

Skirtingas žemės dirbimas ir giliau glėjiško pasotintojo palvažemio humuso kokybė, smulkiadispersė dalis bei jos organinė ir mineralinė sudėtis

**Darija Jodaugienė,
Algirdas Motuzas,
Antanas Stancevičius,
Steponas Raudonius**

*Lietuvos žemės ūkio universitetas,
Studentų g. 11, LT-4324 Akademija,
Kauno rajonas*

Tyrimai atlikti 1996–1998 m. LŽŪU Žemdirbystės bei Dirvotyros ir agrochemijos katedrose, Bandymų stotyje, dalis analizų – Vokietijos Hohenheimo universiteto Kraštovaizdžio ir dirvotyros institute. Jų tikslas – ištirti skirtingo žemės dirbimo įtaką giliau glėjiško pasotintojo palvažemio PLb-g4 (*Endohypogleyic-Eutric Planosol, PLe-gln-w*) armens humusingumui, humuso frakcinei sudėčiai, dekarbonatizuoto liosiško dengiamojo sluoksnio smulkiadispersei daliai bei jos organinei ir mineralinei sudėčiai.

Atlikus dirvodarinės uolienos tyrimus, nustatyta, kad bandymo lauke vyrauja dvilytė uoliena – liosiškas vidutinio sunkumo priemolis (armuo) ant priemolio ir smėlingo lengvo priemolio (podirvis), pakloto moreniuoliu (paklojinė uoliena). Tame palvažemyje paklojinė uoliena slūgso 60–70 cm gylyje.

Gautų tyrimų duomenimis, dirvožemio armuo diferencijuojasi į viršutinį (0–15 cm) – humusingesnį ir apatinį (15–25 cm) – mažiau humusingą sluoksnius. Šis skirtumas ryškesnis supaprastinto žemės dirbimo laukuose. Esmingų humuso frakcinės sudėties skirtumų, nevienodai dirbant žemę, nenustatyta. Gilus žemės dirbimas (arimas ir iš dalies purenimas sunkiuoju kultivatoriumi) skatina dirvožemio smulkiadispersių dalių, kartu ir humuso bei azoto migraciją į gilesnius podirvio horizontus. Smulkiadispersės dalies vandenyje peptizuojanti (A) ir agregatinė (B) frakcijos nuo kelių iki keliasdešimties kartų humusingesnės ir azotingesnės negu pats dirvožemis. Atlikus dirvožemio smulkiadispersės dalies frakcijų rentgenografinę analizę, nustatyta, kad Ap horizontas tuo požiūriu yra homogeniškas. A ir B frakcijų mineralinė sudėtis yra vienoda (vyraujantys mineralai sudaro tokią eilę: iš dalies chloritizuoti smektitai (40%), ilitai-smektitai (30%), kaolinitai (15%), ilitai (14%) ir smektitai (1%)) ir skirtingas žemės dirbimas jai įtakos neturėjo.

Raktažodžiai: žemės dirbimas, huminės rūgštys, smulkiadispersė dirvožemio dalis, vandenyje peptizuojanti dirvožemio frakcija, agregatinė dirvožemio frakcija, mineralinė dirvožemio sudėtis

ĮVADAS

Tradiciskai naudojamas gilus dirvos arimas yra daugiausia darbo reikalaujantis ir nenašiausias procesas, kuriam tenka apie 40% ir daugiau visų žemės dirbimo išlaidų [1, 2, 9]. Dabartinės ekonominės sąlygos verčia ieškoti racionalesnės žemės dirbimo sistemos, kurią naudojant ne tik atsipirktų realizuota produkcija, bet ir būtų daroma kuo mažesnė žala dirvožemiui ir aplinkai. Atlikti gausūs įvairių šalių mokslininkų tyrimai rodo, kad pastovus gilus arimas neigiamai veikia dirvos savybes, skatina sutankėjusio sluoksnio (armens pado) susidarymą armens ir poarmenio sandūroje [1, 9–12]. Giliai ariant, didėja nutekancio vandens užteršimas sedimentais, trąšomis ir pesticidais, intensyvesnė dirvožemio aeracija skatina humuso skaidymąsi – į aplinką išsiskiria daugiau CO₂, kuris turi įtakos visuotiniam atšilimui (šiltnamio efektui), mažina organinės anglies kiekį dirvožemyje ir jo derlingumą [17].

Dirvožemio humusas yra viena pagrindinių dirvožemio derlingumo sąlygų, kartu jis atlieka labai svarbias dirvodaros ir augalų augimo funkcijas: akumuliuoja Saulės energiją, didina šilumos imlumą ir mažina jos laidumą, gerina dirvožemio struktūrą, kaupia augalams reikalingas maisto medžiagas ir drėgmę, mažina maisto medžiagų išsiplovimą, skatina mikrofloros vystymąsi, adsorbuoja įvairias teršiančias aplinką antropogeninės kilmės medžiagas [3, 4, 8, 13, 14, 22, 25, 26].

Tuo tarpu supaprastintas žemės dirbimas, kuris užima tarpinę padėtį tarp gilaus arimo ir tiesioginės sėjos į nedirbtą žemę, teigiamai veikia dirvos struktūrą ir užtikrina kitų fizikinių savybių stabilumą. Ant dirvos arba arti jos paviršiaus likusios organinės liekanos sudaro apsauginį sluoksnį, kuris saugo dirvožemį nuo erozijos ir uždumblėjimo [18, 19], kuo mažiau pakeičia natūralią mikroorganizmų įvairovę [17].

Skirtingai dirbant žemę, humifikacijos metu susidaro nevienodas kiekis fulvorūgščių, kurios sąlygoja dirvožemio fizikines ir chemines savybes. Ypač kenksminga yra „agresyvioji“ fulvorūgščių frakcija (FR-1a), kuri aktyviai ardo dirvožemio mineralinę dalį [27].

Dirvožemis yra polidispersė sistema, kurios kie-toji dalis susideda iš įvairaus dydžio dalelių. Aiškinant dirvožemių savybių priežastingumus ypač daug dėmesio reikėtų skirti smulkiadispersei dirvožemio daliai – smulkioms dulkėms, dumbliui ir koloidams. Ši dalis pasižymi sorbcinėmis savybėmis, reguliuodama ne tik sorbuojancio komplekso sudėtį bei sorbuotų jonų koncentraciją, bet ir paties dirvožemio sudėtį bei savybes apskritai. Gamtinės sąlygos, panaudotos agrotechnikos priemonės bei žemdirbystės sistemos gali kiekybiškai ir kokybiškai pakeisti smulkiadispersės dirvožemio dalies savybes [16]. Litera-

tūroje galima rasti duomenų, kad gilus žemės dirbimas skatina smulkiadispersių dalelių migraciją į gilesnius dirvožemio horizontus. Vienas pirmųjų šį išmolėjimo (lessivage) procesą aprašė Kubiena (1938). Jis teigė, kad molio dalelės migruoja gilyn apsaugotos humuso ir fosforo rūgštis, kartu su geležies deginiais [5]. Molio dalelės lengviau išsiplauna dekarbonatizuotose, lengvesnės granulometrinės sudėties uolienose, dažniausiai dirvožemyje esančiais plyšiais ir poromis [5, 15].

Tyrimų tikslas – ištirti skirtingo žemės dirbimo įtaką giliau glėjiško pasotintojo palvažemio armens humuso frakcinei sudėčiai, dekarbonatizuoto liosiško dengiamojo sluoksnio smulkiadispersei daliai bei jos organinei ir mineralinei sudėčiai.

TYRIMŲ SĄLYGOS IR METODIKA

Lauko bandymas įrengtas 1988 m. Atlikti dirvodarinės uolienos tyrimai leido nustatyti dirvožemių genetines grupes pagal naująją Lietuvos dirvožemių klasifikaciją (1999), suderintą su FAO-UNESCO pasaulio dirvožemių legenda [6, 7]. Ištirta, kad bandymo lauke vyrauja dvilytė dirvodarinė uoliena – liosiškas vidutinio sunkumo priemolis ant priemolio ir smėlingo lengvo priemolio, pakloto moreniniu moliu. Armuo neutralios reakcijos – pH – 7,0–7,3, humusingas – 2,4–2,8%, azotingas (N) – 0,18–0,20%, fosforingas (P₂O₅) – 175–235 mg kg⁻¹, kalingas (K₂O) – 95–139 mg kg⁻¹.

Augalų kaita: 1) Miežių (*Hordeum vulgare*) vasarinės veislės; 2) Daugiametės žolės (*Trifolium pratense* + *Phleum pratense*) I naudojimo metu; 3) Daugiametės žolės (*Phleum pratense* + *Trifolium pratense*) II naudojimo metu; 4) Kviečių (*Triticum aestivum*) žieminės veislės; 5) Runkelių (*Beta vulgaris*) pašarinės veislės; 6) Rapsų (*Brassica napus*) vasarinės veislės. Visi pasėliai auginami kasmet trimis pakartojimais.

Bandymo žemės dirbimo variantai: 1) gilus arimas plūgu PN-4-35 23–25 cm gyliu, 2) sekclus arimas plūgu PN-4-35 12–14 cm gyliu, 3) gilus purenimas sunkiuoju kultivatoriumi (čizeliu) KČ-3,6 23–25 cm gyliu, 4) sekclus purenimas sunkiuoju kultivatoriumi (čizeliu) KČ-3,6 12–14 cm gyliu. Pradinis laukelių dydis – 126 m², apskaitinis – 70 m².

Tręšta tik mineralinėmis trąšomis: miežiai su daugiamečių žolių išėliu – N₆₀P₆₀K₆₀, daugiamečių žolės I n. m. – P₆₀K₆₀, daugiamečių žolės II n. m. – N₆₀P₆₀K₉₀, kviečiai N₉₀P₂₀K₁₃₀ (atsižvelgiant į maisto medžiagų kiekį dirvožemyje), runkeliai – N₁₈₀P₆₀K₂₀₀, rapsai – N₁₂₀P₆₀K₉₀. Nuo bandymo įrengimo pradžios nebuvo tręšta mėšlu ir jokia kitokia organine medžiaga (šiaudai ir runkelių lapai išvežti).

Arimo ir purenimo įtaka humuso frakcinei sudėčiai bei smulkiadispersėi daliai ir jos organinei bei mineralinei sudėčiai tirta po kviečių derliaus nuėmimo. Sekliai dirbtuose laukeliuose (artuose ir purentuose) apatinis armens sluoksnis (15–25 cm) nejudintas 8–10 metų.

Dirvožemio humuso frakcinė sudėtis tirta Ponomariovos–Plotnikovos modifikuotu Tiurino metodu [27], dirvožemio smulkiadispersė dalis išskirta pagal Gorbunovo metodiką [24]. Vokietijoje Hohenheimo universiteto Kraštovaizdžio ir dirvotyros institute ištirta dirvožemio smulkiadispersės dalies mineralinė sudėtis, naudojant rentgenografinę analizę, anglies kiekis dirvožemyje ir jo smulkiadispersėje dalyje nustatyta Strölein Cmat 5500 aparatu sausai deginant deguonyje 600°C temperatūroje, bendras azoto kiekis – Aufschlussblock – System 201015 aparatu pagal Kjeldalio matavimo principą.

Bandymų duomenys įvertinti dispersinės ir koreliacinės-regresinės analizės metodais, esant 95% tikimybės lygiui [20, 21].

TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Ištyrus skirtingai dirbamo giliau glėjiško pasotintojo palvažemio armens humusingumą, nustatyta, kad armuo diferencijuojasi į viršutinį (0–15 cm) – humusingesnį ir apatinį (15–25 cm) – mažiau humusingą sluoksnius (1 lentelė). Šis skirtumas labiau išryškėja supaprastinto žemės dirbimo laukeliuose (sekliai artuose ir giliai bei sekliai purentuose sunkiuoju kultivatoriumi). Pagrindinė priežastis yra tai, kad supaprastinto žemės dirbimo laukeliuose organinės liekanos įterpiamos sekliai arba lieka arti dirvos paviršiaus, tuo tarpu giliai ariant, įverčiamos į vagos dugną ir visas armuo yra labiau sumaišomas. Nustatytas esmingai didesnis viršutinio armens sluoksnio (0–15 cm) humusingumas (arba organinės anglies kiekis) sekliai dirbtų (artų ir purentų), o apatinio – esmingai mažesnis humusingumas visų supaprastinto žemės dirbimo laukelių, palyginti su giliai artais.

Atlikus humuso frakcinės sudėties analizę, paaiškėjo, kad visų žemės dirbimo laukelių armenyje vy-

1 lentelė. **Giliau glėjiško pasotintojo palvažemio armens humuso frakcinė sudėtis % nuo bendros dirvožemio anglies po *Triticum aestivum* derliaus nuėmimo, skirtingai dirbant žemę**

Rodiklis	Sluoksnis cm	Žemės dirbimo variantas				R ₀₅
		gilus arimas 23–25 cm	sekus arimas 12–14 cm	gilus purenimas 23–25 cm	sekus purenimas 12–14 cm	
C%	0–15	1,58	1,64*	1,63	1,66*	0,053
	15–25	1,54	1,49*	1,48*	1,50*	0,038
Huminės rūgštys:						
HR-1	0–15	6,4	7,0	5,4	5,2	2,01
	15–25	5,9	6,9	5,7	5,7	1,99
HR-2	0–15	12,1	10,8	11,9	13,3	2,84
	15–25	12,4	10,6	14,3	12,4	4,21
HR-3	0–15	7,8	8,5	8,7	8,4	2,14
	15–25	7,7	8,0	9,0	8,5	2,42
HR suma	0–15	26,3	26,3	26,0	26,9	3,89
	15–25	26,0	25,5	29,0	26,6	7,28
Fulvorūgštys:						
FR-1a	0–15	5,0	4,7	5,2	6,1	1,82
	15–25	5,3	5,3	5,9	5,5	1,41
Fr-1	0–15	4,0	4,0	2,3	3,7	1,74
	15–25	3,2	4,0	3,1	3,6	2,68
Fr-2	0–15	12,6	13,2	14,8	12,6	5,40
	15–25	13,9	13,6	15,2	15,0	7,09
Fr-3	0–15	10,9	8,5	9,2	12,4	2,72
	15–25	9,6	11,4	10,1	12,3	3,96
FR suma	0–15	32,5	30,4	31,5	34,8	5,62
	15–25	32,1	34,2	34,2	36,4	6,99
HR/FR	0–15	0,81	0,93	0,83	0,77	0,301
	15–25	0,84	0,81	0,80	0,73	0,362
HR+FR	0–15	58,7	56,7	57,5	61,7	6,27
	15–25	58,1	59,7	63,2	63,0	5,06
Nehidrolizuotoji liekana %	0–15	41,3	43,3	42,5	38,3	6,27
	15–25	41,9	40,3	36,8	37,0	5,06

* – esminis skirtumas patikimas, esant 95% tikimybės lygiui.

rauja su kalciumu sujungtų huminių rūgščių frakcija (HR-2), kuri viršutiniame armens sluoksnyje sudaro 41,2–49,4%, o apatiniame – 41,6–49,3%. Tvirtai sujungtų su dirvožemio mineraline dalimi huminių rūgščių (HR-3) susidarė nežymiai daugiau supaprastinto žemės dirbimo laukeliuose: sekliai artuose – 0,7 proc. vnt. viršutiniame ir 0,3 proc. vnt. apatiniame armens sluoksniuose, giliai purentuose sunkiuoju kultivatoriumi – 0,9 ir 1,3 proc. vnt., o sekliai purentuose – 0,6 ir 0,7 proc. vnt. Tačiau esminių skirtumų nenustatyta.

Ypač didelę reikšmę dirvožemio būklei turi fulvorūgščių kiekis ir frakcinis pasiskirstymas. Kuo daugiau susidaro „agresyvosios“ (FR-1a) fulvorūgščių frakcijos, tuo intensyviau yra ardomi dirvožemio mineralai. Kaip matyti iš gautų duomenų, tarp fulvorūgščių vyrauja FR-2 (36,2–47,0% viršutiniame ir 39,8–44,4% apatiniame armens sluoksniuose) ir FR-3 frakcijos (28,0–35,6% viršutiniame ir 29,5–33,8% apatiniame). Tuo tarpu „agresyvosios“ fulvorūgštys (FR-1a) užima daug mažesnę dalį: 15,4–17,5% viršutiniame ir 15,1–17,3% apatiniame armens sluoksniuose nuo viso fulvorūgščių kiekio. Esminių fulvorūgščių frakcijų pasiskirstymo skirtumų, skirtingai dirbant žemę, nerasta.

Huminių ir fulvorūgščių santykis (HR/FR), kaip pagrindinis humuso kokybės rodiklis, esmingai nesiskyrė visuose žemės dirbimo laukeliuose. Didžiausias HR/FR viršutiniame armens sluoksnyje nustatytas sekliai artuose (0,93), o mažiausias – sekliai purentuose (0,77), apatiniame – didžiausias – giliai artuose, o mažiausias – taip pat sekliai purentuose.

Humifikacijos laipsnis visame armenyje – vidutinis: 26,0–26,9% viršutiniame ir 25,5–29,0% apatiniame armens sluoksniuose.

Vertinant skirtingo žemės dirbimo įtaką giliau glėjiško pasotintojo palvažemio dengiamojo sluoksnio smulkiadispersei daliai, galima pastebėti smulkiadispersių dalelių pasiskirstymo profilyje nevienodumą (2 lentelė). Dirvožemio armenyje ir tarp atskirų jo sluoksnių (viršutinio – 0,15 cm ir apatinio – 15–25 cm) nėra didesnių smulkiadispersių dalelių pasiskirstymo skirtumų, tačiau podirvyje (B₁ horizonte) galima pastebėti vandenyje peptizuojančių smulkiadispersių dalelių (A frakcija) įplovimą ir giliai artuose laukeliuose, ir giliai purentuose sunkiuoju kultivatoriumi laukeliuose, tik pastaruosiuose įplovimas šiek tiek mažesnis. Sekliai dirbtuose (artuose ir purentuose) nustatytas esmingai mažesnis vandenyje peptizuojančių smulkiadispersių dalelių kiekis B₁ horizonte, negu giliai artuose laukeliuose. E(g) horizonte vandenyje peptizuojančių smulkiadispersių dalelių kiekis padidėja visuose laukeliuose, nes šis horizontas yra glaudžiai susijęs su paklojine uoliena (moreniniu moliu), virš kurio kaupiasi smulkiadispersės dalelės. Agregatinės (B) frakcijos, kuri peptizuoja tik veikiant amoniakui, esminių skirtumų, naudojant nevienodą žemės dirbimą, nerasta. Nors galima pastebėti, kad supaprastinto žemės dirbimo laukeliuose, visame dirvožemio dengiamajame sluoksnyje, agregatinės (B) frakcijos susikauptė daugiau.

Lyginant giliau glėjiško pasotintojo palvažemio dengiamojo sluoksnio humusingumą ir azotingumą, skirtingai dirbant žemę, matyti, kad viršutinis Ap horizonto sluoksnis humusingesnis ir azotingesnis supaprastinto žemės dirbimo laukeliuose, o apatinis Ap horizonto sluoksnis yra mažiau humusingas (3 lentelė). Dirvožemio anglies ir azoto santykis (10,7–11,1 viršutiniame Ap horizonto sluoksnyje ir 10,6–10,9 – apatiniame) rodo, kad humusas yra azotingas. Po-

2 lentelė. **Giliau glėjiško pasotintojo palvažemio dengiamojo sluoksnio smulkiadispersės dalies pasiskirstymas po *Triticum aestivum* derliaus nuėmimo, skirtingai dirbant žemę**

Horizontas, gylis cm	Žemės dirbimo variantas				R ₀₅
	gilus arimas 23–25 cm	seklus arimas 12–14 cm	gilus purenimas 23–25 cm	seklus purenimas 12–14 cm	
Vandenyje peptizuojanči (A) frakcija					
Ap 0–15	9,84	7,81	7,47	8,26	2,342
Ap 15–25	9,91	7,81	8,04	8,31	3,414
B ₁ ~30–50	8,74	4,71*	5,05	4,38*	3,733
E(g) ~50–70	9,12	10,44	9,23	11,05	3,150
Agregatinė (B) frakcija					
Ap 0–15	1,49	1,77	1,55	1,62	0,305
Ap 15–25	1,31	1,45	1,36	1,48	0,361
B ₁ ~30–50	0,37	0,54	0,41	0,51	0,173
E(g) ~50–70	0,41	0,67	0,55	0,64	0,259

* – esminis skirtumas patikimas, esant 95% tikimybės lygiui.

3 lentelė. **Giliau glėjiško pasotintojo palvažemio dengiamojo sluoksnio humusingumas ir azotingumas, skirtingai dirbant žemę**

Horizontas, gylis cm	Rodiklis	Žemės dirbimo variantas				R ₀₅
		gilus arimas 23–25 cm	seklus arimas 12–14 cm	gilus purenimas 23–25 cm	seklus purenimas 12–14 cm	
Ap 0–15	Humuso %	2,88	2,93	2,98	2,95	0,052
	C _{org.} %	1,67	1,70	1,73	1,72	0,030
	N _{bendr.} %	0,150	0,159	0,156	0,157	0,0026
	C/N	11,1	10,7	11,1	10,9	1,23
Ap 15–25	Humuso %	2,83	2,72	2,72	2,72	0,126
	C _{org.} %	1,64	1,58	1,58	1,58	0,075
	N _{bendr.} %	0,155	0,145	0,149	0,145	0,0063
	C/N	10,6	10,9	10,6	10,9	0,55
B ₁ ~30–50	Humuso %	0,53	0,29*	0,40	0,29*	0,159
	C _{org.} %	0,31	0,17*	0,23	0,17*	0,096
	N _{bendr.} %	0,038	0,022*	0,029*	0,023*	0,0080
	C/N	8,2	7,7	7,9	7,4*	0,61
E(g) ~50–70	Humuso %	0,28	0,36	0,21	0,33	0,099
	C _{org.} %	0,16	0,21	0,12	0,19	0,057
	N _{bendr.} %	0,022	0,029*	0,019	0,027	0,0051
	C/N	7,3	7,2	6,3	7,0	1,05

* – esminis skirtumas patikimas, esant 95% tikimybės lygiui.

dirviniame B₁ horizonte esmingai didesnis dirvožemio humusingumas ir azotingumas nustatytas giliai dirbtuose (artuose – 0,53 ir 0,038% ir purentuose – 0,40 ir 0,029%) laukeliuose. Dirvožemio anglies ir azoto santykis kinta nuo 7,4 iki 8,2. Gilesnio E(g) horizonto humusingumas ir azotingumas nustatytas didesnis sekliai dirbtuose (artuose – 0,36 ir 0,029% bei purentuose – 0,33 ir 0,027%). C/N santykis 6,3–7,3, tai reiškia, kad humusas azotingas.

Analizuojant smulkiadispersės dalies frakcijų humusingumo ir azotingumo duomenis matyti, kad šiose frakcijose humuso ir azoto kiekiai yra nuo kelių iki keliolikos kartų didesni negu dirvožemyje, taip yra todėl, kad dirvožemio smulkiadispersė dalis aktyviai dalyvauja sorbcijoje, sudarydama mineralinius, organinius ir organinius-mineralinius koloidinius junginius [16]. Smulkiadispersės vandenyje peptizuojančios (A) frakcijos humusingumo ir azotingumo pasiskirstymas armens sluoksniuose, skirtingai dirbant žemę, panašus kaip ir paties dirvožemio, tik humusingumas viršutiniame (3–13 cm) Ap horizonto sluoksnyje 3,5–3,9 karto, o apatiniame (15–30 cm) – 3,8–4,2 karto didesnis, azotingumas atitinkamai viršutiniame Ap horizonto sluoksnyje 4,2–4,6 karto ir apatiniame – 4,7–5,2 karto didesnis (4 lentelė). Podirviniame B₁ horizonte smulkiadispersės vandenyje peptizuojančios frakcijos humusingumas 7,1–10,9 karto, o azotingumas 7,6–10,9 karto didesnis negu paties dirvožemio. C/N santykis 7,6–7,9. E(g) horizonto humusingumas – 5,1–7,7, o azotingumas – 6,0–7,4 kar-

to didesnis negu dirvožemyje. Šiame horizonte C/N santykis dar siauresnis – 6,4–7,0.

Smulkiadispersės dalies agregatinės (B) frakcijos humusingumas ir azotingumas nustatytas dar didesnis negu dirvožemio ir vandenyje peptizuojančios (A) frakcijos (5 lentelė). Ap horizonto viršutinio sluoksnio agregatinės frakcijos humusingumas didesnis 5,6–5,9 karto negu dirvožemio ir 1,3–1,5 karto negu vandenyje peptizuojančios frakcijos, azotingumas didesnis atitinkamai 6,6–7,1 ir 1,5–1,6 karto. Ap horizonto apatinio sluoksnio humusingumas didesnis 6,0–7,6 karto negu dirvožemio ir 1,6–1,9 karto negu A frakcijos, azotingumas didesnis atitinkamai 7,4–8,3 ir 1,5–1,8 karto. B₁ horizonto agregatinės (B) frakcijos humusingumas ir azotingumas dar labiau padidėja, palyginti su paties dirvožemio ir vandenyje peptizuojančia (A) frakcija. Šio horizonto agregatinės (B) frakcijos humusingumas didesnis 14,3–24,1 karto negu paties dirvožemio ir 2,0–2,2 karto negu A frakcijos, azotingumas didesnis atitinkamai 24,1–31,9 ir 2,3–3,4 karto. Aptariant E(g) horizonto humusingumo ir azotingumo skirtumus dirvožemyje ir jo smulkiadispersės dalies frakcijose matyti, kad B frakcijos humusingumas didesnis 12,0–20,7 karto negu dirvožemio ir 2,5–3,9 karto negu vandenyje peptizuojančios A frakcijos, azotingumas – atitinkamai 14,3–28,9 ir 2,5–3,9 karto. C/N santykis dar labiau susiaurėja ir siekia 4,6–6,1.

Ištyrus giliau glėjiško pasotintojo palvažemio armens humuso frakcinę sudėtį bei smulkiadispersės

4 lentelė. Giliau glėjiško pasotintojo palvažemio dengiamojo sluoksnio smulkiadispersės dalies vandenyje peptizuojančios (A) frakcijos humusingumas ir azotingumas, skirtingai dirbant žemę

Horizontas, gylis cm	Rodiklis	Žemės dirbimo variantas				R ₀₅
		gilus arimas 23–25 cm	seklus arimas 12–14 cm	gilus purenimas 23–25 cm	seklus purenimas 12–14 cm	
Ap 0–15	Humuso %	10,03	10,98	11,05*	11,45*	1,020
	C _{org.} %	5,82	6,37	6,41*	6,64*	0,553
	N _{bendr.} %	0,660	0,701	0,714	0,719*	0,0561
	C/N	8,8	9,1	9,0	9,2	0,54
Ap 15–25	Humuso %	11,98	10,52	10,86	10,41*	1,513
	C _{org.} %	6,95	6,10	6,32	6,04*	0,893
	N _{bendr.} %	0,781	0,693*	0,694*	0,682*	0,0781
	C/N	8,9	8,8	9,1	9,0	1,10
B1 ~30–50	Humuso %	3,78	3,15	3,42	3,10	0,871
	C _{org.} %	2,20	1,83	1,99	1,80	0,506
	N _{bendr.} %	0,29	0,24*	0,25	0,23*	0,046
	C/N	7,7	7,6	7,9	7,7	0,71
E(g) ~50–70	Humuso %	1,44	1,94*	1,61	2,15**	0,473
	C _{org.} %	0,84	1,13**	0,94	1,25**	0,284
	N _{bendr.} %	0,132	0,164	0,140	0,179**	0,0262
	C/N	6,4	6,9	6,7	7,0*	0,59

* – esminis skirtumas patikimas, esant 95% tikimybės lygiui,
 ** – esminis skirtumas patikimas, esant 99% tikimybės lygiui.

5 lentelė. Giliau glėjiško pasotintojo palvažemio dengiamojo sluoksnio smulkiadispersės dalies agregatinės (B) frakcijos humusingumas ir azotingumas, skirtingai dirbant žemę

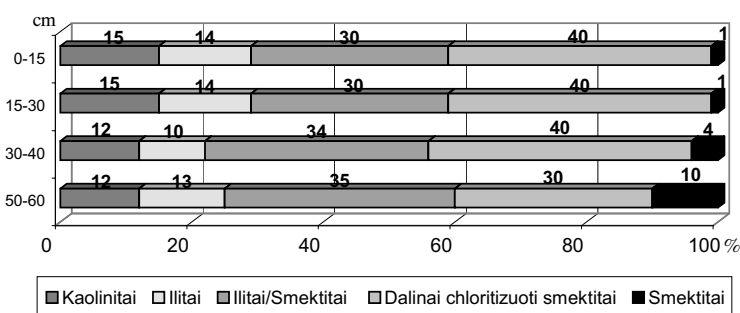
Horizontas, gylis cm	Rodiklis	Žemės dirbimo variantas				R ₀₅
		gilus arimas 23–25 cm	seklus arimas 12–14 cm	gilus purenimas 23–25 cm	seklus purenimas 12–14 cm	
Ap 0–15	Humuso %	16,1	16,3	16,9	17,3	1,42
	C _{org.} %	9,33	9,47	9,82	10,06	0,843
	N _{bendr.} %	1,041	1,060	1,093	1,110	0,0735
	C/N	9,0	8,9	9,0	9,1	1,59
Ap 15–25	Humuso %	21,4	19,9	17,6**	16,2**	2,04
	C _{org.} %	12,42	11,58*	10,24*	9,40**	1,193
	N _{bendr.} %	1,29	1,23	1,10*	1,04**	0,110
	C/N	9,6	9,4	9,3	9,0	0,65
B1 ~30–50	Humuso %	7,55	6,98	7,60	6,79	1,268
	C _{org.} %	4,39	4,06	4,42	3,95	0,761
	N _{bendr.} %	0,701	0,560*	0,851	0,554*	0,0652
	C/N	6,3	7,3	5,2	7,2	1,14
E(g) ~50–70	Humuso %	4,01	4,32	4,35	5,23*	1,18
	C _{org.} %	2,33	2,51	2,53	3,04	0,682
	N _{bendr.} %	0,462	0,416	0,550*	0,582**	0,0613
	C/N	5,1	6,1	4,6	5,2	1,19

* – esminis skirtumas patikimas, esant 95% tikimybės lygiui,
 ** – esminis skirtumas patikimas, esant 99% tikimybės lygiui.

dalies pasiskirstymą visame dengiamajame sluoksnyje ir jos humusingumą bei azotingumą, skirtingai dirbant žemę, pastebėti anksčiau minėti skirtumai, todėl buvo tikslinga ištirti vandenyje peptizuojančios (A) ir agregatinės (B) frakcijų mineralinę sudėtį.

Atlikus rentgenografinę analizę, paaiškėjo, kad Ap horizontas yra homogeniškas tiek viršutinio ir apatinio sluoksnio, tiek A ir B frakcijų atžvilgiu. Skirtingas ariamojo sluoksnio dirbimas taip pat neturėjo įtakos dirvožemio smulkiadispersės dalies minerali-

nei sudėčiai. Apskaičiavus, kurią ploto dalį užima vieniems ar kitiems molio mineralams būdingi baziniai refleksai, nustatyta, kad Ap horizontą sudaro koalinitai (15%), ilitai (14%), chloritų nerasta, o grynų smektitų gali būti iki 1%. Didžiausią dalį (70%) sudaro vidinio susisluoksniavimo (sumaišytieji) molio mineralai: 30% ilitai-smektitai ir 40% iš dalies chloritizuoti smektitai (pav.).



Pav. Giliau glėjiško pasotintojo palvažemio dengiamojo sluoksnio smulkiadispersės dalies (A ir B frakcijų) molio mineralų pasiskirstymas

Žemės dirbimas taip pat neturi reikšmės gilesnių horizontų (B₁ ir E(g)) smulkiadispersės dalies mineralinei sudėčiai, o A bei B frakcijos nesiskiria.

Pastebėti skirtumai tik tarp B₁ ir E(g) horizontų. E(g) horizonte šiek tiek padaugėja ilitų, ilitų-smektitų ir smektitų (iki 10%) kiekis, tačiau sumažėja dalinai chloritizuotų smektitų. Tai natūralu, nes viršutiniuose dirvožemio sluoksniuose intensyviau vyksta smektitų chloritizacija.

Atlikus gautų duomenų koreliacinį-regresinį įvertinimą, nustatyti labai stiprūs tiesiniai priklausomumai tarp dirvožemyje esančių anglies bei azoto kiekių ir vandenyje peptizuojančioje (A) ir agregatinėje (B) frakcijose esančių anglies ir azoto kiekių:

1) tarp vandenyje peptizuojančios (A) frakcijos anglies kiekio (y_1) ir dirvožemio anglies (x_1): $y_1 = 0,847 + 3,324x_1$, $r = 0,989^{**}$, $R^2 = 0,979$, $D = 97,9\%$,

2) tarp vandenyje peptizuojančios (A) frakcijos azoto kiekio (y_2) ir dirvožemio azoto (x_2): $y_2 = 0,098 + 3,997x_2$, $r = 0,990^{**}$, $R^2 = 0,979$, $D = 97,9\%$,

3) tarp agregatinės (B) frakcijos anglies kiekio (y_3) ir dirvožemio anglies (x_3): $y_3 = 2,502 + 4,710x_3$, $r = 0,962^{**}$, $R^2 = 0,926$, $D = 92,6\%$,

4) tarp agregatinės (B) frakcijos azoto kiekio (y_4) ir dirvožemio azoto (x_4): $y_4 = 0,472 + 4,267x_4$, $r = 0,932^{**}$, $R^2 = 0,869$, $D = 86,9\%$;

čia ** – koreliacinis priklausomumas patikimas, esant 99% tikimybės lygiui, D – determinacijos koeficientas.

Ieškant koreliacinių priklausomumų tarp vandenyje peptizuojančios (A) bei agregatinės (B) frakci-

jų kiekių dirvožemyje ir tų pačių frakcijų anglies ir azoto, gautos tokios koreliacijos ir regresijos lygtys:

1) tarp vandenyje peptizuojančios (A) frakcijos anglies kiekio y_1 ir šios frakcijos kiekio dirvožemyje x_1 : $y_1 = 3,154 + 0,093x_1$, $r = 0,073^{**}$, $R^2 = 0,005$, $D = 0,5\%$,

2) tarp vandenyje peptizuojančios (A) frakcijos azoto kiekio y_2 ir šios frakcijos kiekio dirvožemyje x_2 : $y_2 = 0,367 + 0,011x_2$, $r = 0,080^{**}$, $R^2 = 0,006$, $D = 0,6\%$,

3) tarp agregatinės (B) frakcijos anglies kiekio y_3 ir šios frakcijos kiekio dirvožemyje x_3 : $y_3 = 0,488 + 6,307x_3$, $r = 0,901^{**}$, $R^2 = 0,812$, $D = 81,2\%$,

4) tarp agregatinės (B) frakcijos azoto kiekio y_4 ir šios frakcijos kiekio dirvožemyje x_4 : $y_4 = 0,365 + 0,484x_4$, $r = 0,853^{**}$, $R^2 = 0,728$, $D = 72,8\%$.

Tai parodo, kad vandenyje peptizuojančios (A) frakcijos kiekis dirvožemyje nekoreliuoja su frakcijoje esančiu anglies ir azoto kiekiu, tačiau agregatinės (B) frakcijos, kuri peptizuoja tik dėl amoniako poveikio, kiekis dirvožemyje tiesiogiai nulemia anglies ir azoto kiekį pačioje frakcijoje.

Labai stiprų priklausomumą tarp dirvožemyje esančių anglies bei azoto kiekių ir agregatinės (B) frakcijos kiekio dirvožemyje parodo šios lygtys:

1) tarp dirvožemio anglies (y_1) ir agregatinės (B) frakcijos kiekio dirvožemyje (x_1): $y_1 = 0,480 + 1,392x_1$, $r = 0,973^{**}$, $R^2 = 0,947$, $D = 94,7\%$,

2) tarp dirvožemio azoto (y_2) ir agregatinės (B) frakcijos kiekio dirvožemyje (x_2): $y_2 = -0,032 + 0,12x_2$, $r = 0,973^{**}$, $R^2 = 0,947$, $D = 94,7\%$.

Tuo tarpu tarp dirvožemyje esančių anglies bei azoto kiekių ir vandenyje peptizuojančios (A) frakcijos kiekio dirvožemyje koreliacinių priklausomumų negauta ($r = 0,155$ ir $r = 0,165$).

Apibendrinant būtų galima teigti, kad dirvožemis ir jo smulkiadispersės dalies frakcijos glaudžiai siejasi viena su kita. Anglies ir azoto pasiskirstymas dirvožemyje labiau priklauso nuo agregatinės (B) frakcijos, bet ne nuo vandenyje peptizuojančios (A) frakcijos kiekio.

IŠVADOS

1. Skirtingai dirbamo giliau glėjiško pasotintojo palvažemio armuo diferencijavosi į viršutinį (0–15 cm) – humusingesnę (1,58–1,66%) ir apatinį (15–25 cm) – mažiau humusingą (1,49–1,54%) sluoksnius.

2. Supaprastintas žemės dirbimas (sekus arimas ir gilus bei sekus purenimas sunkiuoju kultivatoriumi) esmingai didina (3,2–5,1%) viršutinio armens sluoksnio humusingumą ir esmingai mažina (2,6–3,9%) apatinio armens sluoksnio humusingumą.

3. Visų žemės dirbimo laukelių armenyje vyrauja su kalciumu sujungtos huminės rūgštys (HR-2): viršutiniame armens sluoksnyje jos sudaro 41,2–49,4%, o apatiniame – 41,6–49,3% nuo visų huminių rūgščių kiekio. Tvirtai su dirvožemio mineraline dalimi sujungtų huminių rūgščių (HR-3) susidaro daugiau visuose supaprastinto žemės dirbimo laukeliuose: 0,6–0,9 proc. vnt. viršutiniame armens sluoksnyje ir 0,3–1,3 proc. vnt. apatiniame.

4. Tarp fulvorūgščių vyrauja FR-2 (36,2–47,0% viršutiniame armens sluoksnyje ir 39,8–44,4% – apatiniame) ir FR-3 (28,0–35,6% – viršutiniame ir 29,5–33,8% – apatiniame) frakcijos. Tačiau esminių fulvorūgščių frakcijų pasiskirstymo skirtumų, nevienodai dirbant žemę, nenustatyta.

5. Gilus žemės dirbimas skatina smulkiadispersių dalelių ir humuso migraciją į podirvinį B₁ horizontą. Sekliai dirbtuose (artuose ir purentuose) laukeliuose rastas esmingai mažesnis (46,1–49,9%) smulkiadispersės dalies vandenyje peptizuojančios (A) frakcijos kiekis negu giliai artuose.

6. Smulkiadispersės dalies humusingumas ir azotingumas didesnis už paties dirvožemio nuo kelių iki keliasdešimties kartų: vandenyje peptizuojančios (A) frakcijos humusingumas didesnis 3,5–10,9, azotingumas – 4,2–10,9 karto, o agregatinės (B) frakcijos humusingumas – 5,6–24,1 ir azotingumas – 6,6–31,9 karto priklausomai nuo dirvožemio horizonto.

7. Skirtingas žemės dirbimas neturėjo reikšmės smulkiadispersės dalies mineralinei sudėčiai. Ap horizontas smulkiadispersės dalies (A ir B frakcijų) mineralinės sudėties atžvilgiu yra homogeniškas ir jį sudaro: kaolinitai (15%), ilitai (14%), smektitai (1%) ir vidinio susisluoksniavimo (sumaišytieji) molio mineralai (30% ilitai-smektitai ir 40% dalinai chlorituoti smektitai). B₁ ir E(g) horizontuose padaugėja grynų smektitų kiekis.

8. Nustatyti stiprūs koreliaciniai priklausomumai tarp dirvožemyje esančių anglies bei azoto kiekių ir vandenyje peptizuojančioje (A) frakcijoje ($r = 0,989^{**}$ ir $r = 0,990^{**}$) bei agregatinėje (B) frakcijoje ($r = 0,962^{**}$ ir $r = 0,932^{**}$) esančių anglies ir azoto kiekių.

9. Anglies ir azoto pasiskirstymas dirvožemyje labiau priklauso nuo agregatinės (B) frakcijos (abiems priklausomumams $r = 0,973^{**}$), bet ne nuo vandenyje peptizuojančios (A) frakcijos ($r = 0,155$ ir $r = 0,165$) kiekio.

Gauta
2001 09 20

Literatūra

1. Arlauskas M. Arimas. Vilnius, 1987. 185 p.
2. Arlauskas M. Žemės dirbimo minimalizavimas // Žemės ūkio mokslai. 1994. Nr. 1. P. 39–43.

3. Beyer L. Die naßchemische Humusuntersuchung Aussagekraft und Anwendung in der Bodenkunde // Mitteilungen Dtsch. Bodenkundliche Gessellschaft. 1993. Bd. 71. S. 191–198.
4. Beyer L. The chemical composition of soil organic matter in classical humic compound fractions and in bulk samples-a review // Pflanzenernährung und Bodenkunde. 1996. Bd. 159. S. 527–539.
5. Eidukevičienė M., Vaičys M. Dirvodaros procesai // Lietuvos dirvožemiai. Vilnius, 2001. Kn. 32. P. 210–243.
6. FAO–UNESCO Soil Map of the World Revised Legend // World Soil Resources Report 60/FAO. Rome, Italy, 1990. 120 p.
7. FAO–UNESCO Soil Map the World Revised Legend with corections and updates. Technical Paper 20. ISRIC Wageningen, 1997. 140 p.
8. Gaiser T. Bedeutung der organischen Bodensubstanz für Eigenschaften und Ertragsfähigkeit von Vertisolen und Acrisolen in Süd – Benin Dissertation des Grades eines Doktors der Agrarwissenschaft. Universität Hohenheim, Stuttgart, 1993. 168 s.
9. Kahnt G. Minimal-Bodenbearbeitung. Stuttgart: Ulmer, 1995. 112 s.
10. Köller K. Erfolgreiche Ackerbau ohne Pflug. Frankfurt/Main (DLG–Verlag). 1993. 119 s.
11. Kundler P. Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit. Berlin (VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag), 1989.
12. Lazauskas P. Agrotechnika prieš piktžoles. Vilnius, 1990. 214 p.
13. Mažvila J., Adomaitis T. R., Antanaitis A. ir kt. Lietuvos dirvožemių agrocheminės savybės ir jų kaita / LŽI, ATC. Kaunas, 1998. 145 p.
14. Mažvila J., Eitminavičius L., Adomaitis A. Humusas ir siera Lietuvos dirvožemiuose // Agronomijos ir gyvulininkystės mokslų aktualijos. Kaunas-Akademija, 1996. P. 271–276.
15. Motuzas A., Vaisvalavičius R., Česnyš A., Špokauskas A. Kai kurių Lietuvos velėninių jaurinių dirvožemių smulkiadispersės dalies mineralinė sudėtis // Tarptautinės moksl. konf. pranešimai. Kaunas, 1995. P. 113–117.
16. Scheffer F., Schachtschabel P. u. a. Lehrbuch der Bodenkunde. 14., neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart, 1998. 494 s.
17. Seyfarth W., Joschko M., Rogasik J. u. a. Bodenökologische und pflanzenbauliche Effekte konservierender Bodenbearbeitung auf sandigen Böden. Münchenberg, 1999. ZALF – Bericht Nr. 39. 136 s.
18. Sommer C. und Brunotte J. Kriterien für eine bodenschutztorientierte Landbewirtschaftung // Umweltverträgliche Pflanzenproduktion. Fachtagung 11./12.7.96. Wittenberg, 1997. S. 55–79.
19. Sommer C., Zach M., Dambroth M. Konservierende Bodenbearbeitung, Ergebnisse und Erfahrungen aus der Praxis. Agrar-Übersicht 5, 1985.
20. Stancevičius A., Arvasas J. Lauko bandymų duomenų įvertinimo metodika. LŽŪA, Kaunas-Noreikiškės, 1981. 57 p.
21. Tarakanovas P. Statistinių duomenų apdorojimo programų paketas „Selekcija“. LŽI, Akademija, 1999. 57 p.
22. The rolle humic Substances in the Ecosystem and in environmental protection / Edited by Jerzy Weber. Wroclaw, 1996. 303 p.

23. Александрова Л. Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. Ленинград, 1980. 280 с.
24. Горбунов Н. Высокодисперсные минералы и методы их изучения. Москва, 1974. 302 с.
25. Жданова В. В. Влияние сельскохозяйственного использования дерново-карбонатных почв на их гумусное состояние / Автореф. дис. ... с.-х. наук. Санкт-Петербург, 1992. 17 с.
26. Орлов Д. С. Гумусовые кислоты почвы и общая теория гумификации. Москва, 1990. 324 с.
27. Пономарева В. В., Плотникова Т. А. Гумус и почвообразование. Методы и результаты изучения. Ленинград, 1980. 220 с.

**Darija Jodaugienė, Algirdas Motuzas,
Antanas Stancevičius, Steponas Raudonius**

**DIFFERENT SOIL TILLAGE AND HUMUS QUALITY,
CLAY FRACTION CONTENT AND ITS ORGANIC
AND MINERAL COMPOSITION IN
ENDOHYPOGLEYIC-EUTRIC PLANASOL**

S u m m a r y

The investigations have been conducted in 1996–1998 at the Soil Management, Soil Science and Agrochemistry Departments, Experimental Station of Lithuanian University of Agriculture, part of analyses at the Landscape and Soil Science Institute of Hohenheim University in Germany. Their aim was to investigate the influence of different soil tillage on arable horizon humus content, fractional humus composition decarbonatised loessic covering layer clay fraction (<0.005) content, its organic and mineral composition in Endohypogleyic-Eutric Planasol, PLe-gln-w.

Parent rock of the experimental site soil was evaluated. Androgynous rock – loessic medium loam (arable horizon) on sandy loam and sandy light loam (subsoil) laying on moraine loam (bedrock) dominated at this site. Bedrock occurred at a depth of 60–70 cm in this planasol.

According to experimental data, the arable horizon was differentiated into the upper layer (0–15 cm) with a higher humus content and the lower layer (15–25 cm) with a less humus amount. This difference was more evident in the plots where minimum tillage was applied. No essential influence of different soil tillage on humus fractional composition was established. Deep soil tillage (ploughing and partly chisel loosening) stimulated migration of clay fraction particles and, as a consequence, also migration of humus and nitrogen into deeper subsoil horizons. The peptizing in water fraction (A) and aggregate fraction (B) of clay content contained humus and nitrogen up to some tens and more than soil itself. The results of X-ray analysis of clay content fractions showed that the Ap horizon was homogeneous as to these soil properties. Mineral content of fractions A and B was the

same (dominant minerals ranked as follows: partly chloridized smectites 40%, illites – smectites 30%, kaolinites 15%, illites 14%, and smectites 1%) and different soil tillage did not influence it.

Key words: soil tillage, humic acids, clay soil fraction, peptizing soil fraction, aggregate soil fraction, mineral soil composition

**Дария Йодаугене, Альгирдас Мотузас,
Антанас Станцевичюс, Стяпонас Раудониус**

**РАЗЛИЧНАЯ ОБРАБОТКА ЗЕМЛИ И
ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ,
МЕЛКОДИСПЕРСНАЯ ЧАСТЬ, ЕЕ
ОРГАНИЧЕСКИЙ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ
СОСТАВ ГЛУБЖЕ ГЛЕЕВАТОГО
НАСЫЩЕННОГО ПЛАНОСОЛЯ**

Р е з ю м е

Исследования проведены в 1996–1998 гг. на кафедрах Земледелия, Почвоведения и агрохимии, а также Опытной станции Литовского сельскохозяйственного университета, отдельные анализы сделаны в Институте почвоведения и ландшафта Университета Хохенхайм (Германия). Их цель – выяснить влияние различной обработки земли на гумусное состояние, мелкодисперсную фракцию, ее органический и минералогический состав глубже глееватого насыщенного планосоля (Endohypogleyic-Eutric Planosol, PLe-gln-w).

Исследования почвообразующей породы показали, что в опытном поле преобладает двучленная порода – лёссовидный средний суглинок (пахотный слой) на супеси и легком суглинке (подпахотный слой), на глубине 60–70 см подстилаемом моренной глиной.

Выяснилось, что пахотный слой дифференцируется на два слоя: верхний (0–15 см) более гумусный и нижний (15–25 см) менее гумусный. Они наиболее четко выражены при минимальной обработке почвы. Существенной разницы между гумусным состоянием из-за различной обработки земли не установлено. Глубокая обработка (вспашка или рыхление тяжелым культиватором) способствует миграции мелкодисперсной фракции, а тем самым и гумуса в глубже лежащие горизонты почвы (лессиваж). Водопептизирующая (А) и агрегированная (Б) части мелкодисперсной фракции почвы более гумусные и обеспечены азотом до нескольких раз больше, чем сама почва. Минералогический состав обеих фракций не различается (по количественному содержанию минералы составляют следующую очередь: хлоритизирующие смектиты – 40%, илиты-смектиты – 30%, илиты – 15%, каолиниты – 14% и смектиты – 1%), влияния различной обработки земли на его не отмечено.

Ключевые слова: обработка земли, гумусовые кислоты, мелкодисперсная фракция почвы, водопептизирующая фракция почвы, агрегированная фракция почвы, минералогический состав почвы