

I skyrius. ŽEMDIRBYSTĖ

ISSN 1392-3196

Žemdirbystė, t. 94, Nr.1 (2007), p. 3-23

UDK 631.58:631.442.4

VERSTUVINIO IR NEVERSTUVINIO PAGRINDINIO ŽEMĖS DIRBIMO POVEIKIS GLĖJIŠKŲ RUDŽEMIŲ SAVYBĖMS IR AGROSISTEMŲ ENERGETINIAM EFEKTYVUMUI

Stanislava MAIKŠTĖNIENĖ, Alvyra ŠLEPETIENĖ, Laura MASILIONYTĖ

Lietuvos žemdirbystės institutas

Joniškėlis, Pasvalio rajonas

El. p.: joniskelio_lzi@post.omnitel.net; alvyra@lzi.lt

Santrauka

Gilaus arimo pakeitimo sekliu ar neverstuviniu purenimu, jo gylio kaitaliojimo dešimties laukų sėjomainoje galimybės tirtos Lietuvos žemdirbystės instituto Joniškėlio bandymų stotyje 1996-2006 m. giliau karbonatingame giliau glėjiškame rudžemyje (Rdg-4-k2) – pagal tarptautinę klasifikaciją *Endocalcari – Endohypogleyic Cambisol (Cmg-n-w-can)*. Nustatyta, kad nuolatinis sekclus arimas ir neverstuvinis purenimas turi tendenciją mažinti dirvožemio tankį paviršiniame 0-10 cm ir viduriniame 10-20 cm armens sluoksniuose, į kuriuos dar patenka organinės trąšos ir augalų liekanos, tačiau jis labai didėja apatiniame 20-30 cm gylio sluoksnyje. Vietoj nuolatinio gilaus arimo sėjomainoje naudojant seklių, 10-20 ir 20-30 cm gylio sluoksniuose humusingumas nežymiai mažėjo, o naudojant pastovų neverstuvinį purenimą, sumažėjo iš esmės – atitinkamai 8,9 ir 11,9 %. Ilgą laiką sėjomainoje naudojant neverstuvinį purenimą, judriosios humuso medžiagos, laikomos svarbiais dirvožemio derlingumo rodikliais, akumuliuosi paviršiniame dirvožemio sluoksnyje, vyko jų kiekybinė diferenciacija atskiruose sluoksniuose. Neverstuvinio purenimo neigiamas poveikis augalų derlingumui didesnis buvo praėjus ilgesniam laikui po jo naudojimo, ypač devintais ir dešimtais sėjomainos rotacijos metais auginant pašarinius runkelius – 8,5 %, vasarinius miežius – 21,1 %, palyginti su giliu arimu. Racionaliausia žemės dirbimo sistema, duodanti didžiausią – atitinkamai 4,1 % ir 3,8 % didesnę ekonominę efektą negu nuolatinis gilus arimas, yra jo kaitaliojimas su sekliu ar su neverstuviniu purenimu.

Reikšminiai žodžiai: pagrindinis žemės dirbimas, fizikinės savybės, agrosistemos, humuso medžiagos.

Įvadas

Žemės dirbimo intensyvumas gali būti vertinamas pagal įvairius kriterijus: tankį, drėgmės sukaupimą, organinių medžiagų mineralizacijos greitį, poveikį augalų vystymuisi ir produktyvumui /Salinas-Garsia ir kt., 1997; Aon ir kt., 2001; Pikul ir kt., 2001; Kay, VandenBygaart, 2002; Balota ir kt., 2004/. Gausiais tyrimais nustatyta, kad nors sekclus arimas daro neigiamą įtaką dirvožemio apatinio sluoksnio fizikinėms savybėms, tačiau žymiai sumažina kuro sąnaudas ir ryškiai padidina darbo našumą, palyginti su giliu arimu /Feiza ir kt., 2004/. Sekclus arimas didina piktžolių sėklų, šaknų ir augalų

liekanų koncentraciją paviršiniame sluoksnyje, tačiau skatina mikroorganizmų aktyvumą ir didina kokybiško sėklos guolio sudarymo galimybes /Kouwenhoven ir kt., 2002/. Nuolat giliai ariant, formuojasi storesnis humusingas sluoksnis, mažėja dirvožemio tankis, skatinama intensyvesnė augalų šaknų sistemos veikla, mažėja pasėlių piktžolėtumas, o tai turi teigiamą poveikį stabiliam dirvožemio našumo palaikymui /Kouwenhoven, 2000; Franzluebbers, 2002; Feiza ir kt., 2004/. Kiti autoriai nurodo ariminės technologijos trūkumus – intensyvesnis žemės dirbimas, ypač jo sluoksnių vartymas giliai ariant plūgu, skatina organinės medžiagos mineralizaciją, humuso mažėjimą ir didina CO₂ išskyrimą į atmosferą /Arlauskas, 1987; Cole, 1996/. Tai ypač svarbu agrosistemose, kuriose mineralizaciją skatina įterptos daug azoto turinčios ankštinių augalų liekanos ar azotingos organinės trąšos. Organinių medžiagų irimo kryptis labai priklauso nuo aeracijos, kurią lemia žemės dirbimo intensyvumas bei dirvožemio granulimetrinė sudėtis. Kuo dirvožemyje daugiau smulkesnių molio dalelių <0,002 mm, tuo jame blogesnė aeracija ir lėtesnis organinės medžiagos irimo procesas, tuo didesnę reikšmę skaidymuisi turi jų įterpimo gylis /Velykis, Satkus, 2005/. Kai kurie tyrėjai nurodo, kad žemės dirbimo gylio ir intensyvumo efektyvumas priklauso ne tik nuo dirvožemio savybių, bet ir nuo meteorologinių sąlygų. Suomijoje atliktais tyrimais nustatyta, kad jei pirma vasaros pusė sausa, tai sekusis purinimas pavasarį (6 cm) būna pranašesnis negu įprastas gilus arimas rudenį ir kultivavimas pavasarį. Sausą vasarą sekusis žemės dirbimas lemė didesnę drėgmės susikaupimą dirvožemyje ir geresnę augalų šaknų išsivystymą negu giliai artoje dirvoje. Sekliai pavasarį kultivuojant, sausą vasarą didėjo derlius (vid. 1,9 t ha⁻¹) ir azoto sukaupimas grūduose (48 kg ha⁻¹). Priešingi rezultatai gauti drėgną sezoną, kadangi sekusis purinimas mažina vandens išgaravimą ir dirvožemyje ilgiau išsilaiko drėgmės perteklius /Aura, 1999/. Neariamojoje žemdirbystėje organinė anglis kaupiasi dirvožemio paviršiniame sluoksnyje, kadangi jame palieka žymiai daugiau augalų liekanų, negu ariant plūgu /Duiker, Lal, 1999; Stephen, Duncan, 2002/. Nustatyta, kad žemės dirbimo supaprastinimas turi įtakos ne tik bendrojo humuso pokyčiams, bet ir jo sudėčiai /Jodaugienė ir kt., 2004, Šlepetienė, Šlepetys, 2005/. Geriausi rezultatai, taikant supaprastintą žemės dirbimą, gaunami sunkios granulimetrinės sudėties dirvožemiuose, nes jei giliai ariama, besiverčiantys grumstai komplikuoja priešsėjinį žemės dirbimą ir optimalios struktūros formavimąsi /Rasmussen, 1999/. Sunkesniuose dirvožemiuose svarbu sudaryti tinkamas sąlygas humifikacijai, nes, humuso kiekiui didėjant, mažėja molio dalelių sukibimo jėga, lemianti agronominiu požiūriu vertingų struktūrinių agregatų formavimąsi /Velykis, Satkus, 2005/.

Žemės dirbimo būdo parinkimas priklauso ir nuo priešsėlių – sėjant varpinius javus po varpinių, taikant neverstuvinį žemės dirbimą, intensyviau plinta ligos, todėl, ypač paskleidus šiaudus, vertingiau arti vienokiu ar kitokiu gyliu, negu taikyti neverstuvinį purinimą įvairiais agregatais /Arshad ir kt., 1999/. Po nevarpinių priešsėlių neįdirbtoje dirvoje auginant žieminius kviečius, juose sukaupiami daugiau azoto, negu juos auginant intensyviai įdirbtoje (giliai artoje), kadangi didesnio tankio dirvožemyje būna geresnis drėgmės režimas /Chen ir kt., 1998; Sisti et al., 2004/. Lietuvoje atlikti tyrimai rodo, kad neverstuvinio žemės dirbimo efektyvumą lemia daug veiksnių – vienas iš svarbiausių – jo vieta sėjomainoje, sukultūrinimo lygis ir dirvožemio savybės. Įvairiuose dirvožemiuose atliktų tyrimų autoriai nurodo, jog arimo gylio ir neverstuvinio purinimo efektyvumą lemia daugelis veiksnių, todėl skirtinguose dirvožemiuose ta pati

agropriemonė duoda skirtingus rezultatus /Arlauskas, 1987; Feiza ir kt., 2004; Maikštėnienė, Šlepetienė, 2003; Velykis, Satkus, 2005/.

Tyrimų sąlygos ir metodika

Dirvožemis. Siekiant nustatyti seklaus arimo ir neverstuvinio purenimo galimybes bei vietą sėjomainoje, tyrimai atlikti giliau karbonatingame giliau glėžiškame rudžemyje (Rdg4-k2) - *Endocalcari* - *Endohypogleyic Cambisol* (CMg-n-w-can). Dirvožemio granulimetrinė sudėtis – limnoglacialinis priemolis ant dulkiškojo molio su giliau (1 m gylyje) esančiu smėlingu priemoliu. Viršutiniame dirvožemio sluoksnyje vyrauja vidutinio sunkumo priemolis, kuriame molio dalelės (< 0,002 mm) sudaro per 27 %, poarmenyje – iki 50 %. Didelis molio dalelių kiekis lemia neigiamas savybes – didelį rišlumą ir lipnumą, nuo kurio priklauso priešsėjinis žemės dirbimas, ypač nepalankiais, sausais ar šlapiais vegetacijos periodais. Dirvožemis turtingas judriojo kalio (K₂O) – 200 - 220 mg kg⁻¹ ir neturtingas judriojo fosforo (P₂O₅) – 120-150 mg kg⁻¹.

Metodika ir sąlygos. Stacionarūs tyrimai atlikti 10-ies laukų sėjomainoje: 1. Užimtasis pūdymas. 2. Žieminiai kviečiai. 3. Vasariniai miežiai. 4. Pašariniai runkeliai. 5. Vasariniai miežiai. 6. I naud. metų daugiametės žolės. 7. II naud. metų daugiametės žolės. 8. Žieminiai kviečiai. 9. Pašariniai runkeliai. 10. Vasariniai miežiai. Mėšlas – 40 t ha⁻¹ – įterptas vieną kartą rotacijoje po užimtojo pūdyimo žieminiams kviečiams. Sėjomainos augalai mineralinėmis trąšomis tręšti pagal vidutines normas: pašariniai runkeliai – N₁₂₀P₉₀K₉₀, žieminiai kviečiai ir vasariniai miežiai – N₆₀P₆₀K₆₀. Pirmų naudojimo metų žolėms skirta P₆₀K₆₀, antrų naudojimo metų – N₆₀P₆₀K₆₀. Javai sėti diskinėmis sėjamosiomis, vasarinių miežių ir žieminių kviečių sėklos norma – 4,5 mln. ha⁻¹. Pirmąsias 4 rotacijas ilgalaikiai tyrimai atlikti pagal vienodą 5 variantų schemą. Tirtas įprastas gilus arimas 22-25 cm gyliu, nuolatinis seklaus arimas 10-15 cm gyliu ir arimas kaitaliojant gylį, atsižvelgiant į sėjomainoje augsiančius augalus bei arimas pagal reikmę, atsižvelgiant į augsiančius augalus ir dirvožemio sąlygas, kur po 4 rotacijų įtrauktas pagal reikmę neverstuvinis purenimas. Penktame variante tirtas arimas plūgu su išpjova, kuriuo ariant paviršinis dirvožemio sluoksnis praslenka pro plūgo išpjovą ir patenka į vagos dugną, o viršutinis sluoksnis užverčiamas ant jo. Po 4 rotacijų penktame variante vietoj arimo plūgu su išpjova naudotas neverstuvinis purentuvas su čizeliniais noragėliais (PČ-2,5) 20 cm gyliu.

Dirvožemio tankis nustatytas Kačinskio cilindru metodu (metalinio cilindro diametras 50 mm, aukštis 100 mm) dviejose kiekvieno laukelio vietose, 4 pakartojimais, 0-10, 10-20 ir 20-30 cm gyliais pavasarį prieš kultivavimą. Dirvožemio tankis apskaičiuotas pagal formulę:

$$S_t = (B - A)/V, \text{ kai:}$$

S_t – dirvožemio tankis g cm⁻³, B – cilindro su absoliučiai sausu dirvožemiu masė g, A – tuščio cilindro masė g, V – pilno cilindro tūris cm³.

Dirvožemio bendrasis poringumas apskaičiuotas pagal formulę:

$$P \% = (1 - S_t/S^*) 100, \text{ kai:}$$

S_t – dirvožemio tankis g cm⁻³, S^* – dirvožemio kietosios dalies tankis g cm⁻³.

Kietosios dalies tankis nustatomas piknometru ir apskaičiuojamas pagal formulę:

$$S^* = P / (P + P_1 - P_2), \text{ kai:}$$

S^* – dirvožemio kietosios dalies tankis $g\ cm^{-3}$, P – orausio dirvožemio masė g , P_1 – piknometro su vandeniu masė g , P_2 – piknometro masė.

Aeracinis poringumas apskaičiuotas pagal formulę:

$$P_{aerac.} = P - (L \times T), \text{ kai:}$$

$P_{aerac.}$ – aeracinis poringumas %, P – bendrasis poringumas %, L – dirvožemio drėgnumas tūrio %, T – dirvožemio tankis $Mg\ m^{-3}$.

Bendroji pagrindinės produkcijos energija apskaičiuota naudojant energijos ekvivalentus (t.y. sandauga bendrosios energijos kiekių, sukauptų konkrečios produkcijos kilograme ir pagrindinės žemės ūkio produkcijos derlingumo) /Jankauskas ir kt., 2000/. Tiesioginės ir netiesioginės energijos sąnaudos apskaičiuotos remiantis LŽŪU LŽŪII pateiktais koeficientais /Germanas, 2000/. Energijos sąnaudas sudaro tiesioginių ir netiesioginių sąnaudų suma.

Judriųjų fosforo ir kalio kiekiai nustatyti A-L metodu ėminiuose, paimtuose agrocheminiais grąžtais 0-10, 10-20, 20-30 cm gylio dirvožemio sluoksniuose. Humuso kiekis nustatytas Tiurino judriosios humuso medžiagos 0,1M NaOH ištraukoje pagal Ponomariovą-Plotnikovą. Tyrimų duomenys apdoroti dispersinės analizės metodu, o ryšys tarp atskirų rodiklių apskaičiuotas koreliacijos-regresijos metodu, kuris atitinka 95 % tikimybės lygį, pažymėtas r^* , turintis 99 % tikimybės lygį r^{**} , D – terminacijos koeficientas /Tarakanovas, 1999/.

Agrometeorologinės sąlygos. Tyrimų metais vegetacijos periodams apibūdinti naudoti Lietuvos žemdirbystės instituto Joniškėlio bandymų stoties meteorologinių stebėjimų duomenys. Tyrimų metu augalų vegetacijos periodo terminams ir drėkinimo sąlygoms apibūdinti naudotas vienas informatyviausių rodiklių – hidroterminis koeficientas (HTK) /Bukantis, 1998/:

$$HTK = \frac{\sum p}{0,1 * \sum t}, \text{ kai:}$$

$\sum p$ – kritulių suma (mm) per atitinkamą laikotarpį; $\sum t$ – to paties periodo aktyviųjų temperatūrų suma, aukštesnė kaip $+10\ ^\circ C$ /Coufal, 1987; Bukantis, 1998/. Pagal hidroterminį koeficientą periodai skirstomi:

$HTK \geq 1,6$ – perteklinio drėkinimo; $HTK = 1-1,5$ – optimalaus drėkinimo; $HTK = 0,9-0,8$ – silpnos sausros; $HTK = 0,7-0,6$ – vidutinės sausros; $HTK = 0,5-0,4$ – didelės sausros; $HTK < 0,4$ – labai didelės sausros.

Pagrindinio žemės dirbimo metu ypač nepalankiomis sąlygomis dėl užsitęsios sausros išsiskyrė 2002 ir 2003 metai (1 lentelė).

Nepalankiu augalams vegetacijos periodu išsiskyrė 2000-ieji metai: per didelė drėgmė birželio (HTK-3,75) ir liepos (HTK-2,84) mėnesiais.

I lentelė. Tyrimų atlikimo metais vegetacijos periodų atskirų mėnesių hidroterminiai koeficientai HTK

Table 1. Hydrothermal coefficients (HTC) of individual months during the experimental years' growing seasons

Joniškėlis

| Metai Year | Mėnesiai / Month | | | | | |
|---------------|-------------------|---------------|------------------|---------------|---------------------|-----------------------|
| | Balandis April | Gegužė May | Birželis June | Liepa July | Rugpjūtis August | Rugsėjis September |
| 1996 | 0,10 | 1,45 | 1,24 | 1,82 | 0,03 | 1,83 |
| 1997 | 0,21 | 2,11 | 2,16 | 0,84 | 0,10 | 2,25 |
| 1998 | 0,08 | 1,62 | 0,76 | 3,88 | 1,62 | 0,46 |
| 1999 | 0,48 | 1,04 | 1,30 | 0,91 | 1,08 | 1,27 |
| 2000 | 0,13 | 0,65 | 0,26 | 2,37 | 1,16 | 0,91 |
| 2001 | 0,11 | 1,44 | 3,75 | 2,84 | 1,05 | 1,98 |
| 2002 | 0,79 | 0,35 | 1,61 | 0,71 | 0,17 | 0,65 |
| 2003 | 3,82 | 1,48 | 1,45 | 0,74 | 0,99 | 0,71 |
| 2004 | 0,10 | 0,58 | 1,12 | 1,36 | 1,04 | 2,02 |
| 2005 | 1,78 | 0,64 | 1,31 | 0,32 | 1,56 | 0,78 |

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Dirvožemio fizikinės savybės. Dirvožemio potencialų našumą lemia kompleksas veiksnių, – pakitus vienam, mažiau ar daugiau pakinta ir kitas ar net keletas jų. Todėl vienos agropriemonės poveikį dirvožemiui ir augalams tenka vertinti įvairiais aspektais. Dažniausiai literatūroje aptinkama vertinimų, kaip žemės dirbimas keičia dirvožemio fizikines savybes ir ieškoma tiesioginių ryšių su sėjomainos augalų derliumi /Feiza ir kt., 2004; Velykis, Satkus, 2005/. Tačiau daugeliu atvejų yra ir netiesioginis ryšys naudotų agropriemonių su sėjomainos augalų produktyvumu. Pakitus dirvožemio fizikinėms savybėms, padidėjus tankiui ir sumažėjus poringumui, pakinta ir organinės medžiagos destrukcijos procesai dėl pakitusios aeracijos kaip lemiamo veiksnio. Organinės medžiagos destrukcijos procese pasikeitus stabilaus humuso, kaip mineralinių dalelių rišamosios medžiagos, kiekiui, kinta dirvožemio struktūra ir struktūrinių agregatų patvarumas, o per didelis dirvožemio tankis stabdo nitrifikacijos procesų greitį ir savireguliacijos eigą. Mažėjant humuso kiekiui dirvožemyje, didėja jautrumas degradacijai, ypač sunkesnės granulometrinės sudėties dirvožemiuose. Kai kurie autoriai nurodo, kad optimalus tankis – 1,2-1,4 g cm⁻³, tačiau sunkesnių dirvožemių tyrėjai teigia, kad jau 1,35 g cm⁻³ yra kritinė riba optimaliai dirvožemio sistemos, produkuojančios augalams reikalingas maisto medžiagas, veiklai /Velykis, Satkus, 2005/. Kai kurie tyrėjai nurodo, kad intensyvi antropogeninė veikla lemiamą poveikį augalų produktyvumui turi iki tam tikros ekosistemos būklės. Kuriam nors rodikliui pasiekus kritinę būklę, materialiniai įdėjimai į dirvožemį jų našumo ir produktyvumo nebedidina /Bučienė, 2003/. Nors mūsų tyrimai atlikti limnoglacialinės kilmės sunkiame priemolyje, kuriame molio dalelių

gausumas lemia didesnes sorbcines galimybes, tačiau ir šiame dirvožemyje agrosistemos funkcionavimo stabilumas labai priklauso nuo žemės dirbimo sistemos /Velykis, Satkus, 2005/.

Dirvožemio tankis. Tankis – pagrindinis dirvožemio fizikinės būklės rodiklis, greit kintantis (30-40 %) dėl įvairių žemės dirbimo būdų ir technikos slėgimo technologinių procesų. Tiek per mažas, tiek per didelis dirvožemio tankis nepalankus augalams augti, nes tada susidaro per dideli oro tarpeliai ir nesusiformuoja augalams palankus kapiliarinis drėgmės režimas. Panaudojus mechanines dirvos purenimo priemones, tik po tam tikro laiko dirvožemis susiguli ir ilgesnį laiką tankis išlieka stabilus. Toks tankis vadinamas pusiausvyras ir juo galima apibūdinti dirvožemio fizikinę būklę. Todėl mūsų tyrimuose tankis nustatytas po tiriamųjų agropriemonių taikymo kitų metų pavasarį. Dirvožemio tankis didesnis už optimalų yra ypač nepageidaujamas sunkiuose dirvožemiuose, kur ir šiaip bloga aeracija. Dirvožemio tankiui pasiekus kritinę ribą, labai sulėtėja šaknų skverbimasis į dirvožemį ir kiti gyvybiniai procesai /Rasmussen, 1999; Hakansson, Lipiec, 2000/.

Įvairių pagrindinio žemės dirbimo sistemų poveikio tankiui duomenys pateikti 2-oje lentelėje. Analizuojant gautus tyrimų duomenis matyti, kad 5-os rotacijos pradžioje (1996 m.) nustačius dirvožemio tankį prieš vikių ir avių mišinio sėją, tarp skirtingų žemės dirbimų būdų esminių skirtumų nenustatyta.

2 lentelė. Pagrindinio žemės dirbimo būdų įtaka dirvožemio tankiui $Mg\ m^{-3}$

Table 2. The influence of primary tillage on soil bulk density $Mg\ m^{-3}$

Joniškėlis

| Variantas <i>Treatment</i> | Gylis cm / <i>Depth cm</i> | | | | | |
|---|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0-10 | | 10-20 | | 20-30 | |
| | 1996 | 2005 | 1996 | 2005 | 1996 | 2005 |
| Nuolatinis gilus arimas 22-25 cm <i>Deep ploughing at 22-25 cm</i> | 1,33 | 1,33 | 1,46 | 1,55 | 1,49 | 1,59 |
| Nuolatinis sekclus arimas 12-15 cm <i>Shallow ploughing at 12-15 cm</i> | 1,30 | 1,34 | 1,34 | 1,53 | 1,58 | 1,58 |
| Arimas kaitaliojant gylį <i>Ploughing at alternating depths</i> | 1,27 | 1,32 | 1,45 | 1,52 | 1,46 | 1,58 |
| Arimas ir neverstuvinis purenimas pagal reikmę <i>Ploughing and ploughless loosening according to the need</i> | 1,26 | 1,33 | 1,45 | 1,52 | 1,51 | 1,55 |
| Gilus pastovus neverstuvinis purenimas PČ-2,5 20 cm <i>Deep ploughless loosening by PČ-2.5 at 20 cm depth</i> | 1,33 | 1,33 | 1,46 | 1,62 | 1,49 | 1,60 |
| R_{05} / LSD_{05} | 0,131 | 0,093 | 0,096 | 0,033 | 0,081 | 0,097 |

Viršutiniame (0-10 cm) armens sluoksnyje dirvožemio tankis buvo mažiausias ten, kur arimo gylis kaitaliojas iš anksto nustatyta tvarka ar ariama ir giliai purenama pagal reikmę (3 ir 4 var.). Panašūs duomenys gauti ir 10-20 cm armens sluoksnyje, kur tankis iš esmės mažesnis – 8,2 % buvo sekliai arto laukelio dirvožemyje, kuriame susikaupia daugiau augalų liekanų ir tai turi didesnę teigiamą įtaką šio sluoksnio fizikinėms savybėms, palyginti su nuolatinio giliu arimu kontroliniame variante. Tačiau gilesniame 20-30 cm armens sluoksnyje, taikant nuolatinį seklų arimą, dirvožemio tankis buvo iš esmės – 6,0 % didesnis negu giliai arto kontrolinio varianto laukelyje.

Šios rotacijos pabaigoje (2005 m.) prieš vasarinių miežių sėją dėl skirtingo pagrindinio žemės dirbimo viršutiniame dirvožemio sluoksnyje žymesnių tankio skirtumų nenustatyta (2 lentelė). Viduriniame (10-20 cm) armens sluoksnyje įvairiais gyliais arto dirvožemio tankis mažai įvairavo, tačiau iš esmės – 4,5 % didesnis buvo dirvožemyje, kuriame pagrindinis dirbimas atliktas neverstuviu parentuvu PČ-2,5 (5 var.). Apatiniame armens sluoksnyje 20-30 cm gylyje tankio kitimo tendencija išliko tokia pat, kaip ir viduriniame 10-20 cm gylio sluoksnyje, tačiau skirtumai neesminiai. Nežymiai – 2,5 % mažesnis tankis nustatytas gilų arimą pagal reikmę kaitaliojant su neverstuviniu purenimu (4 var.), kur giliai ariant išmaišomi ir apverčiami dirvožemio sluoksniai. Atskiriems sėjomainos augalams taikant neverstuvinį purenimą, jis dirvožemio tankiui neigiamos įtakos neturėjo.

Dirvožemio bendrasis poringumas – svarbi savybė, nuo kurios priklauso vandens ir oro režimas, taip pat ir augalų augimo ir mitybos sąlygos. Dirvožemio bendrasis poringumas kinta atvirkščiai dirvožemio tankiui. Tyrimai rodo, kad įvairiais būdais įdirbtame dirvožemyje bendrasis poringumas viršutiniame armens sluoksnyje pakankamai gerai atitiko teorinius reikalavimus ir tarp variantų mažai skyrėsi. Pradedant penktą sėjomainos rotaciją, 1996 m. kiek didesnis bendrasis poringumas 0-10 cm sluoksnyje nustatytas laukeliuose, kur arimas ir neverstuvinis purenimas kaitaliojas pagal reikmę (3 lentelė).

Viduriniame 10-20 cm gylio sluoksnyje iš esmės didesnis bendrasis poringumas buvo sekliai artame dirvožemyje (2 var.). Dirvožemio 20-30 cm gylio sluoksnyje tankio rezultatai buvo priešingi: bendrasis poringumas buvo iš esmės – 7,2 % mažesnis negu giliai artame.

Rotacijos pabaigoje (2005 m.) nustačius agrofizikines dirvožemio savybes paaiškėjo, kad viršutiniame (0-10 cm) armens sluoksnyje dirvožemio bendrasis poringumas mažai įvairavo ir nepriklausė nuo pagrindinio žemės dirbimo būdo. Dirvožemio 10-20 cm sluoksnyje išryškėjo bendrojo poringumo mažėjimo tendencija nuolat sėjomainoje pagrindinį žemės dirbimą atliekant neverstuviu parentuvu PČ-2,5 (5 var.). Šiame sluoksnyje jis buvo iš esmės – 4,5 % mažesnis negu nuolat giliai ariamame kontrolinio varianto laukelyje. Ši tendencija išliko, tik skirtumas žymiai mažesnis ir 20-30 cm gylio sluoksnyje. Bendrojo poringumo nuo neverstuvinio purenimo teigiami pokyčiai įvairiuose dirvožemio gyliuose matyti jį kaitaliojant su giliu arimu (3 lentelė).

3 lentelė. Pagrindinio žemės dirbimo būdų įtaka dirvožemio bendrajam poringumui %
Table 3. The influence of primary tillage on soil total porosity %
 Joniškėlis

| Variantas <i>Treatment</i> | Gylis cm / <i>Depth cm</i> | | | | | |
|---|----------------------------|------|-------|------|-------|------|
| | 0-10 | | 10-20 | | 20-30 | |
| | 1996 | 2005 | 1996 | 2005 | 1996 | 2005 |
| Nuolatinis gilus arimas 22-25 cm <i>Deep ploughing at 22-25 cm</i> | 48,4 | 48,6 | 43,5 | 40,2 | 43,5 | 39,8 |
| Nuolatinis sekli arimas 12-15 cm <i>Shallow ploughing at 12-15 cm</i> | 49,8 | 48,2 | 48,6 | 41,2 | 40,1 | 40,1 |
| Arimas kaitaliojant gylį <i>Ploughing at alternating depths</i> | 50,9 | 49,0 | 43,8 | 41,4 | 44,4 | 41,8 |
| Arimas ir neverstuvinis purenimas pagal reikmę <i>Ploughing and ploughless loosening according to the need</i> | 51,0 | 48,4 | 44,2 | 41,4 | 42,7 | 41,3 |
| Gilus purenimas PČ-2,5 25 cm <i>Deep loosening by PČ-2.5 at 25 cm depth</i> | 48,4 | 48,2 | 43,5 | 38,4 | 43,5 | 38,4 |
| R_{05} / LSD_{05} | 4,28 | 1,48 | 3,14 | 1,30 | 2,80 | 2,33 |

Dirvožemio aeracinis poringumas. Augalams augti optimalios sąlygos susidaro, kai aeracinis poringumas siekia 25 % /Motuzas ir kt., 1996/. Sėjomainos rotacijos pradžioje įvairių žemės dirbimo variantų dirvožemio paviršiniame 0-10 cm sluoksnyje aeracinis poringumas siekė 27,4-34,5 %, vandeniu užimtos poros – 16,4-21,0 % (4 ir 5 lentelės). Didelis paviršinio dirvožemio sluoksnio aeracinis poringumas būdingas sunkios granulometrinės sudėties dirvožemiams /Velykis, Satkus, 2005/.

Penktos rotacijos pradžioje 0-10 ir 10-20 cm gyliuose atitinkamai 21,9 ir 33,8 % iš esmės didesnis dirvožemio aeracinis poringumas buvo sekliai artų ir kaitaliojant arimą su neverstuviniu purenimu variantų dirvožemyje, palyginti su giliai artaisiais. Tokius rezultatus lėmė į dirvožemio paviršinį sluoksnį sekliai ariant patenkantis didesnis augalų liekanų kiekis, lėmęs humuso padidėjimą ir tankio sumažėjimą, negu giliai ariant. Analogiškai kito aeracinis poringumas ir dirvožemyje tų variantų, kuriuose gilus arimas kaitaliojamas su sekliu (3 ir 4 var.). Dirvožemio 20-30 cm gylio sluoksnyje, priešingai – sekliai arto varianto dirvožemyje aeracinis poringumas buvo iš esmės – 38 % mažesnis negu giliai artame. Tokius aeracinio poringumo sumažėjimo pokyčius lėmė padidėjęs tankis apatiniame armens sluoksnyje dėl ilgalaikio seklaus arimo. Arimą kaitaliojant pagal reikmę su neverstuviniu purenimu, aeracinis poringumas iš esmės nesiskyrė nuo buvusio nuolat sekliai arto dirvožemio kontrolinio varianto laukelyje.

4 lentelė. Pagrindinio žemės dirbimo būdų įtaka dirvožemio aeraciniam poringumui %
Table 4. The influence of primary tillage on soil air-filled porosity %
 Joniškėlis

| Variantas <i>Treatment</i> | Gylis cm / <i>Depth cm</i> | | | | | |
|---|----------------------------|------|-------|------|-------|------|
| | 0-10 | | 10-20 | | 20-30 | |
| | 1996 | 2005 | 1996 | 2005 | 1996 | 2005 |
| Nuolatinis gilus arimas 22-25 cm <i>Deep ploughing at 22-25 cm</i> | 27,4 | 27,8 | 17,7 | 10,3 | 17,1 | 9,49 |
| Nuolatinis seklaus arimas 12-15 cm <i>Shallow ploughing at 12-15cm</i> | 33,4 | 27,1 | 23,7 | 11,0 | 10,6 | 10,2 |
| Arimas kaitaliojant gylį <i>Ploughing at alternating depths</i> | 31,6 | 28,7 | 18,8 | 14,5 | 11,2 | 9,01 |
| Arimas ir neverstuvinis purenimas pagal reikmę <i>Ploughing and ploughless loosening according to the need</i> | 34,5 | 26,4 | 20,9 | 12,1 | 15,5 | 12,2 |
| Gilus purenimas PČ-2,5 20 cm <i>Deep loosening by PČ-2.5 at 20 cm depth</i> | 27,4 | 27,1 | 17,7 | 11,1 | 17,1 | 8,7 |
| R_{05} / LSD_{05} | 5,54 | 3,04 | 3,46 | 2,07 | 3,11 | 2,25 |

Penktos rotacijos pabaigoje 0-10 cm ir 10-20 cm gylio sluoksniuose aeracinio poringumo pokyčių tendencija išliko tokia pati, tik skirtumai žymiai mažesni: 20-30 cm sluoksnyje seklaus arimas, kaip ir arimo gylio kaitaliojimas, aeraciniam poringumui įtakos neturėjo. Šiame sluoksnyje buvo mažiausias dirvožemio aeracinis poringumas – 8,3 % mažesnis, negu giliai arto kontrolinio varianto dirvožemyje buvo nuolat giliai purentame neverstuviniu purentuvu 5-ame variante, tačiau skirtumas neesminis. Rotacijos pabaigoje atliktos koreliacinės analizės duomenimis, aeracinis poringumas labai priklausė nuo tankio 0-10 cm gylyje (lygtis: $y = 105,057 - 58,316x$; $r = -0,871^{**}$) ir 20-30 cm gylyje (lygtis: $y = 72,822 - 39,628x$; $r = -0,861^{**}$). Tarp dirvožemio aeracinio poringumo 10-20 cm gylio sluoksnyje ir tankio patikimo ryšio nenustatyta.

Vandenių užpildytos dirvožemio poros. Vandenių užpildytų porų kiekis paviršiniame, 0-10 cm gylio, dirvožemio sluoksnyje rotacijos pradžioje ir pabaigoje buvo labai skirtingas, tai labai priklausė ir nuo meteorologinių sąlygų, ypač kritulių. Gilesniame 20-30 cm sluoksnyje vandenių užimtų porų kiekiui mažiau įtakos turėjo krituliai ir atskirais metais skirtumai buvo mažesni (5 lentelė).

Vandenių užpildytų porų rotacijos pradžioje viršutiniame 0-10 cm armens sluoksnyje iš esmės mažesniu kiekiu išsiskyrė dirvožemis antro ir ketvirto variantų laukeliuose, kur arta atitinkamai sekliai ar arimo gylis kaitaliojamas pagal reikmę. Kituose arimo gylio kaitaliojimo ir gilaus purenimo variantų laukeliuose dirvožemio poros, užimtos vandenių, turėjo tendenciją mažėti, palyginti su nuolat giliai arto. Dirvožemio 10-20 cm gylio sluoksniuose vandenių užimtų porų kiekis mažiau įvairavo ir esminių skirtumų nenustatyta, 20-30 cm gylio sluoksnyje vandenių užpildytų porų kiekis kito

atvirkščiai negu viršutiniuose sluoksniuose, tai priklausė nuo dirvožemio susiklojimo ir purenimo gylio bei intensyvumo. Šiame sluoksnyje daugiau vandeniu užpildytų porų buvo dirvožemyje, kur arimo gylis kaitaliotas ar arta sekliai.

5 lentelė. Pagrindinio žemės dirbimo įtaka vandeniu užpildytų porų kiekiui dirvožemyje %

Table 5. The influence of primary tillage on soil water-filled porosity %
Joniskėlis

| Variantas <i>Treatment</i> | Gylis cm / <i>Depth cm</i> | | | | | |
|---|----------------------------|------|-------|------|-------|------|
| | 0-10 | | 10-20 | | 20-30 | |
| | 1996 | 2005 | 1996 | 2005 | 1996 | 2005 |
| Nuolatinis gilus arimas 22-25 cm <i>Deep ploughing at 22-25 cm</i> | 21,0 | 20,7 | 25,7 | 29,8 | 26,4 | 30,3 |
| Nuolatinis seklius arimas 12-15 cm <i>Shallow ploughing at 12-15cm</i> | 16,4 | 21,0 | 24,9 | 28,1 | 29,5 | 29,9 |
| Arimas kaitaliojant gylį <i>Ploughing at alternating depths</i> | 19,2 | 20,3 | 25,1 | 26,9 | 33,3 | 32,8 |
| Arimas ir neverstuvinis purenimas pagal reikmę <i>Ploughing and ploughless loosening according to the need</i> | 16,5 | 21,9 | 23,2 | 29,4 | 27,2 | 29,2 |
| Gilus purenimas PČ-2,5 20 cm <i>Deep loosening by PČ-2.5 at 20 cm depth</i> | 18,3 | 21,0 | 24,7 | 27,3 | 29,1 | 29,7 |
| <i>R₀₅ / LSD₀₅</i> | 3,05 | 3,33 | 2,99 | 1,94 | 4,69 | 2,39 |

Rotacijos pabaigoje, 2005 metais, 0-10 cm dirvožemio sluoksnyje oru ir vandeniu užpildytų porų santykis buvo mažesnis ir esminių skirtumų tarp pagrindinio žemės dirbimo variantų nenustatyta. Dirvožemio 10-20 cm gylio sluoksnyje, kur gilus arimas kaitaliotas su sekliu (3 var.) ar nuolat sėjomainoje atliekamas neverstuvinis purenimas (5 var.), vandeniu užimtų porų kiekis buvo atitinkamai iš esmės – 2,9 ir 2,5 proc. vnt. mažesnis, negu ten, kur nuolat arta giliai. Atlikus koreliacinę analizę nustatyta, kad tarp vandeniu užpildytų porų kiekio ir dirvožemio tankio esminio ryšio nebuvo.

Dirvožemio drėgnumas. Nuo pagrindinio žemės dirbimo intensyvumo labai priklauso dirvožemio tankis ir poringumas, o tai lemia drėgmės sukauptumą ir išsilaikymą. 1996 m. viršutiniame armens sluoksnyje tyrimų metu dirvožemio drėgnumas įvairavo 12,9-15,8 % (6 lentelė). Rotacijos pradžioje mažiausias dirvožemio drėgnumas viršutiniame (0-10 cm) armens sluoksnyje – 18,3 % ir 17,1 % mažesnis, negu kontrolinio varianto laukeliuose, nustatytas sekliai artoje dirvoje (2 var.) ir arimą kaitaliojant su giliu neverstuviniu purenimu (4 var.), kur buvo didžiausias aeracinis poringumas. Tai rodo, kad, sekliai ariant, organinėmis liekanomis labiau praturtinamas dirvožemio paviršius, tai lemia didesnę oru užimtų porų kiekį ir mažesnę tankį, lemiantį mažesnę kapiliaringumą ir drėgmės sukauptumą žiemos - pavasario periodais. 10-20 cm

gylis arimas kaitaliojamas su giliu beverstuviniu purenimu pagal reikmę. Dirvožemio 20-30 cm gylis arimas kaitaliojamas su giliu beverstuviniu purenimu pagal reikmę. Dirvožemio 20-30 cm gylis arimas kaitaliojamas su giliu beverstuviniu purenimu pagal reikmę. Dirvožemio 20-30 cm gylis arimas kaitaliojamas su giliu beverstuviniu purenimu pagal reikmę.

6 lentelė. Pagrindinio žemės dirbimo įtaka dirvožemio drėgnumui %

Table 6. The influence of primary tillage on soil moisture content %

Joniškėlis

| Variantas <i>Treatment</i> | Gylis cm / <i>Depth cm</i> | | | | | |
|---|----------------------------|------|-------|------|-------|------|
| | 0-10 | | 10-20 | | 20-25 | |
| | 1996 | 2005 | 1996 | 2005 | 1996 | 2005 |
| Nuolatinis gilus arimas 22-25 cm <i>Deep ploughing at 22-25 cm</i> | 15,8 | 15,8 | 17,6 | 19,2 | 17,7 | 19,1 |
| Nuolatinis sekus arimas 12-15 cm <i>Shallow ploughing at 12-15cm</i> | 12,9 | 15,6 | 18,7 | 19,8 | 18,7 | 19,0 |
| Arimas kaitaliojant gylį <i>Ploughing at alternating depths</i> | 15,2 | 15,7 | 17,2 | 18,9 | 22,9 | 19,7 |
| Arimas ir neverstuvinis purenimas pagal reikmę <i>Ploughing and ploughless loosening according to the need</i> | 13,1 | 15,4 | 16,1 | 19,4 | 17,8 | 18,9 |
| Gilus purenimas PČ-2,5 25 cm <i>Deep loosening by PČ-2.5 at 25 cm depth</i> | 15,8 | 16,4 | 17,6 | 17,1 | 17,7 | 18,4 |
| R_{05} / LSD_{05} | 2,58 | 2,54 | 1,24 | 1,42 | 4,18 | 1,91 |

Rotacijos pabaigoje, 2005 m., 0-10 cm gylis arimas kaitaliojamas su giliu beverstuviniu purenimu pagal reikmę. Dirvožemio drėgnumas mažai įvairavo – nuo 15,4 iki 16,4 % ir esminių skirtumų tarp variantų nebuvo, tą lėmė ir meteorologinės sąlygos – po pirminio žemės lyginimo pavasarį iškritę gausūs krituliai. Tiek viduriniame (10-20 cm), tiek ir apatiniame (20-30 cm) dirvožemio sluoksniuose drėgnumas buvo didesnis, palyginti su viršutiniu armens sluoksniu. Tarp skirtingų arimo gylių ar jo kaitaliojimo su neverstuviniu purenimu variantų viduriniame armens sluoksnyje, 10-20 cm gylyje, esminių drėgmės skirtumų nenustatyta. Palyginti su nuolatinio gilio arimu, iš esmės mažesniu – 10,4 % sukauptu drėgmės kiekiu šiame sluoksnyje išsiskyrė dirvožemis, kuriame visiems sėjomainos augalams vietoj arimo naudotas neverstuvinis purenimas.

Apatiniame 20-30 cm armens sluoksnyje drėgmės buvo sukaupta mažiausiai – 3,7 % mažiau negu kontroliniame variante, taip pat sėjomainoje vietoj gilaus arimo nuolat naudojant neverstuvinį purenimą.

Dirvožemio humusingumas. Dirvožemio fizikinės savybės labai priklauso nuo jo genetinių savybių tręšimo, sėjomainos, tačiau daug priklauso ir nuo pagrindinio žemės dirbimo intensyvumo, kuris lemia aeracijos intensyvumą, nuo kurio priklauso organinių medžiagų destrukcijos greitis ir kryptis. Daugelis tyrimų rodo, kad humusas

didina katijonų sorbcijos imlumą, todėl didėjant humuso kiekiui, gerėja dirvožemio fizikinės savybės, ypač sunkios granulimetrinės sudėties dirvožemių struktūra ir jos agregatų patvarumas. Sunkiuose dirvožemiuose dėl mažesnės aeracijos organinių medžiagų destrukcija vyksta lėčiau negu lengvuose. Šiuose dirvožemiuose didesnė smulkia-dispersinė frakcija, todėl humuso medžiagos sudaro stabilesnius organinius - mineralinius junginius su molio dalelėmis, kurios akumuliuojasi dirvožemyje /Maikštėnienė, Šlepetienė, 2003/. Humuso įtaka sunkios granulimetrinės sudėties dirvožemiui yra daugiareikšmė, su jo kiekiu susiję ne tik drėgmės režimas, biologinis aktyvumas, sorbcijos imlumas, cheminės ir biologinės savybės, augalų mitybos stabilumas, bet ir struktūros patvarumas, lemiantis fizinės brandos trukmę pavasarį ir kitas agronominiu požiūriu svarbias savybes.

Išanalizavus gautus tyrimų duomenis, matyti, kad dirvožemio atskiruose sluoksniuose humusingumas labai priklausė nuo pagrindinių žemės dirbimo būdų (7 lentelė).

7 lentelė. Supaprastinto žemės dirbimo įtaka dirvožemio humusingumui

Table 7. The effect of reduced soil tillage on soil humus content

Joniškėlis

| Variantas <i>Treatment</i> | Gylis cm / <i>Depth cm</i> | | | | | |
|---|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0-10 | | 10-20 | | 20-25 | |
| | 1996 | 2005 | 1996 | 2005 | 1996 | 2005 |
| Nuolatinis gilus arimas 22-25 cm <i>Deep ploughing at 22-25 cm</i> | 2,18 | 2,36 | 2,17 | 2,34 | 1,85 | 2,19 |
| Nuolatinis seklaus arimas 12-15 cm <i>Shallow ploughing at 12-15 cm</i> | 2,12 | 2,35 | 2,18 | 2,31 | 1,93 | 2,11 |
| Arimas kaitaliojant gylį <i>Ploughing at alternating depths</i> | 2,05 | 2,29 | 2,23 | 2,23 | 1,80 | 2,05 |
| Arimas ir neverstuvinis purenimas pagal reikmę <i>Ploughing and ploughless loosening according to the need</i> | 2,18 | 2,25 | 2,23 | 2,23 | 1,74 | 2,15 |
| Gilus purenimas PČ-2,5 25 cm <i>Deep loosening by PČ-2.5 at 25 cm depth</i> | 2,18 | 2,35 | 2,17 | 2,14 | 1,85 | 1,93 |
| R_{05} / LSD_{05} | 0,096 | 0,131 | 0,104 | 0,122 | 0,122 | 0,175 |

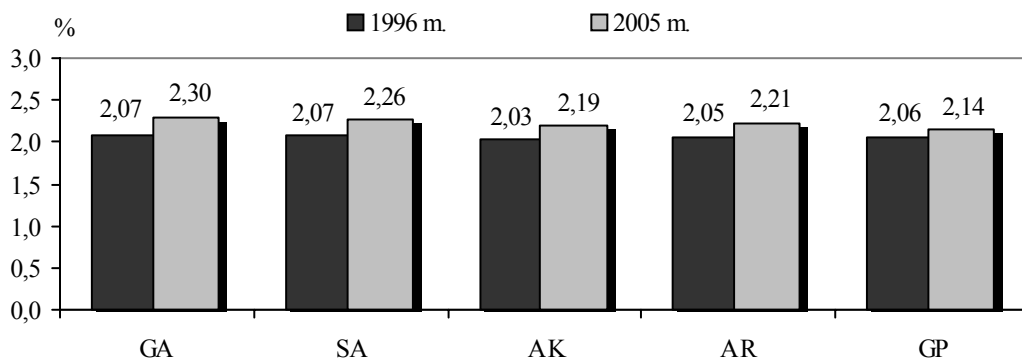
Paviršiniame 0-10 cm armens sluoksnyje per penktąją sėjomainos rotaciją, taikant skirtingus žemės dirbimo būdus, gautas gana žymus humusingumo padidėjimas: didžiausias – 8,3 % kontrolinio varianto laukelyje, kur nuolat giliai arta. Šiame sluoksnyje dar labiau padidėjo humusingumas nuolat sekliai artame dirvožemyje (2 var.) – 10,8 % ir kaitaliojant arimo gylį (3 var.) – 11,7 %. Tačiau sėjomainos rotacijos pabaigoje šiame sluoksnyje tarp pagrindinio žemės dirbimo variantų esminių skirtumų nenustatyta.

Dirvožemio 10-20 cm sluoksnyje, kur išsidėsčiusi pagrindinė augalų šaknų masė, rotacijos pabaigoje buvo žymiai didesnis dirvožemio humusingumas nuolat giliai

artame dirvožemyje (1 var.), palyginti su kitais variantais. Kaitaliojant arimo gylį pagal rekomendacijas atskiriems augalams arba arimą kaitaliojant su neverstuviniu purenimu pagal reikmę, tai yra atsižvelgiant į dirvožemio sąlygas ir augsiančius augalus, dirvožemio humusingumas per rotaciją nepakito, tačiau, palyginti su pastoviu giliu arimu, turėjo tendenciją mažėti. Vietoj arimo nuolat naudojant beverstvinį purenimą (5 var.) jau šiame, viduriniame armens sluoksnyje, dirvožemio humusingumas buvo iš esmės – 8,5 % mažesnis negu nuolat giliai arto dirvožemio kontrolinio varianto laukelyje.

Apatiniame (20-30 cm) armens sluoksnyje, taikant visus arimo ir jo kaitaliojimo su neverstuviniu purenimu variantus, dirvožemio humusingumas taip pat iš esmės nesiskyrė. Tai rodo, kad, ariant sekliai ar kaitaliojant arimo gylį su neverstuviniu purenimu, dėl ko į apatinį armens sluoksnį augalų liekanos ir organinės medžiagos patenka ne kasmet, esminės įtakos humusingumui nenustatyta. Tokius stabilius humuso kiekio kitimo rezultatus, matyt, lemia mažiau intensyvus dirvožemio purenimas, mažesnė aeracija, mažiau skatinanti humuso irimą negu nuolat giliai artame dirvožemyje. Tačiau kasmet vietoj arimo atliekant neverstvinį purenimą, šiame dirvožemio sluoksnyje humusingumas buvo iš esmės – 11,9 % mažesnis negu nuolat giliai arto kontrolinio varianto laukelyje.

Apibendrinus humusingumo duomenis per 10-ies laukų sėjomainos rotaciją, pastebėti teigiami jo pokyčiai per visą armenį (1 pav.).



GA – nuolatinis gilus arimas 22-25 cm / *deep ploughing at 22-25 cm*; SA – nuolatinis seklius arimas 12-15 cm / *shallow ploughing at 12-15cm*; AK – arimas kaitaliojant gylį / *ploughing at alternating depths*; AR – arimas ar gilus purenimas pagal reikmę / *ploughing or deep loosening according to the need*; GP – gilus purenimas PČ-2,5 25 cm / *deep loosening by PČ-2.5 at 25 cm depth*; $R_{05(1996)} = 0,116$, $R_{05(2005)} = 0,133$.

1 paveikslas. Supaprastinto žemės dirbimo įtaka viso armens sluoksnio (0-25 cm) dirvožemio humusingumui %

Figure 1. The effect of reduced soil tillage on the humus content in the whole ploughlayer (0-25 cm)

Joniškėlis, 2005 m.

Tokius pokyčius lėmė racionali sėjomaina su dviem daugiamečių žolių ir vienu užimtojo pūdymo laukais bei optimali organinė-mineralinė tręšimo sistema. Labiausiai dirvožemio humusingumas padidėjo ten, kur per visą armenį giliai arta visiems sėjomainos augalams.

Apskaičiavus viso armens vidutinį dirvožemio humusingumą, matyti, kad penktosios rotacijos pradžioje jis turėjo tendenciją mažėti 20-30 cm gylio sluoksnyje supaprastinus žemės dirbimą – ariant sekliai ar arimo gylį kaitaliojant, tačiau iš esmės nepakito, palyginti su giliu arimu. Rotacijos pabaigoje vidutinis armens sluoksnio humusingumas, supaprastinus žemės dirbimą, buvo mažesnis, palyginti su nuolat giliai artu dirvožemiu.

Visiems sėjomainos augalams taikant neverstuvinį purenimą labiausiai sumažėjo vidutinis armens sluoksnio humusingumas (7,0 %), palyginti su nuolatiniu giliu arimu. Judriosios humuso medžiagos dirvožemyje labiausiai kito nuolat ariant neverstuviniu purentuvu (8 lentelė). Dirvožemio 0-10 cm sluoksnyje nuo neverstuvinio dirbimo judriųjų humuso medžiagų susikaupė 8,4 % daugiau, o 20-25 cm gylio sluoksnyje iš esmės – 13,1 % mažiau negu nuolat giliai artame dirvožemyje. Giliai purenant, dirvožemis, matyt, diferencijuojasi į sluoksnius pagal judriųjų humuso medžiagų kiekį (JHM, JHR).

8 lentelė. Žemės dirbimo būdų įtaka judriųjų humuso medžiagų (JHM) ir huminių rūgščių (JHR) pokyčiams dirvožemyje

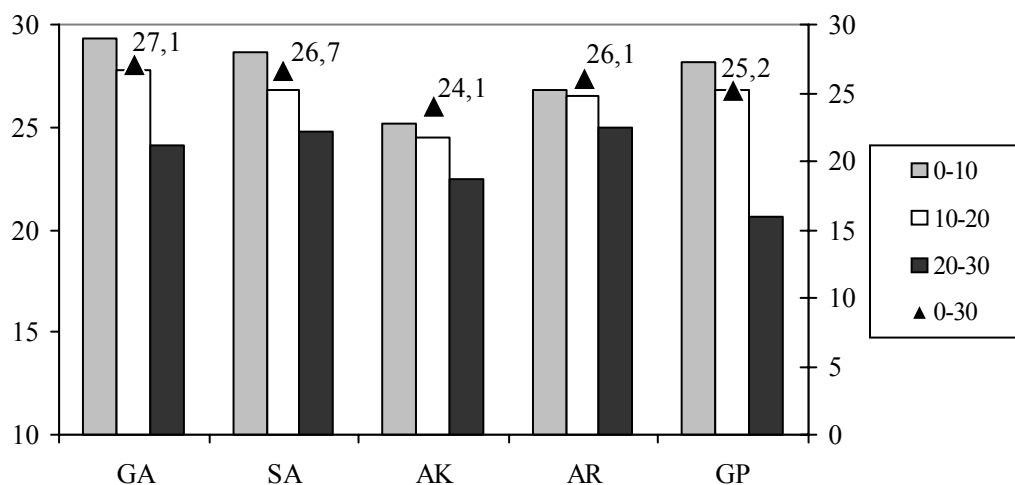
Table 8. The influence of soil tillage on the changes in mobile humic substances (MHS) and mobile humic acids (MHA) in the soil

Joniškėlis, 2005 m.

| Variantas <i>Treatment</i> | Gylis cm / <i>Depth cm</i> | | | | | |
|--|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 0-10 | | 10-20 | | 20-30 | |
| | JHM <i>MHS</i> | JHR <i>MHA</i> | JHM <i>MHS</i> | JHR <i>MHA</i> | JHM <i>MHS</i> | JHR <i>MHA</i> |
| Nuolatinis gilus arimas 22-25 cm <i>Deep ploughing at 22-25 cm</i> | 0,167 | 0,049 | 0,158 | 0,044 | 0,145 | 0,035 |
| Nuolatinis sekli arimas 12-15 cm <i>Shallow ploughing at 12-15cm</i> | 0,161 | 0,046 | 0,157 | 0,042 | 0,137 | 0,032 |
| Arimas kaitaliojant gylį <i>Ploughing at alternating depths</i> | 0,163 | 0,041 | 0,159 | 0,039 | 0,129 | 0,029 |
| Arimas ir neverstuvinis purenimas pagal reikmę <i>Ploughing and ploughless loosening according to the need</i> | 0,157 | 0,042 | 0,151 | 0,040 | 0,136 | 0,034 |
| Gilus purenimas PČ-2,5 25 cm <i>Deep loosening by PČ-2.5 at 25 cm depth</i> | 0,181 | 0,051 | 0,153 | 0,041 | 0,126 | 0,026 |
| R ₀₅ / LSD ₀₅ | 0,0211 | 0,0121 | 0,0191 | 0,0069 | 0,0180 | 0,0081 |

Judriųjų huminių rūgščių (JHR) kitimo tendencija dėl neverstuvinio purenimo buvo analogiška. Viršutiniame 0-10 cm gylio sluoksnyje huminės rūgštys (JHR) turėjo šokią tokią tendenciją didėti, tačiau 20-25 cm gylio sluoksnyje nuolat atliekant neverstuvinį purenimą, jų sumažėjo iš esmės – 25,7 %, palyginti su nuolatinio giliau arimu (8 lentelė).

Judriųjų huminių rūgščių dalies bendrame huminių medžiagų kiekyje duomenys pateikti 2 paveiksle.



GA – nuolatinis gilus arimas 22-25 cm / *deep ploughing at 22-25 cm*; SA – nuolatinis seklaus arimas 12-15 cm / *shallow ploughing at 12-15 cm*; AK – arimas kaitaliojant gylį / *ploughing at alternating depths*; AR – arimas pagal reikmę / *ploughing or deep loosening according to the need*; GP – gilus purenimas PČ-2,5 25 cm / *deep loosening by PČ-2.5 at 25 cm depth*.

2 paveikslas. Pagrindinio žemės dirbimo būdų įtaka judriųjų huminių rūgščių dalies judriosiose humuso medžiagose pokyčiams %

Figure 2. *The effect of primary soil tillage methods on the change in the share of mobile humic acids in humic matter*

Joniškėlis, 2005 m.

Viršutiniame 0-10 cm dirvožemio sluoksnyje vietoj nuolatinio gilaus arimo naudojant seklaus ar neverstuvinį purenimą, huminių rūgščių dalis judriosiose humuso medžiagose iš esmės nesumažėjo. Viduriniame 10-20 cm dirvožemio sluoksnyje mažesnei judriųjų huminių rūgščių daliai judriosiose humuso medžiagose įtakos turėjo nuolatinis seklaus dirbimas ir arimo gylio kaitaliojimas. Apatiniame 20-30 cm dirvožemio sluoksnyje, nuolat sėjomainoje naudojant neverstuvinį purenimą, judriųjų huminių rūgščių humuso medžiagose buvo 14,5 % mažiau negu nuolat giliai artame.

Sėjomainos augalų produktyvumas. Skirtingų žemdirbystės sistemų poveikis sėjomainos augalų derlingumui pateiktas 9-oje lentelėje.

9 lentelė. Skirtingų žemdirbystės sistemų įtaka sėjomainos augalų derlingumui
Table 9. The influence of different agricultural systems on the yield of the crop rotation crops

Joniškėlis

| Sėjomainos nariai <i>Rotation crops</i> | Variantas <i>Treatment</i> | Nuolatinis | Nuolatinis | Arimas | Arimas ar | Gilus | R_{05} LSD_{05} |
|---|-------------------------------|---|--|---|--|--|------------------------|
| | | gilus arimas 22-25 cm <i>Deep ploughing at 22- 25 cm</i> | sekus arimas 12-15 cm <i>Shallow ploughing at 12- 15 cm</i> | kaitalio- jant gylį <i>Ploughing at alter- nating depth</i> | neverstuvinis purenimas pagal reikmę <i>Ploughing or ploughless loosening according to the need</i> | purenimas PČ-2,5 20 cm <i>Deep loosening by PČ-2.5 at 20 cm</i> | |
| 1996 m. vikių ir avižių mišinys <i>1996 vetch and oats mixture</i> | | 5,42 | 5,65 | 6,07 | 5,36 | 4,60 | 0,344 |
| 1997 m. žiem. kviečiai 'Širvinta' <i>1997 winter wheat 'Širvinta'</i> | | 5,58 | 5,52 | 5,55 | 5,67 | 5,41 | 0,304 |
| 1998 m. vas. miežiai 'Ūla' <i>1998 spring barley 'Ūla'</i> | | 3,79 | 3,66 | 3,72 | 3,72 | 3,70 | 0,473 |
| 1999 m. paš. runkeliai 'Bares' <i>1999 f. beet 'Bares'</i> | | 57,72 | 59,65 | 58,47 | 58,53 | 58,09 | 3,917 |
| 2000 m. vas. miežiai 'Ūla' <i>2000 spring barley 'Ūla'</i> | | 3,66 | 3,47 | 3,49 | 3,37 | 3,79 | 0,223 |
| 2001 m. I naud.metų daugm. žolės <i>2001 per. grasses 1st yr. of use</i> | | 8,59 | 8,63 | 8,41 | 8,37 | 7,88 | 0,84 |
| 2002 m. II naud.metų daugm. žolės <i>2002 per. grasses 2nd yr. of use</i> | | 2,75 | 2,72 | 2,64 | 2,75 | 2,83 | 0,269 |
| 2003 m. žiem. kviečiai 'Širvinta' <i>2003 winter wheat 'Širvinta'</i> | | 6,71 | 6,94 | 6,74 | 6,62 | 6,95 | 0,293 |
| 2004 m. paš. runkeliai 'Bares' <i>2004 f. beet 'Bares'</i> | | 66,9 | 61,2 | 66,4 | 64,5 | 52,8 | 3,59 |
| 2005 m. vas. miežiai 'Ūla' <i>2005 spring barley 'Ūla'</i> | | 5,13 | 4,86 | 4,79 | 4,81 | 4,78 | 0,350 |

Skirtingi sėjomainos augalai nevienodai „reagavo“ į klasikinių arimą ir į įvairius supaprastinto žemės dirbimo variantus. Įvairių autorių nuomonė apie skirtingo intensyvumo žemės dirbimą ir jo įtaką augalų derliui nevienoda. Vieni teigia, kad klasikinis arimas ir kasmetis dirvožemio sluoksnių vartymas skatina aeraciją ir mažina humuso kaupimąsi, taip pat sudaro blogesnes sąlygas augalų mitybai. Tačiau kiti nurodo, kad dėl geresnių aeracijos ir vandens filtracinių sąlygų giliai artoje dirvoje geriau žiemoja žieminiai augalai ir intensyviau vystosi giliašaknių augalų šaknų sistema, o tai turi teigiamą įtaką jų derliui /Šimanskaitė, 2002/.

Mūsų tyrimais, žemės dirbimo būdo poveikis atskiriems sėjomainos augalams labai priklausė nuo dirvožemio būklės. Jei dirvožemio sekus sluoksnis po gausnesnių kritulių yra optimalios drėgmės, o gilesnis, ypač ruošiant dirvą žieminiams, tebėra po vasaros karščių įdžiūvęs, giliai ariant, sunkiose dirvose laužiasi grumstai, blogėja

priešsėjimo įdirbimo sąlygos, todėl po gilaus arimo dėl fizikinių savybių pablogėjimo susiformuoja retesnis pasėlis, o tai neigiamai atsiliepia derliui. Ir priešingai, jei gilesnis 15-25 cm sluoksnis būna optimalios drėgmės, o paviršinis, užsitęsęs sausras, blogos fizinės būklės, geresnius rezultatus duoda seklesnis arimas ar net neverstuvinis purenimas.

Pirmai rotacijos kultūrai – vikių ir avižų mišiniui sekus arimas esminės įtakos neturėjo. Didžiausias sausųjų medžiagų derlius – 12,0 % didesnis negu kontroliniame variante – buvo kaitaliojant arimo gylį. Tuo tarpu taikant neverstuvinį purenimą, derlius iš esmės – 15,1 % sumažėjo, palyginti su giliu arimu (9 lentelė). Po šio priešsėlio augintų žieminių kviečių derlius neverstuviniu purenimu purenant dirvožemyje taip pat buvo neįrešiai – 3,05 % mažesnis, negu giliai artame. Vasarinių miežių (1998 m. ir 2000 m.), augintų atitinkamai po žieminių kviečių ir po pašarinių runkelių, derliui supaprastinto ir minimalaus žemės dirbimo sistemos esminės įtakos neturėjo. Šiems sėjomainos nariams pagrindinis žemės dirbimas buvo atliekamas palankesnėmis supaprastintam perteklinės ir optimalios drėgmės sąlygomis – HTK 1997 ir 1999 metų rugsėjo mėnesiais buvo atitinkamai 2,25 ir 1,27. Pašarinių runkelių derlius 1999 metais po labai sauso 1998 metų rugsėjo (HTK = 0,46) šiek tiek didesnis gautas ten, kur sekliai arta (3,3 %), nes giliai ariant, laužėsi grumstai ir pavasarį dirvožemis buvo blogesnės fizinės būklės. Pirmų metų daugiamečių žolių derliui neverstuvinis purenimas turėjo neigiamą įtaką, nors skirtumai buvo neesminiai. Todėl šių tyrimų duomenimis, daugiamečių žolės, skirtingai nei nurodoma ankstesnėje literatūroje /Arlauskas, 1987/, neigiamai reaguoja į seklių arimą ar neverstuvinį purenimą.

Po priešsėlio – antrų naudojimo metų daugiamečių žolių, turinčių gilią šaknų sistemą ir gerinančių dirvožemio savybes, augintų žieminių kviečių derlius skirtingai įdirbtų variantų laukuose iš esmės nesiskyrė. Po sauso 2002 m. vasaros augintų žieminių kviečių priešsėlio auginant pašarinius runkelius, sauso 2003-ųjų metų vasaros antroje pusėje matėsi, kad neigiamai reaguoja tie augalai, kuriems žemė buvo įdirbta sekliai ariant (2 var.) ir purenant neverstuviniu purenimu (5 var.). Po sauso 2002-ųjų metų rudens sekliai artame ir neverstuviniu purenimu purenant dirvožemyje buvo sukaupta mažiau drėgmės, o sausą 2003-ųjų vasarą drėgmės sąlygų krituliai nepagerino – šiuose laukuose pašarinių runkelių derlius buvo iš esmės – atitinkamai 8,5 ir 21,1 % mažesnis, palyginti su giliu arimu. Tuo tarpu arimas kaitaliojant gylį pagal augalus ar pagal dirvožemio sąlygas (3, 4 var.) prilygo giliai arimui. Pašariniai runkeliai buvo priešsėlis vasariniams miežiams, kuriems žemės dirbimo būdų įtaka buvo analogiška. 2005 m. didžiausias vasarinių miežių derlius gautas nuolat giliai artame laukelyje. Neverstuviniu purenimu purenant laukelyje vasarinių miežių derlius iš esmės sumažėjo (6,8 %), o sekliai artame laukelyje ar tame, kur sėjomainos augalams buvo kaitaliotas arimo gylis, derlius turėjo ryškiają tendenciją mažėti.

Energetinis įvertinimas. Siekiant įvertinti įvairias žemės dirbimo sistemas, sėjomainoje apskaičiuota augalų bendroji energija, kurios augalų derliuje buvo sukaupiti labai nevienodi kiekiai. Dvejų metų vidutiniais duomenimis, daugiausia bendrosios energijos sukaupta pašarinių runkelių derliuje – nuo 953,3 GJ ha⁻¹, auginant juos netuose laukuose, iki 1074,5 GJ ha⁻¹, nuolat giliai ariant. Žieminius kviečius auginant po vikių ir avižų mišinio, gilaus arimo ir neverstuvinio purenimo įtaka bendrosios energijos sukaupimui buvo analogiška kaip ir pašariniams runkeliams ir siekė atitinkamai 103,6 ir 100,3 GJ ha⁻¹. Juos auginant po giliašaknių daugiamečių žolių, po kurių lieka mažiau

sutankėjęs dirvožemis, bendrosios energijos sukaupta žymiai daugiau ir pagrindinio žemės dirbimo būdai šiam rodikliui žymesnės įtakos neturėjo. Miežiai dešimties laukų sėjomainoje buvo auginti trejus metus: duėjus po pašarinių runkelių, vienerius – po žieminių kviečių. Vidutiniais duomenimis, miežius auginant tiek po runkelių, tiek po žieminių kviečių, neverstuvinių purenimą įtraukus į žemdirbystės sistemą, bendrosios energijos kiekis turėjo tendenciją mažėti. Ryškiau mažėjo miežių bendrosios energijos sukaupimas juos auginant nuolat neverstuviniu purentuvu purentame dirvožemyje. Po miežių augintos pirmų metų daugiametės žolės į neverstuvinių purenimą reagavo neigiamai – bendrosios energijos čia sukaupta iš esmės – 8,3 % mažiau, palyginti su augintais giliai artoje dirvoje. Bendroji energija, sukaupta visų sėjomainos augalų derliuje per dešimties metų rotaciją, pateikta 10 lentelėje.

10 lentelė. Bendroji energija, sukaupta augalų derliuje per sėjomainos rotaciją

Table 10. Total energy accumulated in the crop rotation yield during the crop rotation Joniškėlis

| Variantas <i>Treatment</i> | Bendroji energija <i>Total energy</i> | | Energetinės šnaudos <i>Energy input</i> | | Energetinis efektyvumas <i>Energy efficiency</i> | |
|--|--|---------------------------------|---|---------------------------------|--|---------------------------------|
| | GJ ha ⁻¹ | sant. sk. <i>rel. values</i> | GJ ha ⁻¹ | sant. sk. <i>rel. values</i> | GJ ha ⁻¹ | sant. sk. <i>rel. values</i> |
| Nuolatinis gilus arimas 22-25 cm <i>Deep ploughing at 22-25 cm</i> | 2910,8 | 100,0 | 74,35 | 100,0 | 39,2 | 100,0 |
| Nuolatinis sekli arimas 12-15 cm <i>Shallow ploughing at 12-15cm</i> | 2833,9 | 97,4 | 71,42 | 96,06 | 39,7 | 101,2 |
| Arimas kaitaliojant gylį <i>Ploughing at alternating depths</i> | 2903,1 | 99,7 | 71,24 | 95,8 | 40,8 | 104,1 |
| Arimas ir neverstuvinis purenimas pagal reikmę <i>Ploughing and ploughless loosening according to the need</i> | 2859,2 | 98,2 | 70,31 | 94,6 | 40,7 | 103,8 |
| Gilus purenimas PČ-2,5 25 cm <i>Deep loosening by PČ-2.5 at 25 cm depth</i> | 2636,82 | 90,6 | 69,79 | 93,9 | 37,8 | 95,9 |

Per visą sėjomainos rotaciją daugiausia bendrosios energijos augalų derliuje buvo sukaupta juos auginant nuolat giliai artoje dirvoje (kontrolinis variantas). Sekliai artoje dirvoje augalų derliuje bendrosios energijos sukaupta šiek tiek mažiau – 2,6 %. Trečio ir ketvirto variantų laukeliuose, kur gilus arimas kaitaliojamas su sekliu ar su neverstuviniu purenimu, bendrosios energijos augalų derliuje buvo sukaupta beveik toks pat kiekis kaip ir giliai artoje.

Nustatyta, kad, giliai ariant, nors ir sukaupiamas didžiausias bendrosios energijos kiekis, bet čia per sėjomainos rotaciją taip pat daugiausia buvo sunaudota energetinių šnaudų (74,35 GJ ha⁻¹). Sekliai ariant ir kaitaliojant arimo gylį, energetinės šnaudos sumažėjo 3,9-5,4 %. Neverstuvinis purenimas visiems sėjomainos rotacijos augalams išauginti sudarė galimybę sumažinti energetines šnaudas 6,1 %, palyginti su giliu arimu (10 lentelė).

Apskaičiavus žemės dirbimo sistemų penktojoje sėjomainos rotacijoje energetinį efektyvumą, matyti, kad didžiausias jis buvo kaitaliojant arimo gylį (3 var.) – 4,1 % didesnis, bei arimą kaitaliojant su giliu neverstuviniu purenimu pagal reikmę – 3,8 % didesnis, negu giliai ariant. Tokius rezultatus lėmė tiesioginių energetinių sąnaudų sumažinimas, neturėjęs žymesnės neigiamos įtakos sėjomainos augalų derlingumui. Nuolat taikant neverstuvinį purenimą, kuris lėmė mažiausią tiesioginių energetinių sąnaudų kiekį, energetinis efektyvumas taip pat buvo mažiausias, kadangi tai turėjo esminę neigiamą įtaką įvairių sėjomainos augalų derlingumui, taip pat ir bendrosios energijos sukaupimui.

Išvados

1. Nuolatinis sekclus arimas ir neverstuvinis purenimas turėjo tendenciją mažinti dirvožemio tankį paviršiniame 0-10 ir viduriniame 10-20 armens sluoksniuose, į kuriuos dar patenka organinės trąšos ir augalų liekanos, tačiau dirvožemio tankis ryškiai didėja apatiniame 20-30 cm gylio sluoksnyje.

2. Vietoj gilaus arimo nuolat sėjomainoje atlikus neverstuvinį purenimą, viršutinio 0-10 cm ir 20-30 cm gylio sluoksniuose dirvožemio tankis nekito, viduriniame – 10-20 cm sluoksnyje – jis iš esmės didėjo.

3. Gilų arimą kaitaliojant su sekliu ar su neverstuviniu purenimu, dirvožemio 0-25 cm gylio armens sluoksnio humusingumas iš esmės nekito.

Vietoj nuolatinio gilaus arimo sėjomainoje nuolat naudojant seklių, 10-20 cm ir 20-25 cm dirvožemio sluoksniuose humusingumas turėjo nežymią tendenciją mažėti, o naudojant nuolat neverstuvinį purenimą, šiuose sluoksniuose sumažėjo iš esmės – atitinkamai 8,9 ir 11,9 %, tai nulėmė ir viso armens sluoksnio humusingumo vidutinį sumažėjimą 7 %.

Giliai purenant neverstuviniu purentuvu, dirvožemis diferencijuojasi į sluoksnius pagal judriųjų humuso medžiagų kiekį – paviršiniame 0-10 cm gylio sluoksnyje jų buvo žymiai daugiau, apatiniame 20-25 cm sluoksnyje – iš esmės mažiau negu nuolat giliai artame dirvožemyje.

4. Supaprastinto žemės dirbimo – nuolat sekliai ariant ar taikant neverstuvinį purenimą, palyginti su giliu arimu, neigiamas poveikis sėjomainos augalų derliui priklausė nuo agrometeorologinių sąlygų ir dirvožemių būklės bei jų sistemingo naudojimo laikotarpio; iš esmės sumažėjo pašarinių runkelių ir vasarinių miežių derlius 9-ais ir 10-ais sėjomainos rotacijos metais.

5. Daugiausia bendrosios energijos per 10-ies laukų sėjomainos rotaciją augalų derliuje buvo sukaupta nuolat giliai artame dirvožemyje, mažiausiai – nuolat vietoj arimo naudojant neverstuvinį purenimą. Didžiausias per sėjomainą energetinis efektyvumas dėl sumažėjusių energetinių sąnaudų pasiektas kaitaliojant arimo gylį ar arimą su neverstuviniu purenimu, kuris buvo atitinkamai 4,1 ir 3,8 % didesnis, negu nuolat giliai ariant.

Gauta 2007 02 26

Pasirašyta spaudai 2007 03 16

LITERATŪRA

1. Aon M., Sarena D., Burgos J., Cortassa S. (Micro) biological, chemical and physical properties of soils subjected to conventional or no-till management: an assessment of their quality status // Soil Tillage Research. - 2001, vol. 60, p. 21-33

2. Arlauskas M. Arimas: monografija. - Vilnius, 1987. - 184 p.
3. Arshad M., Franzluebbbers, Azooz R. Components of surface soil structure under conventional and no-tillage in northwestern Kanada // *Soil & Tillage Research.* - 1999, vol. 53, p. 41-47
4. Aura E. Effects of shallow tillage on physical properties of clay soil and growth of spring cereals in dry and moist summers in southern Finland // *Soil & Tillage Research.* - 1999, vol. 50, p. 169-176
5. Balota E., Filho A., Andrade D., Dick R. Long-term tillage and crop rotation effects on microbial biomass and C and N mineralization in a Brazilian Oxisol // *Soil Tillage Research.* - 2004, vol. 77, p. 137-145
6. Bučienė A. Žemdirbystės sistemų ekologiniai ryšiai. - Klaipėda, 2003. - 176 p.
7. Bukantis A. Agroklimatinių resursų dinamika ir augalininkystės plėtros perspektyvos Lietuvoje // *Augalininkystės ir bitininkystės dabartis ir ateitis: mokslinių straipsnių rinkinys.* - Kaunas-Akademija, 1998, p. 17-23
8. Chen Y., Tessier S., Rouffignat J. Soil bulk density estimation for tillage systems and soil textures. *Trans. Asae* 41. - 1998, p. 1601-1610
9. Cole C. Intergovernmental Panel and Climate Change // *Agricultural option for mitigation of greenhouse gas emission. IPCC Vorkgroups 11.* - Washington, 1996
10. Duiker W., Lal R. Crop residue and tillage effects on carbon sequestration in a Luvisol in central Ohio // *Soil & Tillage Research.* - 1999, vol. 52, p. 73-81
11. Feiza V., Malinauskas A., Putna J. Arimo teorija ir praktika. - Akademija, 2004. - 217 p.
12. Franzluebbbers A. Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil // *Soil&Tillage Research.* - 2002, vol.66, p.95-106
13. Germanas L. Ražieninės sėjos energetiniai tyrimai // *Inžinerija: mokslo darbai / LŽŪII, LŽŪU.* - Kaunas, 2000, t.32 (1), p.104-126
14. Jankauskas B., Jankauskienė G., Švedas A. Derliaus energetinio įvertinimo skaičiavimo metodų palyginimas // *Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU.* - Akademija, 2000, t. 72, p. 239-251
15. Jodaugienė D., Motuzas A., Vaisvalavičius R. Staigaus granulimetrinės sudėties pasikeitimo gylio įtaka dirvožemio agrofizikinėms ir agrocheminėms savybėms // *Žemės ūkio mokslai / LŽI, LŽŪU, Akademija,* 2004, t.1, p. 1-9.
16. Kay B., VandenBygaart A. Conservation tillage and depth stratification of porosity and soil organic matter // *Soil&Tillage Research.* - 2002, vol.66, p. 107-118
17. Kouwenhoven A., Perdok U., Boer J., Oomen G. Soil management by shallow mouldboard ploughing in the Netherlands // *Soil&Tillage Research.* - 2002, vol.65, p. 125-139
18. Kouwenhoven J. Mouldboard ploughing for weed control // *Abstracts of the Fourth Workshop on Physical Weed control of the EWRS, Elspeet, The Netherlands.* - 2000, p. 18-21
19. Maikštėnienė S., Šlepetienė A. Sunkaus priemolio dirvožemio fizikinių savybių gerinimas įvairios kilmės organinėmis medžiagomis // *Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU.* - Akademija, 2003, t.83, p. 77-95
20. Motuzas A., Buivydytė V., Danilevičius V. ir kt. *Dirvotyra.* - Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidykla, 1996, p.52-285
21. Pikul J., Carpenter-Boggs L., Vigil M. et al. Crop yield and soil condition under ridge and chisel - plow tillage in the northern Corn Belt, USA // *Soil Tillage Research.* - 2001, vol. 60, p. 173-186
22. Rasmussen K. Impact of ploughless soil tillage on yield and a oil quality: A. Scandinavian review // *Soil & Tillage Research.* - 1999, vol.53, p. 3-14

23. Salinas-Garcia J., Hons F., Matocha J. Long-term effects of tillage and fertilization on soil organic matter dynamics // *Soil Sci.Soc. Am. J.* 61. - 1997, No.9, p. 152-159
24. Sisti C., Santos H., Kohhann R. et al. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil // *Soil & Tillage Research.* - 2004, vol. 76, p. 39-58
26. Stephen O., Duncan B. Reduced tillage increases residue groundcover in subsequent dry pea and winter wheat crops in the Palouse region of Idaho // *Soil & Tillage Research.* - 2002, vol. 66, p.69-77
27. Šimanskaitė D. Skirtingų žemės dirbimo ir sėjos būdų įtaka dirvai ir derliui // *Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU.* - Akademija, 2002, t.79 (3), p.131-139
25. Šlepetienė A., Šlepetys J. Status of humus in soil under various long-term tillage systems // *Geoderma.* - 2005, vol.127, p. 207-215
28. Velykis A., Satkus A. Žieminių augalų ir supaprastinto žemės dirbimo įtaka dirvožemio fizikinėms savybėms // *Žemės ūkio mokslai.* - 2005, Nr.3, p.8-17

ISSN 1392-3196

Zemdirbyste / Agriculture, vol. 94, No. 1 (2007), p. 3-23

UDK 631.58:631.442.4

THE EFFECT OF MOULDBOARD NOULDBO AND PLOUGHLESS PRIMARY SOIL TILLAGE ON THE PROPERTIES OF ENDOCALCARI – ENDOHYPOGLEYIC CAMBISOL AND ON ENERGETIC EFFICIENCY OF AGROSYSTEMS

S. Maikštėnienė, A. Šlepetienė, L. Masilionytė

S u m m a r y

During the period 1996-2006, the feasibility of replacing deep ploughing by shallow ploughing or by ploughless loosening and alternating ploughing depth was studied in a ten-course crop rotation at the Lithuanian Institute of Agriculture's Joniškėlis Experimental Station. The soil of the experimental site is classed as *Endocalcari – Endohypogleyic Cambisol*. Experimental evidence suggests that shallow ploughing and ploughless loosening tended to reduce soil bulk density in the topsoil (0-10 cm) and middle (10-20 cm) ploughlayer that still receive organic fertilizers and plant residues, however, a significant increase in bulk density occurred in the 20-30 cm layer. When instead of deep ploughing shallow ploughing had been used in the crop rotation, the content of humus in the 10-20 and 20-30 cm layers declined inappreciably, and when ploughless loosening had been used, the soil bulk density significantly declined by 8.9 and 11.9 %, respectively. When deep loosening is used, the soil is differentiated into layers according to the content of mobile humic substances. The negative effect of ploughless tillage on the crop productivity was more considerable after its longer usage, especially when fodder beet (8.5 %) and spring barley (21.1 %) had been grown, compared with deep ploughing. The most rational soil tillage system that gave the highest economic efficiency, by 4.1 and 3.8 % higher than deep ploughing, was found to be its alternation with shallow ploughing or ploughless loosening.

Key words: primary soil tillage, reduced soil tillage, physical properties, agrosystems, humic substances.