

*Dirvotyra ir agrochemija*  
*Soil Science and Agrochemistry*  
*Почвоведение и агрохимия*

---

## **Kiekybiniai eroduojamų dirvožemių organinės medžiagos pokyčiai dėl skirtingo žemės naudojimo**

---

**Benediktas Jankauskas,**

**Genovaitė Jankauskienė**

*Lietuvos žemdirbystės instituto  
Kaltinėnų bandymų stotis,  
Varnių g. 17, LT-75451 Kaltinėnai,  
Šilalės r.,  
el. paštas: kaltbs@kaltbs.lzi.lt*

Sudėtingi dirvožemio organinės medžiagos (DOM) sintezės ir skaidymo procesai dar nėra visiškai pažinti. Nevienodai pasaulio literatūroje interpretuojamos DOM kaitos sąsajos su dirvožemio erozija. Tačiau DOM pripažįstama dirvožemio kokybės indikatoriumi ir biosferos ekologinės pusiausvyros bei stabilumo rodikliu, turinčiu įtakos klimato kaitai Žemėje. Organinės medžiagos irimo metu atsipalaiduojantis anglies dvideginis patenka į atmosferą ir didina jos šiltnamio efektą. Todėl dirvožemio erozija yra viena pavojingiausių dirvožemio degradacijos formų. Ji mažina DOM atsargas ir sudaro dar geresnes sąlygas dirvožemio ardymui. Eroduojamų dirvožemių organinės medžiagos lemia dirvožemio fizines savybes, jo atsparumą ardymui, todėl verčia žemdirbius ieškoti racionaliausių tokių dirvožemių naudojimo būdų, skatinančių anglies kaupimą dirvožemyje.

Šiame apžvalginiame-moksliniame straipsnyje analizuojama DOM sudėtis, jos sąsajos su dirvožemio ardymu, trumpai apžvelgiami Lietuvos dirvožemio ardymo tyrimai, akcentuojant DOM kaitą dėl skirtingų agrotechninių priemonių: tręšimo organinėmis trąšomis, žemės dirbimo minimalizavimo, žemėnaudos. Lietuvos žemdirbystės instituto (LŽI) Kaltinėnų bandymų stoties tyrimais išaiškintas akivaizdus antierozinių sėjomainų ir ilgalaikio daugiakomponentinio žolių mišinio naudingumas šlaitų dirvožemiams. Po 20-ies tyrimo metų didesnio kaip 10° statumo šlaituose antierozinės žolių ir javų sėjomainos DOM kiekį padidino 14,7–17,8%, o daugiakomponentis žolių mišinys – net 63,8%, lyginant su DOM kiekiu javų ir žolių sėjomainoje. Tokia praktiškai nieko nekainuojanti priemonė stabilizuoja erozijai jautrių dirvožemių ardymą ne tik tiesiogiai saugodama dirvožemį nuo nepalankių gamtos veiksnių: intensyvių liūtų ir vėjų veiklos, bet ir skatindama dirvožemio anglies kaupimąsi. Straipsnyje pateikiami Kaltinėnų bandymų stoties ilgalaikių dirvožemio erozijos tyrimų duomenys apie skirtingų žemės naudojimo būdų įtaką DOM kaitai.

**Raktažodžiai:** dirvožemio organinė medžiaga, dirvožemio erozija, eroduojami balkšvažemiai, dirvosauginės priemonės

---

### **IVADAS**

Lietuvos žemės ūkis pastarųjų generacijų metu patyrė keletą staigių pokyčių. Smulkių prieškarinio ūkininkų ir nedidelių dvarų žemė dažniausiai buvo dirbama arkliais. Retai kur tekdavo arti kalvų šlaitus. Kalvota žemė pirmiausiai buvo naudojama ganykloms. Todėl dirvožemio ardy-

mas tuo metu nebuvo didelė problema. Vis dėlto, jau dirvožemio mokslo pradininkas Lietuvoje prof. V. Ruokis 1930 m. išleistoje knygoje aprašė dirvožemio ardymą šlaite ariant arklu [34]. Antrojo pasaulinio karo ir pirmaisiais pokario metais patyręs didžiulį nuosmukį, žemės ūkis vėliau palaipsniui tapo mechanizuotu ir chemizuotu ūkiu. Tuo metu kilo didžiulė grėsmė dirvožemio ardymui

mechaninėmis žemės dirbimo priemonėmis, vandeniu ir vėju. Prasidėjo intensyvi dirvožemio fizinė degradacija. Ją kiek švelnino tai, kad lygiagrečiai su žemdirbystės intensyvinimu buvo plėtojama ir gyvulininkystė. Reikėjo daug ganyklų, dirvų tręšimui naudota daug mėšlo ir kt. trąšų, dirvos buvo intensyviai kalkinamos. Atkūrus nepriklausomybę, žemės naudojimo intensyvumas smarkiai sumažėjo, bet tai buvo tik trumpas atokvėpis. Vakarų valstybių pavyzdžiu žemdirbystė Lietuvoje vėl sparčiai intensyvinama. Tad dirvožemio fizinės degradacijos mastas vėl auga ir gali pasireikšti netikėtai sparčiai. To priežastimi gali tapti sumažėjęs dėmesys žemės dirbimui, auginamų augalų kaitai, subalansuotai augalų mitybai.

Subalansuota augalų mityba, racionaliai išnaudojant dirvožemio maisto medžiagų išteklius, ypač svarbi eroduojamų dirvožemių sąlygomis. Tokių dirvožemių organinės medžiagos lemia ir dirvožemio atsparumą ardymui. Sudėtingi dirvožemio organinės medžiagos, dirvožemio organinės anglies (DOA) ar dirvožemio humuso (DH) sintezės ir skaidymo procesai dar nėra visiškai pažinti, todėl pasaulio literatūroje interpretuojami skirtingai. Žur-

nale „Žemės ūkio mokslai“ jau rašėme apie būtinybę suvienodinti humuso ar DOM terminologiją ir analizavimo metodus [20]. Šio straipsnio tikslai yra: 1. Išanalizuoti DOM kaitos sąsajas su dirvožemio ardymu (literatūros analizė); 2. Apžvelgus Lietuvos dirvožemio ardymo tyrimus, aptarti ilgalaikius Kaltinėnų bandymų stoties bandymais fiksuotą dirvožemio organinės medžiagos kaitą dėl skirtingo žemės naudojimo.

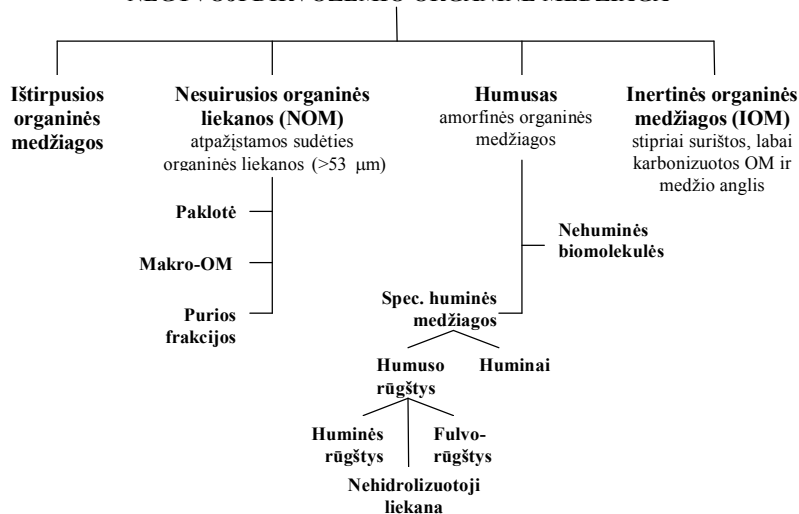
**Dirvožemio organinės medžiagos (DOM) kaitos sąsajos su jo erozija.** DOM veikia daugelį dirvožemio savybių: dirvožemio drėgmės imlumą, dirvožemio bazingumą, dirvožemio maisto medžiagų prieinamumą, dirvožemio struktūringumą, struktūros patvarumą, dirvožemio oro ir šilumos savybes [28]. DOM pripažįstama dirvožemio kokybės indikatoriumi ir biosferos ekologinės pusiausvyros bei stabilumo rodikliu [25, 26], turinčiu įtakos klimato kaitai Žemėje [12, 14, 29]. Dirvožemio organinė anglis (DOC), kaip pagrindinis DOM komponentas, susideda iš mikroorganizmų ląstelių, įvairaus suirimo laipsnio augalų ir gyvūnų liekanų, stabilaus „humuso“ (sintezuoto iš organinių liekanų) ir iš labai karbonizuotų medžio anglies, grafito ar akmens anglies [28]. Negyvają dirvožemio organinę medžiagą galima pa-vaizduoti tokia schema (1 pav.).

Dirvožemio organinės anglies atsargos (iki vieno metro gylio) kinta nuo 30 t ha<sup>-1</sup> dykumų zonoje iki 800 t ha<sup>-1</sup> organiniuose šaltojo regiono dirvožemiuose, o vyraujančios atsargų ribos yra 50–150 t ha<sup>-1</sup> [27]. Anglies kaupimąsi ir eikvojimą apibūdina nuolat kintanti pusiausvyra (2 pav.).

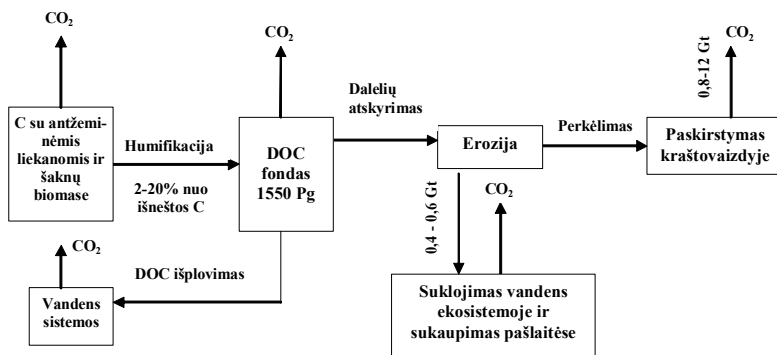
Dirvožemio erozijos procesai veikia viso kalvoto kraštovaizdžio dirvožemio organinės anglies dinamiką: anglies turtingiausias paviršinis dirvožemio sluoksnis nupustomas ar nunešamas nuo kalvų viršūnių ar viršutinių šlaito dalių ir suklojamas pašlaitėse, reljefo mikroįdubimuose ar net vandens telkiniuose, kartais labai toli nuo pradinės slūgsojimo vietos. Anglies eikvojimas (organinės medžiagos irimas) paspartėja erozijos proceso metu ir suklojus nuardytą dirvožemį pašlaitėse bei vandens telkiniuose. Dalis atsargų „palaidojama“ ir kartais labai ilgam laikui „užkonservuojama“ erozijos nešmenimis padengus organinės medžiagos turtingus pašlaičių dirvožemius. Organinės medžiagos irimo metu atsipalaiduojantis anglis dvideginis (CO<sub>2</sub>) patenka į atmosferą didindamas atmosferos šiltnamio efektą.

Apskaičiuota, kad intensyvaus žemės naudojimo laikotarpiu (tarp 1850 ir 1998 metų) DOM nuostolių balanse vieną trečdalį (26 ± 9 Gt) sudarė nuostoliai dėl dirvožemio erozijos ir apie du trečdalius (52 ± 8 Gt) dėl mineralizacijos [33]. Dirvožemio degradaciją ir DOM eikvojimą ska-

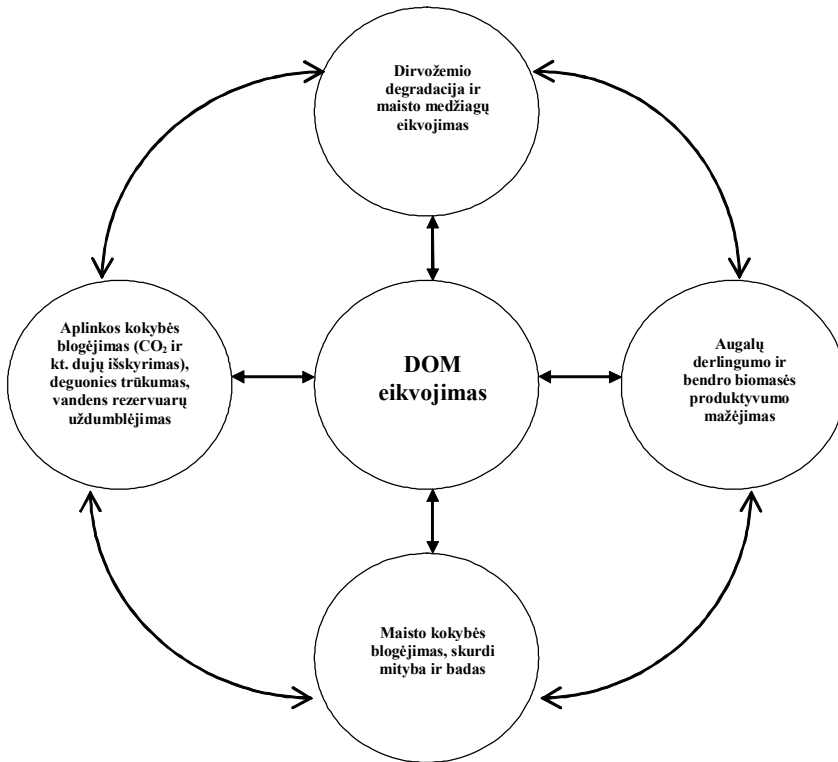
#### NEGYVOJI DIRVOŽEMIO ORGANINĖ MEDŽIAGA



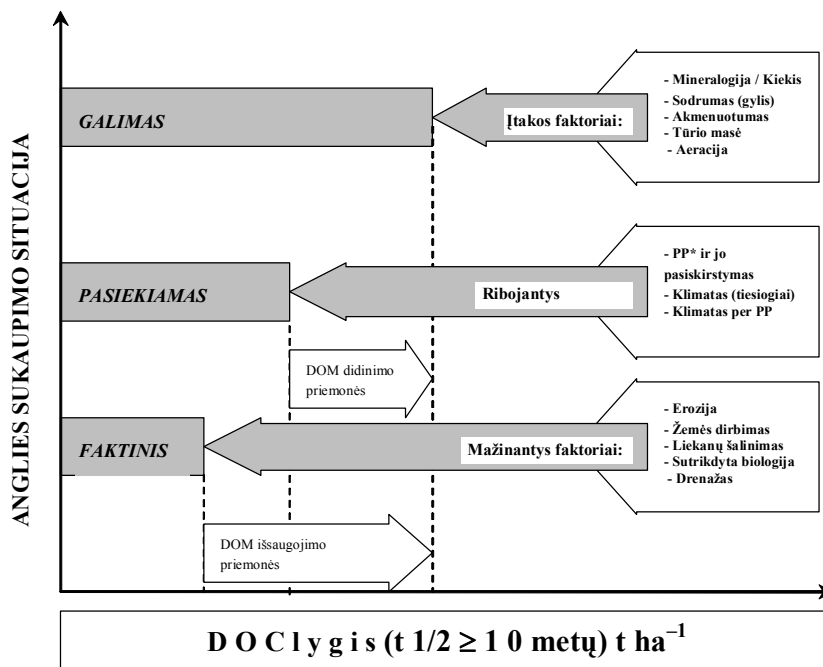
1 pav. Dirvožemio organinės medžiagos sudėtis (modifikuota pagal J. A. Baldock ir J. O. Skjemstad [1])



2 pav. Procesai, veikiantys dirvožemio organinės anglies (DOC) dinamiką. Rodyklės į viršų rodo CO<sub>2</sub> emisiją (išgaravimą) į atmosferą. Anglis dar gali išgaruoti CH<sub>4</sub> forma, esant anaerobinėms sąlygoms ar iš gerai drenuotų dirvų (pagal R. Lal [27])



3 pav. Dirvožemio organinės medžiagos eikvojimo pasekmės (pagal R. Lal [27])



4 pav. Dirvožemio organinės anglies (DOC) kaupimo situacija prieš DOC lygį (pagal I. S. I. Ingram ir E. C. M. Fernandes [13]).

\*PP – pirminis produktyvumas

tinantys procesai (3 pav.) gali sukelti pražūtingus padarinius: maisto kokybės pablogėjimą, skurdžią mitybą ir net badą [21].

Literatūroje aptinkama nemažai diskusijų apie galimą, pasiekiamą ir faktinį DOC lygį. Iš pateikiamos schemos (4 pav.) aiškėja, kad potencialiai galima pasiekti DOC lygį

pirmiausia riboja žmogaus nepakankamai valdomi klimato veiksniai, o faktinis lygis yra limituojamas jų mažinančių veiksmų. Dirvožemio erozija nurodoma pirmąją tarp DOC mažinančių veiksmų. Netinkamas žemės dirbimas, organinių liekanų šalinimas, sutrikdyti biologiniai procesai ir dirvožemių sausinimas taip pat minimi tarp DOC kaupimą mažinančių veiksmų. DOC mažinančius veiksmus žmogus yra pajėgus reguliuoti per konkrečias dirvožemio ir klimato sąlygas atitinkančių agrotechninių priemonių sistemą.

#### Trumpa Lietuvos dirvožemių ardymo (erozijos) tyrimų apžvalga.

Dirvožemio fizinė degradacija Lietuvoje vyksta daugiausiai dėl dirvožemio erozijos. Dirbamuose laukuose dirvožemis pradamas ardyti žemės dirbimo padargais. Aritant 5°, 10° ir 15° šlaitus skersai, kiekvienu arimu nustumiama atitinkamai po 2,7, 5,2 ir 7,2 t ha<sup>-1</sup> dirvožemio, o aritant išilgai šlaito – net po 12,8, 15,7 ir 16,8 t ha<sup>-1</sup> [22, 23]. Mechanškai dirvožemis ardomas dirbant kalvoto reljefo laukus žemės dirbimo padargais. Žemės dirbimo padargais sunaikinus dirvožemį nuo ardymo saugančią augaliją, susidaro palankios sąlygos tolesniam dirvožemio ardymui vandeniu ar vėju. Tyrimais nustatyta didžiulė dirvožemio ardymo vandeniu žala augalais neapsaugotų ar menkai saugomų šlaitų dirvožemiams [2–4, 6, 9, 30, 32, 36–38]. Vidutiniais 40-ies tyrimo metų Dūkšto bandymų stoties duomenimis, Aukštaičių aukštumos 6–7° statumo šlaite auginant javus dėl ardymo vandeniu kasmet netekta po 4,5, o laikant juodą pūdymą – net po 46,6 t ha<sup>-1</sup> dirvožemio. Per minėtą laikotarpį buvo užfiksuotas tik vienas atvejis, kai 0,05 t ha<sup>-1</sup> dirvožemio netekta nuo daugiamečių žolėmis apsėto šlaito, o ilgamžėmis žolėmis užimtas dirvonas visiškai apsaugojo dirvožemį nuo ardymo vandeniu [10].

Kaltinėtų bandymų stoties 18 tyrimo metų duomenimis, Žemaičių aukštumos skirtingo statumo šlaituose auginant bulves, vasarinius miežius ir žieminius rugius dėl vandeninės erozijos netenkama atitinkamai po 24,2–87,1, 9,0–25,5 ir 3,2–8,6 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> dirvožemio [18, 19]. Ardymui vėju ypač jautrūs yra smėlio dirvožemiai ir durpžemiai.

Sąlygos dirvožemio ardymui vėju Lietuvoje pasitaiko rečiau, bet vėju išjudintos dirvožemio dalelės nunešamos toliau. Pasitaiko atveju, kai dėl vėjinės erozijos sunaikinami didžiuliai pasėlių plotai, užnešami melioracijos kanalai, pakelių grioviai [15]. Nustatyta, kad Pajūrio žemumoje pustomi priesmėlio ir smėlio dirvožemiai per defliacijai palankų laikotarpį praranda vidutiniškai iki 10,7–16,9 t ha<sup>-1</sup> smulkžemio, o su juo ir 8–12 kg ha<sup>-1</sup> humuso [31].

Fizinę dirvožemio degradaciją neišvengiamai lydi cheminė degradacija. Vandeninės ar vėjinės dirvožemio erozijos sukeliamą cheminę degradaciją esmingai skiriasi nuo Lietuvos dirvožemiams būdingos cheminės degradacijos dėl jaurėjimo ir rūgštėjimo. Pastarąją, beje, galima vadinti chemine dirvožemio erozijos forma. Vandeninės ar vėjinės erozijos sukeliamą cheminę degradaciją siejama su maisto medžiagų (mineralinių ir organinių) netekimu, prarandant jų turtingiausią viršutinį dirvožemio sluoksnį.

Lietuvos dirvožemio erozijos tyrėjai savo darbuose dažniausiai tyrinėjo ir aprašė tradicinių maisto medžiagų azoto, fosforo, kalio, rečiau kalcio ir magnio netekimą dėl vandeninės erozijos [3, 15, 22, 32, 37, 38]. A. Račinsko [32] ir A. Švedo [38] knygose aptinkama duomenų ir apie humuso antierozinę reikšmę bei humuso kitimą dirvožemyje priklausomai nuo jo nuardymo laipsnio. Tačiau ir vienu, ir kitu atveju iš esmės rašoma apie dirvožemio organinės medžiagos arba dirvožemio organinės anglies įtaką dirvožemio erozijos procesams arba DOM netekimą ardant dirvožemį. Tai todėl, kad humuso sudėtyje esančių anglies ir azoto santykis yra gana pastovus dydis, o kitos jau minėtos maisto makromedžiagos, kaip ir dauguma mikroelementų, taip pat yra humuso sudėtinės dalys [5].

Retai tepavyksta gauti bent kiek patikimus DOM pokyčius dėl trumpalaikių priemonių naudojimo, nebent priemonė būtų susijusi su didelio organinės medžiagos kiekio įterpimu į nestorą dirvožemio sluoksnį (ariamasis horizontas ar jo dalis). Vis dėlto būna ir išimčių. Viena tokių – buvusios LŽI Dūkšto bandymų stoties įvairaus chemizavimo lygio žemdirbystės sistemų lauko bandymai [8]. Tų tyrimų duomenimis, jau po pirmųjų ketverių metų (1993–1997 m.) užfiksuotas pastebimas dirvožemio humuso kiekio pokytis skirtingai naudojant eroduotų šlaitų dirvožemį. Tirtos trejopo chemizavimo lygio žemdirbystės sistemos (lauko sėjomainos) ir dviejų chemizavimo lygių žolinės agrofitocenozės. Lauko sėjomainas sudarė: žieminiai kviečiai, kukurūzai, miežiai ir dobilai, o žolių agrofitocenozę – liucernos, motiejukai ir tikrieji eraičinai. Lauko sėjomainos pagal chemizavimo lygį vadintos atitinkamai: biologine-organine, integruota ir intensyvia žemdirbystės sistemomis, o žolių – biologine-organine ir intensyvia. Biologinė-organinė lauko augalų sėjomainos tręšimui naudotas tik mėšlas, kuris šiam ir kitiems lauko sėjomainos variantams iškratytas ir į dirvožemį įterptas rudeninio arimo metu po žieminių kviečių. Žoliniam augalams mėšlas iškratytas prieš įsėlinio mišinio sėją. Su mėšlu įterpta po 343 kg ha<sup>-1</sup> N, po 252 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ir po 513 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. Integruotos lauko sėjomainos augalų tręšimui mineralinių trąšų normos apskaičiuotos pagal augalų poreikius ir dirvožemyje esantį azoto, fosforo bei kalio kiekį. Intensy-

vios lauko sėjomainos augalų tręšimui naudotos 20% didesnės mineralinių trąšų normos, lyginant su integruota sėjomaina. Tyrimų duomenys parodė, kad biologinės-organinės žemdirbystės sistemos variante dirvožemio humuso per ketverius metus sumažėjo nuo 1,64 iki 1,6, integruotos sistemos variante padaugėjo nuo 1,39 iki 1,44, o intensyvios sistemos variante nuo 1,46 iki 1,54%. Biologinės-organinės ir intensyvios žolių agrofitocenozė variantų dirvožemyje humuso padaugėjo atitinkamai nuo 1,88 iki 2,02 ir nuo 1,88 iki 2,03% [8]. Nors statistinio duomenų įvertinimo nepateikiama, bet dėsningos kaitos tendencijos gana aiškios ir logiškos.

Kitoje Dūkšto bandymų stoties tyrimų grupėje po šešerių tyrimo metų, trijų augalų sėjomainos grandyje du kartus panaudojus po 150, 300 ir 450 kg ha<sup>-1</sup> azoto atitinkančias kraikinio mėšlo normas, humuso procentas dirvožemyje patikimai padidėjo tik nuo pastarųjų dviejų mėšlo normų [9].

Kita gera išimtimi laikytini LŽI Kaltinėnų bandymų stotyje 1995–1998 m. daryti skirtingų žemės dirbimo sistemų palyginimo bandymai [11]. Tyrinėtos keturios žemės dirbimo sistemos, iš kurių dvi nemažino augintų augalų derlingumo, o kitos dvi ketvirtaisiais tyrimų metais ženkliai sumažino tais metais augintų miežių derlingumą ir nulėmė mažesnę visos sėjomainos javų grandies derlingumą. Todėl ypatingo dėmesio vertos pirmosios dvi tyrinėtose žemės dirbimo sistemos: I. Ruošiant dirvą žiemkenčių sėjai, liepą buvo giliai suarta (0,20–0,22 m). Prieš sėją dirva sukultivuota (60–80 mm gyliu) ir nuakėta (50 mm gyliu) du kartus. Ruošiant dirvą vasarajui, iš karto po priešsėlio nuėmimo buvo giliai ariama (0,20–0,22 m), o pavasarį, pradžiūvus dirvai, taip pat sukultivuota ir nuakėta du kartus; II. Ruošiant dirvą žiemkenčių sėjai, liepą buvo sekliai suarta (0,14–0,16 m gyliu). Prieš sėją dirva sukultivuota ir nuakėta du kartus. Ruošiant dirvą vasarajui, po priešsėlio nuėmimo buvo laukiama, kol sužels piktžolės (apie 2–3 savaites), tada nupurkšta herbicidu glifosatu (4 l ha<sup>-1</sup>). Dar po 2–3 savaičių sukultivuota kultivatoriumi čizeliu 0,20–0,22 m gyliu 1–2 kartus. Pavasarį, pradžiūvus dirvai, sukultivuota ir nuakėta du kartus. Pirmosios žemės dirbimo sistemos atveju dėl dirvožemio ardymo vandeniu vidutiniškai per metus netekta po 6,37–7,11 t ha<sup>-1</sup> absoliučiai sauso dirvožemio, o su juo ir po 122,6–167,2 kg ha<sup>-1</sup> humuso. Antrosios žemės dirbimo sistemos atveju dirvožemio nuostoliai buvo po 1,98–2,37 t ha<sup>-1</sup>, o humuso po 40,8–50,6 kg ha<sup>-1</sup> [11]. Taigi dirvožemio ir jo humuso nuostoliai sumažėjo daugiau kaip 3 kartus.

Suformuotos Lietuvos kalvoto reljefo dirvožemių antierozinės sistemos pagrindą sudaro antierozinis augalų vaidmuo [15]. Augalų antieroziniu vaidmeniu paremtos ir pastarųjų metų rekomendacijos sutankinti antierozinių sėjomainų pasėlius įsėliniais augalais arba auginti tarpinius augalus [24].

## TYRIMŲ SĄLYGOS IR METODAI

Žinodami, kad trumpalaikiai tyrimai neviseiškai atskleidžia kalvoto reljefo dirvožemių ardymo ir ypač DOM kaitos

procesus, darėme ilgalaikius tyrimus. Bandymų dirvožemis kalvų viršuje buvo nedaug nuardytas, o šlaituose nuardymo laipsnis vidutinis ar smarkus. Menkai ar vidutiniškai nuardyti dirvožemiai priskirti [17] menkai eroduotiems pasotintiesiems balkšvažemiams (J1b-e1) – *Eutric Albevisol* (ABe-el), o smarkiai nuardyti dirvožemiai stachuose šlaituose – tipingiems pasotintiesiems pradžiažemiams, smarkiai eroduotiems (PRb2-(e3)) – *Orthieutric Regosol* (RGe-o-es).

**Pirmoji tyrimų grupė** (antierozinių sėjomainų tyrimai), kurioje tarpusavyje lyginamos ketveriopos sudėties sėjomainos skirtingo statumo (2–5° – A fonas, 5–10° – B fonas ir 10–14° – C fonas) šlaituose, buvo įrengta 1981 metais, o tyrimų duomenys nuosekliai kaupiami nuo 1983 metų. Tirtos tokios šešių laukų sėjomainos:

1. Įprasta lauko sėjomaina (17% žiemkenčių (žj), 17% kaupiamųjų augalų (k), 33% vasarinių javų (vj) ir 33% daugiamečių žolių (ž): 1) žieminiai rugiai (R), 2) bulvės (B), 3 ir 4) miežiai (M), 5 ir 6) raudonųjų dobilų ir pašarinių motiejukų mišinys (D-M);

2. Antierozinė javų ir žolių sėjomaina (17% žj, 50% vj ir 33% ž): 1) R, 2–4) M, 5 ir 6) D-M;

3. Antierozinė žolių ir javų sėjomaina I (17% žj, 17% vj ir 67% ž): 1) R, 2) M, 3–6) D-M;

4. Antierozinė žolių ir javų sėjomaina II (17% žj, 17% vj ir 67% ž): 1) R, 2) M, 3–6) šunažolių ir raudonųjų eraičinų mišinys (Š-E).

Tyrimai daryti trejopo statumo šlaituose (bandymo fonai): A – 2–5°, B – 5–10° ir C – 10–14° keturiais pakartojimais.

Tyrimų C fone dėl galiojančių rekomendacijų buvo neracionalu auginti lauko sėjomainoms būdingus kaupiamuosius augalus. Todėl lauko sėjomainos vietoje augintas daugiakomponentis daugiamečių žolių mišinys (DŽM) ilgam naudojimui: raudonieji eraičinai, pašariniai motiejukai, baltieji dobilai, pievinės miglės ir garždeniai (visų po 20% rekomenduojamos išsėjimo normos).

Tyrinėjamos sėjomainos išdėstytos dviem blokais, sėjomainas pradėdant pirmuoju ir ketvirtuoju nariais. Todėl vienam bandymo pakartojimui atstovauja 8 laukeliai, išdėstyti randomizacine tvarka keturiais pakartojimais.

**Eroduoto dirvožemio monitoringas.** Nuo 2001 m., pasibaigus pirmosios tyrimų grupės bandymams, stacionariuose nei 10° šlaituose liko du buvusio bandymo C fono pakartojimai (vienas šiauriniame, kitas pietiniame kalvos šlaite). Šiaurinio 11–13° statumo šlaito dirvožemis buvo vidutiniškai nuardytas, todėl gavo eroduo to balkšvažemio monitoringo pavadinimą. Pietinio 14–16° statumo šlaito dirvožemis viršutinėje šlaito dalyje buvo labai nuardytas, todėl pagal naująją Lietuvos dirvožemių klasifikaciją [7] gavo eroduo to pradžiažemio pavadinimą. Abiejų monitoringų sklypuose yra po 8 stebėjimų aikštelės pagal anksčiau aprašytą pirmosios bandymų grupės metodiką.

**Antroji tyrimų grupė** (stacionariniai dirvožemio erozijos tyrimai), kurioje lyginamos šešeriopos sudėties agrofocenoze (sėjomainos ir nuolatinės žolės), buvo įrengta 1993 m., o reguliarūs duomenys gaunami nuo 1995 m.

Šlaitų statumas ir granulimetrinė dirvožemio sudėtis bandyme Nr. 1 yra 7–9°, dulkiškas vidutinio sunkumo priemolis ant dulkiško molio –  $dp_1/dm$ , Nr. 2 – 9–11°, dulkiškas lengvas priemolis ant rišlaus smėlio su giliau slūgsančiu dulkišku vidutinio sunkumo priemoliu –  $dp/s_1/dp_1$  ir Nr. 3 – 7–8°, dulkiškas sunkus priemolis ant tokio pat priemolio –  $dp_2/dp_2$ . Visų šlaitų ekspozicija – pietų [17]. Lauko bandymų schema jungia šešeriopas žemės naudojimo sistemas šešerių metų laikotarpiu kaitaliojant skirtingus augalus arba laikant dėl skirtingo naudojimo natūraliai kintančias fitocenozes. Tyrimų schema tokia:

1. Sėjomaina su juoduoju pūdymu: 1) žiemkenčiai (Ž)\*, 2) B, 3) M, 4) D-M, 5) M ir 6) Juodasis pūdymas (J.p.);

2. Įprasta lauko sėjomaina: 1) Ž\*, 2) B, 3–4) M, 5–6) D-M;

3. Antierozinė javų ir žolių sėjomaina: 1) Ž\*, 2–4) M, 5, 6) D-M;

4. Antierozinė žolių ir javų sėjomaina: 1) Ž\*, 2) M, 3–6) Š-E;

5. Tręšiamas ir šienaujamas žolių mišinys iš daugiakomponentinio žolių mišinio (raudonųjų eraičinų, pašarinių motiejukų, baltųjų dobilų, pievinių miglių ir garždenių) be atsėjimo auginamas 12 metų ar dar ilgiau;

6. Netręšiamas ir nešienaujamas žolių mišinys (tokios pat sudėties, kaip 5-ame variante).

\*Žiemkenčių lauke bandymuose Nr. 1 ir Nr. 3 auginti žieminiai kviečiai, o bandyme Nr. 2 – žieminiai rugiai.

Kiekvienas bandymas kasmet turėjo po du sėjomainos rotacijos narius, pradėdant pirmuoju ir ketvirtuoju nariais. Pirmasis sėjomainos narys (keturių variantų žiemkenčiai) sudarė vieną tyrimų bloką, o ketvirtasis sėjomainos narys (taip pat keturių variantų augalai) – kitą tyrimų bloką. Bandymai įrengti be pakartojimų erdvėje, t. y. kasmet kiekvieno bandymo vietoje yra po 10 laukelių: keturi variantai su minėtomis sėjomainomis kartojami dviejuose blokuose auginant skirtingus augalus (iš viso 8 laukeliai) ir du variantai su tręšiamu ir netręšiamu daugiakomponentiniais žolynais atstovauja abiem blokams. Laukeliai išdėstyti randomizacine tvarka.

Tyrimų duomenys apdoroti dispersinės analizės ir netiesioginių skirtumų metodais naudojant programą ANOVA for EXCEL vers. 3.1 [35].

## TYRIMŲ REZULTATAI

Ilgalaikių Kaltinėnų bandymų stoties tyrimų duomenų pagrindu jau galima spręsti ne tik apie dirvožemio ardymo mastą, bet ir apie DOM pokyčius eroduojamų šlaitų dirvožemiuose. Pastebimi DOM pokyčiai realiai tikėtini tik ilgą laiką naudojant tokias priemones, dėl kurių augalai sunaudoja mažiau dirvožemio anglies negu jos išnešama su iš lauko paimama augalų produkcija arba kai žemės dirbimo priemonės apriboja DOM mineralizaciją. Apie tai galima spręsti pagal jau aptartą 4 pav. Apie analizuojamų tyrimų DOM būklę sprendžiama pagal pokyčius tarp tiriama variantų.

**Sėjomainų antierozinės gebos tyrimai skirtingo statumo šlaitams.** Kaltinėnų bandymų stoties ilgalaikiais

skirtingų sėjomainų palyginimo bandymais pirmiausiai siekta nustatyti kiek dirvožemio netenkama dėl vandeninės erozijos nuo skirtingo statumo šlaitų. Pirmos tyrimų grupės lauko bandymais 18-os metų laikotarpiu (1983–2000 m.) nustatytas toks dirvožemio vandeninės erozijos intensyvumas: 3,17–8,6 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> m.<sup>-1</sup> auginant žieminius rugius, 9,01–27,09 m<sup>3</sup> ha m.<sup>-1</sup> auginant vasarinius miežius ir 24,2–87,12 m<sup>3</sup> ha m.<sup>-1</sup> auginant bulves. Daugiametės žolės visiška sulaike dirvožemio ardymą vandeniui. Antierozinės žolių ir javų sėjomainos (su 66,7% žolių) sumažino dirvožemio nuostolius nuo periodiškai dirbamų 2–5°, 5–10° ir 10–14° statumo šlaitų 74,7–79,5%, o javų ir žolių sėjomainos (su 33,3% žolių) 22,7–24,2%, lyginant su dirvožemio nuostoliais nuo lauko sėjomainos augalais užimtų šlaitų. Pagrindine pasiūlytos stabilios dirvosauuginės žemdirbystės sistemos kalvose priemone liko kruopščiai parinktos aukštos antierozinės galios ekosistemos (velėną formuojančios daugiametės žolės ar antierozinės sėjomainos) parenkamos atsižvelgiant į šlaito ir dirvožemio savybes. Tokios ekosistemos įgalina stabilizuoti dirvožemio ardymą ir užtikrinti kalvoto reljefo ekologinį stabilumą [16, 19].

Pagal dirvožemio ardymo mastą (neatlikus DOM tyrimų) tik preliminariai galima spręsti apie DOM netekimą. Įtikinamesni yra tiesioginio DOM arba humuso kiekio tyrimo dirvožemyje duomenys, kurie gauti Tiurino titrimetiniu metodu tiriant DOM kiekį ariamajame 22 cm dirvožemio horizonte (1 lentelė).

Po pirmosios sėjomainos rotacijos 1988 metais patikimų skirtumų tarp tiriamų variantų beveik neužfiksuota. Tik 10–14° statumo šlaito žolių ir javų I sėjomainos variante, t. y. dobilų ir motiejukų mišinio auginimo atveju, dirvožemyje stebimas patikimas DOM kiekio padidėjimas, lyginant su javų ir žolių sėjomainos augalais užimtu šlaito dirvožemiu.

Daugiau patikimų skirtumų atsirado po antrosios sėjomainos rotacijos, t. y. po 12-os tyrimo metų (1994 metai). Tuo metu patikimų DOM skirtumų dar nebuvo tik 5–10° statumo šlaito dirvožemyje. Abiejų antierozinių žolių ir javų sėjomainų augalais užimtas 2–5° statumo šlaito dirvožemis sukaupė patikimai daugiau DOM, kaip javų ir žolių sėjomainos augalais užimtas. Tarp lauko bei javų ir žolių sėjomainų augalais užimto dirvožemio DOM kiekio nebuvo patikimo skirtumo. Po dviejų sėjomainos rotacijų esmingai daugiau DOM sukaupė daugiakomponenčiu žolių mišiniu bei žolių ir javų I sėjomainos augalais užimto 10–14° statumo šlaito dirvožemis, lyginant jį su DOM kiekiu javų ir žolių augalais užimtame dirvožemyje.

Dar daugiau skirtumų matoma po trečiosios sėjomainos rotacijos, t. y. 2000 m. po 18-os tyrimo metų (1 lentelė). Lėkščiausio (2–5° statumo) šlaito dirvožemyje išryškėjo patikimas DOM skirtumas tarp lauko bei javų ir žolių sėjomainų augalais užimto dirvožemio: rasta atitinkamai po 26,4 ir 29,9 g kg<sup>-1</sup>, kai mažiausias patikimas

1 lentelė. DOM pokyčiai dėl ilgalaikio skirtingo žemės naudojimo eroduotų balkšvažemių skirtingo statumo šlaituose Kaltinėnai, 1983–2000 m.

Tyrimo variantas (sėjomainų rotacija)	DOM (g kg <sup>-1</sup> )			
	po pirmos rotacijos, 1988 m.	po antros rotacijos, 1994 m.	po trečios rotacijos, 2000 m.	
2–5° statumo šlaitas				
Lauko	34,7	27,3	26,4	
Javų ir žolių	34,6	25,4	29,9	
Žolių ir javų I	30,8	36,5	33,9	
Žolių ir javų II	32,3	34,7	34,6	
R <sub>05</sub>	4,12	3,01	2,84	
5–10° statumo šlaitas				
Lauko	25,2	23,7	21,7	
Javų ir žolių	24,7	23,5	20,1	
Žolių ir javų I	24,8	22,7	27,5	
Žolių ir javų II	24,1	23,1	26,7	
R <sub>05</sub>	2,87	1,69	1,64	
10–14° statumo šlaitas				
DŽM*	24,9*	25,9*	25,1*	27,2
Javų ir žolių	24,2	22,4	19,9	16,9
Žolių ir javų I	27,1	24,7	24,5	21,8
Žolių ir javų II	25,0	23,9	24,3	22,2
R <sub>05</sub>	2,32	2,21	3,28	-
			2000 m.	**2002 m.

\* DŽM – daugiakomponentinis žolių mišinys ilgam naudojimui iš raudonųjų eraičių, pašarinių motiejukų, baltųjų dobilų, pievinių miglių ir garždenių (visų po 20%).

\*\* Eroduoto balkšvažemio monitoringo 2002 m. vidutiniai dviejų pakartojimų duomenys.

skirtumas buvo 2,84 g kg<sup>-1</sup>. Tačiau daugiausiai DOM (33,9–34,6 g/kg) rasta žolių ir javų sėjomainų augalais užimtame to šlaito dirvožemyje. Patikimai daugiau DOM žolių ir javų sėjomainų augalai sukaupti ir statesnio, 5–10°, šlaito dirvožemio armenyje, lyginant tiek su lauko, tiek su javų ir žolių sėjomainų augalais užimtaisiais. Stačiausiame, 10–14°, šlaite abu žolių ir javų sėjomainų ir daugiakomponenčio žolių mišinio variantai sukaupti patikimai daugiau DOM, kaip variantas su javų ir žolių sėjomainos augalais. Taigi išryškėjo akivaizdus antierozinių žolių ir javų sėjomainų pranašumas 2–5° ir 5–10° statumo šlaitams bei tokių pat sėjomainų ir daugiakomponenčio žolių mišinio pranašumas 10–14° statumo šlaitams.

Paskutinis 1 lentelės bandymų C fonui 10–14° šlaite atstovaujantis stulpelis padalytas į dvi dalis. Pirmoji dalis, kaip ir kituose bandymo fonuose, atstovauja 2000 m. tyrimams, o antroje dalyje pateikti 2002 m. jau eroduo baltšvažemio monitoringo tyrimo duomenys. Skaičiai šiek tiek skiriasi ne vien dėl skirtingų tyrimo metų, bet ir dėl skirtingo atstovavimo: 2000 m. tyrimai atstovauja trims bandymo C fono pakartojimams, o monitoringo duomenys – tik vienam pakartojimui iš šiaurinio šlaito. Tai daroma siekiant duomenų palyginamumo tarp pirmosios tyrimų grupės, jų tąšos eroduojamų dirvožemių monitoringo tyrimuose ir antrosios tyrimų grupės, kur galimybė ištirti DOM kiekį atsirado tik gavus tarptautinę paramą bandomajam (Pilot) projektui „Anglies kaupimo tyrimai Lietuvos dirvožemiuose“.

**Eroduojamų dirvožemio monitoringo tyrimai** pradėti 2001 m. tęsiant sėjomainų antierozinės gebos tyrimų C fono bandymo dalį. Šiuo metu yra apibendrinti trijų sėjomainos rotacijų duomenys. DOM kiekio tyrimų duomenys pateikiami 2 lentelėje.

Praėjus 20 metų nuo bandymo įrengimo, patikimai daugiau DOM, lyginant su visais kitais tyrinėjtais variantais, sukaupti daugiakomponentis žolių mišinys. Abu žolių ir javų sėjomainų variantai pagal DOM sukauptimą tarpusavyje skiriasi nežymiai, bet aiškiai atsilieka nuo anksčiau minėto varianto. Mažiausiai DOM rasta javų ir žolių sėjomainos augalais užimtame dirvožemyje. Vidutiniais duomenimis, po 20-ies tyrimo metų statesniuose nei 10° šlaituose antierozinės žolių ir javų sėjomainos DOM kiekį padidino 14,7–17,8%, o daugiakomponentis žolių

mišinys – net 63,8%, lyginant su DOM kiekiu menką antierozinę galią turinčioje javų ir žolių sėjomainoje. Naujai apibendrinti duomenis bus galima pasibaigus ketvirtai sėjomainos rotacijai.

**Skirtingos granulometrinės sudėties dirvožemio erozijos tyrimai.** Dirvožemio erozijos stacionariųjų bandymų 36 tyrimų (trys bandymai, du tyrimų blokai, šešeri metai) duomenimis, 1995–2000 m. nuo juodojo pūdymo ir to pūdymo sėjomainos augalais užimtų šlaitų per metus netekta vidutiniškai po 13,09 t ha<sup>-1</sup> sauso dirvožemio, nuo lauko bei javų ir žolių sėjomainų augalais užimtų šlaitų dirvožemio nunešta atitinkamai 51,7, 72,8 ir 86% mažiau, o daugiakomponenčiai žolių mišiniai stabilizavo dirvožemio ardyumą. Mažiausi dirvožemio nuostoliai buvo sunkiausios granulometrinės sudėties, t. y. dulkiško sunkaus priemolio dirvožemio šlaite (0,45–3,38 t ha<sup>-1</sup> m<sup>-1</sup>), kiek daugiau jo netekta dulkiško vidutinio sunkumo priemolio ant dulkiško lengvo molio dirvožemio šlaite (0,65–6,29 t ha<sup>-1</sup> m<sup>-1</sup>) ir daugiausiai ardomas buvo dulkiško lengvo priemolio ant rišlaus smėlio dirvožemis (netekta 4,38–29,38 t ha<sup>-1</sup> m<sup>-1</sup>).

DOM kiekis šios tyrimų grupės bandymų dirvožemyje buvo ištirtas gavus jau minėtą tarptautinę paramą 2002 metais. Kiekvienam bandymui atstovauja tik dviejų pakartojimų (skirtingi blokai) duomenys. Todėl statistinis duomenų vertinimas darytas atskiro bandymo duomenis traktuojant pakartojimais. Dirvožemių skirtybės nulėmė didelius DOM skirtumus tarp sąlyginių pakartojimų. Ypač išsiskiria bandymo Nr. 2 DOM kiekis. Tokia situacija sąlygojo dideles tyrimo paklaidas (3 lentelė).

Nepaisant palyginti trumpo laiko nuo bandymų įrengimo (tik 8-i metai), jau išryškėjo DOM kaupimosi tendencijos. Visų trijų bandymų dirvožemyje daugiausiai organinių medžiagų rasta nuolatinių žolių fitocenozės bei žolių ir javų sėjomainos variantuose. Juntama tendencija daugiau DOM sukaupti taip pat javų ir žolių sėjomainos augalais užimtoje dirvoje, lyginant su lauko sėjomaina. Mažiausiai DOM sukaupta sėjomainos su juodoju pūdymu variante tik bandymo Nr. 2 atveju, kurio dirvožemis yra dulkiškas lengvas priemolis ant rišlaus smėlio. Minimame variante mažiausiai, bet lygiai kaip lauko sėjomainos atveju, DOM sukaupta ir bandymo Nr. 3 vietoje, kurio dirvožemis – dulkiškas sunkus priemolis ant tokio pat priemolio. Tačiau bandymo Nr. 1 atveju sėjomainos

2 lentelė. **DOM kitimas eroduojamų dirvožemio monitoringo tyrimuose**  
Kaltinėnai, 2002 m.

Tyrimo variantas	DOM (g kg <sup>-1</sup> )			
	balkšvažemis, dviejų blokų vidurkis	pradžiazemis, dviejų blokų vidurkis	vidutiniškai	kitimo ribos
DŽM*	27,2	26,1	26,7 ± 0,5	25,3–27,4
Javų ir žolių	16,9	15,7	16,3 ± 0,7	14,7–17,9
Žolių ir javų I	21,8	15,7	18,7 ± 2,0	14,7–23,6
Žolių ir javų II	22,2	16,1	19,2 ± 1,8	15,5–22,4
R <sub>0,5</sub>	-	-	3,08	

\* DŽM – daugiakomponentis žolių mišinys ilgam naudojimui iš raudonųjų eraičinų, pašarinių motiejukų, baltųjų dobilų, pievinių miglių ir garždenių (visų po 20%).

3 lentelė. **DOM kitimas dirvožemio erozijos stacionariuose bandymuose**  
Kaltinėnai, 2002 m.

Tyrimų variantai	DOM (g kg <sup>-1</sup> )				
	bandymas Nr. 1	bandymas Nr. 3	bandymas Nr. 2	vidutiniškai	kitimo ribos
Sėjomaina su juodoju pūdymu	29,4	23,2	13,1	21,9±3,0	12,8-30,7
Lauko sėjomaina	25,3	23,2	15,6	21,4±1,9	14,5-26,4
Javų ir žolių sėjomaina	27,2	25,8	15,9	22,9±2,4	14,8-29,2
Žolių ir javų sėjomaina	31,8	24,4	16,3	24,2±2,9	14,8-33,8
Naudojamas žolynas*	34,1	28,1	16,7	26,3±3,2	16,7-34,1
Nenaudojamas žolynas*	34,5	26,7	15,9	25,7±3,4	15,9-34,5
R <sub>05</sub>	-	-	-	2,57	

\* Įsėtas vienodos sudėties žolių mišinys iš raudonųjų eraičinų, pašarinių motiejukų, baltųjų dobilų, pievinių miglių ir garždenių (visų po 20%). Naudojamas žolynas tręšiamas ir šienaujamas, o nenaudojamas – laikomas natūraliai dirvodarai stebėti.

su juodoju pūdymu variante DOM rasta ženkliai daugiau kaip lauko ir net javų ir žolių variantuose. Tos bandymų vietos dirvožemis yra mažai vandeniui laidus dulkiškas vidutinio sunkumo priemolis ant dulkiško molio. Iš turimų duomenų sunku spręsti, ar tai atsitiktinumas, nes panašios tendencijos yra abiejuose iš dviejų turimų pakartojimų.

Vidutiniais duomenimis, mažiausiai DOM sukauptė lauko ir juodojo pūdymo sėjomainų augalai, kiek daugiau – javų ir žolių, dar daugiau – žolių ir javų sėjomainų, o daugiausiai – nuolatinų žolių fitocenozės. Turimais duomenimis, patikimai daugiau DOM sukauptė nuolatinų daugiamečių žolių bei žolių ir javų sėjomainų fitocenozės, lyginant su visais kitais tyrimo variantais.

## IŠVADOS

1. Humusas (DOM) veikia dirvožemio drėgmės imlumą, bazingumą, maisto medžiagų prieinamumą, struktūringumą, struktūros patvarumą, oro ir šilumos savybes. Jis pripažįstamas dirvožemio kokybės indikatoriumi ir biosferos ekologinės pusiausvyros bei stabilumo rodikliu, įtakančiu klimato kaitą Žemėje. Organinės medžiagos irimo metu atspalaiduojantis anglies dvideginis patenka į atmosferą didindamas vadinamąjį atmosferos šiltnamio efektą.

2. Dirvožemio erozija yra viena pavojingiausių dirvožemio degradacijos formų. Ji mažina DOM atsargas ir sudaro dar geresnes sąlygas dirvožemio ardymui. Todėl visos priemonės, skatinančios DOM kaupimąsi, kartu yra ir antierozinės priemonės.

3. Vidutiniais LŽI Kaltinėnų bandymų stoties 18-os tyrimo metų duomenimis, antierozinės žolių ir javų sėjomainos (su 66,7% žolių) sumažino dirvožemio nuostolius nuo periodiškai dirbamų 2–5°, 5–10° ir 10–14° statumo šlaitų 74,7–79,5%, o javų ir žolių sėjomainos (su 33,3% žolių) 22,7–24,2%, lyginant su dirvožemio nuostoliais nuo lauko sėjomainos augalais užimtų šlaitų.

4. LŽI Kaltinėnų bandymų stoties tyrimais išaiškintas akivaizdus antierozinių sėjomainų ir daugiakomponenčio žolių mišinio naudingumas DOM kaupimuisi. Vidutiniais duomenimis, po 20-ies tyrimo metų stacionariuose kaip 10° šlaituose antierozinės žolių ir javų sėjomainos DOM kiekį

padidino 14,7–17,8%, o daugiakomponentis žolių mišinys – net 63,8%, lyginant su DOM kiekiu menką antierozinę galią turinčioje javų ir žolių sėjomainoje. Tokia praktiškai nieko nekainuojanti priemonė stabilizuoja erozijai jautrių dirvožemių ardymą ne tik saugodama dirvožemį nuo nepalankių gamtos veiksnių: intensyvių liūtų ir vėjų veiklos, bet ir skatindama dirvožemio anglies kaupimąsi. Tai sudaro geresnes augalų augimo sąlygas ir prisideda prie atmosferos šiltnamio efekto mažinimo.

Gauta 2006 06 20  
Parengta 2006 10 14

## Literatūra

- Baldock J. A., Skjemstad J. O. Soil organic carbon/soil organic matter. In: Soil Analysis – an Interpretation Manual. Eds. K. I. Peverill, L. A. Sparrow and D. J. Reuter. CSIRO Publishing, Melbourne, Vic. Australia, 1999. P. 159–170.
- Beliauskas B. Mėšlo veikimas eroduojamuose Šiaurės Rytų Lietuvos velėniniuose jauriniuose priemoliniuose dirvožemiuose // LŽI mokslo darbai. 1976. T. 20. P. 17–34.
- Bieliauskas P. Dirvosauginė žemdirbystė kalvose. Vilnius, 1985. 88 p.
- Birietienė Z. Eroduojamų velėninių jaurinių dirvožemių mineralinė sudėtis // LŽI mokslo darbai. Dirvotyra. 1984. T. 32. P. 123–132.
- Brady N. C., Weil R. R. The Nature and Properties of Soils. Prentice Hill, Upper Sadle River, New Jersey, 1999.
- Braukyla J. Erozijos procesai Lietuvos TSR dirvožemiuose // LŽI mokslo darbai. Dirvotyra. 1984. T. 32. P. 101–110.
- Buivydaite V. V., Vaičys M., Juodis J., Motuzas A. Lietuvos dirvožemių klasifikacija. Vilnius: Lietuvos mokslas. 2001. 34 knyga. 139 p.
- Bundinienė O. Įvairaus chemizavimo lygio žemdirbystės sistemos erozijos procesai ir dirvožemio pokyčiai // Augalininkystė kalvoto reljefo sąlygomis. Agronominiai, ekonominiai ir ekologiniai aspektai. LŽI, 2000. P. 96–102.
- Bundinienė O. Mėšlo ir mineralinių trąšų įtaka augalų derliui ir dirvos derlingumui kalvotose Rytų Lietuvos dirvose // Žemės ūkio mokslai. 1998. Nr. 2. P. 7–12.



10. Bundinienė O., Paukštė V. Lietuvos žemdirbystės instituto bandymų stoties veikla 1960–2000 m. // *Žemės ūkio mokslai*. 2002. Nr. 4. P. 45–53.
11. Feiza V. Žemės dirbimas neariant // *Arimo teorija ir praktika* (Autoriai Feiza V., Malinauskas A., Putna J.). Akademija, 2004. P. 111–148.
12. Hagedorn F., Maurer S., Egli P., Bucher J. B. and Siegwolf R. Carbon sequestration in forest soils of soil type, atmospheric CO<sub>2</sub> enrichment and N deposition // *European Journal of Soil Science*. 2001. Vol. 52. P. 619–628.
13. Ingram J. S. I., Fernandes E. C. M. Managing carbon sequestration in soils: concepts and terminology // *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2001. Vol. 87. P. 111–117.
14. IPCC, *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Summary for Policy makers. Third Assessment Report*. Geneva, 2001. 98 p.
15. Jankauskas B. *Dirvožemio erozija*. Vilnius, 1996. 168 p.
16. Jankauskas B., Jankauskiene G. Erosion-preventive crop rotations for landscape ecological stability in upland regions of Lithuania // *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2003. Vol. 95. P. 129–142.
17. Jankauskas B., Jankauskaiene G. Stacionariniai dirvožemio erozijos tyrimai Žemaičių aukštumoje. 1. Dirvožemis ir jo savybės // *Žemdirbystė. LŽI, LŽŪU mokslo darbai*. Akademija, 2003. T. 82. P. 3–19.
18. Jankauskas B., Jankauskienė G. Water erosion rates on slopes under different land use systems // *Žemės ūkio mokslai*. 2004. Nr. 3. P. 1–7.
19. Jankauskas B., Jankauskiene G., Fullen M.A., Erosion-preventive crop rotations and water erosion rates on undulating slopes in Lithuania // *Canadian Journal of Soil Science*. 2004. Vol. 84. No. 2. P. 177–186.
20. Jankauskas B., Šlepetienė A., Jankauskienė G., Fullen M. A., Booth C. A. Organinės medžiagos analizavimo metodų palyginimas ir duomenų matematinio perskaičiavimo galimybė // *Žemės ūkio mokslai*. 2005. Nr. 3. P. 1–7.
21. Kapkiyai J. J., Karanja N. K., Qureshi J. N., Smithson P. C., Woomer P. L. Soil organic matter and nutrient dynamics in a Kenyan Nitisol under long-term fertiliser and organic input management // *Soil Biology and Biochemistry*. 1999. Vol. 31. P. 1773–1782.
22. Kiburys B. *Dirvožemio mechaninė erozija*. Vilnius, 1989. 174 p.
23. Kiburys B. Mechanical soil-erosion caused by tillage of 5, 10 and 15° slopes // *Žemės ūkio mokslai*. 1995. Nr. 4. P. 10–13.
24. Kinderienė I. Rudeninio žemės dirbimo būdų, šiaudų ir tarpinių augalų įtaka eroduojamo dirvožemio struktūringumui // *Žemės ūkio mokslai*. 2004. Nr. 2. P. 22–29.
25. Kogut B. M. Transformation of humus status in cultivated Chernozems // *Eurasian Soil Science*. 1998. Vol. 7. P. 721–728.
26. Lal R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. Soils – the final frontier (Special section) // *Science*. 2004. Vol. 304. P. 1623–1627.
27. Lal R., Kimble J. M., Follett R. F., Stewart B. A. (Eds.). *Soil Processes and the Carbon Cycle*. Boca Raton: CRC Press, 1998. 609 p.
28. Nelson D. W., Sommers L. E. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Page A. L. (Ed.). *ASA Monograph*. Madison, Wisconsin USA. 1982. P. 539–579.
29. Olesen J. E. and Bindi M. Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy // *European Journal of Agronomy*. 2002. Vol. 16. P. 239–262.
30. Pajarskaitė A. *Eroduoti dirvožemiai* // Lietuvos TSR dirvožemiai. Vilnius, 1965. P. 347–367.
31. Paškauskas S. *Vėjinė dirvožemio erozija* // Lietuvos dirvožemiai. Vilnius: Lietuvos mokslas, 2001. 32 knyga. P. 714–719.
32. Račinskas A. *Dirvožemio erozija*. Vilnius, 1990. 136 p.
33. Ruddiman W. F. The anthropogenic greenhouse era began thousands of years ago // *Climate Change*. 2003. Vol. 61(3). P. 261–293.
34. Ruokis V. *Dirvožemio mokslas*. Kaunas, 1930. 370 p.
35. Tarakanovas P., Raudonius S. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT. Akademija, 2002. 62 p.
36. Tylienė E. Daugiamėčių ankštinių žolių parinkimas Aukštaitijos kalvoms // *LŽI mokslo darbai. Žolių ūkis*. 1974. T. 17. P. 47–56.
37. Visockis O. *Dirvožemio erozija*. Vilnius, 1971. 144 p.
38. Шведас А. И. Закрепление почв на склонах. Ленинград, 1974. 183 с.

**Benediktas Jankauskas, Genovaitė Jankauskienė**

#### **QUANTITATIVE CHANGES OF ORGANIC MATTER IN ERODING SOILS UNDER DIFFERENT LAND USE SYSTEMS**

#### **S u m m a r y**

The multiplex processes of synthesis and decomposition of soil organic matter (SOM) are not fully recognised in scientific literature. Linkages among SOM quantity changes in soil and the erosion processes are interpreted differently. However, there is a consensus that organic matter plays a central role in maintaining key soil functions and is an essential determinant of erosion resistance and soil fertility. The maintenance and enhancement of SOM is pivotal to the sustainable management of soils. SOM is a major determinant of soil fertility, water holding capacity and biological activity. Carbon is a major component of soil organic matter, which in turn plays a major role in the global carbon cycle. The carbon dioxide fluxes from decomposing SOM increase its concentration in the atmosphere, enhancing the greenhouse effect. Therefore, erosion leading to SOM decomposition is one of the most dangerous forms of soil degradation. Such situation forces agriculturalists to seek for the rational land use systems stimulating carbon sequestration in the eroding soils.

An overview of SOM composition, the possible linkages among changes of SOM quantity in the soil, on the one side, and soil erosion processes on the other side, soil erosion investigations in Lithuania and quantitative SOM changes in dependence on different land use systems is presented in this paper.

Researchers of the Kaltinėnai Research Station of LIA have determined evidently positive influence of long-term erosion-resisting crop rotations and perennial grasses on the stabilisation of soil erosion in sloping land, influencing carbon sequestration in eroding Albeluvisols. Long-term erosion-resisting grass–grain crop rotations and perennial grasses increased SOM levels 14.7–17.8 and 63.8% after 20 years on slopes over 10°. Results of SOM level changes in dependence on different land use systems on slopes of different inclination in Lithuania are published for the first time.

**Key words:** soil organic matter, soil erosion, eroded Albeluvisols, soil protection measures

**Бенедиктас Янкаускас, Геновайте Янкаускене**

### **ИЗМЕНЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ ПРИ РАЗЛИЧНОМ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ**

#### **Р е з ю м е**

Сложные процессы синтеза и распада органических веществ почвы (ОВП) еще не вполне познаны. В мировой литературе по-разному освещается взаимозависимость изменения количества ОВП и эрозии почв. Однако ОВП единогласно признаны качественным индикатором почвы, признаком стабильности и экологического равновесия биосферы, оказывающим влияние на климатические изменения на Земле. Двуокись углерода, освободившаяся в процессе разложения органического вещества почвы, попадает в атмосферу и стимулирует потепление климата. Эрозия почвы ведет к уменьшению количества ОВП и тем самым создает условия для дальнейшего эродирования

почвы. Поэтому эрозия почвы является одной из опаснейших форм почвенной деградации. Органические вещества эродированных почв определяют физические свойства и их устойчивость к эрозии. Это является стимулом поиска рациональной системы землепользования, способствующей накоплению ОВП.

В статье рассмотрен состав ОВП, анализируются зависимости изменения количества ОВП и эрозии почв, а также приводятся результаты исследований эрозии почвы в Литве в контексте изменения количества ОВП в зависимости от удобрения органическими удобрениями, минимизации обработки почвы и различного землепользования. Исследованиями Кальтиненской опытной станции Литовского института земледелия доказана очевидная польза противоэрозионного севооборота и долгосрочного многокомпонентного травостоя для улучшения свойств эродированных склоновых почв. Такие не требующие дополнительных расходов меры стабилизировали эрозионные процессы чувствительных к эрозии почв, предохраняя их от интенсивных дождей, сильных ветров и способствуя накоплению запасов органического углерода. В итоге были созданы более благоприятные условия для роста сельскохозяйственных культур. В статье представлены результаты долгосрочных исследований, проведенных на Кальтиненской опытной станции, относительно влияния различных способов землепользования на изменение количества ОВП на эродированных почвах.

**Ключевые слова:** органическое вещество почвы, почвенная эрозия, эродирующие дерново-подзолистые почвы, почвозащитные мероприятия