

ŽEMĖS DIRBIMO IR SĖJOMAINOS ĮTAKA DIRVOŽEMIO ANGLIES POKYČIAMS EKSTRAHUOTOSE FRAKCIJOSE

Inga LIAUDANSKIENĖ¹, Alvyra ŠLEPETIENĖ¹, Aleksandras VELYKIS²

Lietuvos žemdirbystės institutas

¹ Instituto al. 1, Akademija, Kėdainių r. sav.

El. paštas: inga@lzi.lt

² Joniškėlis, Pasvalio r.

El. paštas: joniskelio_lzi@post.omnitel.net

Santrauka

LŽI Joniškėlio bandymų stotyje limnoglacialiniame sunkaus priemolio ant dulkiškojo molio glėjiškame rudžemyje 1998 m. įrengtame bandymo lauke buvo tirta pagrindinio žemės dirbimo sistemos: tradicinė (verstuvinis arimas visiems augalams) bei tausojamoji (verstuvinis arimas kviečiams po žolių ir bearimis žemės dirbimas augalams, auginamiems po javų) ir sėjomainos su nevienoda žieminių bei vasarinių augalų pasėlių struktūra (0, 25, 50, 75 ir 100 % žieminių augalų), auginant jose vienametes ir daugiametes žoles, vasarinius ir žieminius kviečius, kvietrugius ir miežius.

Siekiant įvertinti ilgalaikį tirtų priemonių poveikį anglies pasiskirstymui cheminėse frakcijose, 2004–2006 m. LŽI Cheminių tyrimų laboratorijoje atlikti dirvožemio cheminiai tyrimai. Pagal Kononovos-Belčikovos metodą dirvožemyje nustatyta šarminiame natrio pirofosfato tirpale tirpi anglis ir huminių rūgščių anglis. Pagal VDLUFA metodiką karšto vandens ištraukoje nustatyta labilioji dirvožemio anglis. Tyrimai parodė, kad žemės dirbimo sistemos darė įtaką dirvožemio organinės anglies vertikaliam pasiskirstymui. Taikant tausojamąją žemės dirbimą šarminiu natrio pirofosfato tirpalu ekstrahuotos organinės anglies 7,5 % daugiau susikaupė viršutiniame (0–15 cm) armens sluoksnyje, palyginti su apatiniu (15–25 cm) – atitinkamai 3,87 ir 3,60 g kg⁻¹. Esminę įtaką šio rodiklio padidėjimui abiejuose sluoksniuose turėjo tausojamasis žemės dirbimas. Tirtos priemonės turėjo įtakos kokybiniams dirvožemio organinės medžiagos pokyčiams. Tausojamojo žemės dirbimo taikymas nulėmė esminį huminių rūgščių anglies kiekio padidėjimą viršutiniame (0–15 cm) armens sluoksnyje. Armens 0–15 cm ir 15–25 cm sluoksniuose karšto vandens ištraukoje nustatytos labiliosios anglies kiekis buvo gerokai didesnis taikant tausojamąją žemės dirbimą, palyginti su tradiciniu: 10,6 % viršutiniame armens sluoksnyje, 5,0 % – apatiniame.

Reikšminiai žodžiai: glėjiškas rudžemis, tausojamoji žemės dirbimo sistema, sėjomainos, labilioji anglis, huminės rūgštys.

Įvadas

Dirvožemis atlieka dvi esmines funkcijas – aplinkosauginę ir gamybinę /Gerzabek et al., 2002/. Abi jos susijusios su dirvožemio organinės medžiagos (DOM) kiekiu ir kokybe. Vienas iš pagrindinių dirvožemio kokybės rodiklių, parodančių jo atsparumą fizinei degradacijai, yra organinės medžiagos, ypač humuso, kiekis jame.

DOM yra labiausiai paplitęs veiksnys dirvožemio derlingumui, aplinkos funkcijoms, atskirų elementų transformacijoms ir apyvartumui nusakyti. Pagrindinis dirvožemio organinės medžiagos komponentas yra anglis (C). Dirvožemio organinė anglis (DOA) sudaro didelę globalinio anglies ciklo dalį, jos kiekis priklauso nuo fotosintezės indėlio į dirvožemį ir respiracijos, erozijos bei išplovimo nuostolių. DOA kiekiui daro įtaką žemės dirbimo būdas bei intensyvumas, tręšimas, melioracija ir sėjomainos struktūra. DOA atsargos kaupiamos tiesiogiai, didinant C grąžinimą į dirvožemį augalų liekanų, mėšlo ir įvairių organinių atliekų pavidalu. Netiesiogiai C indėlį į dirvožemį didina tręšimas ir melioracija, nes padidinamas augalų antžeminės biomasės ir šaknų produktyvumas /Stewart et al., 2007/. Žemėnaudos ir žemės dirbimo pobūdis DOA kiekiui daro įtaką ir teigiamu, ir neigiamu aspektu. Ši įtaka atskiroms sudėtingos dirvožemio struktūros dalims pasireiškia netolygiai /Zimmermann et al., 2007/. Daugeliu tyrimų įrodyta, kad mažinant mechaninį dirvos purenimą skatinamas DOA kaupimasis /Hermlé et al., 2008/. Taikant supaprastintą žemės dirbimą ir sėjomainą su daugiametėmis žolėmis, dirvožemyje didėja huminių medžiagų ir gerėja jų kokybė /Šlepetienė, Šlepetys, 2005/.

Priklausomai nuo anglies apykaitos greičio dirvožemyje galima išskirti tris dirvožemio organinės anglies frakcijas: aktyvią labilią ir aktyvią vidutinę, kurios dirvožemyje gali likti metus ar dešimtmečius, bei pasyvią atsparią, liekančią dirvožemyje šimtmečius ir tūkstantmečius /Barbera et al., 2008/. Pagal atsparumą irimui dirvožemio organinė medžiaga skirstoma į tris dalis: 1) lengvai suyranti, 2) stabilizuota fiziniiais bei cheminiais mechanizmais, 3) inertiška biocheminiam poveikiui. Augalų liekanos tik iš dalies įeina į dirvožemio struktūrą, todėl yra lengvai pasisavinamos mikroorganizmų ir greitai suyra. Organinė medžiaga stabilizuojama fiziškai ją apsaugant dirvožemio trupinėliuose arba fizikiniu-cheminiu būdu ant mineralinių paviršių susidarant ryšiams su molio dalelėmis /Six et al., 2002/.

Dirvožemio organinės medžiagos tyrimai susiję su jos struktūra, patvarumu, kitimu ir atliekamomis funkcijomis /Schulz, 2004/. Dirvožemių kokybei įvertinti, juose vykstančių procesų veiksniais identifikuoti dažniausiai naudojamas rodiklis yra bendrosios organinės anglies kiekis dirvožemyje, tačiau šio kiekio kitimas, taip pat skirstymasis į nevienodo stabilumo DOM dalis yra lėtai vykstantis procesas. Organinės medžiagos stabilumo dirvožemyje tyrimai parodė, kad daugelis veiksnių – klimatas, dirvožemio struktūros sudėtis, antropogeninis poveikis – daro įtaką humifikacijos ir skaidymosi procesams. Dirvožemio organinės medžiagos kiekis dažniausiai teigiamai koreliuoja su molio kiekiu dirvožemyje. Dėl sąveikos su molio mineralais procesų organinė medžiaga užkonservuojama, kartu pailgėja vidutinis DOM egzistavimo laikas /Wiseman, Püttmann, 2006/. DOM apykaitos greitis priklauso nuo susidariusių junginių cheminės kokybės, vietovės klimato sąlygų bei dirvožemio savybių (molio mineralų ir maisto medžiagų kiekio, drėgmės, pH). Dirvožemio anglies netekimas yra laikinas reiškinys, nes išsekinama tik labilioji C dalis. Labilioji DOM frakcija vaidina esminį vaidmenį formuojantis trupinėliams /Six et al., 2001/, dėl spartaus kitimo jautriausiai reaguoja į žemės dirbimo būdo pakitimą /Franzleubbers, Stuedemann, 2002/. DOM susijungus su mineraline dirvožemio dalimi, susidarę stabilūs junginiai yra inertiški temperatūros atžvilgiu, o labilioji DOM yra greitai mineralizuojama, kai temperatūros režimas yra palankus.

Jautrių DOM pokyčių indikatoriumi buvo pasiūlyta laikyti labiliają DOA dalį /Evans et al., 2001/. Ekstrakcija karštu ir šaltu vandeniu yra dažniausiai taikomi labiliosios DOA nustatymo metodai /Khanna et al., 2001/. Ekstrakcijos karštu vandeniu metodas plačiai taikomas prognozuojant galinčių greitai mineralizuotis anglies (C) ir azoto (N) kiekius ariamose dirvose /Ghani et al., 2003/. E. G. Gregoricho ir kitų mokslininkų tyrimai (2003) atskleidė, kad karštu vandeniu ekstrahuota DOA dalis yra labai nepastovi, jos virsmo laikas (angl. *turnover time*) – iki 80 dienų.

Tyrimų tikslas – ištirti labiliosios organinės anglies pasiskirstymą dirvožemyje naudojant tradicinę ir tausojamąją žemės dirbimo sistemas sėjomainoje su nevienoda žieminių augalų dalimi.

Tyrimų sąlygos ir metodai

Kompleksiniai žemės dirbimo sistemų ir žieminių augalų dalies sėjomainoje išplėtimo galimybių tyrimai LŽI Joniškėlio bandymų stotyje pradėti vykdyti 1998 m. Šiame darbe pateikti lauko bandymo metu tirtų ilgalaikio poveikio priemonių paskutinių trejų (2004–2006) metų duomenys. Buvo tiriama: A veiksnys – sėjomainos su nevienoda žieminių ir vasarinių augalų pasėlių dalimi: 1) be žieminių augalų (vienametės žolės, vasariniai kviečiai, vasariniai kvietrugiai, vasariniai miežiai), 2) 25 % žieminių augalų (daugiametės žolės, vasariniai kviečiai, vasariniai kvietrugiai, vasariniai miežiai + įsėlis), 3) 50 % žieminių augalų (daugiametės žolės, žieminiai kviečiai, vasariniai kvietrugiai, vasariniai miežiai + įsėlis), 4) 75 % žieminių augalų (daugiametės žolės, žieminiai kviečiai, žieminiai kvietrugiai, vasariniai miežiai + įsėlis), 5) 100 % žieminių augalų (daugiametės žolės, žieminiai kviečiai, žieminiai kvietrugiai, žieminiai miežiai + įsėlis); B veiksnys – pagrindinio žemės dirbimo sistemos: tradicinė (verstuvinis arimas visiems augalams) ir tausojamoji (verstuvinis arimas kviečiams, po žolių ir bearimis žemės dirbimas augalams, auginamiems po javų).

Bandymo laukas įrengtas visiškai išskleistų sėjomainų metodu, kai kiekviena sėjomaina kasmet turėjo visus rotacijos narius, 4 pakartojimais. Vienamečių žolių pasėlyje augintas vikių 'Balčiai' ir avių 'Jaugila' mišinys, daugiamečių žolių pasėlyje augintas raudonųjų dobilų 'Vyliai' ir pašarinių motiejukų 'Gintaras II' mišinys. Auginti vasariniai 'Nandu' ir žieminiai 'Ada' kviečiai, vasariniai 'Wanad' ir žieminiai 'Fidelio' kvietrugiai, vasariniai 'Henni' ir žieminiai 'Carola' miežiai. Augalai tręšti taip, kad visos sėjomainos rotacijos gautų vienodą trąšų kiekį: vienametės ir daugiametės žolės – $N_{30}P_{60}K_{60}$, vasariniai ir žieminiai kviečiai – $N_{120}P_{60}K_{60}$, vasariniai ir žieminiai kvietrugiai – $N_{120}P_{60}K_{60}$, vasariniai ir žieminiai miežiai – $N_{50}P_{60}K_{60}$.

Atliekant pagrindinį žemės dirbimą pagal tradicinę sistemą arta verstuviniu plūgu 23–25 cm gyliu. Tausojamojoje žemės dirbimo sistemoje verstuviniu plūgu tokiu pat gyliu arta tik kviečiams po žolių kaip priešėlio, paliekančio dirvos paviršiuje veleną, o po javų, paliekančių ražienas, dirva pureta tokiu pat kaip ir arimas gyliu universaliuoju ražienų skutikliu SL-2,5. Po derliaus nuėmimo iš bandymo laukelių išvežti javų šiaudai, dirva visur (išskyrus laukelius su daugiamečių žolių įsėliu) 10–12 cm gyliu nuskusta ražienų skutikliu.

Dirvožemis – drenuotas sunkaus priemolio ant dulkiškojo molio su giliau esančiu smėlingu priemoliu (p2/m2/p1) giliau karbonatingas giliau glėjiškas rudžemis

(*Endocalcari-Endohypogleyic Cambisol*), kurio dirvodarinė uoliena – limnoglacialinis molis ant moreninio priemolio.

Dirvožemio ėminiai laboratoriniams tyrimams paimti augalų vegetacijos pabai-goje gražtu kiekvieno laukelio 8 vietose iš 0–15 cm ir 15–25 cm armens sluoksnių. Dirvožemio ėminiai išdžiovinti iki sausosios būklės. Išrinkus šaknis ir matomas augalų liekanas, dirvožemio ėminiai susmulkinti grūstuvėje ir persijoti per 2 mm sietą. Dirvožemio ėminio dalis anglies kiekiui pirofosfatinėje ištraukoje nustatyti persijota per 1 mm sietą.

Pirofosfatinė ištrauka pagal Kononovos-Belčikovos humuso sudėties nustatymo metodą /Пономарёва, Плотникова, 1980/ atlikta +65 °C temperatūroje išdžiovintuose dirvožemio mėginiuose šarminiu natrio pirofosfato ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) tirpalu santykiu 1:10 (masė:tūris). Suspensija centrifuguota 10 min. centrifuga „Universal 32“ (*Hettich*, Vokietija) 3 800 aps. min^{-1} greičiu, dirvožemio likučiai dekantuoti nuo tirpalo. Į šarminę natrio pirofosfato ištrauką pateko laisvosios ir susijungusios su judriaisiais pusdeginiais bei kalciumo humuso medžiagos.

Ekstrakcijai karštu vandeniu VDLUFA metodu /VDLUFA *Standard Method A* 4.3.2/ iš +65 °C temperatūroje išdžiovinto dirvožemio santykiu 1:5 (masė:tūris) paruošta suspensija 60 min. virinta ir centrifuguota. Ekstraktas perfiltruotas per 0,45 μm celiuliozės filtrą naudojant vakuuminio filtravimo sistemą. Į vandeninį ekstraktą pateko labilioji organinė anglis.

Gautose pirofosfatinėje ir karšto vandens ištraukose anglies kiekis nustatytas spektrofotometru „Carry 50“ (*Varian*, Vokietija) 590 nm bangos ilgiu naudojant gliukozės standartą, prieš tai šlapiai sudeginus pagal Nikitiną /Никитин, 1999/.

Duomenys apdoroti daugiafaktorinės dispersinės analizės metodu, naudojant kompiuterinių programų paketą SELEKCIJA /Tarakanovas, Raudonius, 2003/.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Įrodyta, kad mechaninio dirvos purenimo mažinimas skatina anglies kaupimąsi dirvožemyje /West, Post, 2002/, tačiau padaryta išvada, kad žemės dirbimo sistema turi ribotą įtaką dirvožemio anglies išsaugojimui /Hermle et al., 2008/.

Ankstesniais tyrimais nustatyta, kad tausojamoji žemės dirbimo sistema darė įtaką anglies kaupimuisi dirvožemyje /Liaudanskienė ir kt., 2007/, tačiau, norint gauti esminių dirvožemio anglies pokyčių, daug metų reikia taikyti įvairias agropriemones. O pakitimai santykinai nestabiliuose dirvožemio frakcijose informuoja apie dirvožemio kokybės pokyčius dėl taikomų agropriemonių.

I lentelėje pateikti duomenys rodo, kaip kito šarminiu natrio pirofosfatu ekstrahuotos organinės anglies kiekis dirvožemyje priklausomai nuo žemės dirbimo sistemos, žieminių augalų dalies sėjomainoje ir dirvožemio armens sluoksnio.

Sėjomainoje didinant žieminių augalų dalį (A veiksnys), nustatytos anglies kiekio didėjimo tendencijos ir viršutiniame (0–15 cm), ir apatiniame (15–25 cm) armens sluoksniuose, o esminis padidėjimas nustatytas sėjomainoje esant 100 % žieminių augalų: 3,77 g kg^{-1} C viršutiniame armens sluoksnyje ir 3,60 g kg^{-1} C apatiniame armens sluoksnyje, palyginti su 3,63 g kg^{-1} C ir 3,41 g kg^{-1} C sėjomainose be žieminių augalų. Esminę įtaką anglies kiekio padidėjimui abiejuose armens sluoksniuose turėjo tausojamasis žemės dirbimas (B veiksnys): viršutiniame (0–15 cm) armens sluoksnyje

vidutiniškai 3,87 g kg⁻¹ C, palyginti su 3,55 g kg⁻¹ tradicinėje žemės dirbimo sistemoje, apatiniame (15–25 cm) sluoksnyje – atitinkamai 3,60 g kg⁻¹ C ir 3,48 g kg⁻¹ C. Daugiausia šarminių natrio pirofosfatu ekstrahuotos C nustatyta viršutiniame (0–15 cm) armens sluoksnyje taikant tausojamąjį žemės dirbimą – nuo 3,76 g kg⁻¹ C sėjomainoje be žieminių augalų, 3,87–3,89 g kg⁻¹ C sėjomainose su 25, 50 ir 75 % žieminių augalų, o didžiausias kiekis 3,91 g kg⁻¹ C nustatytas sėjomainoje esant 100 % žieminių augalų.

1 lentelė. Žemės dirbimo sistemų ir žieminių augalų dalies sėjomainoje įtaka dirvožemio pirofosfatinės ištraukos C kiekiui (g kg⁻¹)

Table 1. The influence of soil tillage systems and proportion of winter crops in the crop rotation on the content of soil C extracted by the sodium pyrophosphate solution (g kg⁻¹). 2004–2006 m. vidutiniai duomenys / Averaged data of 2004–2006

Žieminių augalų dalis % (A) <i>Proportion of winter crops % (A)</i>	Gylis cm <i>Depth cm</i>	Žemės dirbimo sistema (B) <i>Soil tillage system</i>		A veiksnio vidurkiai <i>Average of factor A</i>
		Tradicinė <i>Conventional</i>	Tausojamoji <i>Sustainable</i>	
0	0–15	3,50	3,76	3,63
	15–25	3,34	3,47	3,41
25	0–15	3,44	3,89	3,66
	15–25	3,42	3,58	3,50
50	0–15	3,52	3,89	3,71
	15–25	3,46	3,80	3,63
75	0–15	3,63	3,87	3,75
	15–25	3,49	3,52	3,50
100	0–15	3,63	3,91	3,77
	15–25	3,56	3,64	3,60
B veiksnio vidurkiai <i>Average of factor B</i>	0–15	3,55	3,87	
	15–25	3,48	3,60	
<i>R₀₅ / LSD₀₅</i>	0–15cm	15–25cm		
A	0,123	0,158		
B	0,061	0,079		
AB	0,184	0,237		

Atliktais tyrimais nustatyta, kad žemės dirbimas iš esmės darė įtaką dirvožemio organinės anglies vertikaliajam pasiskirstymui armenyje. Šio eksperimento metu gauti tyrimų duomenys siejasi su naujausiais užsienio šalių mokslinių tyrimų rezultatais, kurie skelbia, kad taikant tausojamąjį žemės dirbimą daugiau anglies susikaupia arti dirvos paviršiaus, o taikant tradicinį žemės dirbimą ji vienodžiau pasiskirsto visame armenyje /Hermler et al., 2008/.

Tausojamojo žemės dirbimo atveju didesnis dirvožemio organinės anglies kiekis, palyginti su tradiciniu žemės dirbimu, aptinkamas paviršiniame dirvos sluoksnyje /Puget, Lal, 2005/, nes mažiau saardoma dirvožemio struktūra ir augalų liekanos lieka dirvos paviršiuje, kur jos lėčiau mineralizuojamos dėl nepastovių drėgmės sąlygų ir mažesnio kontakto su dirvožemio organizmais, intensyviau vyksta humifikacija.

Sėjomainoje didinant žieminių augalų dalį (A veiksnys), nustatytos huminių rūgščių anglies kiekio didėjimo tendencijos 0–15 cm armens sluoksnyje (2 lentelė), o

esminis padidėjimas nustatytas sėjomainoje esant 75 ir 100 % žieminių augalų – atitinkamai 1,66 g kg⁻¹ ir 1,67 g kg⁻¹ C, palyginti su 1,60 g kg⁻¹ C sėjomainoje be žieminių augalų. Esminį šio rodiklio padidėjimą viršutiniame armens sluoksnyje (0–15 cm) lėmė tausojamosios žemės dirbimo sistemos taikymas (B veiksnys) – vidutiniškai 1,74 g kg⁻¹ C, palyginti su tradicine – vidutiniškai 1,55 g kg⁻¹ C.

2 lentelė. Žemės dirbimo sistemų ir žieminių augalų dalies sėjomainoje įtaka dirvožemio pirofosfatinės ištraukos huminių rūgščių C kiekiui (g kg⁻¹)

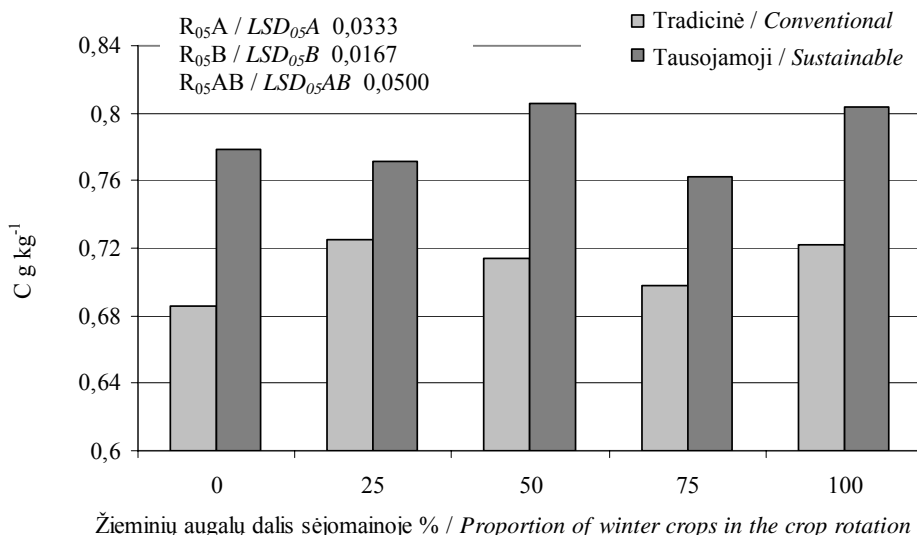
Table 2. The influence of soil tillage systems and proportion of winter crops in the crop rotation on the content of humic acids C (g kg⁻¹) extracted by the sodium pyrophosphate solution

2004–2006 m. vidutiniai duomenys / Averaged data of 2004–2006

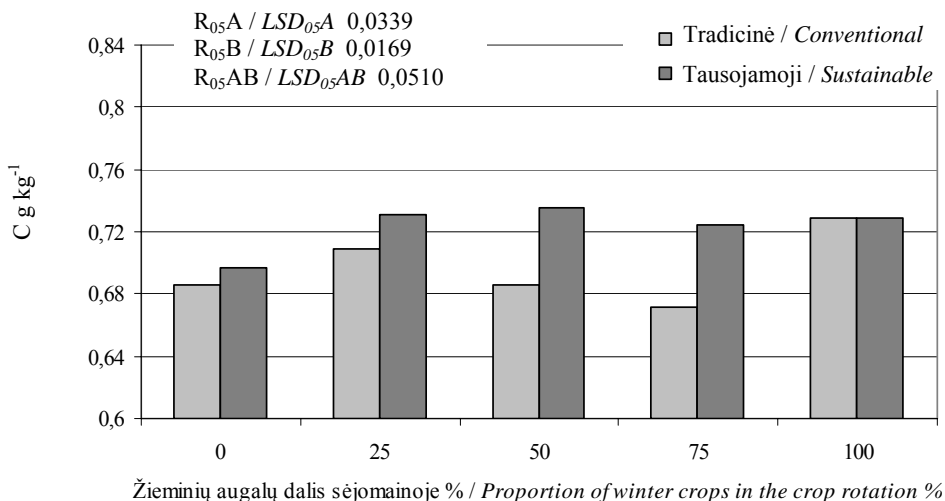
Žieminių augalų dalis % (A) <i>Proportion of winter crops % (A)</i>	Gyliai cm <i>Depth cm</i>	Žemės dirbimo sistema (B) <i>Soil tillage system</i>		A veiksnio vidurkiai <i>Average of factor A</i>
		Tradicinė <i>Conventional</i>	Tausojamoji <i>Sustainable</i>	
0	0–15	1,53	1,68	1,60
	15–25	1,53	1,55	1,54
25	0–15	1,51	1,75	1,63
	15–25	1,51	1,63	1,57
50	0–15	1,53	1,76	1,64
	15–25	1,51	1,73	1,62
75	0–15	1,58	1,75	1,66
	15–25	1,53	1,53	1,53
100	0–15	1,60	1,74	1,67
	15–25	1,64	1,60	1,62
B veiksnio vidurkiai <i>Average of factor B</i>	0–15	1,55	1,74	
	15–25	1,54	1,61	
<i>R₀₅ / LSD₀₅</i>	0–15cm	15–25cm		
A	0,055	0,095		
B	0,027	0,047		
AB	0,082	0,142		

Apatiniame (15–25 cm) armens sluoksnyje sėjomainos žieminių augalų dalis huminių rūgščių anglies kiekiui esminės įtakos neturėjo, tačiau tausojamosios žemės dirbimo sistemos taikymas iš esmės veikė minėto rodiklio padidėjimą – vidutiniškai 1,61 g kg⁻¹ C, palyginti su 1,54 g kg⁻¹ C taikant tradicinę žemės dirbimo sistemą.

Tausojamosios žemės dirbimo sistemos taikymas (B veiksnys) iš esmės padidino karštu vandeniu ekstrahuotos anglies, vadinamos labiląja, kiekį visame armenyje: 0–15 cm armens sluoksnyje nustatyta vidutiniškai 0,784 g kg⁻¹ C, palyginti su 0,709 g kg⁻¹ taikant tradicinę žemės dirbimo sistemą (1 pav.), o 15–25 cm armens sluoksnyje – atitinkamai 0,731 g kg⁻¹ ir 0,696 g kg⁻¹ (2 pav.).



1 paveikslas. Žemės dirbimo sistemų ir žieminių augalų dalies sėjomainoje įtaka karštu vandeniu ekstrahuotos C kiekiui (g kg^{-1}) armens 0–15 cm sluoksnyje (2004–2006 m.)
Figure 1. The influence of soil tillage systems and proportion of winter crops in the crop rotation on hot water extractable C content, g kg^{-1} in the 0–15 cm soil layer (2004–2006)



2 paveikslas. Žemės dirbimo sistemų ir žieminių augalų dalies sėjomainoje įtaka karštu vandeniu ekstrahuotos C kiekiui (g kg^{-1}) armens 15–25 cm sluoksnyje (2004–2006 m.)
Figure 2. The influence of soil tillage systems and proportion of winter crops in the crop rotation on hot water extractable C content, g kg^{-1} in the 15–25 cm soil layer (2004–2006)

Tyrimų metu taikyti cheminio frakcionavimo šarminiu natrio pirofosfato tirpalu ir karštu vandeniu metodai tinka dirvožemio anglies pokyčiams įvertinti ir palyginti kuriant dirvožemį tausojančias priemones.

Išvados

1. Remiantis tirtų priemonių ilgalaikio poveikio duomenimis nustatyta, kad žemės dirbimo sistemos veikė dirvožemio organinės anglies vertikalųjį pasiskirstymą armenyje. Taikant tausojamąjį žemės dirbimą, šarminio natrio pirofosfato tirpalu ekstrahuotos organinės anglies 7,5 % daugiau susikaupė viršutiniame (0–15 cm) armens sluoksnyje, palyginti su gilesniu (15–25 cm) sluoksniu, atitinkamai 3,87 ir 3,60 g kg⁻¹, o tradicinio žemės dirbimo atveju – tik 2 % daugiau.

2. Esminę įtaką šarminiu natrio pirofosfatu ekstrahuotos anglies kiekio padidėjimui abiejuose armens sluoksniuose turėjo tausojamasis žemės dirbimas: viršutiniame (0–15 cm) armens sluoksnyje nustatyta 3,87 g kg⁻¹ C, palyginti su 3,55 g kg⁻¹ taikant tradicinę žemės dirbimo sistemą, o apatiniame (15–25 cm) armens sluoksnyje – atitinkamai 3,60 g kg⁻¹ C ir 3,48 g kg⁻¹ C. Tirtos priemonės turėjo įtakos kokybiniam dirvožemio organinės medžiagos pokyčiams. Tausojamosios žemės dirbimo sistemos taikymas, palyginti su tradicine žemės dirbimo sistema, lėmė esminį huminių rūgščių anglies kiekio padidėjimą viršutiniame armens sluoksnyje.

3. Armens 0–15 cm ir 15–25 cm sluoksniuose karšto vandens ištraukoje nustatytos labiliosios anglies kiekis buvo gerokai didesnis taikant tausojamąjį žemės dirbimą, palyginti su tradiciniu: viršutiniame armens sluoksnyje – 10,6 %, apatiniame – 5,0 %.

Gauta 2008-09-03

Pasirašyta spaudai 2008-10-07

LITERATŪRA

1. Barbera V., Raimondi S., Egli M. et al. The influence of weathering processes on labile and stable organic matter in Mediterranean volcanic soils // *Geoderma*. – 2008, vol. 143, p. 191–205

2. Evans J. L., Fernandez I. J., Rustad L. E. et al. Methods for evaluating carbon fractions in forest soils: a review // *MAFES Technical Bulletin*. – 2001, vol. 178, p. 1–42

3. Franzluebbers A. J., Stuedemann J. A. Particulate and nonparticulate fractions of soil organic carbon under pastures in the Southern Piedmont USA // *Soil & Tillage Research*. – 2002, vol. 66, p. 95–106

4. Gerzabek M. H., Strebl F., Tulipan M. et al. Quantification of carbon pools in agriculturally used soils of Austrian carbon balance model // *ODCE expert meeting on soil organic carbon indicators for agricultural land*. – 2002, p. 73–78

5. Ghani A., Dexter M., Perrott K. W. Hot-water extractable carbon in soils: a sensitive measurement for determining impacts of fertilisation, grazing and cultivation // *Soil Biology & Biochemistry*. – 2003, vol. 35, p. 1231–1243

6. Gregorich E. G., Beare M. H., Stoklas U. et al. Biodegradability of soluble organic matter in maize-cropped soils // *Geoderma*. – 2003, vol. 113, p. 237–252

7. Hermle S., Anken T., Leifeld J. et al. The effect of the tillage system on soil organic carbon content under moist, cold-temperate conditions // *Soil & Tillage Research*. – 2008, vol. 98, p. 94–105

8. Khanna P. K., Ludwig B., Bausch J. et al. Assessment and significance of labile organic C pools in forest soils // *Assessment Methods for Soil Carbon* / eds. R.Lal, J. M. Kimble, R. F. Follett et al. – 2001, p. 167–182
9. Liaudanskienė I., Šlepetienė A., Velykis A. Žemės dirbimo įtaka anglies pasiskirstymui dirvožemio granuliodensimetrinėse frakcijose // *Jaunimas siekia pažangos: jaunųjų mokslininkų konferencijos straipsnių rinkinys: LŽŪU, 2007 balandžio 13–15 d. – Akademija (Kauno r.), 2007, p. 46–51*
10. Puget P., Lal R. Soil organic carbon and nitrogen in a Mollisol in central Ohio as affected by tillage and land use // *Soil & Tillage Research*. – 2005, vol. 80, p. 201–213
11. Schulz E. Influence of site conditions and management on different soil organic matter (SOM) pools // *Archives of Agronomy and Soil Science*. – 2004, vol. 50, p. 33–47
12. Six J., Conant R. T., Paul E. A. et al. Stabilization mechanisms of soil organic matter: implications for C-saturation of soils // *Plant and Soil*. – 2002, vol. 241, p. 155–176
13. Six J., Guggenberger G., Paustian K. et al. Sources and composition of soil organic matter fractions between and within soil aggregates // *European Journal of Soil Science*. – 2001, vol. 52, p. 607–618
14. Šlepetienė A., Šlepetys J. Status of humus in soil under various long-term tillage systems // *Geoderma*. – 2005, vol. 127, p. 207–215
15. Stewart C. E., Paustian K., Conant R. T. et al. Soil carbon saturation: concept, evidence and evaluation // *Biogeochemistry*. – 2007, vol. 86, p. 19–31
16. 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. – 63 p.
17. VDLUFA Standard Method A4.3.2 “Carbon and nitrogen in hot water extracts” responsible: E. Schulz, B. Deller, G. Hoffmann. *Methodenbuch I*. – Verlag, Bonn, 1991. – 265 p.
18. West T. O., Post W. M. Soil organic carbon sequestration rates by tillage and crop rotation: a global data analysis // *Soil Science Society of America Journal*. – 2002, vol. 66, p. 1930–1946
19. Wiseman C. L. S., Püttmann W. Interactions between mineral phases in the preservation of soil organic matter // *Geoderma*. – 2006, vol. 134, p. 109–118
20. Zimmermann M., Leifeld J., Fuhrer J. Quantifying soil organic carbon fractions by infrared-spectroscopy // *Soil Biology & Biochemistry*. – 2007, vol. 39, p. 224–231
21. Никитин Б. А. Метод определения гумуса почвы // *Агрохимия*. – 1999, № 5, с. 91–93
22. Пономарёва В. В., Плотникова Т. А. Гумус и почвообразование: методы и результаты изучения. – Ленинград, 1980. – 222 с.

THE EFFECTS OF SOIL TILLAGE AND CROP ROTATIONS ON THE CHANGES OF SOIL CARBON IN EXTRACTED FRACTIONS

I. Liaudanskienė, A. Šlepetienė, A. Velykis

Summary

A field experiment was set up in 1998 at the Lithuanian Institute of Agriculture's Joniškėlis Experimental Station on a glacial lacustrine clay loam on a silty clay *Endocalcari-Endohypogleyic Cambisol*. The study was designed to investigate the following primary soil tillage systems: conventional (mouldboard ploughing for all crops) and sustainable (mouldboard ploughing for wheat after grasses and ploughless soil tillage for crops grown after cereals). The study also encompassed crop rotations with a different structure of winter and spring crops (0, 25, 50, 75 and 100% of winter crops), cultivation of annual and perennial grasses, spring and winter wheat, triticale, and barley in crop rotations.

Seeking to estimate the long-term effects of the practices tested on the distribution of carbon in chemical fractions, soil chemical analysis were done at the LIA's Chemical Research Laboratory during 2004–2006. Total carbon dissolved in sodium pyrophosphate solution and carbon present in humic acids were measured according to Kononova-Belchikova method, and VDLUFA methodology was used for the determination of carbon in labile soil organic matter in hot water extract. Experimental evidence suggests that soil tillage systems affected vertical distribution of soil organic carbon. In the sustainable soil tillage treatments, 7.5% more organic carbon extracted by alkaline sodium pyrophosphate solution accumulated in the topsoil (0–15 cm) compared with the deeper layer (15–25 cm) – 3.87 and 3.60 g kg⁻¹, respectively. Sustainable soil tillage had a significant effect on the increase of soil organic carbon in both soil layers. The tested soil tillage practices influenced the quantitative changes in soil organic matter. The application of sustainable soil tillage determined a significant increase in the carbon content in humic acids in the topsoil (0–15 cm). The contents of carbon in the 0–15 cm and 15–25 cm soil layers measured in hot water extraction were markedly higher in the sustainable soil tillage treatments, compared with those in the conventional tillage treatments: 10.6% in the top layer and 5.0% in the deeper layer.

Key words: *Gleyic Cambisol*, sustainable soil tillage, crop rotations, labile carbon, humic acids.