

DIRVOŽEMIO SAVYBIŲ POKYČIAI TAIKANT TRADICINĘ IR SUPAPRASTINTO RUDENINIO ŽEMĖS DIRBIMO SISTEMAS

Steponas ČIUBERKIS¹, Danutė OŽERAITIENĖ¹, Stasys BERNOTAS¹,
Dalia AMBRAZAITIENĖ²

¹Lietuvos žemdirbystės instituto
Vėžaičių filialas, Gargždų g. 29, Klaipėdos r. sav.
El. paštas stepas@vezaiciai.lzi.lt

²Klaipėdos universitetas
Herkaus Manto g. 84, Klaipėda
El. paštas dalia.ambrazaitiene@ku.lt

Santrauka

Lietuvos žemdirbystės instituto Vėžaičių filiale lengvo priemolio dirvožemyje 2003 m. buvo įrengtas stacionarinis dviejų veiksnių bandymas: A veiksnys – gilus ir sekus arimas bei sekus neariminis žemės dirbimas (lėkščiavimas, kultivavimas) rudenį, B veiksnys – dirvožemio praturtinimas organine medžiaga panaudojant daugiamečių žolių masę žaliajai trąšai, šiaudus bei mėšlą rotacijoje: žieminiai kvietrugiai→vasariniai rapsai→vasariniai miežiai→raudonieji dobilai. Tyrimų tikslas – nustatyti pagrindinio žemės dirbimo būdų ir jų derinių su organinėmis trąšomis įtaką dirvožemio struktūros, cheminių, biologinių savybių pokyčiams. Straipsnyje apibendrinti 2004–2007 m. darytų tyrimų pirmosios sėjomainos rotacijos duomenys.

Anksčiau pakalkintą lengvo priemolio dirvožemį kasmet tręšiant kalkinėmis trąšomis, giliai ir sekliai suarus po ketverių metų jo pH_{KCl} padidėjo 0,2 pH_{KCl} vieneto, o seklaus žemės dirbimo sistemoje nepakito, palyginti su reikšme prieš pradedant tyrimus. Sekliai įdirbto dirvožemio 10–20 cm armens sluoksnyje mažėjo organinės anglies ir maisto medžiagų kiekis, o viršutinis 0–10 cm armens sluoksnis turėjo iš esmės daugiau fosforo ir kalio. Sekliai suartame dirvožemyje intensyviausiai vyko dirvožemio kvėpavimas ir organinės medžiagos irimas, tačiau jame buvo fiksuojama daugiau organinės anglies.

Lengvo priemolio dirvožemio (dobilienos) struktūra dėl žemės dirbimo blogėjo. Įvairiais būdais įdirbtame dirvožemyje trupinėlių ($>0,25$ mm) rasta 4–7 proc. vnt. mažiau nei jų buvo prieš dirbimą (58 %), kai augo daugiametės žolės. Vandens poveikiui patvarių trupinėlių kiekiui žemės dirbimas įtakos neturėjo, tačiau 2004 ir 2007 metais gauti duomenys ($P<0,05$) jau leidžia teigti, kad sekliai įdirbtame dirvožemyje patvarių trupinėlių išliko daugiau nei sekliai ar giliai suartame.

Reikšminiai žodžiai: tradicinis ir supaprastintas-neariminis žemės dirbimas, dirvožemio cheminės savybės, dirvožemio kvėpavimas, dirvožemio struktūra.

Įvadas

Nuolatinis gilus arimas neigiamai veikia daugelį dirvos savybių, skatina armens pado susidarymą /Kahnt, 1995; Derpsch, 1999/. Gilus arimas padidina nutekančio vandens užterštumą, intensyvesnė dirvožemio oro apykaita skatina organinės medžiagos skaidymąsi, todėl į aplinką išsiskiria daugiau CO_2 , mažėja organinės anglies kiekis

dirvožemyje, jo derlingumas /Arrue, 1997; Jodaugienė, 2002/. Be to, pakalkintuose dirvožemiuose organinės medžiagos skaidymasis suaktyvėja pasiekus pH_{KCl} 5,5–6,7 /Arlauskienė, 1995/.

Sudėtingi dirvožemio organinės medžiagos skaidymo procesai dar nėra visiškai iširti, nes pasaulinėje žemės ūkio literatūroje nevienodai interpretuojama dirvožemio organinės medžiagos kaita. Tačiau pripažįstama, kad tai yra dirvožemio kokybės indikatorius ir biosferos ekologinės pusiausvyros bei stabilumo rodiklis, turintis įtakos Žemės klimato kaitai. Dirvožemio organinės medžiagos yra svarbios anglies ciklui bei lemia jo fizikines savybes, atsparumą erozijai. Tai verčia ieškoti racionalių dirvožemio naudojimo būdų, skatinančių organinės medžiagos kaupimąsi dirvožemyje /Jankauskas, Jankauskienė, 2006/. Organinės medžiagos dinamiškumas daro įtaką biogeocheminiams ciklams, dirvožemio trupinėlių formavimuisi ir mineralų tirpimui. Dirvožemyje esančios organinės medžiagos veikia infiltracijos greitį, vandens kiekį ir jo garavimą nuo dirvožemio paviršiaus. Agroekosistemose dėl antropogeninės veiklos dažniausiai aktyvizuojami organinių junginių mineralizacijos procesai, todėl būtinos papildomos priemonės, siekiant dirvožemyje išsaugoti optimalų organinės medžiagos balansą /Cesevičius, Janušauskaitė, 2006/.

Lietuvoje ir užsienio šalyse atliktais tyrimų duomenimis nustatyta, kad, taikant supaprastintą (neariminę) žemės dirbimo sistemą ar žemės visai nedirbant (ražieninė sėja), dirvožemio fizikinės savybės iš esmės nepakinta ir gaunamas beveik toks pat augalų derlingumas, kaip ir taikant tradicinį žemės dirbimą /Jodaugienė, 2002; Šimanskaitė, 2002; Feiza ir kt., 2005/. Dotnuvoje sukultūrintose lengvo priemolio dirvose atliktų tyrimų duomenimis, ilgametis sekus žemės dirbimas nesumažino sėjomainoje auginamų augalų derliaus, nepablogino dirvožemio fizikinių, cheminių ir mikrobiologinių savybių, palyginti su įprastu intensyviu žemės dirbimu, kai visi darbai buvo atliekami laiku ir kokybiškai /Arlauskas, 1999/. Žemės dirbimo supaprastinimo tikslas – darbo ir energijos sąnaudų taupymas. Teigiama, kad derliaus sumažėjimas 3–5 % yra ekonomiškai pateisinamas /Patterson et al., 1980; Пупонин, Кирюшин, 1989/.

Žemės dirbimas įvairiais padargais daugiau ar mažiau veikia dirvožemio cheminių savybių pokyčius ir teigiama, ir neigiama linkme arba neturi jiems įtakos /Conyers et al., 2003/. Nustatyta, kad ilgalaikis minimalus žemės dirbimas skatina dirvožemio rūgštėjimą. Sekliai sukultivuotame dirvožemyje pH buvo 0,1–0,3 vieneto mažesnis nei giliai suartame /Ekeberg, Riley, 1997/.

Vakarų Lietuvos regione paplitusiuose lengvo priemolio tipinguose nepasotintuose bei sekliai glėjiškuose balkšvažemiuose nėra gausu organinės medžiagos, juose yra ribotos kalcio atsargos. Šie įvairiu laiku pakalkinti dirvožemiai kasmet parūgštėja po 0,1–0,2 pH_{KCl} /Čiuberkienė, Ežerinskas, 2000/. Kalkinant laukus, dirvožemio rūgštumas labiausiai sumažėja kalkines trąšas įterpus per du kartus: pusę normos – aparus, o kitą pusę – sukultivavus /Knašys, 1985/. Seklaus neariminio žemės dirbimo sistemoje palaikomajam kalkinimui gali pakakti mažiau kalkinių trąšų nei jas įterpiant – apariant per visą armens gylį. Tyrimais nustatyta, kad dirvožemio rūgštėjimą stabdo tręšimas organinėmis trąšomis. Organine medžiaga dirvožemis praturtinamas įterpiant ražienas ir augalų šaknis, šiaudus, žaliąją trąšą bei mėšlą. Šios medžiagos ne tik gausina humuso atsargas, bet padidėja ir mikrobiologinis aktyvumas, pagerėja mikrobus cenzos sudėtis /Arlauskienė, 1996; Perucci et al., 1997/. Teigiamą įtaką dirvožemiui turi ir šiaudai su

azoto priedu. Dvejus metus iš eilės toje pačioje vietoje augusių žieminių kviečių šiaudus užarus su azoto priedu, miežių derlius padidėjo 8 %, o užarus be azoto priedo, priešingai, derlius sumažėjo 4 % /Jovaišienė, 1996/.

Yra nemažai tyrimų duomenų apie dirvožemio fizikinių, cheminių savybių, pasėlių piktžolėtumo pasikeitimo dėsningumus, skirtingo intensyvumo rudeninį žemės dirbimą derinant su organinių trąšų panaudojimu. Tačiau trūksta išsamesnių duomenų apie seklaus žemės dirbimo taikymo galimybes rūgštokuose, turinčiuose nedaug organinės medžiagos Vakarų Lietuvos balkšvažemiuose.

Tyrimų tikslas – nustatyti ir įvertinti gilaus (22–25 cm) ir seklaus arimo (10–12 cm) bei seklaus neariminio žemės dirbimo (8–10 cm) ir jų derinių su organinėmis trąšomis (šiaudais, žaliaja trąša, mėšlu) bei kalkinėmis trąšomis (400 kg ha⁻¹) įtaką dirvožemio cheminių, biologinių savybių ir struktūros pokyčiams.

Tyrimų sąlygos ir metodai

Tyrimai daryti 2003–2007 m. Lietuvos žemdirbystės instituto Vėžaičių filialo bandyminės sėjomainos lauke, kurio dirvožemis yra nepasotintas sekliu glėjiškas balkšvažemis (Jlg 8-n), – *Dystric-Epihypogleyic Albeluvisol (ABg-p-w-dy)*. Dirvožemio granulimetrinė sudėtis – smėlingas lengvas priemolis (molio dalelių < 0,002 mm – 13–15 %), kurio pH yra 5,1–5,3, sorbuotų bazių suma – 51–88 mekv. kg⁻¹, organinės anglies – 0,99–1,1 %. Dirvožemis vidutinio fosforingumo, kalingas. Stacionarinio dviejų veiksmių bandymo schema pateikta 1 lentelėje.

1 lentelė. Bandymo veiksniai ir variantai

Table 1. Trial factors and treatments

Rotacijos augalai ir metai / <i>Crop rotation and year</i>				
Raudonieji dobilai <i>Red clover,</i> 2003	Žiem. kvietrugiai <i>Winter triticale,</i> 2004	Vas. rapsai <i>Spring rape,</i> 2005	Vas. miežiai <i>Spring</i> <i>barley,</i> 2006	Raudonieji dobilai <i>Red clover,</i> 2007
Pagrindinis žemės dirbimas (A veiksnys) / <i>Primary soil tillage (factor A)</i>				
Gilus arimas (20–25 cm) / <i>Deep ploughing (20–25 cm)</i>				
Seklus arimas (10–12 cm) / <i>Shallow ploughing (10–12 cm)</i>				
Seklus neariminis dirbimas (8–10 cm) / <i>Shallow ploughless tillage (8–10 cm)</i>				
Organinės trąšos (B veiksnys) / <i>Organic fertilizers (factor B)</i>				
Augalinės liekanos <i>Plant residues</i>	Augal. liekanos <i>Plant residues</i>	Augal. liekanos <i>Plant residues</i>	–	Augalinės liekanos <i>Plant residues</i>
Augalinės liekanos <i>Plant residues</i>	Šiaudai / <i>Straw</i>	Šiaudai / <i>Straw</i>	–	Augalinės liekanos <i>Plant residues</i>
Žalioji trąša 1 pjūtis <i>Green manure 1 cut</i>	Šiaudai / <i>Straw</i>	Šiaudai / <i>Straw</i>	–	Žalioji trąša 1 pjūtis** <i>Green manure 1 cut**</i>
Žalioji trąša 2 pjūtis <i>Green manure 2 cut</i>	Šiaudai / <i>Straw</i>	Šiaudai / <i>Straw</i>	–	Žalioji trąša 2 pjūtis* <i>Green manure 2 cut**</i>
Mėšlas 40 t ha ⁻¹ <i>Manure 40 t ha⁻¹</i>	Šiaudai / <i>Straw</i>	Šiaudai / <i>Straw</i>	–	Mėšlas 40 t ha ⁻¹ <i>Manure 40 t ha⁻¹</i>

* – atitinka 95 % lygį, ** – atitinka 99 % lygį.

Pradinių laukelių dydis – $20 \times 5 = 100 \text{ m}^2$, apskaitinių – $20 \times 2,3 = 43 \text{ m}^2$. A veiksnio variantai blokuose ir juose B veiksnio variantai išdėstyti rendomizuotai.

2003 m. nupjovus doobilų ir motiejukų mišinio žolę, jų masė B veiksnio trečiojo ($3,2 \text{ t ha}^{-1}$ SM (sausųjų medžiagų) pirmosios pjūties doobilų) ir ketvirtojo ($3,2 \text{ t ha}^{-1}$ SM antrosios pjūties doobilų) variantų laukeliuose buvo paskleista, o iš pirmojo, antrojo ir penktojo variantų laukelių masė išvežta ir penktojo varianto laukeliuose iškratytą 40 t ha^{-1} mėšlo. SM – sausoji medžiaga, nustatyta džiovinant doobilų žalios masės bandinį $+105 \text{ }^\circ\text{C}$ iki pastovaus svorio. Po to visas bandymo plotas buvo nuskustas lėkštiniu skutikliu, įterpiant organines trąšas. Po 3 savaitių A veiksnio 1 ir 2 variantų laukeliai suarti plūgu, turinčiu pusiau sraigtnius verstuvus, trimis skirtingais gyliais, o 3 varianto laukeliai įdirbti spyruokliniu kultivatoriumi, taikant seklių neariminį žemės dirbimą (1 lentelė). Prieš kvietrugių sėją dirva įdirbta germinatoriumi. 2004 m., nuėmus žieminių kvietrugių derlių, pirmajame B veiksnio variante šiaudai buvo išvežti iš laukelių, antrojo–penktojo variantų laukeliuose šiaudai ($5,2 \text{ t ha}^{-1}$) buvo susmulkinti nuimant derlių kombainu ir paskleisti laukeliuose. Vienai tonai šiaudų išberta po 10 kg azoto (amonio salietros), o visas bandymo plotas įdirbtas lėkštiniu skutikliu įterpiant šiaudus. Kaip ir po žieminių kvietrugių, 2005 m. vasarinių rapsų šiaudai ($2,8 \text{ t ha}^{-1}$) buvo susmulkinti ir paskleisti antrojo–penktojo variantų laukeliuose (1 lentelė). Visas bandymo plotas nuskustas lėkštiniais skutikliais įterpiant organines trąšas. Po trijų savaitių, pasirodžius piktžolių daigams, A veiksnio pirmojo ir antrojo variantų laukeliai suarti schemeje nurodytais gyliais. A veiksnio trečiojo varianto, t. y. seklaus įdirbimo, laukeliai įdirbti lėkštiniais skutikliais, o 2007 m. – lėkštiniais skutikliais ir kultivatoriumi. Siekiant kompensuoti kalcio atsargas, kurios yra išplaunamos iš dirvožemio ar pasisavinamos kultūrinių augalų, kiekvienais metais, nuėmus derlių, visame bandymo plote buvo išberiama po 300 kg ha^{-1} kalkinių trąšų (opokos), o jos įterptos jau minėtais žemės dirbimo padargais. Augalai tręšti amonio salietra, superfosfatu ir kalio chloridu, trąšas išberiant barstomąja iki priešsėjimo žemės dirbimo. Augalų veislės ir tręšimas: žieminiai kvietrugiai 'Tevó' ($\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$), vasariniai rapsai 'Lindmark' – $\text{N}_{150}\text{P}_{90}\text{K}_{150}$, vasariniai miežiai 'Ūla' – $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$, raudonieji doobilai 'Liepsna' – $\text{P}_{90}\text{K}_{90}$. Amonio salietra augalai tręšti pavasarį, sėti sėjama „Fiona“.

Ėminiai dirvožemio cheminėms savybėms nustatyti imti grąžtu iš kiekvieno laukelio $0\text{--}10$ ir $10\text{--}20 \text{ cm}$ gyliais prieš įrengiant bandymą ir po pirmosios rotacijos. Dirvožemio bandinys sudarytas atlikus laukelyje 20 grąžto dūrių.

Dirvožemio ariamojo sluoksnio ($0\text{--}20 \text{ cm}$) struktūros pokyčiams dėl žemės dirbimo įvertinti buvo imami dirvožemio ėminiai prieš bandymo įrengimą (2003 m.) ir kiekvienais tyrimo metais (trimis pakartojimais) po augalų derliaus nuėmimo. Dirvožemių cheminių savybių analizės atliktos standartizuotais metodais. Dirvožemio struktūra ir jos patvarumas vandenyje nustatyta Savinovo metodu. Dirvožemio išskiriamas CO_2 kiekis nustatytas titravimo metodu. Metodo esmė – CO_2 kiekis, išskirtas mikroorganizmams kvėpuojant, yra absorbuojamas NaOH tirpalo. Dirvožemio mikroorganizmuose sukauptos organinės anglies kiekis apskaičiuotas pagal formulę $C_{org} = 0.2727 * A$, kai A – CO_2 kiekis mg g^{-1} , absorbuotas dirvoje per parą.

Tyrimų duomenys apdoroti dispersinės analizės metodu. Duomenų patikimumas įvertintas pagal Fišerio kriterijų. Statistinė analizė atlikta panaudojus statistinių duomenų apdorojimo programų paketą „Selekcija“ (programa ANOVA). Lentelėse esminiai skir-

tumai pažymėti * – 95 % ir ** – 99 % tikimybės lygiais. Esminė sąveika tarp tiriamų A ir B veiksnių nebuvo nustatyta, lentelėse pateikti dirvožemio savybių duomenys prieš įrengiant bandymą ir paskutiniųjų tyrimų metų bei pagrindinių efektų vidurkiai.

Tyrimo rezultatai ir jų aptarimas

Cheminės dirvožemio savybės. Bandymas buvo įrengtas 2003 metais vidutiniškai sukultūrintame lengvo priemolio dirvožemyje (dobilienoje). 2007 metų duomenimis, po vienos keturlaukės sėjomainos rotacijos pagrindinės dirvožemio (dobilienos) cheminės savybės pasikeitė iš esmės ($P < 0,01$) teigiama linkme: pH rodiklis padidėjo 0,2 pH vieneto, sorbuotų bazių suma padidėjo 7,4–26,5 mekv. kg^{-1} , bendrasis azotas – 0,07 proc. vnt. ir organinės anglies kiekis – 0,36–0,56 proc. vnt., palyginti su reikšmėmis, buvusiomis įrengiant bandymą (2 lentelė).

2 lentelė. Pagrindinio žemės dirbimo ir organinių trąšų įtaka dirvožemio cheminėms savybėms

Table 2. The effect of primary tillage and organic fertilisers on topsoil chemical properties

Variantas / Treatment	pH _{KC}		Hidrolizinis rūgštumas mekv. kg^{-1} <i>Hydrolytic soil acidity meq kg</i>		Sorbuotų bazių suma mekv. kg^{-1} <i>Total absorbed bases meq kg⁻¹</i>		C _{org} %	
	2003 m.	2007 m.	2003 m.	2007 m.	2003 m.	2007 m.	2003 m.	2007 m.
	1	2	3	4	5	6	7	8
Pagrindinis žemės įdirbimas – A veiksnys / Primary soil tillage – Factor A								
Gilus arimas <i>Deep ploughing</i>	5,3	5,6	23,55	29,6	76,1	102,5	1,02	1,59
Seklus arimas <i>Shallow ploughing</i>	5,5	5,7*	21,16	28,1	88,5	100,9	1,08	1,65
Seklus neariminis dirbimas <i>Shallow ploughless tillage</i>	5,2	5,2*	25,30	38,2	74,4	79,0	1,09	1,46**
Organinės trąšos – B veiksnys, 2007 m. / Organic fertilisers – Factor B, 2007								
Aug. liekanos <i>Pl. residues</i>	5,3	5,5	23,96	33,1	74,6	91,9	1,07	1,56
A. liekanos + šiaudai <i>Pl. residues + straw</i>	5,3	5,5	24,30	33,4	80,7	93,5	1,08	1,58
Ž. trąša 1 pj. + šiaudai <i>Green manure 1 cut + straw</i>	5,4	5,6	22,43	31,0	82,9	95,5	1,04	1,54
Ž. trąša 2 pj. + šiaudai <i>Green manure 2 cut + straw</i>	5,3	5,5	22,87	31,7	79,4	95,2	1,07	1,64
Mėšlas 40 t ha^{-1} <i>Manure 40 t ha⁻¹ + straw</i>	5,4	5,6	23,12	30,6	80,7	95,2	1,06	1,53

2 lentelės tęsinys
Table 2 continued

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>A × B veiksmių derinys / Interaction of factors A × B</i>									
A1 × B1		5,2		25,41	31,1	71,2	98,9	1,02	1,63
A1 × B2		5,3		24,51	32,5	73,9	102,0	1,04	1,66
A1 × B3		5,3		22,88	28,8	79,2	105,3	1,01	1,50
A1 × B4		5,2		22,21	28,9	76,3	104,9	1,00	1,66
A1 × B5		5,3		22,75	26,7	79,8	103,5	1,08	1,52
A2 × B1		5,4		21,75	28,7	85,6	98,0	1,08	1,64
A2 × B2		5,4		22,75	29,2	89,1	99,5	1,11	1,72
A2 × B3		5,6		19,32	25,3	92,7	102,8	1,07	1,62
A2 × B4		5,4		21,64	28,6	87,4	100,0	1,08	1,72
A2 × B5		5,6		20,31	28,5	87,8	104,2	1,08	1,57
A3 × B1		5,2		24,72	39,4	77,0	78,9	1,10	1,42
A3 × B2		5,2		25,64	38,6	79,1	79,1	1,08	1,35
A3 × B3		5,2		25,09	39,0	76,8	78,4	1,16	1,50
A3 × B4		5,2		24,76	37,6	74,6	80,7	1,11	1,53
A3 × B5		5,2		26,29	36,5	74,5	77,8	1,12	1,52

Tikėtina, kad dirvožemio savybių pasikeitimas teigiama linkme – tai per ketverius sėjomainos metus į dirvožemį įterptų įvairių organinių trąšų – žaliosios trąšos, šiaudų ir mėšlo – pasekmė. Cheminių savybių rodiklių pokyčiai labiausiai priklausė nuo žemės įdirbimo būdo. Mažiausi rūgštumo rodiklių pokyčiai, palyginti su reikšmėmis prieš bandymo įrengimą, nustatyti sekliai įdirbtame dirvožemyje. Žemę sekliai dirbant ketverius metus, pH buvo 5,2. Tai rodo, kad nuo tyrimo pradžios jis išliko nepakitęs (priešsėlis – dobilai) arba buvo iš esmės mažesnis nei giliai ariant ir mažesnis nei sekliai ariant. Tas pačias tendencijas rodo ir sorbuotų bazių sumos duomenys. Sekliai įdirbto dirvožemio sorbuotų bazių suma buvo iš esmės mažesnė (21–23 %) nei dirvožemio, arto giliai ar sekliai. Bazinių elementų sumažėjimas sekliai įdirbtame dirvožemyje gali būti rezultatas spartesnio nitrifikacijos proceso, skatinančio bazinių elementų išplovimą, greitesnę organinių medžiagų mineralizaciją, dėl ko sumažėja ir humuso kiekis, ypač lengvesnės granulometrinės sudėties dirvožemiuose.

Nustatytas iš esmės mažesnis organinės anglies ir bendrojo azoto kiekis apatiniame sekliai įdirbto dirvožemio 10–20 cm armens sluoksnyje, palyginti su viršutiniu sluoksniu (3 lentelė). Šiame sekliai įdirbto dirvožemio sluoksnyje bendrasis azotas ir organinė anglis sudarė atitinkami 0,15 ir 1,37 %, arba 14 ir 12 % mažiau nei giliai artame ir 16 ir 6 % nei sekliai artame dirvožemyje.

Įvertinus maisto medžiagų (P_2O_5 ir K_2O) kiekį dirvožemyje pasibaigus keturlaukės sėjomainos rotacijai, taikant joje skirtingą žemės įdirbimą su kasmetiniu įvairių organinių trąšų įterpimu, nustatytas esminis ($P < 0,01$) maisto medžiagų padidėjimas, palyginti su jų kiekiu prieš bandymo įrengimą. Labai didelio fosforingumo (204–220 $mg\ kg^{-1}$) ir kalingumo (289–295 $mg\ kg^{-1}$) buvo tradiciškai verstuviniiais padargais įdirbtas – sekliai ir giliai artas – dirvožemis (4 lentelė). Taikant seklių nearimį žemės

dirbimą, ryškesnio fosforo ir kalio kiekių padidėjimo dirvožemyje nebuvo, išskyrus suminio azoto kiekio padidėjimą, palyginti su jo kiekiu prieš bandymo įrengimą.

3 lentelė. Pagrindinio žemės dirbimo įtaka dirvožemio cheminėms savybėms skirtinguose dirvožemio sluoksniuose (2007 metai)

Table 3 Influence of primary soil tillage on chemical soil properties on different soil depth in 2007

Pagrindinis žemės dirbimas <i>Primary soil tillage</i>	Žemės įdirbimo gylis cm <i>Soil tillage depth cm</i>	pH _{KC}	Hidrolizinis rūgštumas mekv. kg ⁻¹ <i>Hydrolytic soil acidity meq kg</i>	Sorbuotų bazių suma mekv. kg ⁻¹ <i>Total absor- bed bases meq kg⁻¹</i>	C _{org} %
Gilus arimas <i>Deep ploughing</i>	0–10	5,6	29,6	102,5	1,59
	10–20	5,7	29,6	103,4	1,59
Seklus arimas <i>Shallow ploughing</i>	0–10	5,7*	28,7	101,0	1,67
	10–20	5,8**	27,5	101,0	1,64
Seklus neariminis dirbimas <i>Shallow ploughless tillage</i>	0–10	5,2*	37,8**	80,4*	1,56
	10–20	5,2**	38,6**	77,5*	1,37**

4 lentelė. Pagrindinio žemės dirbimo ir organinių trąšų įtaka dirvožemio armens fosforingumui, kalingumui ir suminiam azotui (2003 ir 2007 metai)

Table 4. The effect of primary tillage and organic fertilisers on the nutrient (P₂O₅, K₂O, N) content in the topsoil in 2003 and 2007

Variantas / <i>Treatment</i>	P ₂ O ₅ mg kg ⁻¹		K ₂ O mg kg ⁻¹		Suminis N % <i>Total N %</i>	
	2003 m.	2007 m.	2003 m.	2007 m.	2003 m.	2007 m.
1	2	3	4	5	6	7
Pagrindinis žemės įdirbimas – A veiksnys / <i>Primary soil tillage – Factor A</i>						
Gilus arimas / <i>Deep ploughing</i>	134	204	209	289	0,10	0,17
Seklus arimas / <i>Shallow ploughing</i>	189	220*	240	295	0,11	0,17
Seklus neariminis dirbimas <i>Shallow ploughless tillage</i>	138	140**	192	228**	0,11	0,16**
Organinės trąšos – B veiksnys, 2007 m. / <i>Organic fertilisers – factor B, 2007</i>						
Aug. liekanos / <i>Pl. residues</i>	133	176	206	260	0,11	0,17
Aug. liekanos + šiaudai <i>Pl. residues + straw</i>	153	188	220	271	0,11	0,17
Ž. trąša 1 pj. + šiaudai <i>Green manure 1 cut + straw</i>	154	181	211	265	0,10	0,16*
Ž. trąša 2 pj. + šiaudai <i>Green manure 2 cut + straw</i>	153	192	215	276	0,10	0,17
Mėšlas 40 t ha ⁻¹ <i>Manure 40 t ha⁻¹ + straw</i>	175	202**	216	283	0,11	0,16*

4 lentelės tęsinys
Table 4 continued

	1	2	3	4	5	6	7
	A × B veiksmų derinys / Interaction of factors A × B						
A1 × B1		139	195	193	258	0,10	0,17
A1 × B2		141	214	214	296	0,10	0,18
A1 × B3		142	192	211	280	0,10	0,16
A1 × B4		139	207	216	294	0,10	0,18
A1 × B5		141	213	212	317**	0,10	0,16
A2 × B1		156	196	230	284	0,11	0,18
A2 × B2		181	212	248	295	0,11	0,17
A2 × B3		195	201	239	291	0,10	0,17
A2 × B4		189	233*	237	296	0,10	0,17
A2 × B5		224	256**	244	306	0,11	0,16
A3 × B1		134	138	195	236	0,11	0,16
A3 × B2		136	139	199	222	0,10	0,16
A3 × B3		127	150	182	222	0,11	0,16
A3 × B4		132	136	193	236	0,11	0,16
A3 × B5		162	137	193	224	0,11	0,16

Įvertinus įvairių organinių trąšų poveikį dirvožemio cheminėms savybėms nustatyta, kad organinės trąšos neturėjo esminės įtakos jo rūgštumo rodikliams bei maisto medžiagų ir organinės anglies kiekiui, palyginti su laukeliais, kuriuose buvo įterpta augalinių liekanų (2 ir 4 lentelės, B veiksnys). Tačiau dėl šių trąšų pastebėta dirvožemio rūgštėjimo mažėjimo ir kalingumo, azotingumo bei organinės anglies didėjimo tendencija. Įterpus kraikinio galvijų mėšlo, dirvožemyje nustatytas esminis judriojo fosforo pagausėjimas iki 202 mg kg⁻¹. Manome, kad per ketverius sėjomainos vykdymo metus dirvožemyje įterptas skirtingų organinių trąšų kiekis yra dar per mažas, kad nulemtų esminius dirvožemio cheminių savybių pokyčius. Tai patvirtina Z. Kuakal ir B. Prochorovos (1994) teiginys, kad esminis žemės dirbimo ir organinių trąšų poveikis dirvožemio cheminėms savybėms yra ilgalaikis procesas ir išryškėja tik po kelerių metų. Dėl to nerealu daryti rimtesnius apibendrinimus vertinant žemės dirbimo ir organinių trąšų derinimo duomenis, nepaisant to, kad dėl mėšlo poveikio giliai artoje dirvoje iš esmės pagausėjo kalio, o sekliai artoje dirvoje padidėjo fosforo kiekis (2 ir 4 lentelės, A × B veiksmų derinys).

Apatiniame sekliai suartos dirvos sluoksnyje maisto medžiagų sumažėjo, palyginti su viršutiniu dirvos sluoksniu. Seklaus neariminio žemės dirbimo sistemoje nustatyta dirvos sluoksnio diferenciacija į turintį daugiau maisto medžiagų (162 mg kg⁻¹ P₂O₅ ir 252 mg kg⁻¹ K₂O) viršutinį (0–10 cm) ir mažiau turtingą (119 mg kg⁻¹ P₂O₅ ir 204 mg kg⁻¹ K₂O) apatinį (10–20 cm) sluoksnį (5 lentelė).

5 lentelė. Pagrindinio žemės dirbimo įtaka dirvožemio cheminėms savybėms skirtinguose dirvožemio sluoksniuose (2007 metai)

Table 5 Influence of primary soil tillage on chemical soil properties on different soil depth in 2007 year

Pagrindinis žemės dirbimas <i>Primary soil tillage</i>	Žemės įdirbimo gylis cm <i>Soil tillage depth cm</i>	P ₂ O ₅ mg kg ⁻¹	K ₂ O mg kg ⁻¹
Gilus arimas / <i>Deep ploughing</i>	0–10	209	307
	10–20	199	271
Seklus arimas / <i>Shallow ploughing</i>	0–10	230	310
	10–20	209*	279*
Seklus neariminis dirbimas <i>Shallow ploughless tillage</i>	0–10	162	252
	10–20	119**	204**

Apibendrinant galima teigti, kad sekliai ketverius metus neartas sekliai įdirbtas lengvo priemolio dirvožemis rūgštėjo sparčiau nei sekliai ar giliai artas ir jame mažėjo organinės anglies bei maisto medžiagų kiekis, ypač apatiniame 10–20 cm armens sluoksnyje. Dirvožemio cheminių rodiklių atžvilgiu augalams augti geriausios sąlygos buvo sekliai ir giliai artame dirvožemyje.

Dirvožemio biologinės savybės. Atliekant antropogeninio poveikio anglies transformacijai dirvožemyje tyrimą buvo nustatyta, kad dirvožemio CO₂ išsiskyrimui iš esmės svarbus buvo žemės įdirbimo būdas ($P < 0,05$). Dirvožemio kvėpavimas (pagal CO₂ išsiskyrimą) buvo intensyviausias taikant seklių arimą (0,053–0,073 mg g⁻¹ sauso dirvožemio per parą), šiek tiek mažesnis (0,051–0,057 mg g⁻¹ sauso dirvožemio per parą) – neariant, bet įdirbant sekliai ir silpniausias (0,038–0,050 mg g⁻¹ sauso dirvožemio per parą) – taikant gilų arimą. Dispersinės analizės skaičiavimai rodo, kad į dirvožemį įterptos organinės trąšos CO₂ išsiskyrimui neturėjo reikšmės, o tiriamuoju laikotarpiu buvo svarbios meteorologinės sąlygos ($P > 0,05$). Didžiausias organinės anglies kiekis, kurį sukaupe dirvožemio mikroorganizmai, buvo sekliai artame dirvožemyje ir kito priklausomai nuo organinių trąšų rūšies bei tiriamojo laikotarpio meteorologinių sąlygų (0,006–0,028 mg g⁻¹ sauso dirvožemio per parą). Taip yra todėl, kad taikant mažiau intensyvų žemės dirbimo būdą suaktyvėja mikroorganizmų populiacijų augimas bei jų aktyvumas, o mikroorganizmuose sukaupia anglis tampa humusinių junginių sintezės pagrindu.

Dirvožemio struktūra. Fizikinės dirvožemio savybės lemia oro ir drėgmės režimą sistemoje *augalas–dirvožemis*. Minėtoms sąlygoms susidaryti didelę reikšmę turi dirvožemio struktūra, ypač vandens ir mechaniniam poveikiui patvarių trupinėlių kiekis. Yra žinoma, kad augalų šaknys geriausiai aprūpinamos vandeniu ir deguonimi, kai dirvožemio trupinėliai sudaro 70–80 % bendro jų kiekio /Левин, 1972/. Viena iš priemonių, taikomų dirvožemio struktūrai išsaugoti ar pagerinti, yra tinkamas ir laiku atliktas žemės įdirbimas. Minėtu atžvilgiu mažai sukultūrintuose nepasotintuose balkšvažemiuose vienas geriausių žemės dirbimo būdų yra arimas esant fizinio subrendimo drėgmei: priemolio dirvožemyje – 15–20 %, molio – 21–23 % /Arlauskas, 1994/.

Gauti tyrimo duomenys rodo, kad vidutiniškai sukultūrinto lengvo priemolio balkšvažemio struktūra dėl žemės dirbimo blogėjo (6 lentelė). Vidutiniais duomenimis, įvairiais būdais įdirbtame dirvožemyje, kuriame augo dobilų ir motiejukų mišinys, vandens poveikiui patvarių trupinėlių (> 0,25 mm) rasta 4–7 proc. vnt. mažiau nei jų buvo prieš įdirbimą (58 %). Atskirais sėjomainos įgyvendinimo metais vandens poveikiui patvarių trupinėlių variacija nuo 41 % iki 65 % rodo, kad dirvožemio struktūra yra veikiamą daugelio veiksnių, iš kurių žemės dirbimas nėra svarbiausias. Vandens poveikiui patvarių trupinėlių skirtumas tarp skirtingai įdirbto dirvožemio sudaro tik 2–6 proc. vnt., o jų skirtumas atskirais sėjomainos įgyvendinimo metais sudarė net 17–20 proc. vnt. Mažiausias vandens poveikiui patvarių dirvožemio trupinėlių kiekis buvo po vasarinių rapsų (2005 m.) ir pirmųjų auginimo metų raudonųjų dobilų (2007 m.) derliaus nuėmimo. Meteorologinių sąlygų atžvilgiu šie metai buvo išskirtiniai. 2005-ieji metai buvo sausringi, o 2007-ieji, priešingai, labai lietingi. Tai turėjo neigiamos įtakos dirvožemio struktūrai. Susidariusios ekstremalios gamtinės sąlygos parodė, kad smėlingo lengvo priemolio dirvožemio struktūra nėra stabili ir augalų vegetacijos laikotarpiu dirvožemyje negali užtikrinti gerų oro apykaitos bei drėgmės sąlygų.

6 lentelė. Pagrindinio žemės dirbimo įtaka armens sluoksnio trupinėlių (> 0,25 mm) kiekiui vandenyje (%)

Table 6. The effect of primary soil tillage on the amount (%) of water stable aggregates >0.25 mm in the topsoil

Variantas <i>Treatment</i>	Sėjomainos augalai ir tyrimų metai <i>Crop rotation plants and experimental year</i>			
	Žieminiai kvietrugiai <i>Winter triticale</i> 2004	Vasariniai rapsai <i>Spring rape</i> 2005	Vasariniai miežiai <i>Spring barley</i> 2006	Raudonieji dobilai <i>Red clover</i> 2007
Fonas 2003 m. (prieš žemės dirbimą) ($x \pm Sx$) <i>Background, 2003 (before sooil tillage) (x ± Sx)</i>			57,7±2,09*	
Gilus arimas <i>Deep ploughing</i>	59,3	49,3	55,3	42,17
Seklus arimas <i>Shallow ploughing</i>	61,2	46,4	53,0	41,18
Seklus neariminis dirbimas <i>Shallow ploughless tillage</i>	65,0*	50,8	54,1	44,69*
R_{05} / LSD_{05}	3,99	3,28	2,56	2,31

P a s t a b a : 1 – ($x \pm Sx$) x – aritmetinis vidurkis; Sx – standartinė vidurkio paklaida.

N o t e : 1 – ($x \pm Sx$) x – arithmetic mean; Sx – standard error of the mean.

Įvertinus žemės dirbimo poveikį dirvožemio struktūrai nustatyta, kad vandens poveikiui patvarių trupinėlių kiekio atžvilgiu žemės dirbimo būdai iš esmės nesiskyrė, tačiau 2004 ir 2007 metais gauti duomenys leidžia teigti, kad sekliai įdirbtame neartame

dirvožemyje jų išlieka iš esmės daugiau nei sekliai ar giliai suartame. Šie duomenys patvirtina daugelio autorių teiginį, kad verstuvinis žemės įdirbimas labiau ardo dirvožemio vandens poveikiui patvarius trupinėlius nei beverstuvis žemės įdirbimas /Šimanskaitė, 2002/.

Išvados

Apibendrinus Lietuvos žemdirbystės instituto Vėžaičių filiale 2004–2007 m. atliktus tyrimus, kuriais siekta išsiaiškinti rudeninio pagrindinio žemės dirbimo – gilaus ir seklaus arimo bei seklaus neariminio dirbimo derinio su kalkinėmis ir organinėmis trąšomis (šiaudais, mėšlu ir žaliaja trąša) – poveikį vidutiniškai sukultūrinto lengvo priemolio balkšvažemio cheminėms, biologinėms savybėms ir dirvožemio struktūrai, padarytos tokios išvados:

1. Pakalkintą priemolio dirvožemį kasmet tręšiant kalkinėmis trąšomis (400 kg ha^{-1}), giliai ir sekliai suarus po ketverių metų jo pH padidėjo 0,2 pH vieneto, o seklaus neariminio žemės dirbimo sistemoje – nepakito, palyginti su reikšme prieš pradedant tyrimus.

2. Sekliai įdirbto, nearto lengvo priemolio dirvožemyje mažėjo organinės anglies ir maisto medžiagų kiekis, ypač apatiniame 10–20 cm armens sluoksnyje. Seklaus neariminio žemės dirbimo sistemoje maisto medžiagų iš esmės turtingumas buvo viršutinis 0–10 cm dirvos sluoksnis.

3. Intensyviausiai dirvožemio kvėpavimas ir organinės medžiagos irimas vyko sekliai suartame dirvožemyje, tačiau jame daugiausia buvo fiksuojama organinės anglies.

4. Vandens poveikiui patvarių trupinėlių kiekio atžvilgiu žemės įdirbimo būdai iš esmės neišsiskyrė, tačiau 2004 ir 2007 metais gauti duomenys parodė, kad sekliai įdirbtame neartame dirvožemyje trupinėlių išliko daugiau nei sekliai ar giliai suartame ($P < 0,05$).

Gauta 2008-01-11

Pasirašyta spaudai 2008-03-17

Padėka

Ataskaitos autoriai nuoširdžiai dėkoja Lietuvos valstybiniam mokslo ir studijų fondui ir UAB „Litagros prekyba“ Žemės ūkio mokslų vystymo fondui už suteiktą finansinę paramą atliekant tyrimus.

LITERATŪRA

1. Arlauskas M. Žemės dirbimo minimalizavimas // Žemės ūkio mokslai. – Vilnius, 1994, Nr. 1, p. 39–43

2. Arlauskas M. Žemės dirbimo minimalizavimo galimybės Lietuvoje // Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU. – Akademija, 1999, t. 67, p. 142–156

3. Arlauskienė E. A. Kalkinimo įtaka mikroorganizmų paplitimui, mikrobus cenzės susidarymui ir amonifikacijos bei nitrifikacijos procesų intensyvumui rūgščiuose velėniniuose jauriniuose dirvožemiuose // Žemės ūkio mokslai. – Vilnius, 1995, Nr. 3, p. 3–11

4. Arlauskienė E. A. Skirtingų mėšlo normų įtaka mikroorganizmų paplitimui ir amonifikacijos bei nitrifikacijos intensyvumui rūgščiuose ir pakalkintuose velėniniuose jauriniuose dirvožemiuose // *Žemės ūkio mokslai*. – Vilnius, 1996, Nr. 3, p. 3–11
5. Arrue J. L. Effect of conservation tillage in the CO₂ sink effect of the soil // *Conservation agriculture: agronomic, environmental and economic bases*. – Spanish Association for Conservation Agriculture. – Cordoba, Spain, 1997. – 372 p. (in Spanish)
6. Cesevičius G., Janušauskaitė D. Dirvožemio mikrobiologinės ir fizikinės savybės įvairiose žemės dirbimo sistemose // *Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU*. – Akademija, 2006, t. 93, p. 18–34
7. Conyers M., Hesenan D., Meghie W. et al. Amelioration of acidity with time by limestone under contrasting tillage // *Journal Water, Air and Soil Pollutant*. – 2003, vol. 3, No. 4, p. 32–51
8. Čiuberkienė D., Ežerinskas V. Agrocheminių rodiklių ir maisto medžiagų migracijos kitimai įvairiai kalkintame ir tręštame dirvožemyje // *Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU*. – Akademija, 2000, t. 71, p. 32–47
9. Derpsch R. Direkt saatfläche in Südamerika wächst / *Landwirtschaft ohne Pflug*. – 1999, Nr. 12, p. 13–15
10. Ekeberg E., Riley H. Tillage intensity effects on soil properties and crop yields in a long-term trial on morainic loam soil in southeast Norway // *Soil and Tillage Research*. – 1997, vol. 42, iss. 1, p. 277–293
11. Feiza V., Šimanskaitė D., Deveikytė I., Šlepetienė A. Pagrindinio žemės dirbimo supaprastinamo galimybės lengvo priemolio dirvoje // *Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU*. – Akademija, 2005, t. 92, p. 66–79
12. Jankauskas B., Jankauskienė G. Kiekybiniai eroduojamų dirvožemių organinės medžiagos pokyčiai dėl skirtingo žemės naudojimo // *Žemės ūkio mokslai*. – Vilnius, 2006, Nr. 4, p. 1–10
13. Jodaugienė D. Ilgamečio arimo ir purenimo įtaka dirvožemiui ir žemės ūkio augalų pasėliams supaprastinto žemės dirbimo sistemoje: daktaro disertacijos santrauka. – Akademija, 2002. – 35 p.
14. Jovaišienė E. Miežių derlius sėjomainoje ir priemonės jam padidinti // *Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU*. – Akademija, 1996, t. 53, p. 105–115
15. Kahnt G. Minimal Bodenbearbeitung. – Stuttgart: Ulmer, 1995. – 112 p.
16. Knašys V. Dirvožemių kalkinimas. – Vilnius, 1985, p. 17–109
17. Kuakal Z., Prochorova B. Soil tillage systems under different agroecological conditions of the Czech Republic // *International soil tillage research organization*. – Denmark, 1994, p. 379–382
18. Patterson D. E., Chamen W. C. T., Richardson C. D. Long-term experiments with tillage systems to improve the economy of cultivations for cereals // *Journal Agriculture Enginery Research*. – 1980, vol. 25, p. 1–35
19. Perucci P., Bonciarelli U., Santilocchi R., Bionchi A. A. Effects of rotation, nitrogen fertilization and management of crop residues on some chemical, microbiological and biochemical properties of soil // *Biology and Fertility of Soils*. – 1997, vol. 24, No. 3, p. 311–316
20. Šimanskaitė D. Skirtingų žemės dirbimo ir sėjos būdų įtaka dirvai ir derliui // *Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU*. – Akademija, 2002, t. 79, p. 131–138
21. Левин Ф. И. Окультуривание подзолистых почв. – Москва, 1972, с. 68–135
22. Пупонин Л. И., Кирюшин Б. Д. Минимализация обработки почвы: опыт, проблемы и перспектива. – Москва: ВНИИТЭИ агропром., 1989. – 55 с.

CHANGES IN THE SOIL PROPERTIES AS AFFECTED BY CONVENTIONAL AND MINIMAL SOIL TILLAGE SYSTEMS

S. Čiuberkis, D. Ožeraitienė, S. Bernotas, D. Ambrazaitienė

Summary

A stationary field trial was set up at the Vėžaičiai Branch of the Lithuanian Institute of Agriculture in 2003. The soil of the experimental site is *Dystric Albeluvisol* (texture sandy light loam). The objective of the study was to estimate the effects of primary soil tillage methods on the changes in the soil structure; chemical, and biological soil properties. The field trial involved two factors: factor A – deep ploughing; shallow ploughing; shallow tillage in the autumn. Factor B – different organic fertilisers – green manure of perennial grasses, straw and manure incorporation in the crop rotation: winter wheat-spring rape – spring barley, and red clover. The herbage of the first cut and aftermath for green manure and farmyard manure were incorporated in the respective plots.

The experimental findings of the first crop rotation during the period 2004–2007 are summarised in this paper. Each year, after crop harvesting the soil was limed by $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ CaCO}_3$. At the end of a four-year crop rotation in the deep and shallow ploughed soil the pH level increased by 0.2 units, while in the shallow tillage soil the pH value did not change compared with the initial level before the trial establishment. A reduction in organic carbon and nutrient content in the shallow tillage topsoil 10–20 cm layer was established. Deep and shallow ploughed soil was rich in phosphorus, potassium and nitrogen. The highest amount of nutrients was determined in the deep and shallow ploughed topsoil (0–10 cm) layer. After cultivation the structure of moraine loam soil deteriorated. A reduction in the content of water stable aggregates ($>0.25 \text{ mm}$) by 4–7 per cent units in the tilled soil was identified compared with the ploughless tillage soil.

Key words: conventional and reduced soil tillage, soil chemical properties, soil respiration, structure.