ISSN 1392-3196
Žemdirbystė-Agriculture, t. 96, Nr. 1 (2009), p. 23–38
UDK 631.51:631.445.152:631.412

ŽEMĖS DIRBIMO SISTEMŲ ĮTAKA GLĖJIŠKŲ RUDŽEMIŲ HIDROFIZIKINĖMS SAVYBĖMS

Danutė ŠIMANSKAITĖ, Virginijus FEIZA, Sigitas LAZAUSKAS,
Dalia FEIZIENĖ, Gražina KADŽIENĖ

Lietuvos žemdirbystės institutas
Instituto al. 1, Akademija, Kėdainių r. sav.
El. paštas: dana@lzi.lt

Santrauka

2006–2007 m. Lietuvos žemdirbystės institute Dotnuvoje vidutinio sunkumo priemolyje giliau karbonatingame sekliai glėjiškame rudžemyje (*RDg8-k2*), *Endocalcari-Epihypogleyic Cambisol* (*CMg-p-w-can*) atlikti tyrimai, kurių tikslas – įvertinti įvairių supaprastinto žemės dirbimo sistemų įtaką dirvožemio hidrofizikinėms savybėms ir augalų derlingumui. 2006 m. buvo auginti vasariniai rapsai ‘Maskot’, o 2007 m. – vasariniai kviečiai ‘Triso’. Nustatyta, kad sausais 2006 m. ir minimalus, ir bearimis žemės dirbimas buvo pranašesni už tradicinį, nes augalai galėjo panaudoti didesnį kiekį produktyviosios drėgmės (nuo vytimo drėgmės iki lauko drėgmės imlumo), ypač optimalią drėgmę (nuo kapiliarumo nutrūkimo drėgmės iki lauko drėgmės imlumo). Vasarinių rapsų derlius didėjo ir taikant seklų dirbimą, ir sėjant tiesiogiai į neįdirbtą dirvą, palyginti su tradiciniu rudeniniu dirbimu (skirtumai esminiai). Dirvožemio maksimalus higroskopiškumas ir vytimo drėgmė taikant supaprastintą žemės dirbimą, palyginti su tradiciniu dirbimu, beveik nesikeitė, šios drėgmės rūšys labiau priklausė nuo dirvožemio granuliometrinės sudėties nei nuo taikytų agropriemonių. Šlapiais 2007 m. tradicinis žemės dirbimas buvo pranašesnis už supaprastintą, ypač už bearimį. Vykstant globaliam klimato atšilimui, tiesioginė sėja į nepurentą dirvą priimtina, siekiant tausoti dirvožemio drėgmę pavasarį, ankstyvaisiais augalų augimo tarpsniais.

Reikšminiai žodžiai: tradicinis, seklus ir bearimis žemės dirbimas, dirvožemio hidrofizikinės savybės, klimatas.

Įvadas

Pagal klimato ir geografines sąlygas Lietuva patenka į ypač jautrių klimato pokyčiams šalių grupę. Be to, Lietuvos klimatas vis labiau praranda teritorinį savitumą ir yra apibūdinamas kaip atspindintis globalius klimato reiškinius. Klimato pokyčiai verčia iš esmės peržiūrėti tradicines žemdirbystės sistemas. Šiltėjant klimatui, žemės ūkyje labai svarbus tampa taupus dirvožemio drėgmės naudojimas /Chaves, Oliveira, 2004; Flexas et al., 2004/. Vienas galimų šios problemos sprendimo būdų – tausojamųjų žemės dirbimo sistemų taikymas.

Supaprastinant žemės dirbimą ir ypač sėjant į nepurentą dirvą, keičiasi dirvožemio fizikinės savybės: mažėja aeracija, laidumas vandeniui, didėja tankis bei kietumas /Feiza ir kt., 2004; Hanquet et al., 2004; Cesevičius ir kt., 2005; Licht, Al-Kaisi, 2005; Feizienė et al., 2006; Šimanskaitė, 2007/. Daugelio užsienio tyrėjų teigimu, tiesioginės

sėjos taikymas pagerina dirvožemio struktūringumą, o tai leidžia geriau išlaikyti augalų pasisavinamą dirvožemio drėgmę /Lenssen et al., 2007/ ir efektyviau ją panaudoti /Sakar et al., 2007/, palyginti su tradiciniu žemės dirbimu.

Keičiantis klimatui, pastebimai didėja ekstremalių temperatūrų ir drėgmės deficito grėsmė. Augalų fiziologiniai procesai yra tiesiogiai susiję su temperatūros bei drėgmės režimu ir jų kaita. Tai vieni pagrindinių aplinkos veiksnių, lemiančių augalų augimo ir vystymosi procesus /Yamaguchi-Shinozaki et al., 2002 b; Abdul Jaleel et al., 2007; Herden et al., 2007; Nakayama et al., 2007/. Vandens trūkumas augalams gali pasireikšti dėl sezoninio pasisavinamo vandens sumažėjimo dirvožemyje, atsirandančio per ilgą laikotarpį arba užtrukus sausrai /Chaves, Oliveira, 2004/. V. Feizos 2004–2005 m. tyrimų duomenimis, tiesioginė sėja drėgnais metais užtikrino mažesnį, o sausais – didesnį drėgmės kiekį 0–20 cm dirvožemio sluoksnyje /Feiza, 2008/. Dirvų neariant, drėgmės kiekis 0–5 cm ir 5–10 cm dirvožemio sluoksniuose padidėjo, bet sumažėjo gilesniuose sluoksniuose, palyginti su tradiciniu bei su supaprastintu žemės dirbimu. Šis drėgmės kiekio pasiskirstymas dirvožemyje išliko per visą vegetacijos laikotarpį. Augalų liekanos didino drėgmės kiekį visuose armens sluoksniuose /Feizienė et al., 2007/. 1997–1999 m. duomenimis, gilų arimą pakeitus sekliu arimu arba giliu ir beplūgiu žemės dirbimu, dirvožemio tankis bei drėgnumas įvairiais miežių pasėlio vystymosi tarpsniais iš esmės nepakito /Jodaugienė, 2002/. V. Feizos ir kt. (2005) 1992–2000 m. tyrimų duomenimis, įvairūs žemės dirbimo būdai – ir gilus arimas, ir minimalus dirbimas, mažinant dirbimo gylį, didelės įtakos dirvožemio drėgmei neturėjo: taikant minimalų žemės dirbimą, ji įvairavo esant optimaliai 15–16 % ribai. Supaprastintas žemės dirbimas, palyginti su tradiciniu, drėgmės kiekį dirvožemyje nežymiai padidino patręšus ir mažu kiekiu mineralinių trąšų, ir pagal vidutines NPK trąšų normas.

Kanadoje 9-ais ir 10-ais metais po minimalaus žemės dirbimo bandymo įrengimo humusingame juodžemyje tirta dirvožemio drėgmės dinamika auginant vasarinius miežius. Nustatyta, kad, taikant tris žemės dirbimo ir liekanų tvarkymo sistemas, didžiausias drėgmės kiekis buvo nedirbtoje dirvoje, kur šiaudai paskleisti paviršiuje. Dirvožemio visų gylių (0–7,5 ir 7,5–20 cm) vandens kiekio dėsningumas buvo: nedirbta dirva + šiaudai > frezavimas 10 cm gyliu + šiaudai įterpti > frezavimas 10 cm gyliu + šiaudai pašalinti. Tausojant dirvos drėgmę, akivaizdi šiaudų svarba /Singh et al., 1998/. Lietuvos žemės ūkio universitete lyginti cukrinių runkelių sėjos į ražieną ir į artą bei kultivuotą dirvą būdai. Nustatyta, kad cukrinius runkelius pasėjus į lengvo priemolio ražieną, dirvos drėgnis sėklų įterpimo gylyje buvo nuo 4,4 iki 5,6 % didesnis nei artos ir kultivuotos dirvos, o derlius ir kokybės rodikliai skyrėsi nežymiai /Šarauskis, Romaneckas, 2002/.

Ne mažiau svarbus yra dirvožemio drėgmės išsaugojimas. Pavasario laikotarpiu didesni drėgmės nuostoliai patiriami, kai dirbama žemė vartoma ir maišoma. Tada drėgna žemė patenka į paviršių, kur nuo saulės ir vėjo greitai džiūsta. Mažiausi drėgmės nuostoliai patiriami dirvą purenant 3–4 cm gyliu /Romaneckas ir kt., 2001/. Augalų reakcija į temperatūros bei drėgmės pokyčius priklauso nuo jų rūšies, veislės, genetinių savybių, amžiaus ir išsivystymo lygio /Abdul Jaleel et al., 2007/. Augalų augimą sąlygoja fotosintezės ir kvėpavimo santykis. Kylant temperatūrai, didėja kvėpavimo intensyvumas, todėl prarandami augalo energiniai ištekliai /Yamaguchi-Shinozaki et al., 2002 b/. Perdirbdami asimiliatus, augalai ūglių augimo energiją nukreipia į apsaugines kovos su stresu molekules /Zhu, 2002/ ir šaknų augimo palaikymą, pagerina vandens

pasisavinimą /Chaves et al., 2003/. Pastebėta, kad prie vieno stresoriaus prisitaikę augalai tampa atsparesni ir kompleksiniam stresorių poveikiui /Yamaguchi-Shinozaki et al., 2002 a/. Drėgmės deficitas riboja produktyvumo formavimą, mažina galimybę realizuoti ankstesniais tarpsniais sukurtą biologinį potencialą. Šių nuostolių neįmanoma kompensuoti vėlesniais augimo ir vystymosi tarpsniais. Vandens trūkumas yra vienas svarbiausių aplinkos veiksnių, ribojančių augalų augimą ir derlių /Flexas et al., 2004/.

Lietuvoje velėninių jaurinių priesmėlio dirvožemių hidrofizikines savybes ir drėgmės režimą tyrė V. Miliauskas (1984), Z. Birietienė ir V. Miliauskas (1995). 1975–1981 m. fizikinių ir hidrofizikinių savybių pakitimus antropogeninio poveikio sąlygomis įvairios granuliometrinės sudėties dirvožemiuose tyrė ir viena iš straipsnio autorių D. Šimanskaitė (1985). Lengvo priemolio dirvožemiuose įrengtų mažų bandymų laukelių hidrologines savybes tyrė G. Kadžiulienė (1988), velėninių karbonatinių nujaurėjusių priemolių – Z. Birietienė ir kt. (1996).

Tik nustačius pagrindinius antropogeninių aplinkos pokyčių specifinio bei kompleksinio poveikio dėsningumus, įvairių rūšių augalų tolerancijos nepalankiems veiksniams ribas ir jų prisitaikymo galimybes, galima parengti efektyvias regionines neigiamą poveikį mažinančias agrotechnines priemones, optimizuoti pasėlių struktūrą, tręšimo normatyvus, pakoreguoti augalų selekcijos kryptis ir numatyti strategines subalansuoto žemės ūkio vystymosi besikeičiančiomis klimato ir aplinkos sąlygomis priemones. Tyrimų tikslas – įvertinti vidutinio priemolio glėjiškų rudžemių hidrofizikinių savybių pokyčius vasarinius rapsus ir vasarinius kviečius auginant antropogeninio poveikio sąlygomis, ištirti dirvožemio drėgmės taupaus naudojimo galimybes lauko sėjomainoje taikant tausojamąsias žemės dirbimo sistemas.

Sąlygos ir metodai

Tyrimai atlikti 2006–2007 m. Lietuvos žemdirbystės institute Dotnuvoje šešialaukėje sėjomainoje. Dirvožemis – giliau karbonatingas sekliai glėjiškas rudžemis (*RDg8-k2*), *Endocalcari-Epihypogleyic Cambisol* (*CMg-p-w-can*). Dirvožemio granuliometrinė sudėtis – vidutinio sunkumo priemolis (p_1/L) ant vidutinio sunkumo priemolio (p_1/L).

1 lentelė. Bandymo variantai
Table 1. *Experimental treatments*

Variantai / *Treatments*		
Santrumpa *Abbreviation*	Pagrindinis dirbimas *Primary tillage*	Priešsėjinis dirbimas *Pre-sowing tillage*
CT	Tradicinis dirbimas: gilus (23–25 cm) arimas / *Conventional tillage: deep ploughing (23–25 cm)*	Seklus (4–5 cm) žemės dirbimas *Spring tine cultivation (4–5 cm)*
RT	Supaprastintas dirbimas: seklus (14–16 cm) arimas / *Reduced tillage*: *shallow ploughing (14–16 cm)*	Seklus (4–5 cm) žemės dirbimas *Spring tine cultivation (4–5 cm)*
NT	Žemė nedirbama, tiesioginė sėja *No tillage, direct drilling*	Žemė nedirbama *Not tilled, not culltivated*

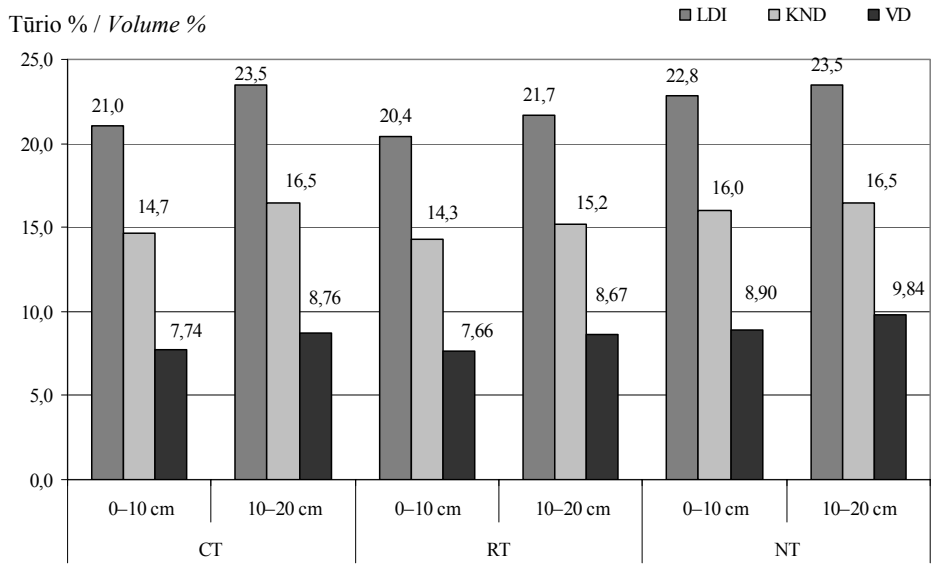
Tyrimai atlikti 4 pakartojimais, juose variantai išdėstyti atsitiktine tvarka. Giliai (CT) ir sekliai (RT) arta verstuviniu plūgu po priešsėlinių augalų derliaus nuėmimo schemoje nurodytais gyliais. 2006 m. buvo auginti vasariniai rapsai ‘Maskot’ (6 kg ha^{-1} sėklų), pasėti iš karto po paskutinio priešsėjinio dirvos purenimo. 2007 m. auginti vasariniai kviečiai ‘Triso’. Prieš sėją įdirbta kombinuotu agregatu. Sėta sėjamąja su diskiniais noragėliais, agreguotais su spygliuotais tankinimo volais. Nedirbtos dirvos (NT) laukeliuose žemės dirbimo visiškai atsisakyta, sėta tiesiogiai į ražieną diskiniais noragėliais, agreguotais su spygliuotais tankinimo volais. Tiesioginė sėja į neįdirbtą dirvą (NT) atlikta tą pačią dieną, kaip ir tradicinė sėja. Tyrimai vykdyti vidutinio tręšimo fone, mineralinių trąšų norma apskaičiuota pagal dirvožemio savybes ir planuojamą derlių, remiantis LŽI sukurta ir adaptuota programa *Tręšimas* /Švedas, Tarakanovas, 2000/.

Dirvožemio drėgmės sąlygoms įvertinti tirtos įvairios dirvožemio drėgmės rūšys, o joms nustatyti taikyti įvairūs metodai. Dirvožemio hidrofizikinių savybių pokyčiams įvertinti ėminiai paimti 4 pakartojimais iš ariamojo sluoksnio 0–10 cm ir 10–20 cm gylio po sėjos (augalams sudygus) ir tuoj po derliaus nuėmimo. Dirvožemio lauko drėgmės imlumas (LDI) – tai drėgmė, kuria dirvožemis sudrėkinamas atmosferos kritulių, kai gruntinis vanduo giliai, o perteklinis nutekėjęs. Kapiliarinis drėgmės imlumas (KDI) – kai vanduo užpildo tik kapiliarus, o jų tarpuose yra oras. Nesuardytos struktūros pavyzdžių (cilindrų tūris – 225 cm^3) LDI ir KDI tirti Dolgovo metodu /Вадюнина, Корчагина, 1986/. Kapiliarumo nutrūkimo drėgmė (KND), kai vanduo kapiliarais nebepakyla iki išgaravimo paviršiaus (70 % LDI), dar vadinama kritine drėgme, apskaičiuota pagal E. Repo /Реппо, 1980/. Maksimalusis higroskopiškumas (MG) – didžiausias drėgmės kiekis, kurį absoliučiai sausas dirvožemis gali adsorbuoti iš vandens garų prisotintos aplinkos – nustatytas Nikolajevo metodu. Augalų vytimo drėgmė (VD) – dirvožemio drėgnumas, kai augalai nuvysta ir neatsigauna net palankiausiomis drėgmės sąlygomis – apskaičiuota pagal A. Vadiuniną ir Z. Korčiaginą (VD = MG x 1,5). Dirvožemio produktyvioji drėgmė (mm) yra intervale tarp VD ir LDI /Motuzas ir kt., 1996/. Ištyrus šias dirvožemio drėgmės rūšis, vidutinio priemolio glėjiškiems rudžemiams nustatyti tokie dirvožemio drėgmės rodikliai /Miliauskas, 1984/: dirvožemio sausra (VD), sausros drėgmė (nuo VD iki VD + 1/3 (LDI–VD)), suboptimali drėgmė (nuo VD + 1/3 (LDI–VD) iki KND), optimali drėgmė (nuo KND iki LDI), gausi drėgmė (LDI) ir drėgmės perteklius (PDI). 2006 ir 2007 m. vegetacijos laikotarpių meteorologinėms sąlygoms apibūdinti apskaičiuotas hidroterminis koeficientas (HTK). 2006 m. vegetacijos periodas buvo sausas: balandžio mėnesio HTK – 0,5, gegužės – 0,9, birželio – 0,1, liepos – 0,6, tik rugpiūtis buvo šlapias: HTK – 1,9. 2007 m. vegetacijos laikotarpis buvo šlapias: gegužės mėnesio HTK – 1,8, birželio – 1,2, rugpjūčio – 2,2. Duomenų patikimumui įvertinti tyrimų duomenys apdoroti dispersinės analizės metodu, taikant statistinę duomenų apdorojimo programą *Anova* /Tarakanovas, Raudonius, 2003/. Vidurkių pasiskirstymas nustatytas taikant mažiausią esminio skirtumo ribą R, esant 0,05 tikimybei.

Rezultatai ir jų aptarimas

Dirvožemio hidrofizikinės savybės. Vienas pagrindinių derliaus formavimo veiksnių – pakankamas augalų aprūpinimas vandeniu per visą vegetacijos laikotarpį. Lietuva priskiriama periodinio drėgmės pertekliaus zonai, nes įvairių metų kritulių kiekis yra gana skirtingas. Žieminių javų bei daugiamečių žolių derlius priklauso ir nuo

peržiemojimo, o vasarinių žemės ūkio augalų – nuo laikotarpio klimato sąlygų /Dirsė, 2001/. Dirvožemio drėgmės (hidrofizikinės) savybės nusako dirvožemio santykio su vandeniu požymių visumą. Literatūros duomenimis, vanduo pagal jo būklę dirvožemyje ir augalų pasisavinimą skirstomas į tokias kategorijas: maksimalusis higroskopiškumas, augalų vytimo drėgmė, kapiliarumo nutrūkimo drėgmė, lauko drėgmės imlumas ir pilnasis dirvožemio drėgnumas /Birietienė, Miliauskas, 1995; Motuzas ir kt., 1996/. Bandymų metu hidrofizikinėms savybėms turėjo įtakos žemės dirbimas. 2006 m. tyrimų duomenys parodė, kad supaprastinus žemės dirbimą keitėsi lauko drėgmės imlumas – viršutinė produktyviosios drėgmės riba (1 pav.). Rudenį sekliai suarus (RT) 14–16 cm gyliu, pavasarį, vasariniams rapsams sudygus, dirvožemio LDI keitėsi nežymiai: armens viršutiniame sluoksnyje turėjo tendenciją mažėti, o apatiniame sluoksnyje esmingai sumažėjo (1,8 proc. vnt.), palyginti su tradiciniu rudeniniu dirbimu (CT). Sėjant tiesiogiai į neįdirbtą dirvą (NT), LDI 0–10 cm sluoksnyje esmingai padidėjo (1,8 proc. vnt.), palyginti su tradiciniu dirbimu (CT), o 10–20 cm sluoksnyje buvo toks pat, kaip ir kontrolinio varianto (taikant CT) (1 pav.).

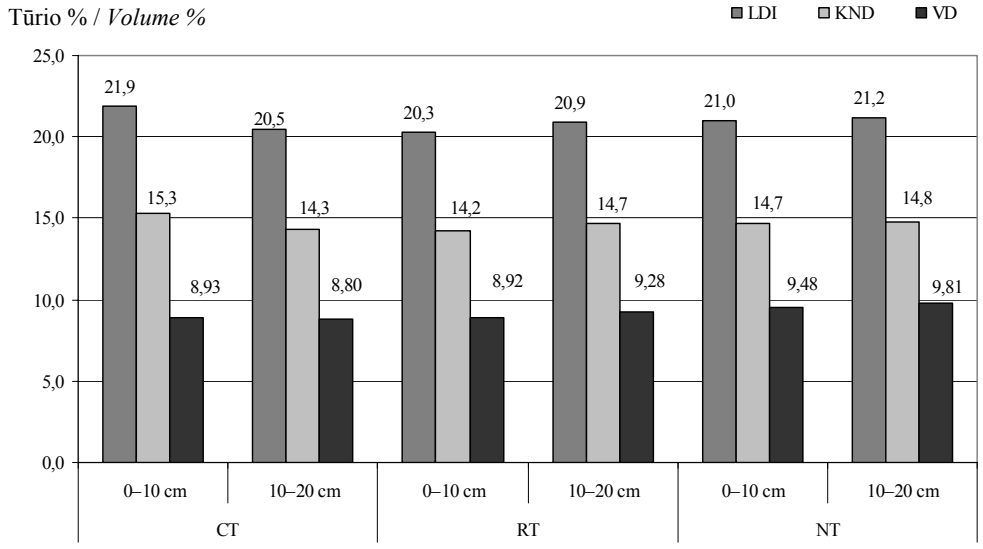


Pastaba / *Note.* LDI – R_{05} / LSD_{05} = 1,58 (0–10 cm) ir R_{05} / LSD_{05} = 1,15 (10–20 cm); VD – R_{05} / LSD_{05} = 0,812 (0–10 cm) ir R_{05} / LSD_{05} = 0,439 (10–20 cm).
CT – tradicinis dirvos dirbimas, RT – supaprastintas dirbimas, NT – neįdirbta (tiesioginė sėja); LDI – lauko drėgmės imlumas, KND – kapiliarumo nutrūkimo drėgmė, VD – vytimo drėgmė / *CT – conventional tillage, RT – reduced tillage, NT – no tillage (direct drilling); LDI – field moisture capacity, KND – moisture of capillarity discontinuity, VD – wilting point.*

1 paveikslas. Dirvožemio hidrofizikinės savybės po vasarinių rapsų sėjos, taikant įvairias žemės dirbimo sistemas (2006 05 12)
Figure 1. *Hydrophysical soil properties after spring oilseed rape sowing under different tillage systems (12 05 2006)*

Priemolių ir molių KND turi būti ne mažesnė nei 65–70 % LDI /Реппо, 1980/. Ši dirvožemio hidrologinė konstanta dar yra vadinama kritiniu drėgnumu, nes, esant mažesniam drėgnumui, augalai lėčiau auga ir derlingumas būna mažesnis /Motuzas ir kt., 1996/. Taikant RT, KND, arba optimaliosios drėgmės apatinė riba, 0–10 cm sluoksnyje turėjo tendenciją mažėti, o 10–20 cm sluoksnyje sumažėjo 1,3 proc. vnt., palyginti su CT (1 pav.). Pasėjus tiesiogiai į nedirbtą dirvą (NT), viršutiniame armens sluoksnyje KND padidėjo 1,3 proc. vnt., o apatiniame 10–20 cm sluoksnyje esminio skirtumo nenustatyta, ji buvo tokia pat, kaip ir dirvą dirbant tradiciniu būdu (16,5 tūrio %) (1 pav.). Tai rodo, kad vasarinius rapsus pasėjus tiesiogiai į neįdirbtą dirvą, 2006 m. pavasarį augalai galėjo pasisavinti didesnį kiekį drėgmės nei dirvą ariant tradiciškai (CT).

Po derliaus nuėmimo LDI 0–10 cm sluoksnyje, taikant RT, sumažėjo esmingai (1,6 proc. vnt.), o pasėjus tiesiogiai į neįdirbtą dirvą (NT) sumažėjo tik 0,9 proc. vnt., palyginti su tradiciniu rudeniniu žemės dirbimu (CT); 10–20 cm sluoksnyje ir dirvą sekliai suarus (RT), ir pasėjus tiesiogiai į neįdirbtą dirvą (NT) esminių skirtumų nenustatyta (2 pav.).

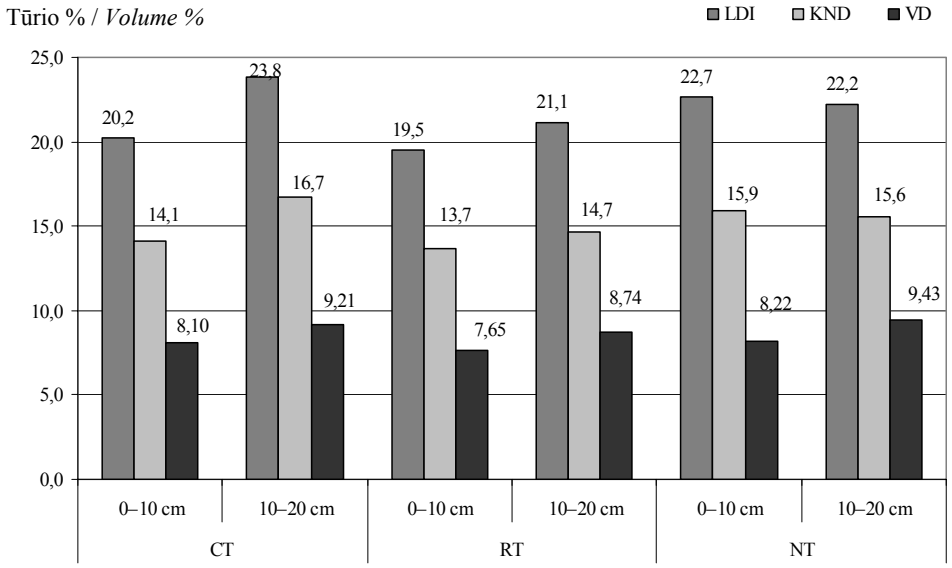


Pastaba / *Note.* LDI – R_{05} / LSD_{05} = 0,98 (0–10 cm) ir R_{05} / LSD_{05} = 0,99 (10–20 cm); VD – R_{05} / LSD_{05} = 0,415 (0–10 cm) ir R_{05} / LSD_{05} = 0,442 (10–20 cm)
Santrumpos paaiškintos po 1 paveikslu / *Abbreviations are provided under Figure 1.*

2 paveikslas. Dirvožemio hidrofizikinės savybės po derliaus nuėmimo, taikant įvairias žemės dirbimo sistemas (2006 09 25)
Figure 2. *Hydrophysical soil properties after harvesting under different tillage systems (25 09 2006)*

Tyrimų rezultatai parodė, kad po derliaus nuėmimo KND sumažėjo abiejuose armens sluoksniuose: sekliai ariant (RT) 0–10 cm sluoksnyje – 1,1 proc. vnt., sėjant tiesiogiai į neįdirbtą dirvą (NT) – 0,6 proc. vnt., palyginti su CT, o 10–20 cm sluoksnyje, taikant RT ir NT, KND turėjo tendenciją didėti (2 pav.).

2007 m. auginti vasariniai kviečiai. Taikant RT, LDI, išreikštas tūrio procentais, sumažėjo per visą armenį: viršutiniame sluoksnyje – 0,7 proc. vnt., apatiniame – 2,7 proc. vnt., palyginti su CT (3 pav.). Pasėjus tiesiogiai į ražieną (NT), LDI 0–10 cm sluoksnyje padidėjo esmingai 2,5 proc. vnt. (R_{05} – 1,23), o 10–20 cm sluoksnyje sumažėjo 1,6 proc. vnt. (R_{05} – 0,86) (3 pav.).

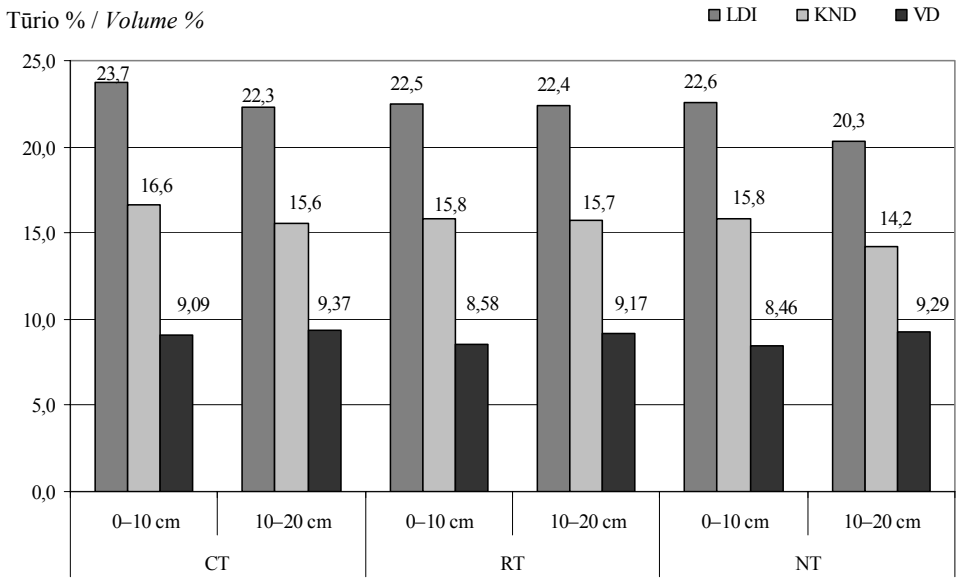


Pastaba / Note. LDI – R_{05} / LSD_{05} = 1,23 (0–10 cm) ir R_{05} / LSD_{05} = 0,86 (10–20 cm); VD – R_{05} / LSD_{05} = 0,475 (0–10 cm) ir R_{05} / LSD_{05} = 0,358 (10–20 cm)
Santrumpos paaiškintos po 1 paveikslu / *Abbreviations are provided under Figure 1.*

3 paveikslas. Dirvožemio hidrofizikinės savybės po vasarinių kviečių sėjos, taikant įvairias žemės dirbimo sistemas (2007 05 17)
Figure 3. *Hydrophysical soil properties after spring wheat sowing under different tillage systems (17 05 2007)*

Po vasarinių kviečių derliaus nuėmimo, taikant RT, viršutiniame armens sluoksnyje LDI sumažėjo 1,2 proc. vnt., palyginti su CT, o apatiniame armens sluoksnyje buvo toks pat, kaip ir giliai suarus – 22,4 tūrio %. Pasėjus tiesiogiai į ražieną (NT), LDI esmingai sumažėjo per visą armenį: 0–10 cm sluoksnyje – 1,1 proc. vnt., o 10–20 cm sluoksnyje – 2,0 proc. vnt., palyginti su CT (4 pav.).

Sekliai suarus (RT), KND 0–10 cm sluoksnyje turėjo tendenciją mažėti 0,4 proc. vnt., o 10–20 cm sluoksnyje sumažėjo 2,0 proc. vnt., palyginti su CT. Taikant NT, KND armens viršutiniame sluoksnyje padidėjo 1,8 proc. vnt., o apatiniame sluoksnyje sumažėjo 1,1 proc. vnt., palyginti su CT (3 pav.). Po vasarinių kviečių derliaus nuėmimo KND, taikant RT, 0–10 cm sluoksnyje sumažėjo 0,8 proc. vnt., o 10–20 cm sluoksnyje nesikeitė, palyginti su CT. Pasėjus tiesiogiai į neįdirbtą dirvą (NT), šis rodiklis armens viršutiniame sluoksnyje sumažėjo 0,8 proc. vnt., o apatiniame sluoksnyje – 1,4 proc. vnt., palyginti su CT (4 pav.).



Pastaba / Note. LDI – R_{05} / LSD_{05} = 1,41 (0–10 cm), R_{05} / LSD_{05} = 1,21 (10–20 cm); VD – R_{05} / LSD_{05} = 0,556 (0–10 cm) ir R_{05} / LSD_{05} = 0,506 (10–20 cm)
Santrumpos paaiškintos po 1 paveikslu / *Abbreviations are provided under Figure 1.*

4 paveikslas. Dirvožemio hidrofizikinės savybės po derliaus nuėmimo, taikant įvairias žemės dirbimo sistemas (2007 08 27)
Figure 4. *Hydrophysical soil properties after harvesting under different tillage systems (27 08 2007)*

Gauti tyrimų duomenys parodė, kad sėjomainoje 2006 m. auginant vasarinius rapsus, o 2007 m. – vasarinius kviečius, žemę dirbant įvairiais būdais, maksimalusis higroskopiškumas (MG) svyravo nuo 4,0 iki 4,2 %. Ši drėgmės kategorija daugiausia priklausė nuo dirvožemio granuliometrinės sudėties ir humuso /Реппо, 1980; Miliauskas, 1984; Шиманскайте, 1985; Motuzas ir kt., 1996/.

Vytimo drėgmė (VD) yra dirvožemio drėgmė, kai augalai nuvysta ir neatsigauna net esant palankioms drėgmės sąlygoms. Lietuvos žemdirbystės institute 1975–1981 m. atliktų tyrimų duomenimis, lengvų priemolių VD yra 6,2–6,5 %, sunkių priemolių – 9,0–9,6 %, o priesmėlių – 2,9–3,2 % /Шиманскайте, 1985/. A. Motuzo ir kt. (1996) tyrimų duomenimis, smėlio VD yra 0,75–1,5 %, priesmėlio – 1,5–4,5 %, priemolių – 4,5–13,5 %, molių – 13,5–22,5 %. Augalų vytimo ir maksimalios higroskopinės drėgmės kategorijų vanduo yra susijęs su dirvožemio dalelėmis. Augalai tokios drėgmės negali pasisavinti ir pradeda vysti. Literatūroje nurodoma, kad augalų vytimo drėgmei didelę reikšmę turi dirvožemio granuliometrinė sudėtis, humuso kiekis ir atskirų horizontų tūrio masė /Birietienė, Miliauskas, 1995/. Tyrimų duomenimis, VD pavasarį, sudygus vasariniams rapsams, visame armenyje didžiausia buvo pasėjus tiesiogiai į neįdirbtą dirvą (NT): viršutiniame (0–10 cm) armens sluoksnyje jos buvo 8,90 %, apatiniame (10–20 cm) – 9,84 %, o taikant CT jos kiekis siekė atitinkamai 7,74 ir 8,76 % (skirtumai esminiai).

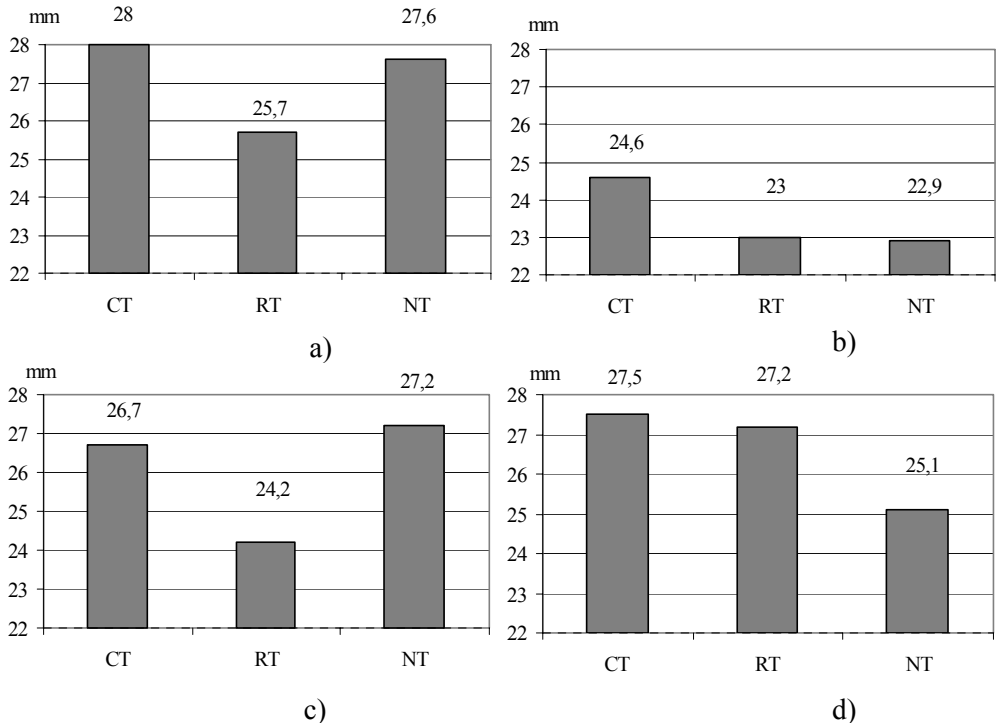
Sekliai suarus 14–16 cm gyliu (RT), viso armens VD buvo tokia pat, kaip ir žemę dirbant tradiciškai (CT) (1 pav.). Po derliaus nuėmimo didžiausia VD buvo taikant NT (skirtumai esminiai): jos kiekis 0–10 cm sluoksnyje padidėjo 0,68 proc. vnt., o 10–20 cm sluoksnyje – 1,01 proc. vnt., palyginti su CT. Sekliai suarus (RT), VD 0–10 cm sluoksnyje buvo tokia pat, kaip ir kontrolinio varianto (CT), o 10–20 cm sluoksnyje turėjo tendenciją didėti, palyginti su CT (2 pav.). 2007 m. auginti vasariniai kviečiai. Tyrimų duomenys parodė, kad supaprastinus žemės dirbimą mažiausias VD kiekis visame armenyje nustatytas taikant RT: 0–10 cm sluoksnyje jis buvo 7,65 %, o 10–20 cm sluoksnyje – 8,74 % (skirtumai esminiai), palyginti su CT (3 pav.). Pasėjus tiesiogiai į ražieną (NT), VD abiejuose armens sluoksniuose buvo tokia pat, kaip ir taikant CT. Po vasarinių kviečių derliaus nuėmimo šio varianto VD 0–10 cm sluoksnyje sumažėjo 0,63 proc. vnt. (skirtumai esminiai), sekliai suarus (RT) turėjo tendenciją mažėti 0,51 proc. vnt. (R_{05} – 0,556), o 10–20 cm sluoksnyje, taikant ir RT, ir NT, turėjo tendenciją mažėti (4 pav.).

Kaip keičiasi tirtų dirvožemių produktyviosios drėgmės atsargos (mm), 0–20 cm sluoksnyje taikant įvairias žemės dirbimo sistemas, pavaizduota 5 paveiksle. 2006 m. pavasarį dirvos armens produktyviosios drėgmės atsargos taikant įvairias žemės dirbimo sistemas buvo: CT – 27,97 mm, RT – 25,73 mm ir NT – 27,61 mm. Esminiai skirtumai gauti taikant RT – 8,92 % mažiau, palyginti su CT, ir 7,4 % mažiau, palyginti su NT (5 a pav.). Po vasarinių rapsų derliaus nuėmimo produktyviosios drėgmės atsargos dirvožemyje taikant RT buvo 22,99 mm, o taikant NT – 22,89 mm. Taikant CT drėgmės atsargos buvo didžiausios ir siekė 24,58 mm. Taikant RT, produktyviosios drėgmės atsargos, palyginti su NT, buvo vienodos – 23,0 mm, o, palyginti su CT, sumažėjo 6,50 % (5 b pav.).

2007 m., auginant vasarinius kviečius, produktyviosios drėgmės atsargos armenyje pavasarį buvo didžiausios taikant NT – 27,21 mm. Taikant RT, produktyviosios drėgmės kiekis sumažėjo 9,4 %, palyginti su CT, ir 12,4 %, palyginti su NT (5 c pav.). Rudenį, po derliaus nuėmimo, produktyviosios drėgmės kiekis, taikant RT, buvo toks pat (27,2 mm), kaip ir taikant CT (27,5 mm), o taikant NT jos rasta 8,7 % mažiau nei taikant CT (5 d pav.). Pagal I. Gringofo klasifikaciją, 0–20 cm sluoksnyje produktyvios drėgmės kiekiui svyruojant nuo 20 iki 40 mm, toks jos kiekis patenkina augalų augimo ir vystymosi poreikius, daugiau nei 40 mm – gerai patenkina, mažiau nei 20 mm – nepatenkina /Грингоф и др., 1987/. Tai turėjo įtakos vasarinių rapsų ir vasarinių kviečių derliui.

Remiantis minėtomis dirvožemio drėgmės rūšimis, pagal E. Repo (1980) ir V. Miliausko (1984) metodikas buvo nustatyti giliau karbonatingų sekliai glėjiškų rudžemių drėgmės rodikliai: dirvožemio sausra (VD), sausros drėgmė (nuo VD iki VD + 1/3 (LDI–VD)), suboptimali drėgmė (nuo VD + 1/3 (LDI–VD) iki KND), optimali drėgmė (nuo KND iki LDI), gausi drėgmė (LDI) ir drėgmės perteklius (PDI) (2 ir 3 lentelės). Atsižvelgiant į šiuos rodiklius, galima prognozuoti, modeliuoti ir optimizuoti Vidurio Lietuvos zonos kultūrinių biocenozių augalų augimo sąlygas veikiant antropogeniniams veiksniams. Drėgmei sumažėjus žemiau vytimo ribos, pasireiškia dirvožemio sausra, o sumažėjus žemiau VD ribos ir pasiekus MG, drėgmė tampa nebepasisavinama ne tik augalų, bet ir mikroorganizmų. Tyrimų duomenimis, MG svyravo nuo 4,0 iki 4,2 %. 2006 m., auginant vasarinius rapsus, VD rodikliai buvo didžiausi taikant

NT (2 lentelė), panašūs, bet mažesni buvo taikant RT ir CT. Sausros drėgmė apima intervalą nuo VD iki VD + 1/3 (LDI–VD). Esant dirvožemio sausrai, augalų sėklos išleidžia šakneles, tačiau nepajėgia išauginti stiebų. Toks trumpalaikis dirvožemių drėgnumas žemės ūkio augalams nėra pražūtingas, tačiau jam užsitęsus augalai neišplaukėja, o palijus pradeda leisti šonines atžalas. Ilgesnį laiką esant tokiai drėgmei, derlius labai sumažėja /Реппо, 1980; Birietienė, Miliauskas, 1995/.



Pastaba / Note. a – R_{05} / LSD_{05} = 0,61 (2006 05 12), b – R_{05} / LSD_{05} = 0, 0,56 (2006 09 25), c – R_{05} / LSD_{05} = 0,49 (2007 05 17), d – R_{05} / LSD_{05} = 0,55 (2007 08 27)
Santrumpos paaiškintos po 1 paveikslu / *Abbreviations are provided under Figure 1.*

5 paveikslas. Produktyviosios drėgmės atsargos (mm), taikant įvairias žemės dirbimo sistemas
Figure 5. *Productive soil moisture content (mm) under different tillage systems*

Tyrimų duomenys parodė, kad pavasarį sausringiausias dirvožemis buvo sekliai suarus (RT) 14–16 cm gyliu; šio varianto mažiausia buvo ir suboptimali drėgmė. Optimalaus drėgnumo dirvožemyje yra palankiausios sąlygos augalams augti, t. y. dujų apykaita tarp dirvožemio ir atmosferos yra normali, dirvožemis optimaliai aprūpintas drėgme ir oru. Analizuojant augalų aprūpinimo vandeniu problemą, būtina atsižvelgti į dirvožemio drėgmės atsargas pavasarį, nes vasarinius rapsus auginant sausu laikotarpiu, koks buvo 2006 m., augalai galėjo geriau panaudoti optimalią drėgmę. Ypač svarbu, jog viršutiniame dirvožemio sluoksnyje drėgmės pakaktų tuoj po sėjos, kad sėklos tolygiai sudygtų ir kol augalų šaknys nesugeba pasisavinti drėgmės iš gilesnių sluoksnių. Tai

ypač išryškėjo vasarinių rapsų pasėlyje itin sausais 2006 m., kai po sėjos užtrukus sausringam laikotarpiui viršutiniame 0–5 cm sluoksnyje, taikant CT ir RT, laukeliuose drėgmės kiekis buvo mažesnis už kritinę ribą ir rapsai beveik nedygo. Taikant NT, drėgmės kiekis laukeliuose buvo du kartus didesnis (12,7 %), ir svarbiausia, kad jos buvo pakankamai rapsams sudygti. A. Lenssenas ir kt. (2007) nustatė, kad sausros sąlygomis dirvožemio drėgmė yra didesnė taikant NT nei CT. Galima daryti prielaidą, kad šiltėjant klimatui NT taikymas gali būti vienas iš taupaus dirvožemio drėgmės naudojimo būdų. Pastebėta, kad sėjant tiesiogiai į nepurentą dirvą (NT), dirvožemis lėčiau sugeria drėgmę, o sausros sąlygomis sugeba ilgiau ją išlaikyti armenyje. Tokiame dirvožemyje vandens panaudojimas yra efektyvesnis, palyginti su CT /Sakar et al., 2007/.

2 lentelė. Glėjiškų rudžemių drėgmės rodikliai, taikant įvairias žemės dirbimo sistemas
Table 2. *Soil moisture parameters of gleyic cambisols as affected by different tillage systems*

Variantai *Treatment*	Gylis *Depth* cm	Dirvo-žemio sausra *Soil drought*	Dirvožemio drėgmė, tūrio % / *Soil moisture volume %*			
			nepakankama / *unsuficient*		pakankama / *suficient*	
			sausringas *dry*	suboptimalus *suboptimal*	optimalus *optimal*	gausus *wet*
			2006 05 12			
CT	0–10	<7,74	7,74–12,16	12,16–14,67	14,67–20,96	>21,0
	10–20	<8,76	8,76–13,67	13,67–16,46	16,46–23,51	>23,5
RT	0–10	<7,66	7,66–11,91	11,91–14,25	14,25–20,36	>20,4
	10–20	<8,67	8,67–13,01	13,01–15,19	15,19–21,70	>22,0
NT	0–10	<8,90	8,90–13,53	13,53–15,98	15,98–22,83	>23,0
	10–20	<9,84	9,84–14,39	14,39–16,46	16,46–23,52	>24,0
			Po derliaus nuėmimo / *After harvesting*			
CT	0–10	<8,93	8,93–13,25	13,25–15,31	15,31–21,87	>21,9
	10–20	<8,80	8,80–12,67	12,67–14,32	14,32–20,45	>20,5
RT	0–10	<8,92	8,92–12,68	12,68–14,18	14,18–20,25	>20,3
	10–20	<9,28	9,28–13,15	13,15–14,66	14,66–20,94	>21,0
NT	0–10	<9,48	9,48–13,32	13,32–14,71	14,71–21,01	>21,0
	10–20	<9,81	9,81–13,61	13,61–14,82	14,82–21,17	>21,2

Dirvožemio produktyvioji drėgmė yra intervale tarp VD ir LDI, o augalams tinkamiausia jos dalis – nuo KND iki LDI. Šis diapazonas buvo didžiausias visame armenyje taikant NT ir sudarė palankiausias sąlygas augti vasariniams rapsams (1, 2 pav.). Tai turėjo įtakos augalų derliui. 2006 m. vasarinių rapsų derlingumas taikant CT buvo 1,42 t ha^{-1}, taikant RT – 1,67 t ha^{-1}, o taikant NT – 1,60 t ha^{-1} (R_{05} = 0,514). Panašius rezultatus gavo ir kiti mokslininkai. Pvz., Anglijoje atliktų ilgamečių tyrimų duomenimis, NT taikymas lėmė iš esmės didesnį rapsų sėklų derlių nei pasėjus į suartą dirvą /Christian, Backon, 1990/. 2007 m. taip pat buvo ekstremalūs, labai drėgni.

2007 m. vegetacijos periodas buvo šlapias: gegužės mėnesio hidroterminis koeficientas (HTK) siekė 1,8, birželio – 1,2, liepos – 2,2, o rugpjūtis buvo vidutinio drėgnumo – 0,9. Vasariniams kviečiams sudygus, dirvožemio drėgmės rodikliai buvo normalūs (3 lentelė).

3 lentelė. Glėjiškų rudžemių drėgmės rodikliai, taikant įvairias žemės dirbimo sistemas
Table 3. *Soil moisture parameters of gleyic cambisols as affected by different tillage systems*

Variantai *Treatment*	Gylis *Depth* cm	Dirvo-žemio sausra *Soil drought*	Dirvožemio drėgmė, tūrio % / *Soil moisture, volume %*			
			nepakankama / *unsuficient*		pakankama / *suficient*	
			sausringas *dry*	suboptimalus *suboptimal*	optimalus *optimal*	gausus *wet*
			2007 05 17			
CT	0–10	<8,10	8,10–12,13	12,13–14,13	14,13–20,19	>20,2
	10–20	<9,21	9,21–14,07	14,07–14,13	14,13–23,79	>23,8
RT	0–10	<7,65	7,65–11,60	11,60–14,13	14,13–19,51	>19,5
	10–20	<8,74	8,74–12,85	12,85–14,74	14,74–21,06	>21,1
NT	0–10	<8,22	8,22–13,03	13,03–15,86	15,86–22,66	>22,7
	10–20	<9,43	9,43–13,69	13,69–15,55	15,55–22,21	>22,2
			2007 08 27			
CT	0–10	<9,09	9,09–13,97	13,97–16,62	16,62–23,74	>23,7
	10–20	<9,37	9,37–13,66	13,66–16,62	16,62–22,25	>22,3
RT	0–10	<8,58	8,58–13,23	13,23–15,78	15,78–22,54	>22,5
	10–20	<9,17	9,17–13,57	13,57–15,67	15,67–22,38	>22,4
NT	0–10	<8,46	8,46–13,16	13,16–15,79	15,79–22,56	>22,6
	10–20	<9,29	9,29–12,95	12,95–14,20	14,20–20,28	>20,3

Dirvožemio fizikinės savybės laukeliuose, taikant CT ir RT, buvo panašios, o augalus pasėjus tiesiogiai į ražieną (NT), dirvožemis buvo tankesnis per visą armenį, ypač apatinis armens sluoksnis /Feizienė et al., 2007/. Vėlesnis vegetacijos laikotarpis buvo labai šlapias, todėl vasarinių kviečių derlių labiau veikė meteorologinės sąlygos, ypač jų pasiskirstymas vegetacijos laikotarpiu, o ne agrotechninės priemonės (žemės dirbimas). Tai patvirtina ir kiti tyrinėtojai. Žieminių javų ir daugiamečių žolių derlius priklauso nuo peržiemojimo sąlygų, o vasarinių žemės ūkio augalų – nuo laikotarpio klimato sąlygų /Dirsė, 2001/. Šlapiais metais pasėjus tiesiogiai į neįdirbtą dirvą, gautas labai mažas vasarinių kviečių derlius: laukeliuose taikant NT – 2,49 t ha^{-1}, arba 46,7 % mažesnis, palyginti su CT, kur jis buvo 4,68 t ha^{-1}, ir 44,9 % mažesnis, palyginti su RT – 4,52 t ha^{-1} (R_{05} = 0,899). Tyrimų duomenys parodė, kad šlapiais metais labai rizikinga vasarinius augalus sėti tiesiogiai į neįdirbtą dirvą, geriau tinka tradicinis rudeninis žemės dirbimas.

Išvados

1. Tyrimų laikotarpiu glėjiško rudžemio dirvožemio akumuliaciniame (A1) horizonte 2006 m. vyravo optimali drėgmė, o 2007 m. – optimali ir gausi.

2. Sausais 2006 m. vasariniams rapsams ʻMaskotʼ sudygus, optimali drėgmė – nuo kapiliarumo nutrūkimo iki lauko drėgmės imlumo (nuo KND iki LDI) – buvo didžiausia augalus pasėjus tiesiogiai į nepurentą dirvą: 0–10 cm dirvožemio sluoksnyje jos kiekis svyravo nuo 16,0 iki 22,8 %, o 10–20 cm sluoksnyje – nuo 16,5 iki 23,5 %. LDI buvo vienodas taikant įvairias žemės dirbimo sistemas – 23,5 %. Tuoj po derliaus nuėmimo optimalios drėgmės diapazonas, palyginti su buvusiu pavasarį, 10–20 cm sluoksnyje sumažėjo, taikant visas tirtas žemės dirbimo sistemas, o LDI tuoj po derliaus nuėmimo gautas 2–3 proc. vnt. mažesnis, palyginti su pavasarinio dirvožemio. Sausais metais supaprastintas žemės dirbimas buvo pranašesnis už tradicinį, nes augalai galėjo panaudoti didesnį produktyviosios drėgmės kiekį (nuo vytimo drėgmės iki lauko drėgmės imlumo). Vasarinių rapsų derlingumas taikant ir seklų, ir bearimį žemės dirbimą (pasėjus tiesiogiai į nedirbtą dirvą), padidėjo atitinkamai 17,6 ir 12,7 % (skirtumai esminiai), palyginti su tradiciniu žemės dirbimu.

3. 2007 m. buvo šlapi. Taikant minimalų žemės dirbimą, LDI viršutiniame armens sluoksnyje buvo 19,5 %, apatiniame – 21,1 %, o pasėjus tiesiogiai į ražieną – atitinkamai 22,7 ir 22,2 %. 2007 m., auginant vasarinius kviečius, optimalios drėgmės diapazonas (nuo KND iki LDI) taikant visas žemės dirbimo sistemas armens 0–10 cm sluoksnyje gautas mažesnis, palyginti su apatiniu sluoksniu; tradicinis rudeninis žemės dirbimas buvo pranašesnis už supaprastintą žemės dirbimą 53,2 ir 55,1 %, palyginti su tiesiogine sėja į neįdirbtą dirvą.

4. Tirta tausojamoji žemės dirbimo sistema (tiesioginė sėja į nepurentą dirvą), esant globalaus klimato atšilimo tendencijoms, priimtina siekiant tausoti dirvožemio drėgmę pavasarį, ankstyvaisiais augalų augimo tarpsniais, tačiau drėgnais metais vasarinius javus sėti tiesiogiai į ražienas yra rizikinga.

Padėka

Tiriamasis darbas yra sudėtinė projekto „Agrosistemų produktyvumas ir stabilumas kintant klimatui“ dalis, remiama Lietuvos valstybinio mokslo ir studijų fondo (sutarties Nr. 5-50/07) bei Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministerijos. Autoriai dėkoja už finansinę paramą.

Gauta 2008 12 18
Pasirašyta spaudai 2009 02 17

LITERATŪRA

1. Abdul Jaleel C., Manivannan P., Sankar B. et al. Water deficit stress mitigation by calcium chloride in *Catharanthus roseus*: Effects on oxidative stress, proline metabolism and indole alkaloid accumulation // Colloids and Surfaces. – 2007, vol. 60, iss. 1, p. 110–116

2. Birietienė Z., Miliauskas V. Velėninių karbonatinių priemolio dirvožemių kai kurios agrofizikinės savybės // Žemdirbystė: LŽI mokslo darbai. – 1995, t. 49, p. 22–31

3. Birietienė Z., Tripolskaja L., Greimas G. Tręšimo sistemų įtaka velėninių jaurinių priesmėlio dirvožemių drėgmės režimui ir struktūrai // Žemdirbystė: LŽI mokslo darbai. – 1996, t. 52, p. 29–40

4. Cesevičius G., Feiza V., Feizienė D. Tausojančiųjų žemės dirbimo būdų ir augalinių liekanų įtaka dirvožemio fizikinėms savybėms ir vasarinių miežių derliui // Vagos: mokslo darbai. – 2005, Nr. 69 (22), p. 7–18

5. Chaves M. M., Maroko J. P., Pereira J. S. Understanding plant response to drought: from genes to the whole plant // Functional Plant Biology. – 2003, vol. 30, p. 239–264

6. Chaves M. M., Oliveira M. M. Mechanism underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture // Journal of Experimental Botany. – 2004, vol. 55, No. 407, p. 2365–2384

7. Christian D. G., Bacon E. T. G. Along-term comparison of ploughing, tine cultivation and direct drilling on the growth and yield of winter cereals and oilseed rape on clayey and silty soil // Soil and Tillage Research. – 1990, vol. 18, iss. 4, p. 311–331

8. Dirsė A. Žemės ūkio augalų vegetacijos laikotarpių drėgningumas / Žemės ūkio mokslai. – 2001, Nr. 3, p. 51–56

9. Feiza V. Dirvožemio agrofizikiniai bei tausojamojo žemės dirbimo tyrimai lygaus ir kalvoto reljefo dirvose: habilitacijos procedūrai teikiamų mokslo darbų apžvalga. – Akademija (Kėdainių r.), 2008. – 32 p.

10. Feiza V., Malinauskas A., Putna J. Arimo teorija ir praktika. – Akademija (Kėdainių r.), 2004. – 219 p.

11. Feiza V., Šimanskaitė D., Deveikytė I., Šlepetienė A. Pagrindinio žemės dirbimo supaprastinimo galimybės lengvo priemolio dirvose // Žemdirbystė-Agriculture. – 2005, t. 92, Nr. 4, p. 66–78

12. Feizienė D., Feiza V., Kadžienė G. Tillage – fertilization management practices to sustain integrity of soil properties and yield in a crop rotation // Zemdirbyste-Agriculture. – 2006, t. 93, Nr. 4, p. 32–46

13. Feizienė D., Feiza V., Lazauskas S. et al. The influence of soil management on soil properties and yield of crop rotation // Zemdirbyste-Agriculture. – 2007, vol. 94, No. 3, p. 129–145

14. Flexas J., Bota J., Cifre J. et al. Understanding down-regulation of photosynthesis under water stress: future prospects and searching for physiological tools for irrigation management // Annals of Applied Biology. – 2004, vol. 144, p. 273–283

15. Hanquet B., Sirjacobs D., Destain M. F. et al. Analysis of soil variability measured with a soil strength sensor / Precision Agriculture. – 2004, vol. 5, p. 227–246

16. Herden P. D. R., Swanepoel J. W., Kruger G. H. J. Modulation of photosynthesis by drought in two desert scrub species exhibiting C_3- mode CO_2 assimilation // Environmental and Experimental Botany. – 2007, vol. 61, p. 124–136

17. Yamaguchi-Shinozaki K., Kasuga M., Liu Q. et al. Biological mechanisms of drought stress response // Jircas Working Report. – 2002 (a), p. 1–8

18. Yamaguchi-Shinozaki K., Kasuga M., Liu Q. et al. Population differences in water-use efficiency of Eucalyptus microtheca seedlings under different watering regimes // Plant Physiology – 2002 (b), vol. 108, p. 134–139

19. Jodaugienė D. Ilgamečio arimo ir purenimo įtaka dirvožemiui ir žemės ūkio augalų pasėliams supaprastinto žemės dirbimo sistemoje: daktaro disertacijos santrauka. – Akademija (Kėdainių r.), 2002, p. 13–23

20. Kadžiulienė G. Fizinė dirvožemio būklė sėjomainos lauke // Antropogeninis poveikis dirvožemiams. – Vilnius, 1988. – 100 p.

21. Lenssen A. W., Johnson G. D., Carlson G. R. Cropping sequence and tillage system influences annual crop production and water use in semiarid Montana, USA / Field Crop Research. – 2007, vol. 100, p. 32–43

22. Licht M. A., Al-Kaisi M. Strip-tillage effect on seedbed soil temperature and other soil physical properties / Soil and Tillage Research. – 2005, vol. 80, p. 233–249

23. Lietuvos dirvožemiai / sudaryt. M. Eidukevičienė, V. Vasiliauskienė. – Vilnius, 2001. – 1244 p.

24. Miliauskas V. Velėninių jaurinių priesmėlio ant priemolio dirvožemių hidrofizinės savybės ir drėgmės režimas // Žemdirbystė. Dirvotyra: LŽI mokslo darbai. – Vilnius, 1984, t. 32, p. 42–51

25. Motuzas A., Buivydaitė V., Danilevičius V., Šleinys R. Dirvotyra. – Vilnius, 1996. – 376 p.

26. Nakayama N., Saneoka H., Moghaieb R. E. A. et al. Response of growth, photosynthetic gas exchange, translocation of ^{13}C-labelled photosynthetic and N accumulation in two Soybean (*Glycine max* L. Merrill) cultivars to drought stress // International Journal of Agriculture and Biology. – 2007, vol. 9, p. 669–674

27. Romaneckas K., Žulienė R., Romaneckienė R. Priešsėjinio dirvos purenimo būdų įtaka fizikinėms dirvos savybėms ir cukrinių runkelių sėklos sudygimui // Žemdirbystė / Zemdirbyste-Agriculture. – 2001, t. 73, p. 147–158

28. Sakar S., Paramanick M., Gosvami S. B. Soil temperature, water use and yield of yellow sarson (*Brassica napus* L. var. *glauca*) in relation to tillage intensity and mulch management under rainfed lowland ecosystem in eastern India / Soil and Tillage Research. – 2007, vol. 93, p. 94–101

29. Singh B., Chanasyk D., McGill W. Soil water regime under barley with long-term tillage-residue systems / Soil Tillage Research. – 1998, vol. 45, p. 59–74

30. Šarauskis E., Romaneckas K. Cukrinių runkelių sėjos į ražieną ir į artą bei kultivuotą dirvą palyginamieji tyrimai // Žemės ūkio inžinerija: mokslo darbai / LŽŪU, ŽŪI, LŽŪU. – 2002, Nr. 34 (2), p. 33–42

31. Šimanskaitė D. Arimo ir beplūgio žemės dirbimo įtaka dirvožemio fizikinėms savybėms ir augalų produktyvumui // Žemės ūkio mokslai. – 2007, Nr. 1, p. 9–19

32. Švedas A., Tarakanovas P. Tręšimo planavimas. Kompiuterinė versija *Tręšimas*. – Akademija (Kėdainių r.), 2000. – 34 p.

33. Tarakanovas P., Raudonius S. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas *Anova, Stat, Split-Plot* iš paketo *Selekcija* ir *Irristat*. – Akademija (Kėdainių r.), 2003. – 57 p.

34. Zhu J. K. Cell signalling under salt, water and cold stresses // Current Opinion in Plant Biology. – 2002, vol. 4, p. 401–406

35. Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы исследования физических свойств почв. – Москва, 1986. – 204 с.

36. Воронин А. Д. Основы физики почв. – Москва, 1986. – 244 с.

37. Грингоф И. Г., Попова В. В., Страшный В. В. Агрометеорология. – Ленинград, 1987. – 310 с.

38. Реппо Э. А. Оценка влажности автоморфных почв Эстонии // Теоретические основы и методы определения оптимальных параметров свойств почв. – Москва, 1980, с. 99–103

39. Шиманскайте Д. Я. Влияние разных способов обработки почвы и длительного применения удобрений на водно-физические свойства почв и урожай сельскохозяйственных культур: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. – Каунас, 1985. – 23 с.

ISSN 1392-3196
Zemdirbyste-Agriculture, vol. 96, No. 1 (2009), p. 23–38
UDK 631.51:631.445.152:631.412

SOIL TILLAGE SYSTEMS IMPACT ON HYDROPHYSICAL PROPERTIES OF GLEYIC CAMBISOL

D. Šimanskaitė, V. Feiza, S. Lazauskas, D. Feizienė, G. Kadžienė

Summary

Field experiments, conducted at the Lithuanian Institute of Agriculture in Dotnuva during 2006–2007 on an *Endocalcari-Epihypogleyic Cambisol* (*CMg-p-w-can*) were designed to study the effects of various soil tillage methods on soil physical and hydrophysical properties and crop yield under different climate conditions. The crops grown in the experiment were spring oilseed rape cv. 'Maskot' in 2006 and spring wheat cv. 'Triso' in 2007. In the dry year 2006, both reduced soil tillage and no-tillage (direct drilling), were found to be advantageous over the conventional soil tillage, since plants could take advantage of the higher content of productive moisture (within the range from wilting point to field moisture capacity), especially of the content of optimal moisture (within the range from moisture capillarity discontinuity to field moisture capacity). The yield of spring oilseed rape in the treatments of both reduced tillage and no-tillage increased compared with the conventional tillage and the differences were significant. The soil maximum hygroscopy and wilting point in the treatments of reduced soil tillage practically did not change, compared with conventional tillage, but these types of moisture were more dependent on soil texture rather than on agricultural practices used. In the wet year 2007, conventional soil tillage was superior to reduced tillage and especially to no-tillage. It is risky to sow directly in untilled soil since the spring wheat yield obtained in direct-drilled treatments was significantly lower (nearly twice as low) as in the conventional tillage treatments. With climate warming, no-tillage (direct drilling into untilled soil) will become promising and one of the ways for soil moisture conservation. In the light of climate warming, no-tillage (direct drilling into untilled soil) is acceptable seeking to conserve soil moisture in spring at early plant growth stages.

Key words: conventional tillage, reduced tillage, no-tillage, hydrophysical properties, climate conditions.