smulkios trupinėlių frakcijos (1–0,5 mm) nustatyta beveik dvigubai daugiau, o grūdėtųjų dirvožemio (0,5–0,25 mm) agregatų frakcijos – 2–3 kartus daugiau, palyginti su šlaito viršaus dirvožemiu. Dulkinės frakcijos (<0,25 mm) mikrostruktūrinių agregatų šlaito apačios armenyje nustatyta 3–4 kartus daugiau negu šlaito viršaus. Esmingi neigiami 5–3 ir 3–1 mm šlaito dirvos agregatų pokyčiai nustatyti taikant GS, o 0,5–0,25 mm – L ir GP+SP technologijas. Tačiau nuo abiejų pastarųjų labai, atitinkamai 19,3 ir 20,8 %, padaugėjo stambiausios >7 mm frakcijos dirvožemio agregatų.

2010 m. dėl SP+GP šlaito dirbimo technologijos poveikio, palyginti su GA, esmingai padaugėjo 1,4–2,8 % (dvigubai) 0,5–0,25 mm dirvožemio frakcijos agregatų kiekis ( $P < 0,05$ ), o 3–1 mm frakcijos – 4,2 % ( $P > 0,05$ ) (2 pav.). Kitų esmingų dirvos struktūringumo pokyčių 2010 m. nenustatyta. Kiti



Pastaba / Note: 95 % tikimybės lygmuo / 95% level of probability: >7 mm – 8,74, 7–5 mm – 8,75, 5–3 mm – 3,61, 3–1 mm – 5,10, 1–0,5 mm – 0,70, 0,5–0,25 mm – 1,40, <0,25 mm – 0,85.

**2 pav.** Neariminio žemės dirbimo ir tiesioginės sėjos įtaka šlaito dirvos struktūringumui, 2010 m.  
**Fig. 2.** Impact of ploughless and direct sowing tillage methods on the soil structure of slopes in 2010

autoriai pateikia panašius struktūrinių agregatų pokyčius taikant sekliųjų purenimą (Čiuberkis ir kt., 2008).

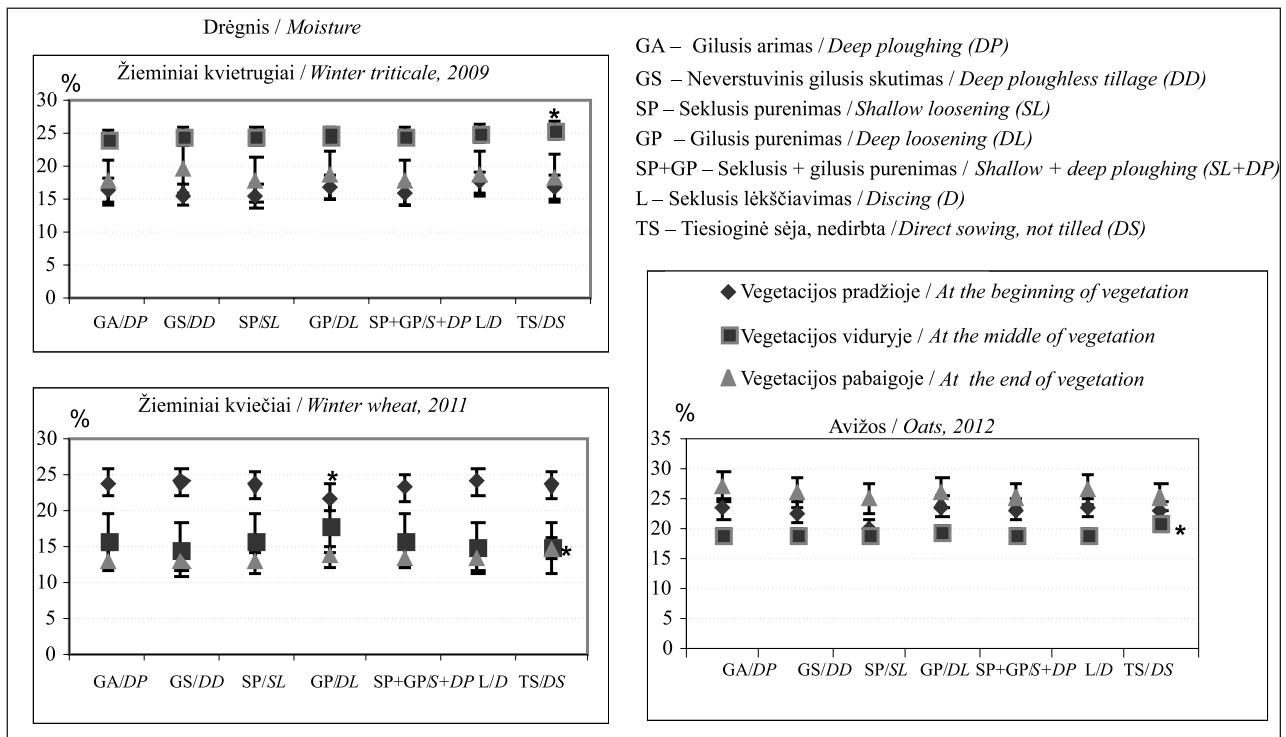
2011 m. 7–5 mm struktūrinių agregatų dirvoje, palyginti su GA, tendencingai pagausėjo taikant SP, o >7 mm – TS technologiją ( $P > 0,05$ ). 5–3 ir 3–1 mm agregatų mažesnis kiekis ( $P > 0,05$ ) dirvožemyje buvo dėl visų technologinių dirbimų įtakos, palyginti su GA. 1–0,5 mm dirvožemio frakcijos 11 % ( $P > 0,05$ ) daugiau buvo SP+GP laukelio dirvoje, palyginti su įprastine GA technologija. Dėl kitų neariminių dirbimų įtakos dirvožemyje jų nustatyta mažiau. Esmingos įtakos neariminiai žemės dirbimo būdai dirvožemio struktūringumui šiais metais neturėjo. Panašių dirvosauginių žemės dirbimų sistemų įtaką dirvos struktūringumui kalvoje nurodo V. Feiza (2002).

Trejų metų porinė regresinė analizė tarp dirvožemio erozijos nuostolių ( $m^3 ha^{-1}$ ) ir šlaite vandens labiausiai plaunamų 0,5–0,25 ir <0,25 mm dirvožemio frakcijų kiekio parodė labai tamprų šių rodiklių ryšį taikant šlaite tradicinę GA technologiją:  $r = -1^{**}$  ir;  $r = -0,967$ . Taip pat tarpurės regresiniai ryšiai nustatyti tarp erozijos nuostolių ( $m^3 ha^{-1}$ ) ir 1–0,5 mm dirvožemio agregatų

kiekio GA technologijos dirvožemyje:  $R^2 = 0,99$ ,  $r = 0,995$ . Dėl kitų neariminių ir tiesioginės sėjos technologijų poveikio struktūrinių agregatų kiekio rodikliai su dirvožemio erozijos nuostoliais siejosi mažiau ir buvo mažo reikšmingumo.

**Dirvos drėgnis.** Lietuvių autorių duomenimis, miežiams ir žieminiams kvietrugiams augti optimalus vidutinio sunkumo priemolio dirvožemių armens drėgnis yra 17–18 % (Dirsė, 2001). Dirvožemio drėgnio analizėmis nustatyta, kad vasarinių miežių, žieminių kviečių ir avižų augimo pradžioje šlaite dirvožemis buvo drėgnas, o žieminių kvietrugių – artimas optimaliam drėgniui (3 pav.).

Vertinant viso šlaite duomenis javų stiebo ilgėjimo tarpsniu (BBCH 31–39) esmingi pokyčiai išryškėjo tik trečiaisiais metais. Žieminių kviečių GP technologijos laukelyje dirvos drėgnis buvo 1,96 proc. vnt. ( $P < 0,05$ ) mažesnis negu GA. Kitų esmingų drėgnio pokyčių šlaite augalų vegetacijos pradžioje taikant skirtingas technologijas nenustatyta. Intensyvaus javų augimo laikotarpiu (BBCH 41–59) skirtingo drėgnumo metais TS laukelių, užsėtų žieminiams kvietrugiais ir avižomis, dirvožemio drėgnis, palyginti su GA laukelių drėgniui, buvo esmingai didesnis atitinkamai 1,20 proc. vnt.



Pastaba / Note: \* – esminis skirtumas esant 0,05 tikimybės lygiui / significant at the 0.05 probability level.

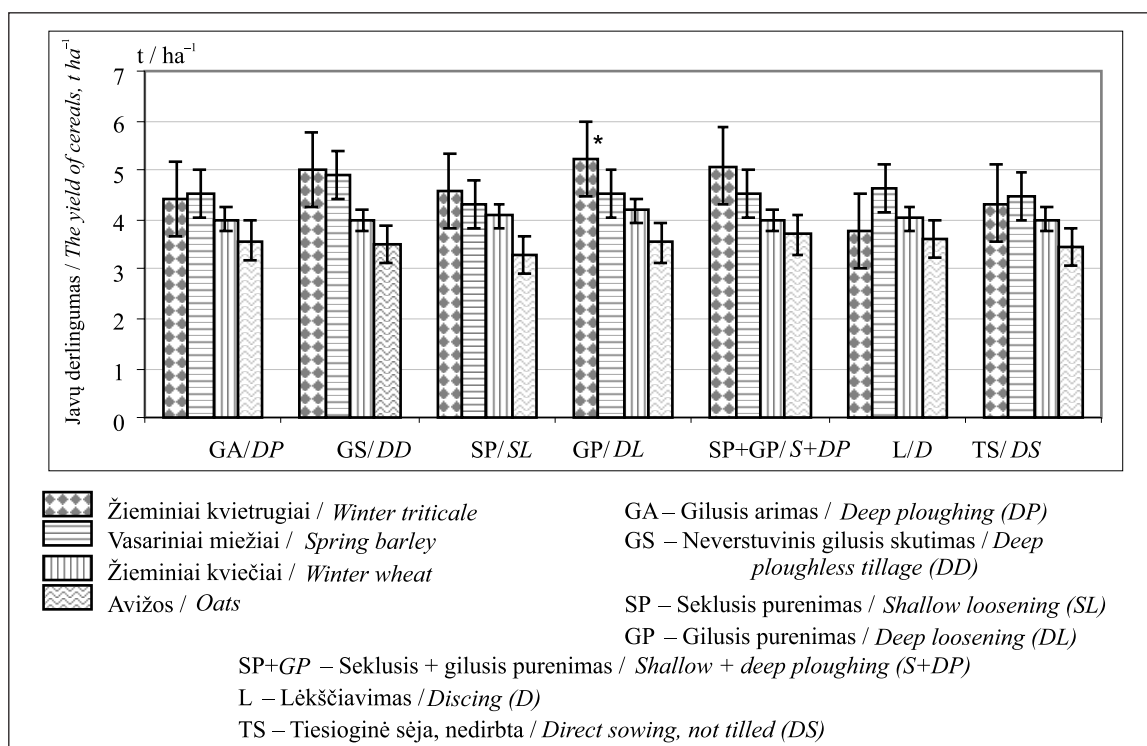
3 pav. Neariminio žemės dirbimo ir tiesioginės sėjos įtaka dirvožemio drėgniui (%) per augalų vegetacijos laikotarpį  
 Fig. 3. Impact of ploughless and direct sowing soil tillage technologies on the soil moisture at the period of vegetation, %

( $P < 0,05$ ) ir 1,73 proc. vnt. ( $P < 0,05$ ). Žieminiams kviečiams bręstant (BBCH 71-87) ir tuo metu vyraujant sausringiems orams TS laukelių dirvožemio drėgnis, palyginti su GA laukelio drėgniu, buvo taip pat esmingai didesnis 1,69 proc. vnt. ( $P < 0,05$ ) per visą armenį. Vasarinių miežių pasėlyje dirvos drėgnio pokyčių dėl neariminių technologijų taikymo nenustatyta. Kiti autoriai teigia, kad sausringomis oro sąlygomis TS taikymas – tai drėgmę (0–10 cm) tausojanti priemonė (Feizienė ir kt., 2009). LŽŪU Bandymų stotyje didžiausias dirvos drėgnis 0–10 cm gylyje prieš rudeninį dirvos dirbimą taip pat buvo nustatytas TS laukeliuose – 23,22 proc. vnt. (Buraigienė ir kt., 2011). Mažinant žemės dirbimo intensyvumą dirvos drėgnis tendencingai didėjo (Romaneckas ir kt., 2006; Šarauskis et al., 2009; Juchnevičienė ir kt., 2012). Užsienio tyrėjų teigimu, tiesioginės sėjos taikymas pagerina dirvožemio struktūringumą, kas leidžia geriau išlaikyti augalams prieinamą dirvožemio drėgmę (Lenssen et al., 2007). Tai ypač svarbu eroduojamuose šlaituose įkurdintoms agroekosistemoms.

**Javų grūdų derlingumas.** Kalvose netirtos šiuolaikinės neariminės ir tiesioginės sėjos tech-

nologijos didžiausią poveikį padarė pirmaisiais, palyginti su kitais, metais (taikytos žieminių kvietrugių grūdų derlingumui). Esmingą teigiamą įtaką grūdų derliui turėjo tik šlaito dirvožemio GP technologija, kai gautas derliaus priedas siekė 0,830 t ha<sup>-1</sup> arba 18,7 % ( $P < 0,05$ ) (4 pav.). Vasarinių miežių derlingumui neariminė GP šlaito dirvos dirbimo technologija esminės įtakos neturėjo, o priedas buvo 0,03 t ha<sup>-1</sup>, arba 0,7 %. Žieminių kviečių grūdų derlingumui (trečiaisiais metais) GP technologijos turėjo taip pat neesminę įtaką (derliaus priedas 0,180 t ha<sup>-1</sup>, arba 4,5 % ( $P > 0,05$ )). Dėl GS technologijos poveikio, palyginti su GA, žieminių kvietrugių grūdų derlius padidėjo 0,610 t ha<sup>-1</sup>, arba 13,9 %, o miežių – 0,380 t ha<sup>-1</sup>, arba 8,2 %, tačiau jis statistiškai nepatikimas. Žieminių kviečių grūdų derlingumui ši technologija neturėjo esmingo poveikio.

Žieminių kvietrugių grūdų gausus, bet statistiškai nepatikimas priedas gautas dėl SP+GP technologijos taikymo šlaite – 0,690 t ha<sup>-1</sup>, arba 15,5 %,  $P > 0,05$ , o dėl SP – 0,180 t ha<sup>-1</sup>, arba 4,1 % ( $P > 0,05$ ). Vasarinių miežių derlingumui teigiamas neesminis poveikis nustatytas taikant GS ir L



Pastaba / Note: \* – esminis skirtumas 0,05 tikimybės lygiui / significant at the 0.05 probability level.

**4 pav.** Neariminio žemės dirbimo ir tiesioginės sėjos įtaka javų grūdų derlingumui t ha<sup>-1</sup>  
**Fig. 4.** Impact of ploughless soil tillage and direct sowing technologies on the grain yield of cereals, t ha<sup>-1</sup>



technologijas. Miežių grūdų derliaus priedas, palyginti su įprastine GA technologija, atitinkamai buvo 8,2 % ( $P > 0,05$ ) ir 2,5 % ( $P > 0,05$ ). Taikant SP neariminę technologiją žieminių kviečių grūdų priedas siekė 0,07 t ha<sup>-1</sup>, arba 1,6 % ( $P > 0,05$ ), o naudojant L technologiją atitinkamai 0,02 t ha<sup>-1</sup>, arba 0,05 % ( $P > 0,05$ ). Kad minimalus žemės dirbimas taikant įprastą pasėlių priežiūrą nesumažino sėjomainoje auginamų augalų derliaus, nustatyta ir kitų tyrėjų (Bieliauskas, 1985; Stancevičius ir kt., 1996; Šimanskaitė ir kt., 2007), arba jis labai nesiskyrė (Feiza ir kt., 2005). TS technologijos taikymas šlaite neturėjo esmingos įtakos derlingumui visais tyrimo metais. Dvejus (iš trejų) metų nustatytos javų derlingumo mažėjimo tendencijos. Augalų derlingumo sumažėjimo tendencijas nuo tiesioginės sėjos taip pat nustatė Lietuvos (Cesevičius ir kt., 2005; Romaneckas ir kt., 2006) ir kitų šalių tyrėjai (Putte, 2010). Tyrimai šlaite parodė, kad SP taip pat turėjo teigiamą tendencingą ( $P > 0,05$ ) poveikį žieminių kvietrugių ir kviečių grūdų derliams, nors kiti autoriai nustatė, kad vidutinio sunkumo priemolio sekulusi purenimas esmingai mažino žieminių kviečių derlingumą (Juchnevičienė ir kt., 2012). Ketvirtaisiais metais įvertinant žemės dirbimo poveikį avių grūdų derlingumui neariminio žemės dirbimo ir sėjos technologijos įtakos neturėjo.

Grūdų derlingumo ir metinio kritulių kiekio koreliacinėmis-regresinėmis analizėmis nustatyta, kad taikant nearimines ir tiesioginės sėjos technologijas šie rodikliai tarpusavyje silpnai susiję ( $R^2 = 0,02-0,076$ ). Metiniai krituliai labiau susiję su grūdų derliumi tada, kai buvo taikyta L technologija ( $R^2 = 0,624$ , F ir  $r$  nereikšmingi). Nustatyta, kad grūdų derlius taikant nearimines antierozines žemės dirbimo technologijas nebuvo reikšmingai susijęs su drėgmės kiekiu dirvožemyje ankstyvaisiais javų augimo tarpsniais (daigų, krūmijimosi), o taip pat ir intensyvios vegetacijos metu, stiebo ilgėjimo periodu. Šių rodiklių sąveika buvo žymiai tamsesnė prieš nuimant derlių.

## IŠVADOS

Trejų metų vidutiniais erozijos nuostolių duomenimis, 7–9° polinkio šlaite, taikant įprastinę GA ir supaprastintą L žemės dirbimo technologijas, viršutinio dirvožemio sluoksnio netekta vidutiniškai 3,69 ir 0,92 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Kitų neariminių (GS, SP, GP,

SP+GP) ir TS žemės dirbimo technologijų laukuose dėl vandeninės erozijos netektas toleruotinas dirvožemio kiekis – vidutiniškai 0,04–0,40 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Ražienos patikimai apsaugojo dirvos paviršių nuo lietaus fizinio poveikio, o erozijai vykti jautri dirva buvo ankstyvaisiais javų augimo tarpsniais ir iškritus gausiems krituliams.

2. Neariminės žemės dirbimo technologijos (SP+GP), naudojamos šlaito dirvai dirbti, pavasarį dvigubai padidino 0,25–0,5 mm struktūrinių dirvožemio agregatų kiekį. Šių struktūrinių grumstelių dirvoje tendencingai didėjo dėl SP bei GS technologijų. Dėl jų poveikio tendencingai daugiau dirvoje nustatyta dulkinės (<0,25 mm dydžio) frakcijos agregatų. TS technologijos taikymas šlaite mikrostruktūrinių (<0,25 mm dydžio) frakcijos agregatų kiekį dirvoje 2009, 2010 ir 2011 m. tendencingai sumažino 6, 20,8 ir 30 %, o GP technologija 2010–2011 m. – atitinkamai 31,2 ir 30,0 % ( $P > 0,05$ ). Todėl pastarosios technologijos labiau tinkamos erozijai jautrioms šlaito dirvoms dirbti. Labiausiai kritulių vandens išplaunamų 0,5–0,25, <0,25 ir 1–0,5 mm dirvožemio struktūrinių frakcijų kiekis, taikant šlaite įprastinę GA technologiją, priklausė nuo erozijos nuostolių kiekio (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), atitinkamai  $r = -1^{**}$ ,  $r = -0,967$  ir  $r = 0,995$ . Tai rodo, kaip rizikinga rudenį kalvose taikyti GA, nes jis skatina eroziją ir smulkžemio (smėlžemio) netekimą.

3. TS laukelių dirvožemis intensyvaus žieminių kvietrugių ir avių augimo tarpsniu buvo esmingai drėgnesnis, atitinkamai 1,2 ir 1,7 proc. vnt.,  $P < 0,05$ , palyginti su GA. Esmingai drėgnesnė 1,69 proc. vnt. ( $P < 0,05$ ) tiesioginės sėjos dirva per visą ariamąjį sluoksnį buvo žieminių kviečių brandos laikotarpiu esant sausringoms oro sąlygoms.

4. Šlaitui dirbti taikytos neariminės antierozinio žemės dirbimo ir tiesioginės sėjos technologijos miglinių javų grūdų derlingumui turėjo skirtingą įtaką. Grūdų derlingumą labiausiai didino taikomos GP technologijos pirmaisiais po purenimo metais. Žieminių kvietrugių grūdų derlingumas, palyginti su GA, padidėjo 0,830 t ha<sup>-1</sup>, arba 18,7 % ( $P < 0,05$ ). Kitos neariminės GS, SP, SP+GP ir TS technologijos esminės įtakos javų grūdų derlingumui per trejus tyrimo metus neturėjo.

## LITERATŪRA

1. Bakker M. M., Govers G., Jones R. A., Rounsevell D. A. 2007. The effect of soil erosion on Europe's crop yields. *Ecosystems*. Vol. 10. P. 1209–1219.
2. Basch G., Geraghty J., Streit B., Sturny W. 2008. No-tillage in Europe – state of the art: constraints and perspectives. In: *No Till Farming Systems*. Special Publication No. 3. The World Association of Soil and Water Conservation. P. 159–168.
3. Bieliauskas P. 1985. *Dirvosauginė žemdirbystė kalvose*. Vilnius. 168 p.
4. Birkás M., Jolánkai M., Stingli A. 2007. Experiences in no-till farming in Hungary. In: *No Till Farming Systems*. Special Publication No. 3. The World Association of Soil and Water Conservation. P. 301–310.
5. Blank D. 2007. A fresh look at life below the surface. In: *No Till Farming Systems*. Special Publication No. 3. The World Association of Soil and Water Conservation. P. 73–80.
6. Brunner A. C., Park S. J., Ruecker G. R., Vlek P. L. G. 2008. Erosion modelling approach to simulate the effect of old land management options on soil loss by considering catenary soil development and farmers perception. *Land Degradation & Development*. Vol. 19. P. 623–635.
7. Buragienė S., Šarauskius E., Romaneckas K., Adamavičienė A., Avižienytė D., Katkevičius E. 2011. Skirtingų žemės dirbimo technologijų įtaka dirvožemio mechaninėms-fizikinėms savybėms. *Žemės ūkio inžinerija*. Nr. 43(3). P. 24–42.
8. Campbell C. A., Lafond G. P., VandenBygaart A. J., Zentner R. P., Lemke R., May W. E., Holzapfel C. B. 2011. Effect of crop rotation, fertilizer and tillage management on spring wheat grain yield and N and P content in a thin Black Chernozem: A long-term study. *Canadian Journal of Plant Science*. Vol. 91. P. 467–483.
9. Cesevičius G., Feiza V., Feizienė D. 2005. Tausojančiųjų žemės dirbimo būdų ir augalinių liekanų įtaka dirvožemio fizikinėms savybėms ir vasarinių miežių derliui. *Vagos: mokslo darbai*. Nr. 69(22). P. 7–18.
10. Čiuberkis S., Ožeraitienė D., Bernotas S., Ambrazaitienė D. 2008. Dirvožemio savybių pokyčiai taikant tradicinę ir supaprastinto rudeninio žemės dirbimo sistemas. *Žemdirbystė-Agriculture*. T. 95(2). P. 16–28.
11. Derpsch R., Moriya K. 2005. Tillage effects on soils, crops and ecosystem. *Proceedings of the 2nd International Conference on No-till Conservation Agriculture*. Dnipropetrovsk, Ukraine. P. 17–20.
12. Derpsch R., Friedrich T., Kassam A., Li H. 2010. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*. Vol. 3(1). P. 1–25.
13. De Vita P., Di Paolo E., Fecondo G., di Ponzio N., Pisante M. 2007. No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. *Soil and Tillage Research*. Vol. 92. P. 69–78.
14. Dirsė A. 2001. Žemės ūkio augalų vegetacijos laikotarpių drėgningumas. *Žemės ūkio mokslai*. Nr. 3. P. 51–56.
15. Jankauskas B., Jankauskienė G. 2007. Soil protecting land use system for hilly-undulating landscape. *Žemdirbystė*. Vol. 94(3). P. 146–161.
16. Jankauskas B. 2012. Soil erosion: case study of Lithuania. In: *Sustainable Agriculture. Ecosystem Health and Sustainable Agriculture*. Uppsala: Baltic University Press. P. 231–238.
17. Juchnevičienė A., Raudonius S., Avižienytė D., Romaneckas K., Bogužas V. 2012. Ilgalaikio supaprastinto žemės dirbimo ir tiesioginės sėjos įtaka žieminių kviečių pasėliui. *Žemės ūkio mokslai*. T. 19(3). P. 139–150.
18. Jodaugienė D. 2002. *Ilgamečio arimo ir purenimo įtaka dirvožemiui ir žemės ūkio augalų pasėliams supaprastinto žemės dirbimo sistemoje*: daktaro disertacijos santrauka. Dotnuva-Akademija. P. 13–23.
19. Feiza V. 2002. Skirtingų žemės dirbimo sistemų įtaka dirvožemio struktūringumui kalvotose Vakarų Lietuvos dirvose. *Žemdirbystė*. T. 79. P. 114–122.
20. Feiza V. 2008. *Dirvožemio agrofizikiniai bei tausojamojo žemės dirbimo tyrimai lygaus ir kalvoto reljefo dirvose*. Akademija, Kėdainių r. 32 p.
21. Feiza V., Šimanskaitė D., Deveikytė I., Šlepetienė A. 2005. Pagrindinio žemės dirbimo supaprastinimo galimybės lengvo priemolio dirvose. *Žemdirbystė: mokslo darbai*. T. 92(4). P. 66–69.
22. Feizienė D., Feiza V., Lazauskas S., Kadžienė G., Šimanskaitė D., Deveikytė I. 2007. The influence of soil management on soil properties and yield of crop rotation. *Žemdirbystė-Agriculture*. Vol. 94(3). P. 129–145.
23. Feizienė D., Feiza V., Kadžienė G. 2009. Meteorologinių sąlygų įtaka dirvožemio vandens garų srauto intensyvumui ir CO<sub>2</sub> emisijai taikant skirtingas žemės dirbimo sistemas. *Žemdirbystė-Agriculture*. T. 96(2). P. 3–22.
24. Fiener P., Auerswald K., Van Oost K. 2011. Spatio-temporal patterns in land use and management affecting surface runoff response of agricultural catchments – a review. *Earth-Science Reviews*. Vol. 106. P. 92–104.
25. Kassam A., Friedrich T., Shaxson F., Pretty J. 2009. The spread of conservation agriculture: justification, sustainability and uptake. *International Journal of Agricultural Sustainability*. Vol. 7. Issue 4. P. 292–320.
26. Kinderienė I. 2004. Supaprastinto žemės dirbimo bei augalų masės įterpimo naudojimo įtaka dirvožemio vandeninei erozijai. *Žemdirbystė: mokslo darbai*. T. 88(4). P. 90–101.

27. Kinderienė I. 2011. *Dirvožemio erozija ir prieš-erozinės technologijos Žemaitijos kalvose*. Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centras. P. 68–78.
28. Kinderiene I., Karčauskiene D. 2012. Effects of different crop rotations on soil erosion and nutrient losses under natural rainfall conditions in Western Lithuania. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*. Vol. 62. Suppl. 2. P. 199–205.
29. Kudaba Č. 1983. *Lietuvos aukštumos*. Vilnius. 186 p.
30. Van den Putte A., Govers G., Diels J., Gillijns K., Demuzere M. 2010. Assessing the effect of soil tillage on crop growth: A meta-regression analysis on European crop yields under conservation agriculture. *European Journal of Agronomy*. Vol. 33. Issue 3. P. 231–241.
31. Romaneckas K., Romaneckienė R., Šarauskis E. 2006. Pagrindinio žemės dirbimo įtaka cukrinių runkelių augimui lengvo priemolio dirvoje. *Žemdirbystė*. T. 93(4). P. 81–87.
32. Stancevičius A., Špokienė N., Trečiokas K., Raudonius S., Klimas E. 1996. Verstuvinio ir beverstuvinio žemės dirbimo palyginimas. *Žemdirbystės mokslo dabartis ir ateitis*. Dotnuva–Akademija. P. 79–85.
33. Šarauskis E., Romaneckas K., Buragienė S. 2009. Impact of conventional and sustainable soil tillage and sowing technologies on physical-mechanical soil properties. *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba*. Nr. 3(49). P. 36–43.
34. Šimanskaitė D. 2007. Arimo ir beplūgio žemės dirbimo įtaka dirvožemio fizikinėms savybėms ir augalų produktyvumui. *Žemės ūkio mokslai*. T. 14(1). P. 11–18.
35. Šimanskaitė D. 1996. Įvairių žemės dirbimo padargų ir būdų įtaka dirvožemiui ir derliui. *Žemdirbystė: mokslo darbai*. Dotnuva–Akademija. T. 55. P. 12–22.
36. Tarakanovas P., Raudonius S. 2003. *Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT*. Akademija (Kėdainių r.). 57 p.
37. Ulen B., Bechmann M., Øygarden L., Kyllmar K. 2012. Soil erosion in Nordic countries – future challenges and research needs. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*. Special Issue: Soil Erosion in the Nordic Countries. P. 176–184.
38. Velykis A., Satkus A. 2005. Žieminių augalų ir supaprastinto žemės dirbimo įtaka dirvožemio fizikinėms savybėms. *Žemės ūkio mokslai*. Vilnius. T. 17(3). P. 8–17.
39. Velykis A., Satkus A. 2012. Supaprastinto sunkių priemolių dirbimo įtaka vasarinių miežių piktžolėtumui ir derlingumui. *Žemės ūkio mokslai*. Vol. 19(4). P. 236–248.
40. Zaslavskiy M. N. 1983. *Erosion Science*. Moskva: Vyshaya shkola. 320 s. (in Russian).

## Irena Kinderienė

### THE EFFECT OF THE PLOUGHLESS SOIL TILLAGE ON SOIL EROSION, SOIL PHYSICAL PROPERTIES AND CROP YIELD

#### Summary

This work aims to investigate the impact of erosion-preventive, no till and direct sowing technologies on soil erosion processes, soil structure, moisture and yield of crops: winter triticale (*Triticum × secale*), spring barley (*Hordeum distichon* L.), and winter wheat (*Triticum aestivum* L.).

Field experiments were carried out at the Kaitinėnai Branch of the Lithuanian Research Centre of Agriculture and Forestry in 2008–2012 (Vėžaičiai Branch of LAMMC since 2011). The soil was with 7–9° inclination of the slope – meanly eroded saturated Albeluvisol (Jl–e2), *Eutric Albeluvisol* (ABE–em), of southern exposure, silty medium loam.

It was found that when the conventional DP (deep plowing, cultivation, seeding) and the reduced D (discing, seeding) soil tillage technologies were used, the average loss of the upper layer of soil was 3.7 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> and 0.9 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Using other soil tillage technologies (DD, SL, DL, SL+DL) and direct sowing (DS) fields, the minimum (tolerable) amount of soil loss due to water erosion during 3 years was on the average 0.04 to 0.4 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Stubble left after the harvest in reduced and DS fields reliably protected the soil surface from rain physical impact until the spring sowing time, and sensitive to erosion soil was in the early stages of crop growth, after heavy precipitation. When the conventional DP technology was used for slope cultivation, because of soil erosion caused by water 0.25–0.5 and <0.25 mm soil structural aggregates were mostly washed by slope precipitation ( $r = -1^{**}$  and  $r = -0.967$ ).

The ploughless shallow soil tillage + deep loosening and seeding (SL+DL) tillage technology doubled the quantity of the structural soil aggregates from 0.25 to 0.5 mm. Soil structural units of this size tend to increase because of shallow loosening (SL) and deep ploughless tillage (DD) technologies. These tillage technologies also increased the amount of aggregates less than 0.25 mm in the slope soil, so they can stimulate soil erosion. By using the DS and deep loosening + sowing (DL) soil tillage technology, a tendentious lower amount of microstructural (<0.25 mm) soil aggregates was established. Therefore, the last-mentioned technologies and slope surface covering with stubble in the autumn–winter time are most suitable for cultivation of erosion-sensitive slopes.

The experimental studies have established that the highest essential impact on grain yield was by applying the DL soil technology in the first year after loosening. Winter triticale grain yield, compared with DP, increased by 0.830 t ha<sup>-1</sup> ( $r = 0.76^*$ ,  $P < 0.05$ ) or 18.7%. Other non-ploughed, reduced soil tillage and DS technologies did not have essential impact on productivity within three years of the research. Soil of DS fields at the growth stage of winter

triticale and oat was substantially wetter, respectively 1.2% and 1.7 percentage of unit,  $P < 0.05$ , compared with the traditional DP field moisture. Substantially wetter 1.69 percentage of unit ( $P < 0.05$ ) direct sowing soil was throughout the arable layer in the maturity period of winter wheat in droughty air conditions.

Positive changes in the crop productivity and minimum 0.04 and 0.4 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> soil erosion losses resulting from the application of the ploughless DP technology highlighted the priority of its use for the slope cultivation. The DS technology increased the soil moisture content in the grain growing and maturity periods and reduced the amount of tiny soil aggregates (<0.25 mm), most washed with precipitation, so it is also more suitable for slopes subject to erosion.

**Key words:** ploughless soil tillage, direct sowing, slope, crop, soil erosion, structure of soil, moisture, yield