

## Organinių trąšų ir tarpinių pasėlių poveikis eroduoto dirvožemio fizikinėms savybėms

Irena KINDERIENĖ

Lietuvos žemdirbystės institutas  
Varnių g. 19, Kaltinėnai, Šilalės r. sav.  
El. paštas: kaltbs@kaltbs.lzi.lt

### Santrauka

Dirvožemio degradacijai sumažinti ir jo savybėms pagerinti 2003–2008 m. Lietuvos žemdirbystės instituto Kaltinėnų bandymų stotyje eroduoto pasotinto balkšvažemio (J1b-el), *Eutric Albeluvisol (ABe-el)*, 7–9° ir 5–6° statumo šlaituose tirta mėšlo, šiaudų ir tarpinių pasėlių (raudonųjų dobilų bei jų mišinių su eraičinsvidrėmis) kaip žaliosios trąšos įtaka dirvožemiui ir augalams. Eroduoto dirvožemio pokyčiai įvertinti pagal keletą agrofizikinių rodiklių: struktūringumą, tankį, drėgnį ir organinės anglies ( $C_{org}$ ) kiekį.

60 t ha<sup>-1</sup> kraikinio mėšlo žieminiams kvietrugiams ir kasmet įterpti 1,9–4,4 t ha<sup>-1</sup> žieminių kvietrugių, miežių bei žirnių ir avižų bei vikių šiaudai šlaito dirvožemio struktūringumui turėjo nevienodos įtakos. Sunkaus priemolio struktūringumas šlaito viršuje nuo mėšlo iš esmės pagerėjo, nes 13,4 % padidėjo vertingų vidutinio (5,0–0,25 mm) dydžio dirvožemio trupinėlių kiekis, o šlaito apačios smėlingame priemolyje jų kiekis iš esmės sumažėjo (5,6 %).

Dulkiško sunkaus priemolio struktūringumą iš esmės pagerino šiaudai, panaudoti dirvai mulčiuoti bei trąšai, ir raudonųjų dobilų bei eraičinsvidrių mišinio tarpinis pasėlis dirvožemio apsaugai nuo erozijos šaltuoju laikotarpiu ir žaliajai trąšai pavasarį, atitinkamai 3,5 ir 12,4 %,  $P < 0,01$ . Javų ir jų mišinių su pupiniais augalais derlingumas šlaituose glaudžiai susijęs su dirvožemio 5,0–0,25 mm dydžio trupinėlių kiekiu armenyje. Gautas esminis teigiamas tiesinis ryšys ( $P < 0,01$ ). Javų derlingumas didėjo dirvožemyje daugėjant vertingų 5,0–0,25 mm dydžio trupinėlių kiekiui. Koreliacinis linijinės priklausomybės ryšys tarp šių duomenų šlaito dirvožemyje svyravo intervale  $r = 0,696–0,909$ ,  $P < 0,01$ .

Tirtos priemonės eroduoto vidutinio humusingumo (2,3–2,7 %) balkšvažemio tankiui esminės įtakos neturėjo. Raudonųjų dobilų bei eraičinsvidrių mišinys žaliajai trąšai geriau nei vieni raudonieji dobilai ar šiaudų mulčias mažino eroduotą dirvožemių tankį ir turėjo didelę dirvosauginę reikšmę.

Reikšminiai žodžiai: *Albeluvisol*, šlaitas, mėšlas, tarpiniai pasėliai, žalioji trąša, šiaudai, struktūringumas, dirvožemio tankis.

### Įvadas

Apie 52 % Lietuvos teritorijos sudaro kalvotas reljefas, kurio dirvos yra eroduojamos /Kudaba, 1983/. Lietuvoje ir užsienyje sukaupta daug tyrimo duomenų, atskleidžiančių įvairaus masto humusingo horizonto nuostolius intensyviai naudojant kalvų dirvožemį /Jozefaciuk, Jozefaciuk, 1996; Morgan, 2006; Feiza ir kt., 2008; Jankauskas et al., 2008/. Dirvožemio degradacija reiškiasi dėl vėjinės bei vandeninės erozijos, gamybos intensyvavimo ir didelio kiekio biogeninių elementų netekimo su

derliumi, dirvožemio struktūros irimo, suslėgimo didėjimo ir humuso mažėjimo. Tai siejama su fizikinių, cheminių ir biologinių savybių prastėjimu /Dexter et al., 1999; Jankauskas et al., 2008/. Dirvožemio vandeninės erozijos padarinius mažina žalioji trąša – augalų liekanos, skatinančios dirvožemio organinės medžiagos bei anglies kaupimąsi /Romanovskaja, 2003; Tripolskaja, 2005; Malhi et al., 2006; Marcinkevičienė, Bogužas, 2006/. Nuo jos pagerėja dirvožemio fitosanitarinė būklė, agrocheminės bei fizikinės savybės, pagausėja organinės medžiagos, padidėja derlius /Maikštėnienė, Arlauskienė, 2004; Marcinkevičienė, Bogužas, 2006/. Dirvožemio struktūrinių trupinėlių susidarymui didelę reikšmę turi augalai, kurių šaknys išsiraizgo po visą armens sluoksnį. Dirvožemio struktūra visuomet yra geresnė ten, kur lieka didesnis kiekis daugiamečių augalų šaknų, jų liekanų, yra daugiau organinės medžiagos ir humusingesnė dirva /Arlauskienė, Maikštėnienė, 2002; Malhi, Lemke, 2007/. Organinės medžiagos kaupimasis priklauso nuo technikos naudojimo, dengiamųjų augalų ir tausojamojo dirbimo /Lal, 2003; Maikštėnienė, Šlepetienė, 2003; Booth et al., 2008/. Kalvoto reljefo agrosistemoje rudens ir žiemos laikotarpiu tarpiniai pasėliai stabdo vandens eroziją, mažina gruntinių vandenų taršą, o pavasarį aparti žaliajai trąšai dirvožemį papildoma organinėmis medžiagomis /Berg, Kollerund, 1995; Kinderienė, 2004; Krištaponytė, Maikštėnienė, 2006/.

Agronominiu atžvilgiu vertingi tik tokie dirvožemio struktūriniai trupinėliai, kurie veikiant įvairiems veiksniams ilgiau išlieka stabilūs ir nesukimba į kietus bestruktūrius darinius, kuriems džiūstant susidaro pluta. Daugelyje literatūros šaltinių vertingais laikomi 5–0,25 mm dydžio trupinėliai, tačiau jų vertė pagal dalelių dydį skirtingos granulometrinės sudėties dirvožemiuose yra nevienoda. Lietuvos žemdirbystės instituto Joniškėlio bandymų stotyje nustatyta, jog pataręšus organinėmis trąšomis (80 t ha<sup>-1</sup>) dirvožemio viršutiniame (0–10 cm) ir gilesniame (10–20 cm) sluoksniuose vertingiausių 5–0,25 mm dydžio struktūrinių trupinėlių padaugėjo atitinkamai 5,9–4,4 proc. vnt., palyginti su netręštu variantu /Krištaponytė, Maikštėnienė, 2006/.

Tyrimų tikslas – nustatyti įvairių organinių trąšų ir skirtingų tarpinių pasėlių įtaką eroduoto balkšvažemio fizikinėms savybėms bei jame augintiems augalams.

### Sąlygos ir metodai

Du (I bei II) lauko bandymai daryti 2003–2007 ir 2004–2008 m. Lietuvos žemdirbystės instituto Kaltinėnų bandymų stotyje, atitinkamai 7–9° bei 5–6° statumo šlaituose, eroduotame pasotintame balkšvažemyje (J1b-el), *Eutric Albeluvisol* (ABe-el). Dirvožemio ariamojo sluoksnio granulometrinė sudėtis – dulkiškas sunkus priemolis viršutinėje, vidutinio sunkumo priemolis – vidurinėje ir smėlingas priemolis – apatinėje šlaito dalyse.

Šlaito armens dirvožemis – mažo rūgštumo 5,4 pH<sub>KCL</sub>, vidutinio kalingumo bei kalingas (104–173 mg kg<sup>-1</sup> dirvožemio), mažo fosforingumo (38–66 mg kg<sup>-1</sup> dirvožemio) ir vidutinio humusingumo (2,3–2,7 %).

Aplinkai saugios priemonės – tarpiniai pasėliai bei šiaudų mulčias dirvožemio apsaugai rudens ir žiemos laikotarpiu, o pavasarį kasmet trąšai, kraikinis mėšlas viena kartą per sėjomainą žieminiams kvietrugiams – tirtos sėjomainos grandyje žieminiai kvietrugiai→miežių bei žirnių mišinys→avižių bei vikių mišinys. Tirtas poveikis avižoms. Tarpiniai augalai į žieminius kvietrugius (*Triticale*) ir miežių (*Hordeum vulgare* L.) bei žirnių (*Pisum sativum* L.) ir avižių (*Avena sativa* L.) bei vikių (*Vicia sativa* L.)

mišinius įsėti pavasarį, pasėjus javus, o aparti kitą pavasarį. Auginti žieminių kvietrugių 'Fidelio', miežių 'Aukšiniai' + žirnių 'Eifel' bei avižų 'Migla' + vikių 'Pilkiai' veislių mišiniai. Pagal tą pačią tyrimų schemą šlaituose įrengti du bandymai: I – 2003 m., II – 2004 m. rudenį. Miežių bei žirnių ir avižų bei vikių sėta po 100 kg ha<sup>-1</sup>, žieminių kvietrugių – 200 kg ha<sup>-1</sup> sėklos. Žaliajai trąšai skirtą žolių mišinį sudarė eraičinsvidrių (*Festulolium*) veislės 'Punia' 6 kg ha<sup>-1</sup> ir ankstyvųjų raudonųjų dobilų (*Trifolium pratense* L.) veislės 'Vyliai' 10 kg ha<sup>-1</sup> sėklos. Raudonųjų dobilų žaliajai trąšai sėklos norma – 16 kg ha<sup>-1</sup>. NPK tręšta po 60 kg ha<sup>-1</sup>, iš jų N<sub>10</sub> skirta šiaudų mineralizacijai skatinti ir išberta pavasarį, prieš apariant. Mėšlo norma – 60 t ha<sup>-1</sup>. Šiaudai susmulkinti ir paskleisti laukelyje nuimant derlių.

Bandymų laukeliai išdėstyti išilgai šlaito (skersai horizontalių). Keturi pakartojimai, pakartojimų variantai išdėstyti atsitiktine tvarka. Pradinis laukelių dydis – 208–416 m<sup>2</sup>.

Bandymų duomenys apdoroti dispersinės analizės metodu. Gautų rezultatų ryšys įvertintas koreliacinės bei regresinės analizės ir porinės regresijos metodais, naudojant kompiuterines programas *Anova*, *Stat* iš paketo *Selekcija* ir *Irristat* /Tarakanovas, Raudonius, 2003/.

Tirtos priemonės nurodytos 1 lentelėje.

**1 lentelė.** Bandymų variantai ir organinių trąšų panaudojimas

**Table 1.** *Experimental treatments and use of organic fertilisers*  
Kaltinėnai

Variantai / <i>Treatments</i>	Varianto santrumpa <i>Abbreviation of treatment</i>	Rotacijos augalai, derliaus metai, organinės trąšos <i>Rotation crops, harvest year, organic fertilisers</i>			
		žieminiai kvietrugiai <i>triticales</i> 2004–2005	miežių bei žirnių mišinys <i>mixture of spring barley and pea</i> 2005–2006	avižų bei vikių mišinys <i>mixture of oats and vetch</i> 2006–2007	avižos <i>oats</i> 2007–2008
1	2	3	4	5	6
Migliniai javai, arta rudenį (kontrolinis variantas) / <i>Cereal crops, ploughed in autumn (control)</i>	Mr (kontrolinis variantas / <i>control</i> )	be šiaudų <i>without straw</i>	be šiaudų <i>without straw</i>	be šiaudų <i>without straw</i>	be šiaudų <i>without straw</i>
Migliniai javai* <i>Cereal crops*</i>	Mp	be šiaudų <i>without straw</i>	be šiaudų <i>without straw</i>	be šiaudų <i>without straw</i>	be šiaudų <i>without straw</i>
Miglinių (m) ir pupinių (p) javų mišinys* <i>Mixture* of cereal crops Poaceae (P) and Leguminae (L)</i>	JMš	be šiaudų <i>without straw</i>	be šiaudų <i>without straw</i>	be šiaudų <i>without straw</i>	be šiaudų <i>without straw</i>
Javų (m + p) mišinys + raudonųjų dobilų tarpinis pasėlis žaliajai trąšai* <i>Mixture* of cereal crops (P + L) + Trifolium pratense for green manure</i>	JMš + Dr	raudonieji dobilai žaliajai trąšai <i>red clover for green manure</i>	raudonieji dobilai žaliajai trąšai <i>red clover for green manure</i>	raudonieji dobilai žaliajai trąšai <i>red clover for green manure</i>	raudonieji dobilai žaliajai trąšai <i>red clover for green manure</i>

**1 lentelės tęsinys**

**Table 1 continued**

1	2	3	4	5	6
Javų (m + p) mišinys + raudonųjų dobilų bei eraičinsvidrių mišinys žaliajai trąšai* <i>Mixture* of cereal crops (P + L) + a mixture of Festulolium and Trifolium pratense for green manure</i>	JMš + (Dr + Esv)	eraičinsvidrių ir raudonųjų dobilų mišinys žaliajai trąšai <i>festulolium and red clover mixture for green manure</i>	eraičinsvidrių ir raudonųjų dobilų mišinys žaliajai trąšai <i>festulolium and red clover mixture for green manure</i>	eraičinsvidrių ir raudonųjų dobilų mišinys žaliajai trąšai <i>festulolium and red clover mixture for green manure</i>	eraičinsvidrių ir raudonųjų dobilų mišinys žaliajai trąšai <i>festulolium and red clover mixture for green manure</i>
Javų (m + p) mišinys + šiaudai mulčiui ir trąšai* <i>Mixture of cereal crops (P + L) + straw for mulch and manure*</i>	JMš + Šm	šiaudai <i>straw</i>	šiaudai <i>straw</i>	šiaudai <i>straw</i>	šiaudai <i>straw</i>
Javų (m + p) mišinys + šiaudai mulčiui ir trąšai + kraikinis mėšlas žieminiams kvietrugiams* <i>Mixture of cereal crops (P + L) + straw for mulch and manure + farmyard manure for winter crops*</i>	JMš + Šm + Mkr	kraikinis mėšlas, šiaudai <i>solid manure, straw</i>	šiaudai <i>straw</i>	šiaudai <i>straw</i>	šiaudai <i>straw</i>

Pastaba / Note. \* – arta pavasari / ploughed in spring.

Fizikinėms savybėms nustatyti kasmet nuėmus derlių iš 0–20 cm gylio paimti dirvožemio ėminiai (500 g). Dirvožemio struktūringumas nustatytas N. I. Savinovo sauso sijojimo (7, 5, 3, 1, 0,5 ir 0,25 mm dydžio trupinėlių frakcijos) metodu.

Dirvožemio struktūringumo koeficientas (DSK) apskaičiuotas pagal formulę:

$DSK = A/B$ , kai  $A$  (%) =  $\Sigma$  (0,25–7,0 mm dydžio struktūriniai trupinėliai),  $B$  (%) –  $\Sigma$  (>7,0 mm + <0,25 mm dydžio struktūriniai trupinėliai) /Нерпин, Чудновский, 1967/.

Dirvožemio tankiui nustatyti ėminiai iš 0–5, 5–10, 10–15, 15–20 cm sluoksnio imti cilindru, kurio tūris – 97,07cm<sup>3</sup>, po to džiovinti iki pastovaus svorio +105 °C temperatūroje pagal N. Kačinskio metodą. Dirvožemio tankis apskaičiuotas pagal formulę:

$T = D/K$ , kai  $T$  – tankis g cm<sup>-3</sup>,  $D$  – sauso dirvožemio masė g,  $K$  – cilindro tūris cm<sup>3</sup>.

Tirtų priemonių įtaka sunkaus priemolio dirvožemio armens kietumui vertinta pagal tokią gradaciją: 1) menkas, kai armens pusiausvyros tankis <1,3 g cm<sup>-3</sup>, 2) vidutinis – 1,3–1,5 g cm<sup>-3</sup>, 3) smarkus – >1,5 g cm<sup>-3</sup> /Бондарев, 1990; Lechtveer, 1992/.

Įsėlinių augalų žalios biomasės derlius (t ha<sup>-1</sup>) nustatytas prieš aparimą, pasvėrus iš trijų laukelio vietų 1 m<sup>2</sup> plotelio nupjautą žolę. Iš kiekvieno laukelio paimti jungtiniai tarpinių augalų ir šiaudų ėminiai ir nustatytas sausųjų medžiagų (džiovinta +105 °C temperatūroje iki pastovios masės) kiekis. Augalų antžeminės biomasės derlius perskaičiuotas į sausųjų medžiagų derlių.

Dirvožemio drėgnei nustatyti tris kartus per vegetaciją iš ariamojo sluoksnio gražtu paimti ėminiai, po to džiovinti termostate iki pastovaus svorio (svorio metodu).

Augalų vegetacijos laikotarpio sąlygoms apibūdinti pasirinktas vienas informatyviausių agrometeorologinių rodiklių – G. Selianinovo hidroterminis koeficientas (HTK) /Bukantis, Rimkus, 1997/.

Vegetacijos laikotarpiai vertinti taip: HTK esant 0,3–0,5 – sausra, 0,6–0,7 – sausringa, 0,8–1,0 – nepakankamai drėgmės, 1,0–1,5 – optimali drėgmė, >1,5 – drėgmės perteklius.

Meteorologines sąlygas apibendrinus pagal atliktus hidroterminio koeficiento skaičiavimus nustatyta, kad 2004 m. pavasarį augalų vegetacijos laikotarpiu buvo normaliai drėgna (HTK 1,3), o tų pačių metų vasarą – drėgmės perteklius (HTK 1,7–2,2). Labai lietinga buvo 2004 m. vasaros pabaiga ir rudens pradžia, pasunkinusi derliaus nuėmimą. Sausros ir sausringi orai vyravo 2005, 2006 m. (HTK 0,5, 0,7) ir ypač 2008 m. gegužės mėnesiais (HTK 0,3). Šlaito dirvožemyje beveik visais javų vystymosi tarpsniais trūko drėgmės. Visa tai turėjo įtakos augintų javų produktyvumui ir dirvožemio savybėms. Meteorologinės sąlygos turėjo įtakos ir dirvožemio agrofizikinių savybių pokyčiams.

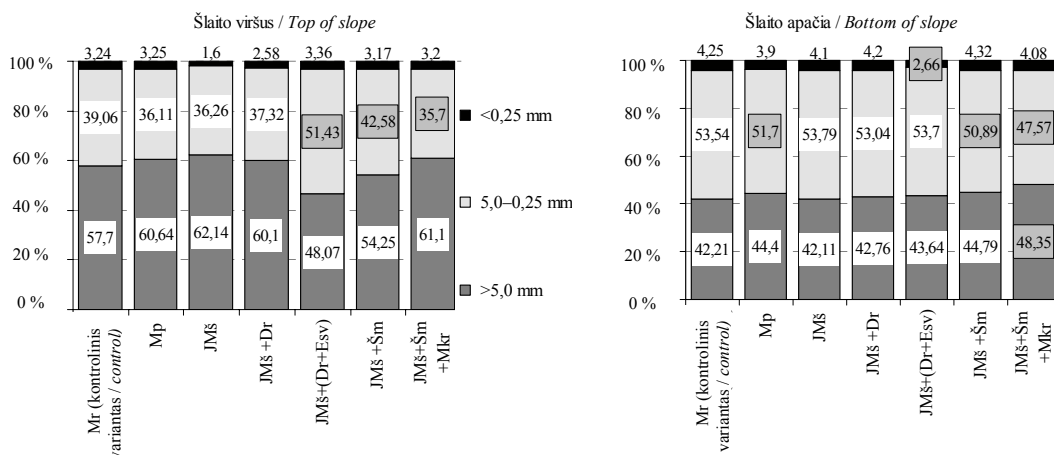
## **Rezultatai ir jų aptarimas**

**Dirvožemio struktūringumas.** Dirvožemio struktūringumui tiesioginę ir netiesioginę įtaką daro dirvos, oro ir vandens procesai /Carter, 2004/. Jį iš esmės modifikuoja dirvožemio naudojimas, auginami augalai, žemės dirbimas ir gamtos pokyčiai.

Apibendrinus tyrimų rezultatus nustatyta, jog dirvožemio armuo ir įvairiose šlaito vietose, ir įvairiuose šlaituose labiausiai skyrėsi nevienodu stambių (>5,0 mm dydžio) struktūrinių trupinėlių kiekiu. Jie sudarė šlaito viršaus eroduotų dirvožemių didžiąją dalį (57–79 %). Šios frakcijos kiekio skirtumas įvairių šlaitų ariamajame sluoksnyje buvo tik 6–7 %. Šlaito apačios dirvožemyje jų nustatyta šiek tiek mažiau – 42–46 %. Trupininės-grūdėtosios vidutinio (5,0–0,25 mm) dydžio trupinėlių frakcijos buvo daugiau (14–26 %) šlaito apačios dirvožemyje. I bandymo eroduoto dirvožemio struktūrinių grupių skirtumai įvairių šlaito dalių dirvožemyje pateikti 1 paveiksle.

Po ketverių tyrimo metų I bandymo šlaito viršaus dirvožemio struktūringumas iš esmės pagerėjo dėl 3,5 % padidėjusio 0,25–5,0 mm dydžio frakcijos trupinėlių kiekio, kasmet šiaudų metinį derlių panaudojus šlaito dirvai mulčiuoti, o pavasarį jį aparas (JMŠ + Šm). Augalų liekanų įtaką gerinant dirvožemio savybes bei gamtosaugos sąlygas nurodo ir kiti mokslininkai /Malhi et al., 2006/. Esminę teigiamą įtaką (12,4 %,  $P < 0,01$ ) gerinant šlaito viršaus dirvožemio struktūrą ir didinant jo frakciją taip pat turėjo tarpinio raudonųjų dobilų bei eraičinsvidrių mišinio žaliajai trąšai aparimas (JMŠ + Dr + Esv). Teigiamus struktūringumo pokyčius lemia daugiau sausųjų medžiagų sukaupiantys pupiniai augalai /Wivstad et al., 2003/.

II bandymo dirvožemyje struktūrinių >5,0 mm dydžio trupinėlių kiekis šlaito viršuje buvo 20–34 % didesnis nei šlaito apačioje, o 5,0–0,25 mm dydžio trupinėlių šlaito apačios dirvožemyje buvo daugiau kaip du kartus daugiau nei šlaito viršuje (2 lentelė). Jo dirvožemis buvo struktūringesnis. Panašius duomenis gavo ir Turkijos mokslininkai, tyrinėję kalvų dirvožemį. Nustatyta, kad visų kalvos dalių dirvožemio 0–50 cm sluoksnio makrotrupinėlių kiekis taip pat yra didesnis nei mikrotrupinėlių /Askin, Kizilkaya, 2009/.



Pastaba / Note. Paaikškinimai 1 lentelėje / Explanations in Table 1.

█ – skirtumas esminis, esant 0,05 tikimybės lygiui / difference significant at 0.05 probability level.

Šlaito viršus	>5,0	$R_{05} / LSD_{05} = 6,29$	Šlaito apačia	>5,0	$R_{05} / LSD_{05} = 3,848$
Top of slope	5,0-0,25	$R_{05} / LSD_{05} = 3,283$	Bottom of slope	5,0-0,25	$R_{05} / LSD_{05} = 1,780$
	<0,25	$R_{05} / LSD_{05} = 2,072$		<0,25	$R_{05} / LSD_{05} = 1,161$

**1 paveikslas.** Įvairių organinių trąšų ir tarpinių pasėlių įtaka struktūrinių trupinėlių grupių pasiskirstymui I bandymo šlaito dirvožemyje

**Figure 1.** The influence of various organic fertilisers and catch crops on the distribution of groups of soil structural aggregates in the soil of the slope of experiment I

Kaltinėnai, 2004–2007 m.

**2 lentelė.** Įvairių organinių trąšų ir tarpinių pasėlių įtaka struktūrinių trupinėlių grupių pasiskirstymui II bandymo šlaito dirvožemyje

**Table 2.** The influence of various organic fertilisers and catch crops on the distribution of groups of soil structural aggregates in the soil of the slope of experiment II

Kaltinėnai, 2005–2008 m.

Variantai Treatments	Dirvožemio struktūra % / Soil structure %		
	(>5,0 mm)	(5,0-0,25 mm)	(<0,25 mm)
Šlaito viršus / Top of slope			
1	2	3	4
Mr (kontrolinis variantas / control)	78,69	20,11	1,20
Mp	79,40	19,45	1,15
JMš	79,06	19,89	1,05
JMš + Dr	79,98	19,16	0,86
JMš + (Dr + Esv)	77,62	21,18	1,20
JMš + Šm	81,26	17,70	1,04
JMš + Šm + Mkr	75,78	22,80*	1,42
$R_{05} / LSD_{05}$	8,727	2,567	0,681

**2 lentelės tęsinys**  
**Table 2 continued**

1	2	3	4
	Šlaito apačia / <i>Bottom of slope</i>		
Mr (kontrolinis variantas / <i>control</i> )	49,25	46,51	4,24
Mp	47,25	51,28	4,03
JMš	49,13	53,19*	4,06
JMš + Dr	49,13	52,71*	3,58
JMš + (Dr + Esv)	43,63	47,02	3,39
JMš + Šm	47,01	51,03	4,02
JMš + Šm + Mkr	55,64	40,93*	3,43
R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	8,431	5,092	1,429

Pastabos / *Notes.* \* – skirtumas esminis, esant 0,05 tikimybės lygiui / \* – *difference significant at 0.05 probability level.*

Paiškinimai 1 lentelėje / *Explanations in Table 1.*

Vienkartinis kraikinio mėšlo 60 t ha<sup>-1</sup> (žiemkenčiams) ir kasmetinis šiaudų derliaus 1,9–4,4 t ha<sup>-1</sup> įterpimas šlaito dirvožemio struktūringumui turėjo nevienodą įtaką. Sunkaus priemolio struktūringumas šlaito viršuje nuo mėšlo pagerėjo iš esmės, nes iš esmės padidėjo (13,4 %) vidutinio (5,0–0,25 mm) dydžio dirvos trupinėlių kiekis, o šlaito apačioje jų iš esmės sumažėjo (5,6 %). Palyginti su kontroliniu variantu, šios šlaito dalies dirvožemyje 5,0–0,25 mm dydžio trupinėlių kiekį iš esmės padidino (14,4 %) miglinių javų bei pupinių augalų mišiniai ir jų bendrijos papildymas raudonaisiais dobilais aparimui (13,3 %). Moreninio priemolio struktūringumą taip pat pagerino dukartinis patrešimas organinėmis trąšomis per sėjomainą /Repšienė, Ožeraitienė, 2006/. Dirvožemio mikrotrupinėlių (<0,25 mm dydžio) iš esmės mažiau nustatyta šlaito apačios dirvožemyje, kai javuose augintas ir apertas raudonųjų dobilų bei eraičinsvidrių mišinys.

Žaliosios trąšos ir šiaudų sausųjų medžiagų kiekis per tiriamąjį laikotarpį pateiktas 3 lentelėje.

Rudžemyje nustatyta, jog dirvožemio viršutiniame sluoksnyje per sėjomainos rotaciją taikant organinę tręšimo sistemą, vertingiausių struktūrinių trupinėlių padidėjo atitinkamai 4,5 ir 2,5 proc. vnt., palyginti su netręštu variantu /Krištaponytė, Maikštėnienė, 2006/.

Trejus metus taikius dirvožemį tausojančias priemones, rezultatų statistinė analizė parodė glaudų esminį ryšį tarp šlaitų dirvožemį sudarančių 5,0–0,25 mm dydžio trupinėlių kiekio ir augintų augalų derlingumo. Gautas esminis teigiamas tiesinis ryšys ( $P < 0,01$ ).

Dviejų bandymų sėjomainos augalų derlingumo vidurkiai pateikti 2 paveiksle.

Dirvožemyje didėjant 5,0–0,25 mm dydžio trupinėlių kiekiui, didėjo žieminių kvietrugių derlingumas –  $r = 0,909$ ,  $F_{\text{fakt.}} = 54,74$  ( $y = 25,242 + 5,03x$ ),  $P < 0,01$ , miežių bei žirnių derlingumas –  $r = 0,865$ ,  $F_{\text{fakt.}} = 3,85$  ( $y = 12,014 + 0,061x$ ),  $P < 0,01$ , o avižų bei vikijų derlingumas su šia dirvožemio funkcija koreliavo iš esmės ir stipriai –  $r = 0,696$ ,  $F_{\text{fakt.}} = 11,25$  ( $y = -16,79 + 1,021x$ ),  $P < 0,01$ .

**3 lentelė.** Tarpinių pasėlių ir šiaudų sausųjų medžiagų kiekis ( $t\ ha^{-1}$ ), įterptas į dirvožemį per trejus sėjomainos metus skirtingose agrocenozėse

**Table 3.** Dry matter content ( $t\ ha^{-1}$ ) of catch crops and straw incorporated into the soil in different agrocenoses during the three years of the crop rotation

Kaltinėnai

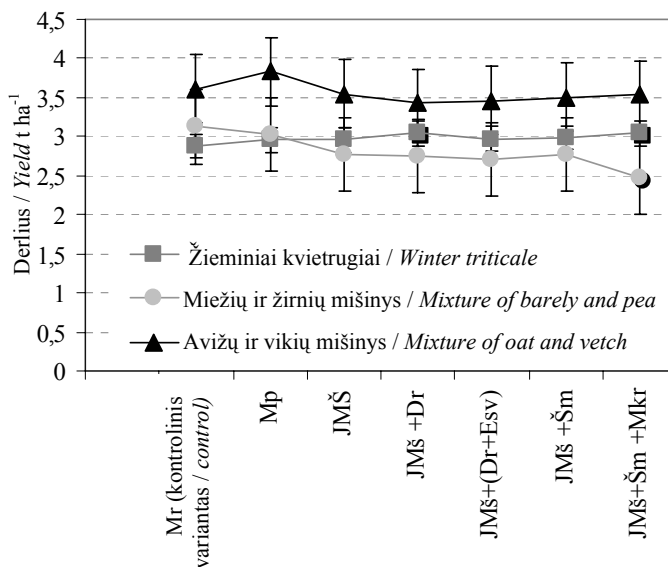
Organinių medžiagų rūšis <i>Organic matter</i>	JMš	JMš + Dr	JMš + (Dr + Esv)	JMš + Šm	JMš + Šm + Mkr
I bandymas / <i>Experiment I (2004–2006)</i>					
Šiaudai / <i>Straw</i>	–	–	–	$7,43 \pm 0,42$	$7,98 \pm 0,45$
Daugiamečių žolių žalioji trąša <i>Green manure of perennial grasses</i>	–	$5,40 \pm 0,13$	$8,90 \pm 0,34$	–	–
Mėšlas <i>Farmyard manure</i>	–	–	–	–	60,0
II bandymas / <i>Experiment II (2005–2007)</i>					
Šiaudai / <i>Straw</i>	–	–	–	$5,01 \pm 0,50$	$7,8 \pm 0,56$
Daugiamečių žolių žalioji trąša <i>Green manure of perennial grasses</i>	–	$4,20 \pm 0,35$	$6,20 \pm 0,65$	–	–
Mėšlas <i>Farmyard manure</i>	–	–	–	–	60,0

Pastaba / *Note.* Paaiškinimai 1 lentelėje / *Explanations in Table 1.*

Kalvotose vietovėse eroduojamų dirvožemių kokybinis kitimas nuolat vyksta dėl ardamosios vandens ir antropogeninės veiklos. Kuo šlaito dirvožemis yra labiau paveiktas vandeninės bei mechaninės erozijos, netekęs dalies ariamojo sluoksnio ir vidutiniškai bei smarkiai eroduotas, tuo jo struktūringumas ir augalų augimo sąlygos yra prastesnės. Šlaito dirvožemio vertinimas pagal struktūringumo koeficientą (DSK) kaip vieną iš armens kokybės vertinimo indikatorių parodė, kad tyrimų vietos dirvožemis buvo nevienodo struktūringumo: II bandymo šlaito viršaus sunkaus priemolio dirvožemis (DSK 0,4) buvo perpus mažiau struktūringas nei I bandymo (DSK 0,9). Vertinant pagal M. C. Amacherį ir kt. (2007), abiejų bandymų šlaitų viršuje augalų augimo sąlygos buvo kritiškos. Iš rudens suarto kontrolinio laukelio šlaitų apačios dirvožemis buvo struktūringesnis (DSK 1,3–1,7), o augalų augimo sąlygos geresnės. Kiti tyrėjai taip pat nurodo, jog dirvožemio struktūringumas priklauso nuo aplinkos sąlygų /Bronick, Lal, 2005/.

Po trejų tiriamų priemonių taikymo metų (ketvirtaisiais metais) nustatyta, jog šlaito viršaus dirvožemio struktūringumas iš esmės pagerėjo kasmet kartu su sėjomainos augalais auginant tarpinius raudonųjų dobilų bei eraičinsvidrių mišinio pasėlius, rudens ir žiemos laikotarpiu juos palikus šlaito apsaugai nuo erozijos, o pavasarį aparus papildyti organinėms medžiagoms. Jo sąlygos labiausiai pagerėjo ir tapo tinkamos augalams augti (4 lentelė).





Pastaba / Note. Paaiškinimai 1 lentelėje / Explanations in Table 1.



– skirtumas esminis, esant 0,05 tikimybės lygiui / difference significant at 0.05 probability level

**2 paveikslas.** Įvairių organinių trąšų ir tarpinių pasėlių įtaka javų grūdų derlingumui šlaito dirvožemyje

**Figure 2.** The impact of various organic fertilisers and catch crops on cereal grain yield on the soil of the slope

Vidutiniai dviejų bandymų duomenys / Data averaged over the two experiments 2003–2008 m.

Palyginti su pavasarį arta dirva, po tarpinių pasėlių auginimo ir aparimo šlaito viršaus dirvožemis tapo struktūringesnis net 0,60 (I) ir 0,1 (II) %. Teigiami struktūringumo pokyčiai nustatyti ir šlaito apačios dirvožemyje.

Šlaito dirvožemyje organinės anglies ( $C_{org.}$ ) kiekis buvo optimalus augalams augti, nes  $C > 1,0\%$  /Amacher et al., 2007/. Esminis  $C_{org.}$  kiekio padidėjimas (10,1 %) nustatytas II bandymo kvietrugiams aparus  $60\text{ t ha}^{-1}$  mėšlo ir kasmet pavasarį – šiaudus. I ir II bandymų DSK ir  $C_{org.}$  kiekio rezultatų statistinė analizė parodė vidutinio stiprumo ( $r = 0,511$  ir  $r = 0,337$ ,  $P < 0,01$ ) ryšius. Esminius šių rodiklių ryšius nurodo ir olandų mokslininkai /Drift, 1995/.

Siekiant padidinti eroduoto šlaito dirvožemio humusingumą, taikytos agrobiologinės (pupiniai javai, tarpiniai pasėliai) ir agrocheminės (šiaudų mulčias) priemonės nebuvo itin efektyvios dėl gegužės mėnesį vyravusių sausrų. Javai ir tarpiniai pasėliai prastai dygo, mažai krūmijosi, o intensyvaus augimo metu vyto dėl drėgmės dirvoje stokos. Dėl dirvožemio aeracijos suprastėjimo viršijus kritinę dirvožemio tankio ribą ( $1,5\text{ g cm}^{-3}$ ) ir dirvos drėgmės trūkumo, kurios kiekis tyrimų metais kontroliniame laukelyje intensyvaus augimo metu buvo vytimo drėgnio (6,89–9,55 %), 2004 ir 2006 m. raudonieji dobilai sukaupė 37 ir 58 %, o dobilų bei eraičinsvidrių mišinys – 77,5 ir

79,0 % mažiau žalios masės, todėl pavasarį įterpti į ariamąjį sluoksnį dirvožemio humusingumo iš esmės nepagerino (2 pav.). Sunkesnės granulometrinės sudėties šlaito dirvožemyje  $C_{org}$  kiekį reikšmingai padidino 60 t ha<sup>-1</sup> kraikinio mėšlo. Kiti tyrėjai taip pat nurodo, jog nepasotinto balkšvažemio humusingumas priklausė nuo įterpto mėšlo normų /Repšienė, Ožeraitienė, 2006/.

**4 lentelė.** Įvairių organinių trąšų ir tarpinių pasėlių įtaka eroduoto dirvožemio struktūringumo koeficiento (DSK) ir organinės anglies ( $C_{org}$ ) kiekio pokyčiams %

**Table 4.** The impact of various organic fertilisers and catch crops on the changes of structural coefficient (SSC) of eroded soil and organic carbon ( $C_{org}$ ) content in the soil %

Variantai <i>Treatments</i>	Šlaito vieta <i>Part of slope</i>	DSK SSC		$C_{org}$ %	
		I	II	I	II
Mr (kontrolinis variantas / control)	V	0,9	0,4	1,24	1,29
	A	1,7	1,3		
Mp	V	0,8	0,4	1,24	1,36
	A	1,6	1,4		
JMš	V	0,9	0,4	1,19	1,25
	A	1,7	1,3		
JMš + Dr	V	0,9	0,4	1,24	1,34
	A	1,7	1,3		
JMš + (Dr + Esv)	V	1,5*	0,5	1,28	1,37
	A	1,7	1,6		
JMš + Šm	V	1,1	0,5	1,27	1,30
	A	1,5	1,4		
JMš + Šm + Mkr	V	0,9	0,5	1,23	1,42*
	A	1,4	1,2		
	$R_{05} / LSD_{05} V$	0,370	0,329	0,159	0,107
	$R_{05} / LSD_{05} A$	0,441	0,341		

Pastabos. I – pirmas bandymas, II – antras bandymas; V – šlaito viršus, A – šlaito apačia.

Notes. I – the first experiment, II – the second experiment; V – top of slope, A – bottom of slope.

Paaiškinimai 1 lentelėje / Explanation in Table 1.

**Dirvožemio tankis.** Dirvožemio tankio analizės, darytos vidutinio humusingumo dirvožemyje baigiant bandymus (po trejų metų sėjomainos), parodė, jog dirvožemio tankiui tirtos priemonės esminės įtakos neturėjo (5 lentelė). I bandymo vidutinio priemolio dirvožemio tankis buvo vidutinis, II – didelis /Бондарев, 1990; Lechtveer, Nugis, 1992/. Pagal R. Lechtveerį (1992), optimalus (1,32–1,34 g cm<sup>-3</sup>) dirvožemio tankis nustatytas 0–10 cm gylyje, o mažiausias (4,4–6,7 %) dirvožemio tankio nuokrypis nuo optimalaus – 10–20 cm gylio sluoksnyje, kuris rudenį buvo giliai suartas (Mr). Nuardyto balkšvažemio ariamojo horizonto (10–20 cm) kritinė dirvožemio tankio riba viršyta vidutiniškai tik 2,2 %. Kiti tyrimo laukeliai buvo giliai suarti pavasarį, todėl ši riba armenyje viršyta vidutiniškai 3,7–11,1 %. Nors į javus išėtas grynų raudonųjų dobilų tarpinis pasėlis dirvožemio tankio nesumažino, tačiau raudonųjų dobilų bei eraičinsvidrių mišinys žaliajai trąšai, palyginti pasėliu su be tarpinių augalų, jį sumažino 7,4 %.

**5 lentelė.** Įvairių organinių trąšų ir tarpinių pasėlių įtaka šlaito balkšvažemio tankiui  
**Table 5.** The impact of various organic fertilisers and catch crops on the slope on the bulk density of Eutric Albeluvisol

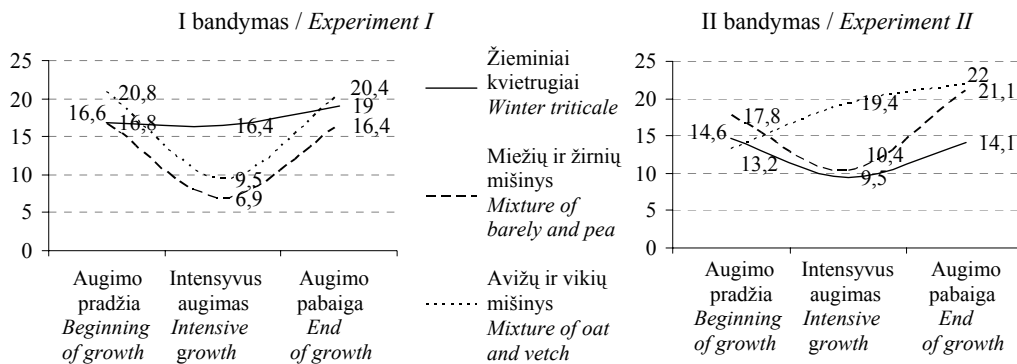
Variantai Treatments	Ėminio gylis Sampling depth cm	I bandymas / Experiment I (2007)		II bandymas / Experiment II (2008)	
		Dirvožemio tankis Soil bulk density g cm <sup>-3</sup>	Dirvožemio kri- tinės suslėgimo ribos viršijimas Exceeding of critical soil compression limit %	Dirvožemio tankis Soil bulk density g cm <sup>-3</sup>	Dirvožemio kri- tinės suslėgimo ribos viršijimas Exceeding of critical soil compression limit %
Mr (kontrolinis variantas control)	0–5	1,32	–	1,56	15,5
	5–10	1,34	–	1,55	14,8
	10–15	1,41	4,4	1,58	17,0
	15–20	1,44	6,7	1,64	21,5
	0–20	1,38	2,2	1,58	17,0
Mp	0–5	1,37	1,5	1,54	14,1
	5–10	1,54	14,1	1,67	23,7
	10–15	1,53	13,3	1,64	21,5
	15–20	1,55	14,8	1,64	21,5
	0–20	1,50	11,1	1,62	20,2
JMš	0–5	1,41	4,4	1,58	17,0
	5–10	1,49	10,4	1,66	23,0
	10–15	1,37	1,5	1,64	21,5
	15–20	1,38	2,2	1,71	26,7
	0–20	1,41	4,4	1,60	22,0
JMš + Dr	0–5	1,45	7,4	1,58	17,0
	5–10	1,50	11,1	1,64	21,5
	10–15	1,53	13,3	1,64	21,5
	15–20	1,54	14,1	1,57	16,3
	0–20	1,50	11,1	1,61	19,1
JMš + (Dr + Esv)	0–5	1,33	–	1,58	17,0
	5–10	1,46	8,1	1,62	20,2
	10–15	1,41	4,4	1,60	22,0
	15–20	1,40	3,7	1,56	15,5
	0–20	1,40	3,7	1,59	17,8
JMš + Šm	0–5	1,43	5,9	1,57	16,3
	5–10	1,43	5,9	1,63	20,7
	10–15	1,51	11,8	1,65	22,2
	15–20	1,45	7,4	1,60	22,0
	0–20	1,45	7,4	1,61	19,2
JMš + Šm + Mkr	0–5	1,48	9,6	1,65	22,2
	5–10	1,39	3,0	1,55	14,8
	10–15	1,52	12,6	1,68	24,4
	15–20	1,49	10,4	1,70	25,9
	0–20	1,47	8,9	1,64	21,5
R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	0–5	0,181	5,4	0,159	4,75
	5–10	0,257	11,31	0,170	9,10
	10–15	0,240	13,42	0,168	7,90
	15–20	0,249	12,73	0,134	9,86

Pastaba / Note. Paaškinimai 1 lentelėje / Explanations in Table 1.

Dirvožemio paviršinio 0–5 cm sluoksnio, kuriame yra pagrindinė šaknų masė, tankis buvo optimalus. Po miglinių javų ir pupinių augalų mišinių auginimo ariamojo sluoksnio tankis sumažėjo 6,7 %, o po kasmetinio šiaudų mulčio įterpimo – 3,7 %. Vakarų Lietuvos dirvožemio tankį taip pat mažino žalioji trąša ir įterpti šiaudai /Ožeraitienė, Čiuberkis, 2006/. Kiti tyrėjai nurodo, jog tarpinis vasarinių rapsų pasėlis, kaip žalioji trąša įterptas į rudžemį, suformavo dirvožemio mažiausią tankį (1,32 g cm<sup>-3</sup>) ir didžiausią poringumą (48,6 %) /Maikštėnienė, Šlepetienė, 2003/.

Nustatytas sunkaus priemolio balkšvažemio (II bandymas) smarkus suslėgimas per visą dirvožemio ariamąjį sluoksnį, kai net ir rudenį suarto dirvožemio tankis buvo 1,55–1,64 g cm<sup>-3</sup> (kritinė suslėgimo riba viršyta vidutiniškai 17 %). Tai itin ryšku dirvožemio 10–20 cm sluoksnyje, kurio tankis siekė 1,68–1,70 g cm<sup>-3</sup> (5 lentelė). Pirmajam sėjomainos nariui – žieminiams kvietrugiams – įterptas mėšlas, taip pat kasmetinis pavasarinis augalinių liekanų – šiaudų mulčio arba žaliosios trąšos – aparimas šiame šlaite dirvožemio tankio iš esmės nesumažino. Tačiau šios priemonės, palyginti su pavasarinu arimu (Mp), dirvožemio tankį tendencingai sumažino. Raudonųjų dobilų ir eraičinsvidrių mišinys, panaudotas dirvožemio apsaugai nuo erozijos, o pavasarį apartas žaliajai trąšai, geriau nei vieni raudonieji dobilai ar šiaudų mulčias mažino eroduotų dirvožemių tankį ir turėjo didelę dirvosauginę reikšmę.

**Dirvožemio drėgnis.** Kaip žinoma, armens sluoksnio struktūringumas yra susijęs su jo drėgniu, dirvožemio aeracija, maisto medžiagų pasisavinimo galimybe ir daro įtaką augalų augimo bei vystymosi intensyvumui. Kai kurie mokslininkai taip pat nurodo dirvos temperatūros, drėgnio ir mikroorganizmų įtaką dirvožemio struktūringumui /Paul, Clark, 1996/. Dirvožemio armens drėgnio dinamika pateikta 3 paveiksle.



I bandymas / Experiment I R<sub>05</sub> / LSD<sub>05</sub>:  
 Augimo pradžia / Beginning of growth – 2,021  
 Intensyvus augimas / Intensive growth – 2,332  
 Augimo pabaiga / End of growth – 1,023

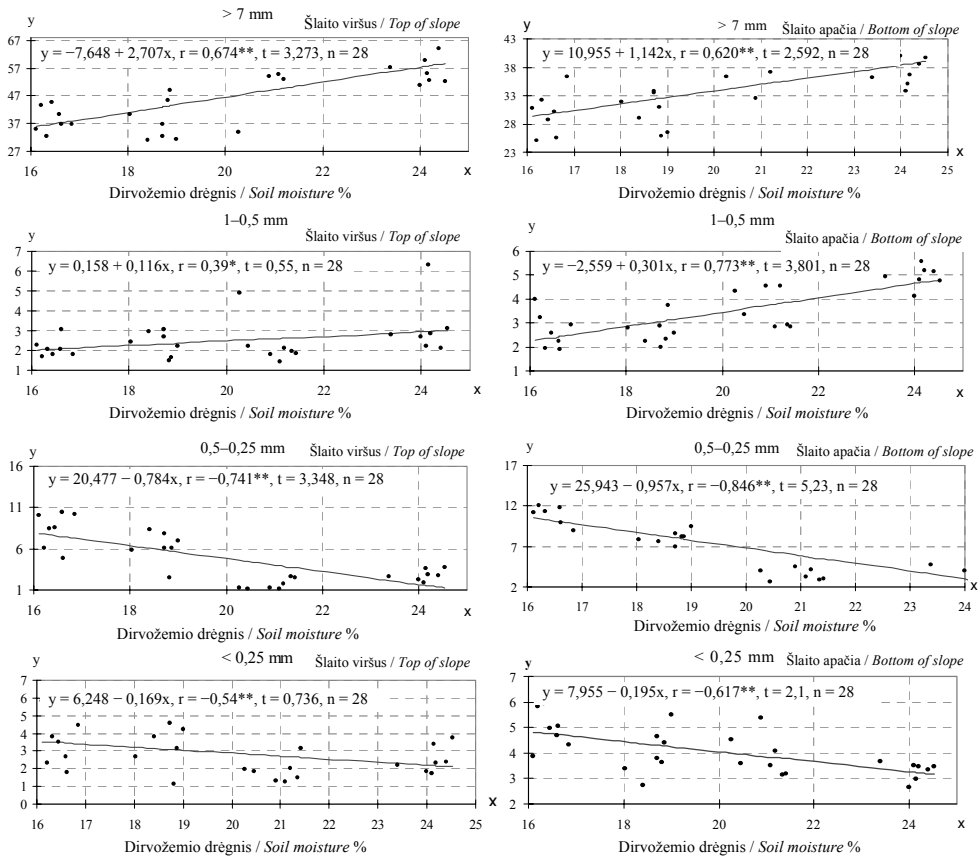
II bandymas / Experiment II R<sub>05</sub> / LSD<sub>05</sub>:  
 Augimo pradžia / Beginning of growth – 2,037  
 Intensyvus augimas / Intensive growth – 1,865  
 Augimo pabaiga / End of growth – 0,975

**3 paveikslas.** Dirvožemio drėgnio dinamika dirvos armenyje sėjomainos augalų vegetacijos laikotarpiu % I ir II bandymo metu

**Figure 3.** Dynamics of soil moisture (%) in the ploughlayer during the growing period of rotation crops during experiment I and II

Kaltinėnai, 2003–2008 m.

Javų auginimo pabaigoje ketverių tyrimo metų dirvožemio struktūringumo bei drėgnio porinė ir regresinė analizė ( $n = 28$ ) parodė kai kurių dirvožemio trupinėlių kiekio esminį ryšį su dirvožemio drėgniu (absoliučiai sauso dirvožemio masės procentais). Didėjant  $>7$  mm dydžio trupinėlių kiekiui, dirvožemio drėgnis reikšmingai didėjo visame šlaito dirvožemyje (4 pav.). Koreliacinis linijinės priklausomybės ryšys tarp šių duomenų šlaito viršaus ir apačios dirvožemyje svyravo intervale  $r = 0,674-0,620$ ,  $P < 0,01$ .



**4 paveikslas.** Struktūrinių trupinėlių kiekio (y, %) ir dirvožemio drėgnio (x) tarpusavio priklausomumas ( $n = 28$ ) per tyrimų laikotarpį

**Figure 4.** The relationship between the amount of soil aggregates (y, %) and soil moisture (x) during the experimental period ( $n = 28$ )

2004–2007 m.

Didėjant šlaito dirvos drėgniui, 1–0,5 mm dydžio trupinėlių taip pat daugėjo (svyravimas  $r = 0,390-0,773$ ,  $P < 0,01$ ), o smulkių 0,5–0,25 mm ir  $<0,25$  mm dydžio trupinėlių kiekis mažėjo (svyravimas atitinkamai  $r = -0,741-0,846$  ir  $r = -0,540-0,617$ ,  $P < 0,01$ ). Kitų dirvožemio struktūrinių frakcijų ryšys su drėgniu buvo mažiau reikšmingas.

## Išvados

Kalvotose vietovėse eroduotas pasotintas balkšvažemis per ketverius tyrimo metus buvo veikiamas nepalankių meteorologinių sąlygų, tačiau dėl taikytų aplinkai saugių agropriemonių jo agrofizinės savybės formavosi teigiama linkme.

1. Šlaito viršaus dirvožemio struktūringumą iš esmės pagerino žiemojančių tarpinių pasėlių (raudonųjų dobilų bei eraičinsvidrių mišinio) kasmetinis auginimas sėjomainoje (žieminiai kvietrugiai, miežių bei žirnių mišinys, avižų bei vikių mišinys) grūdams ir jų aparimas žaliajai trąšai pavasarį. Taikant šią priemonę šlaito dirvožemyje vertingų (5,0–0,25 mm dydžio) dirvožemio trupinelių padidėjo vidutiniškai 3–6 %. Šlaito viršuje dulkiško sunkaus priemolio struktūringumą iš esmės pagerino (3,5 %,  $P < 0,01$ ) padidėjęs šių trupinelių kiekis, šiaudų metinį derlių panaudojus dirvai mulčiuoti bei aparti ir žaliajai trąšai raudonųjų dobilų bei eraičinsvidrių mišinio tarpinių pasėlių (12,4 %,  $P < 0,01$ ).

2. Kraikinio mėšlo  $60 \text{ t ha}^{-1}$  įterpimas žieminiams kvietrugiams ir javų šiaudų  $1,9\text{--}4,4 \text{ t ha}^{-1}$  derlius, apertas javams, šlaito viršaus sunkaus priemolio struktūringumą pagerino 13,4 %.

3. Šlaito dirvožemyje nustatytas stiprus teigiamas ( $r = 0,674\text{--}0,620$ ) ryšys tarp dirvožemio drėgnio ir  $>7$  bei  $1\text{--}0,5$  mm dydžio trupinelių kiekio, o mažiau reikšmingas ( $n = 28$ ,  $P < 0,01$ ) – tarp drėgnio ir  $0,5\text{--}0,25$  bei  $<0,25$  mm dydžio trupinelių kiekio.

4. Kalvose vidutinio humusingumo (2,3–2,7 %) pasotintame balkšvažemyje tirtos priemonės dirvožemio tankiui esminės įtakos neturėjo. Raudonųjų dobilų bei eraičinsvidrių mišinio tarpinis pasėlis viso armens (0–20 cm) sluoksnio tankį tendencingai sumažino 7,4 %, o paviršinio (0–5 cm) dirvožemio sluoksnio – iki optimalaus ( $1,33 \text{ g cm}^{-3}$ ). Taikant kasmetinį šiaudų mulčio aparimą, dirvožemio armens tankis sumažėjo 3,7 %.

5. Javų sėjomainos derlingumas šlaituose priklausė nuo dirvožemį sudarančių vidutinio (5,0–0,25 mm) dydžio trupinelių kiekio. Žieminių kvietrugių, miežių bei žirnių ir avižų bei vikių derlingumas didėjo, dirvožemyje didėjant šių trupinelių kiekiui, atitinkamai  $r = 0,909$ ,  $r = 0,865$  ir  $r = 0,696$ ,  $P < 0,01$ .

6. Skirtinguose šlaituose organinės anglies kiekį netolygiai padidino mėšlo  $60 \text{ t ha}^{-1}$  įterpimas (0–10 %) ir kasmetinis tarpinių pasėlių (Dr + Esv) aparimas žaliajai trąšai (3,2–6,2 %).

Gauta 2009 11 06  
Pasirašyta spaudai 2009 12 15

## LITERATŪRA

1. Amacher M. C., O'Neill K. P., Perry C. H. Soil vital signs: a new soil quality index (SQI) for assessing forest soil health / Research paper of USD of agriculture // Forest Service. – 2007, p. 12
2. Arlauskienė A., Maikštėnienė S. Molingų dirvožemių savybių gerinimas ankštiniais augalais, jų biomasę panaudojant žaliai trąšai // Žemdirbystė-Agriculture. – 2002, t. 79, p. 229–243
3. Askin T., Kizilkaya R. Soil basal respiration and dehydrogenase activity of aggregates: a study in atoposequence of pasture soils // Žemdirbystė-Agriculture. – 2009, t. 96, Nr. 1, p. 98–112
4. Berg E., Kollerund J. Present Norwegian regulation and future strategies concerning catch and cover crops // The use of catch or cover crops to reduce leaching and erosion. – Uppsala, 1995, p. 14–17
5. Booth C. A., Fullen M. A., Jankauskas B. et al. Field case studies of soil organic matter sequestration in Lithuania and the U.K. // International Journal of Design and Nature and Ecodynamics. – 2008 vol. 3, No. 3, p. 203–216
6. Bronick C. J., Lal R. Soil structure and management: a review // Geoderma. – 2005, vol. 124, iss. 1–2, p. 3–22
7. Bukantis A., Rimkus E. Lietuvos agroklimatinių išteklių kaita ir prognozės // Lietuvos klimato ir dirvožemio potencialo racionalaus naudojimo perspektyvos. – Akademija, Kėdainių r., 1997, p. 5–11
8. Carter M. R. Researching structural complexity in agricultural soils // Soil and Tillage Research. – 2004, vol. 79, iss. 1, p. 1–6
9. Dexter A. R., Ardivissson J., Czyz E. A. et al. Respiration rates of soil aggregates in relation to tillage and straw-management practices in the field // Acta Agriculturae Scandinavica / Soil and Plant Science. – 1999, vol. 49, p. 193–199
10. Drift J. W. M. The effect of temperature change on soil structure stability / Studies in Environmental Science. – 1995, vol. 65, p. 923–930
11. Feiza V., Feizienė D., Jankauskas B., Jankauskienė G. The impact of soil management on surface runoff, soil organic matter content and soil hydrological properties on the undulating landscape of Western Lithuania // Žemdirbystė-Agriculture. – 2008, t. 95, Nr. 1, p. 3–21
12. Jankauskas B., Jankauskienė G., Fullen M. A. Soil erosion and changes in the physical properties of Lithuanian Eutric Albeluvisols under different land use systems // Acta Agriculturae Scandinavica / Soil and Plant Science. – 2008, vol. 58, No. 1, p. 66–76
13. Jozefaciuk Cz., Jozefaciuk A. Erozja i melioracje przeciwozyjne. – Warszawa, 1996. – 142 p.
14. Kinderienė I. Supaprastinto žemės dirbimo bei augalų masės įterpimo naudojimo įtaka dirvožemio vandeninei erozijai // Žemdirbystė-Agriculture. – 2004, t. 88, Nr. 4, p. 90–101
15. Kudaba Č. Lietuvos aukštumos. – Vilnius, 1983. – 186 p.
16. Krištaponytė I., Maikštėnienė S. Ilgalaikio įvairaus intensyvumo tręšimo poveikis glėjiškųjų rudžemių našumui // Žemės ūkio mokslai. – 2006, Nr. 3, p. 1–9
17. Lal R. Soil erosion and the global carbon budget // Environment International. – 2003, vol. 29, No. 4, p. 437–450
18. Lechtveer R., Nugis E. Field soils and their trampling, soil compaction and soil management. – Tallinn, 1992, p. 26–28
19. Maikštėnienė S., Arlauskienė A. Effect of preceding crops and green manure on the fertility of clay loam soil // Agronomy Research. – 2004, vol. 2, p. 87–97

20. Maikštėnienė S., Šlepetienė A. Sunkaus priemolio dirvožemio fizikinių savybių gerinimas įvairios kilmės organinėmis medžiagomis // *Žemdirbystė-Agriculture*. – 2003, t. 83, Nr. 3, p. 77–80

21. Malhi S. S., Lemke R. Tillage, crop residue and N fertilizer effects on crop yield, nutrient uptake, soil quality and nitrous oxide gas emission in a second 4-yr rotation cycle // *Soil and Tillage Research*. – 2007, vol. 96, iss. 1–2, p. 269–283

22. Malhi S. S., Lemke R., Wang Z. H., Chhabra Baldev S. Tillage, nitrogen and crop residue effects on crop yield, nutrient uptake, soil quality, and greenhouse gas emissions // *Soil and Tillage Research*. – 2006, vol. 90, iss. 1–2, p. 171–183

23. Marcinkevičienė A., Bogužas V. The influence of catch crops and manure on soil bioactivity in sustainable and organic farming // *Žemdirbystė-Agriculture*. – 2006, t. 93, Nr. 4, p. 146–154

24. Morgan R. P. C. Soil erosion and conservation. – Oxford, UK, 2006. – 304 p.

25. Ožeraitienė D., Čiuberkis S. The effect of different tillage methods and organic fertilizers on soil state and crop yield // *Žemdirbystė-Agriculture*. – 2006, t. 93, Nr. 4, p. 180–189

26. Paul E. A., Clark F. E. Soil microbiology and biochemistry. – San Diego, USA, 1996. – 340 p.

27. Repšienė R., Ožeraitienė D. Manuring effect on the soil properties and crop rotation yield // *Žemdirbystė-Agriculture*. – 2006, t. 93, Nr. 4, p. 199–207

28. Romanovskaja D. Įvairių organinių trąšų poveikis dirvožemio agrocheminėms savybėms ir mineralinio azoto migracijai: daktaro disertacijos santrauka. – Akademija, Kėdainių r., 2003. – 33 p.

29. 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.

30. Tripolskaja L. Organinės trąšos ir jų poveikis aplinkai. – Akademija, Kėdainių r., 2005, p. 45–174

31. Wivstad M., Bath B., Rämert B., Eklind Y. Legumes as a nutrient source for Iceberg Lettuce (*Lactuca sativa crispa*) // *Soil and Plant Science*. – 2003, vol. 53, iss. 2, p. 69–75

32. Бондарев А. Г. Проблема уплотнения почв сельскохозяйственной техникой и пути ее решения // *Почвоведение*. – 1990. № 5, с. 31–37

33. Нерпин С. В., Чудновский А. Ф. Физика почвы. – Москва, 1967, с. 13–18



## **The effect of organic fertilisers and catch crops on the physical properties of eroded soil**

I. Kinderienė

Lithuanian Institute of Agriculture

### **Summary**

With a view to reducing soil degradation and improving its properties, experiments were done during the period 2003–2008 at the Lithuanian Institute of Agriculture's Kaltinėnai Research Station on *Eutric Albeluvisol* (*ABe-el*). The effects of farmyard manure, straw and catch crops (red clover and its mixture with festulolium) as green manure on the soil and crops were explored on the slopes with 7–9° and 5–6° inclination. The changes in eroded soil were estimated according to several agrophysical indicators: structure, bulk density, moisture content and organic carbon ( $C_{org.}$ ) content.

Solid manure applied at a rate of 60 t ha<sup>-1</sup> for winter triticale and annual incorporation of 1.9–4.4 t ha<sup>-1</sup> of straw of winter triticale, barley, pea, oats and vetch exerted a diverse impact on soil structure of the slope. The structure of heavy loam at the top of the slope significantly improved due to manure application – the content of valuable, medium-sized soil crumbs (5.0–0.25 mm) increased by 13.4%, while at the bottom of the slope the content of such crumbs in sandy loam significantly declined by 5.6%.

The structure of silty heavy loam was significantly improved by straw used as mulch and by red clover and festulolium mixture used to protect the soil from erosion during the cold period of the year and as green manure in spring (by 3.5 and 12.4%, respectively,  $P < 0.01$ ). The productivity of cereals and their mixtures with *Fabaceae* on the slopes was closely connected with the amount of soil crumbs 5.0–0.25 mm in size in the ploughlayer. A significant positive correlation ( $P < 0.01$ ) was obtained. Cereal productivity increased with increasing amount of valuable soil crumbs 5.0–0.25 mm in size in the soil. The linear correlation between these two variables in the soil of the slope varied within the range  $r = 0.696–0.909$ ,  $P < 0.01$ .

The investigated measures did not have any significant effect on the bulk density of eroded *Albeluvisol* medium in humus (2.3–2.7%). Red clover and festulolium mixture for green manure performed better in reducing bulk density of eroded soils and had a more considerable soil conservation effect compared with red clover alone or straw mulch.

**Key words:** *Albeluvisol*, slope, farmyard manure, catch crops, green manure, straw, structure, soil bulk density.