I skyrius. ŽEMDIRBYSTĖ

Chapter 1. CROP AND SOIL MANAGEMENT

ISSN 1392-3196
Žemdirbyste-Agriculture, t. 96, Nr. 1 (2009), p. 3–22
UDK 631.442.4:631.582:631.47:631.86/.7

SUNKAUS PRIEMOLIO RUDŽEMIŲ NAŠUMO RODIKLIŲ POKYČIAI INTENSYVIOSIOS ŽEMDIRBYSTĖS KEITIMO Į TAUSOJAMĄJĄ ARBA Į EKOLOGINĘ METU

Stanislava MAIKŠTĖNIENĖ, Laura MASILIONYTĖ , Irena KRIŠTAPONYTĖ

Lietuvos žemdirbystės institutas
Joniškėlis, Pasvalio r. sav.
El. paštas: joniskelio_lzi@post.omnitel.net

Santrauka

Tyrimai atlikti Lietuvos žemdirbystės instituto Joniškėlio bandymų stotyje sunkaus priemolio giliau karbonatingame giliau glėjiškajame rudžemyje (*RDg4-k2*), *Endocalcari-Endohypogleic Cambisol* (*CMg-n-w-can*). Įvairaus humusingumo dirvožemio pagrindinių agrocheminių rodiklių pokyčiai taikant ekologinę ir tausojamąją žemdirbystės sistemas tirti keturlaukėje sėjomainoje: daugiametės žolės (raudonieji dobilai (*Trifolium pratense* L.), mėlynžiedės liucernos (*Medicago sativa* L.) bei tikrieji eraičinai (*Festuca pratensis* Huds.)→žieminiai kviečiai (*Triticum aestivum* L.)→žirniai (*Pisum sativum* L.)→miežiai (*Hordeum vulgare* L.) su daugiamečių žolių įsėliu. Tarpiniuose pasėliuose augintos baltosios garstyčios (*Sinapis alba* L.) ir siauralapių lubinų (*Lupinus angustifolius* L.), aliejinių ridikų (*Raphanus sativus* var. Oleifera L.), bitinių facelijų (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) bei sėjamųjų grikių (*Fagopyrum exculentum* Moench.) mišinys.

Nustatyta, kad tarpiniuose pasėliuose auginant skirtingų biologinių savybių augalų – baltųjų garstyčių bei sėjamųjų grikių, kurie šaknų išskyromis gali padaryti augalų pasisavinamas įvairesnes fosforo formas – mišinius, jų biomasėje ir dirvožemio armenyje susikaupė gerokai didesnis fosforo kiekis, palyginti su baltųjų garstyčių monopasėliu. Mažo ir vidutinio humusingumo sunkaus priemolio rudžemiuose į dirvą įterpus daugiamečių žolių atolą žaliajai trąšai ir 40 t ha^{-1} mėšlo, pavasarį prieš žieminių kviečių vegetaciją dirvožemyje $N_{min.}$ liko vidutiniškai 3,9 % daugiau nei kaip žaliąją trąšą įterpus vien daugiamečių žolių biomasę. Taikant tausojamąją žemdirbystės sistemą, šiaudų mineralizacijai skatinti panaudojus mažą (N_{30}) normą azoto, vėlyvą rudenį jis nepateko į organinius junginius ir dirvožemyje $N_{min.}$ kiekis buvo gerokai didesnis nei ten, kur jis įterptas kartu su tarpiniais pasėliais.

Reikšminiai žodžiai: glėjiškas rudžemis, ekologinė ir tausojamoji žemdirbystė, žalioji trąša, mėšlas, maisto medžiagos.

Įvadas

Taikant intensyviąją žemdirbystę tręšimo sistemos orientuojamos į augalų mitybos poreikius derliui didinti, bet mažai dėmesio skiriama ekosistemų našumui

palaikyti /Hoffmann, Johnsson, 2000; Nieder et al., 2003; Lutzow et al., 2006/. Dirvožemis – daugiakomponentė gamtos sistema, susisidedanti iš mineralinės dalies ir gyvų organizmų, agronominiu atžvilgiu svarbiausia jo savybė – potencialus našumas. Jis yra mikroorganizmų, turinčių didelę reikšmę ekosistemos medžiagų ir energijos apykaitos procesams, gyvenamoji terpė. Dirvožemio mikroorganizmai yra integralus dirvožemio funkcijų rodiklis, daugiausia lemiantis jo biologines ir iš dalies fizikines bei chemines savybes /Bučienė, 2003/. Reikšminga dirvožemio ypatybė yra tam tikro lygio stabilus našumas – gebėjimas po įvairių negatyvių aplinkos ir antropogeninių veiksnių grįžti į pusiausvyros būklę. Dirvožemio kaip produkuojančios sistemos stabilumas didėja įvairėjant florai ir faunai, kurios dirvožemyje atlieka ir daugiau funkcijų. Agroekosistemoje dėl kryptingos antropogeninės veiklos – didelio biogeninių elementų kiekio netekimo su augalų derliumi – silpnėja dirvožemio savireguliacijos procesai. Intensyvus dirvožemio purenimas ir tręšimas mineralinėmis trąšomis, ypač azotu, skatinantis intensyvų augalų augimą, taip pat intensyvina organinių medžiagų mineralizaciją ir humuso mažėjimą, lemiantį neigiamus jo fizikinių ir cheminių rodiklių pokyčius /Gerzabek et al., 1998; Семенов и др., 2001; Maikštėnienė ir kt., 2008/. Nors dirvožemio humusas labai atsparus ardomajai mikroorganizmų veiklai, bet kai jame nepakanka organinių liekanų ir gausiai tręšiama mineralinėmis trąšomis, daugelis bakterijų, proaktinomicetų, aktinomicetų ir ypač grybai (*Aspergillus*, *Penicillium* ir kt.) ima skaidyti patį humusą, pradeda mažėti humuso atsargos. Mažėjant humuso, kuris yra siejamoji struktūrinių trupinėlių formavimosi medžiaga, blogėja dirvožemio struktūra ir trupinėlių patvarumas, didėja tankis ir jautrumas degradacijai /Robin, 1997; Kankanen et al., 1998; Dexter et al., 1999/. Dirvožemio humusingumas labiausiai lemia jo tankį, poringumą bei suslūgimą, rodančius jo gebėjimą nesuslūgti po gausaus lietaus ir džiūstant nesudaryti bestruktūrės masės. Ekologinės žemdirbystės plėtra labiau remiasi natūraliu dirvožemio našumu, galinčiu visais vystymosi tarpsniais augalus aprūpinti pakankamu kiekiu maisto medžiagų. Tokia sinchronizacija augalus apsaugo nuo streso, ištinkančio taikant intensyviąją žemdirbystės sistemą ir periodiškai tręšiant mineralinėmis trąšomis, kai, gausiai naudojant mineralines trąšas, intensyviai skaidomas humusas, didėja dirvožemio tankis ir dirvožemis degraduoja kaip sistema, gaminanti augalams būtinas maisto medžiagas. Didesnį dėmesį skiriant tręšimui organinėmis trąšomis ir mažinant mineralinių trąšų kiekį arba visai jų atsisakant, dirvožemyje didėja organinės anglies kiekis, tačiau kyla visavertės augalų mitybos problema /Molina et al., 1997; Bhogal et al., 2000; Magid et al., 2000/. Daugelis tyrėjų nurodo, kad, plėtojant ekologinę ir tausojamąją žemdirbystę, labiausiai pasireiškia fosforo trūkumas, ypač jo neturtinguose sunkiuose dirvožemiuose. Todėl, pasirenkant agrosistemos taikymo būdą, svarbu nustatyti susiformavusių našumo rodiklių tvarumo palaikymo dėsnius /Bučienė, 2003; Tripolskaja, 2005; Šlepetienė ir kt., 2007/. Racionaliomis alternatyvios žemdirbystės sistemomis laikomos sudarančios galimybę išspręsti augalams būtinų maisto medžiagų ir kitų svarbių elementų balanso problemą, išlaikant dirvožemio potencialų našumą /Bučienė, 2003/.

Sunkiuose limnoglacialinės kilmės priemoliuose molio dalelių gausumas lemia didesnes sorbcines galimybes, stabdančias maisto medžiagų išplovimą ir palaikančias potencialų našumą, tačiau ir šiuose dirvožemiuose įvairių ekosistemų funkcionavimo stabilumą daugiausia lemia tręšimo sistemos /Velykis ir kt., 2003/. Su gausiu sėjomainos augalų derliumi dirvožemis netenka didelio kiekio maisto medžiagų, todėl, siekiant

išlaikyti stabilų produktyvumą, jo našumą tenka nuolat atkurti organinėmis ir mineralinėmis trąšomis. Ši problema sudėtingiau sprendžiama žemdirbystės sistemą keičiant iš intensyviosios į tausojamąją arba ekologinę, nes jose ribojamas mineralinių trąšų ir net mėšlo naudojimas.

Tyrimų tikslas – ištirti įvairaus našumo sunkaus priemolio rudžemių rodiklių pokyčius tręšimo sistemą keičiant iš intensyvios į tausojamąją arba ekologinę žemdirbystę.

Sąlygos ir metodai

Siekiant nustatyti dirvožemio pagrindinių rodiklių pokyčius taikant tausojamąją arba ekologinę žemdirbystės sistemas, tyrimai atlikti įvairaus turtingumo sunkaus priemolio giliau karbonatingame giliau glėjiškame rudžemyje (*RDg4-k2*), *Endocalcari-Endohypogleic Cambisol* (*CMg-n-w-can*). Tyrimai pradėti 2005 m. rudenį, rekonstravus ilgalaikį tręšimo sistemų bandymą, vykdytą penkių laukų sėjomainoje: cukriniai runkeliai (*Beta vulgaris* L.)→miežiai (*Hordeum vulgare* L.) + įsėlis→daugiametės I ir II naudojimo metų žolės (raudonieji dobilai (*Trifolium pratense* L.), mėlynžiedės liucernos (*Medicago sativa* L.) bei tikrieji eraičinai (*Festuca pratensis* Huds.)→žieminiai kviečiai (*Triticum aestivum* L.). 1994–2005 m. per dvi rotacijas, taikant įvairias tręšimo sistemas, susiformavo įvairaus našumo dirvožemis, nes į dirvožemį buvo įterptas labai nevienodas sausųjų medžiagų ir maisto elementų kiekis (1 lentelė). Organinė trąša mėšlas (40, 60 ir 80 t ha^{-1}) pagal schemoje nurodytus variantus į cukrinių runkelių laukelius įterpta vieną kartą per rotaciją. Mineralinėmis trąšomis (2–5 variantai) vasariniai miežiai tręšti $N_{30}P_{60}K_{60}$, cukriniai runkeliai – $N_{120}P_{90}K_{120}$, žieminiai kviečiai – $N_{70}P_{40}K_{60}$. Miežiai su įsėliu azoto trąšomis tręšti jiems sudygus. Cukriniams runkeliams azoto trąšos išbertos per du kartus: pirmą – N 40 kg ha^{-1} prieš sėją ir antrą – N 80 kg ha^{-1} augalams sudygus, žieminiams kviečiams – pavasarį, atsinaujinus vegetacijai. Daugiametės I n. m. žolės fosforu ir kaliu, o II n. m. – azotu (N_{60}) tręštos pavasarį, prasidėjus jų vegetacijai. Pagal dirvoje esantį maisto medžiagų kiekį ir planuojamą derlių mineralinėmis trąšomis (7 variantas) žieminiai kviečiai tręšti $N_{94}P_{92}K_{66}$, cukriniai runkeliai – $N_{139}P_{101}K_{112}$, o vasariniai miežiai – $N_{54}P_{96}K_{93}$. Vidutiniais duomenimis, mėšlo kokybinė sudėtis buvo 0,31 % N, 0,18 % P_2O_5 ir 0,63 % K_2O.

Humusingumas yra pagrindinis dirvožemio stabilaus našumo rodiklis. Įvairūs autoriai nurodo, kad pagal šį požymį priemolio ir priesmėlio dirvožemiai skirstomi į mažo – 1,1–2,0 % ir vidutinio – 2,1–3,0 % humusingumo /Пестряков, 1996; Lietuvos dirvožemių..., 1998/. 2005 m. rekonstravus bandymą, tyrimų metu dėl įvairių tręšimo sistemų taikymo susiformavo įvairaus humusingumo dirvožemis, sąlygiškai suskirstytas į dvi grupes (fonus).

A veiksnys:

A_1 – mažo (2,0–2,1 %) humusingumo dirvožemis,

A_2 – vidutinio (2,38–2,43 %) humusingumo dirvožemis.

Rekonstruoto bandymo variantai:

B veiksnys (variantai – žemdirbystės sistemos ir tręšimas):

B_1 – ekologinė I, žalioji trąša,

B_2 – ekologinė II, žalioji trąša + mėšlas,

B_3 – tausojamoji I, žalioji trąša + mėšlas + N_{30} (kviečių šiaudų mineralizacijai),

B_4 – tausojamoji II, žalioji trąša + mėšlas + vidutinė NPK norma + N_{30} (kviečių šiaudų mineralizacijai).

Fonai ir variantai išdėstyti atsitiktine tvarka.

1 lentelė. Maisto medžiagų kiekis, į dirvožemį per penkialaukę sėjomainos rotaciją įterptas taikant įvairias tręšimo sistemas, kg ha^{-1}

Table 1. *The amount of nutrients (kg ha^{-1}) incorporated into the soil applying different fertilisation systems during a five-course crop rotation*

Joniškėlis, 2000–2005 m.

Mitybos elementai *Nutrients*	Tręšimo sistemos / *Fertilisation systems*						
	be trąšų *without fertilisers*	mineralinė NPK* *mineral NPK**	organinė-mineralinė, 40 t ha^{-1} mėšlo + NPK *organic-mineral 40 t ha^{-1} FYM*** + NPK*	organinė-mineralinė, 60 t ha^{-1} mėšlo + NPK *organic-mineral 60 t ha^{-1} FYM + NPK*	organinė-mineralinė, 80 t ha^{-1} mėšlo + NPK *organic-mineral 80 t ha^{-1} FYM + NPK*	organinė 80 t ha^{-1} mėšlo *organic 80 t ha^{-1} FYM*	mineralinė NPK** *mineral NPK***
N	–	280	404	446	528	248	348
P_2O_5	–	240	316	354	392	152	339
K_2O	–	300	552	678	804	504	330

*NPK – tręšimas pagal optimalias trąšų normas / *fertilisation according to the optimal fertiliser rates.*
**NPK – tręšimas pagal dirvožemyje esančių maisto medžiagų kiekį ir planuojamą derlių / *fertilisation according to the nutrient content present in the soil and expected yield.*
****FYM – farmyard manure / mėšlas.*

2006–2008 m., po bandymo rekonstrukcijos (sutrumpinus ir pakeitus sėjomainos rotaciją), įvairaus turtingumo sunkaus priemolio rudžemyje atlikti dirvožemio našumo rodiklių taikant tausojamąją ir ekologinę žemdirbystės sistemas tyrimai. Pagrindinių pasėlių kaita: miežiai + daugiamečių žolių įsėlis→daugiametės žolės→žieminiai kviečiai + tarpiniai pasėliai→žirniai + tarpiniai pasėliai. Tarpiniuose pasėliuose augintos baltosios garstyčios (*Sinapis alba* L.) ir siauralapių lubinų (*Lupinus angustifolius* L.), aliejinių ridikų (*Raphanus sativus* var. Oleifera L.), bitinių facelijų (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) bei sėjamųjų grikių (*Fagopyrum exculentum* Moench.) mišiniai (2 lentelė).

Prieš įrengiant bandymą ir po augalų derliaus nuėmimo dirvožemio ėminiai imti iš kiekvieno laukelio 20-ies vietų agrocheminių rodiklių pokyčiams nustatyti – iš 0–20 cm, o mineraliniam azotui – iš 0–40 cm sluoksnio, sudarant vidutinius mėginius. Dirvožemyje judriųjų fosforo (P_2O_5) bei kalio (K_2O) kiekis nustatytas Egnerio-Rimo-Domingo (A-L), humusas – Tiurino metodais /Пономарева, Плотникова, 1980/, mineralinis azotas ($N\text{-}NO_3$+$N\text{-}NH_4$) – kolorimetriniu būdu.

Augalams sudygus, kiekviename laukelyje pažymėti keturi kvadratiniai 0,25 m^2 ploto apskaitos mikrolaukeliai. Juose augalų tankumas skaičiuotas visiškai sudygus, produktyvių stiebų skaičius – augalams esant vaškinės brandos tarpsnio. Derliaus nuėmimo metu iš visų žieminių kviečių laukelių pagrindinės bei šalutinės produkcijos ir tarpinių augalų antžeminės biomasės sudaryti vidutiniai mėginiai, kuriuose nustatytas sausųjų

medžiagų (SM) bei pagrindinių mitybos elementų – azoto, fosforo bei kalio (NPK) – koncentracija (%) ir perskaičiuotas juose sukauptų maisto medžiagų kiekis (kg ha^{-1}). Žieminių kviečių ir tarpinių pasėlių augalų biomasėje azotas nustatytas Kjeldalio, fosforas – kolorimetriniu metodu, kalis – liepsnos fotometru.

2 lentelė. Tręšimo sistemos įvairaus humusingumo sunkaus priemolio rudžemyje taikant tausojamąją ir ekologinę žemdirbystės sistemas
Table 2. *Fertilisation systems on a clay loam Cambisol differing in humus in sustainable and organic farming*

Žemdirbystės sistemos ir tręšimas (B) *Farming and fertilisation systems (B)*	Sėjomainos, augalai ir tręšimas / *Crop rotations, crops and fertilisation*			
	daugiametės žolės *perennial grasses* 2006	žieminiai kviečiai *winter wheat* 2007	žirniai *peas* 2008	vasariniai miežiai *spring barley* 2009
Mažo humusingumo dirvožemis (A_1) / *Low content of humus in soil (A_1)*				
Vidutinio humusingumo dirvožemis (A_2) / *Medium content of humus in soil (A_2)*				
B_1 – ekologinė I, žalioji trąša *B_1 – organic I, green manure*	–	Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai / *Aftermath of perennial grasses for green manure*	Šiaudai + siauralapiai lubinai + aliejiniai ridikai *Straw + lupin + oil radish*	Virkščiai + facelijos + grikiai *Straw + California blubell + buckwheat*
B_2 – ekologinė II, mėšlas + žalioji trąša *B_2 – organic II, manure + green manure*	–	40 t ha^{-1} mėšlo + daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai *40 t ha^{-1} FYM + aftermath of perennial grasses for green manure*	Šiaudai + baltosios garstyčios *Straw + white mustard*	Virkščiai + siauralapiai lubinai *Straw + lupin*
B_3 – tausojamoji I, mėšlas + žalioji trąša + N *B_3 – sustainable I, manure + green manure + N*	–	40 t ha^{-1} mėšlo *40 t ha^{-1} FYM**	Šiaudai + N_{30} + baltosios garstyčios + sėjamieji grikiai *Straw + N_{30} + white mustard + buckwheat*	Virkščiai + siauralapiai lubinai + baltosios garstyčios *Straw + lupin + white mustard*
B_4 – tausojamoji II, žalioji trąša + NPK *B_4 – sustainable II, green manure + NPK*	$P_{60}K_{60}$	Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai + $N_{60}P_{60}K_{60}$ / *Aftermath of perennial grasses for green manure + $N_{60}P_{60}K_{60}$*	Šiaudai + N_{30} $N_{10}P_{40}K_{60}$ *Straw + N_{30} $N_{10}P_{40}K_{60}$*	Virkščiai + baltosios garstyčios + $N_{30}P_{30}K_{30}$ *Straw + white mustard + $N_{30}P_{30}K_{30}$*

Statistinė analizė. Bandymų duomenys įvertinti dvifaktorinės dispersinės analizės metodu, naudojant programų paketą *Selekcija* /Tarakanovas, Raudonius, 2003/.

Meteorologinės sąlygos. Meteorologinės sąlygos apibūdintos remiantis Joniškėlio bandymų stoties meteorologinės stotelės duomenimis. 2006 m. liepos mėnesį kri-

tulių iškrito 40,7 mm mažiau, o temperatūra buvo 3,7 ºC aukštesnė už daugiametį vidurkį, todėl daugiametės žolės vystėsi silpnai. Rugpjūtis buvo lietingas, kritulių iškrito 71,9 mm daugiau. Žieminiai kviečiai pasėti į vidutinio drėgnumo dirvą, augalai sudygo ir vystėsi normaliai.

2007 m. balandžio mėnuo buvo sausas, kritulių iškrito 24,6 mm mažiau už daugiametį vidurkį. Nors birželis ir liepa buvo lietingi – kritulių iškrito atitinkamai 8,3 ir 37,8 mm daugiau už daugiametį vidurkį, tačiau žieminių kviečių derlius buvo tik vidutinis. Rugpjūčio ir rugsėjo mėnesiais dėl drėgmės trūkumo tarpiniai pasėliai vystėsi silpnai.

Rezultatai ir jų aptarimas

Pagrindiniai pasėliai. Pirmais metais rekonstruoto bandymo įvairaus humusingumo dirvožemyje daugiamečių žolių antžeminės biomasės sausųjų medžiagų derlius ir sukauptų maisto elementų, pagal bandymo schemą įterptų į dirvožemį, kiekis nežymiai skyrėsi (3 lentelė).

3 lentelė. Sausųjų medžiagų (SM) ir maisto elementų kiekis, įterptas į dirvožemį su organinėmis bei mineralinėmis trąšomis

Table 3. *The amount of dry matter (DM) and nutrients incorporated into the soil with organic and mineral fertilisers*

Joniškėlis, 2006 m.

Žemdirbystės sistemos ir tręšimas (B) *Farming and fertilisation systems (B)*	Įterpta sausųjų medžiagų (SM) ir maisto elementų kg ha^{-1} *Incorporation of dry matter (DM) and nutrients kg ha^{-1}*										
	su mėšlu *with farmyard manure (FYM)*				su daugiamečių žolių atolu *with aftermath of perennial grasses*				su mineralinėmis trąšomis *with mineral fertilisers*		
	SM	N	P	K	SM	N	P	K	N	P	K
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mažo humusingumo dirvožemis (A_1) / *Low content of humus in soil (A_1)*											
1. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai / *Aftermath of perennial grasses for green manure*	–	–	–	–	1 080	36,1	3,4	23,3	–	–	–
2. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai + 40 t ha^{-1} mėšlo *Aftermath of perennial grasses for green manure + 40 t ha^{-1} FYM*	8 000	200	68	216	1 240	37,9	3,0	22,3	–	–	–
3. 40 t ha^{-1} mėšlo *40 t ha^{-1} FYM*	8 000	200	68	216	–	–	–	–	–	–	–
4. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai + $N_{60}P_{60}K_{60}$ *Aftermath of perennial grasses for green manure + $N_{60}P_{60}K_{60}$*	–	–	–	–	1 560	51,0	4,9	32,3	60	60	60

3 lentelės tęsinys
Table 3 continued

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Vidutinio humusingumo dirvožemis (A_2) / *Medium content of humus in soil (A_2)*											
1. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai / *Aftermath of perennial grasses for green manure*	–	–	–	–	1 340	42,3	4,2	28,1	–	–	–
2. Daugiamečių žolių atolas žaliai trąšai + 40 t ha^{-1} mėšlo *Aftermath of perennial grasses for the green manure + 40 t ha^{-1} FYM*	8 000	200	68	216	1230	39,5	3,7	24,1	–	–	–
3. 40 t ha^{-1} mėšlo *40 t ha^{-1} FYM*	8 000	200	68	216	–	–	–	–	–	–	–
4. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai + $N_{60}P_{60}K_{60}$ *Aftermath of perennial grasses for the green manure + $N_{60}P_{60}K_{60}$*	–	–	–	–	1 500	49,1	4,7	31,1	60	60	60

Didžiausias daugiamečių žolių antžeminėje biomasėje sukauptų maisto elementų skirtumas buvo azoto, kiek mažesnis – fosforo, mažiausias – kalio. Daugiamečių žolių biomasėje sukauptų maisto medžiagų kiekis tiesiogiai nepriklausė nuo dirvožemio humusingumo, nes jų vystymuisi turėjo įtakos antsėlio derlingumas: didėjant humuso kiekiui, antsėlio derlingumas didėjo, o įsėlinių žolių pasėlio kokybė prastėjo. Todėl daugelio variantų didžiausias sausųjų medžiagų kiekis ir mažiausios azoto koncentracijos daugiamečių žolių biomasė, netręšus mineralinėmis trąšomis, buvo įterpta esant mažesnio humusingumo dirvožemiui.

Įvairios organinės trąšos turėjo įtakos $N_{min.}$ susikaupimui dirvožemyje pavasarį, atsinaujinus žieminių kviečių vegetacijai (4 lentelė).

Dirvožemyje nitratinio azoto daugiausia susikaupė žieminiams kviečiams kaip žaliąją trąšą įterpus daugiamečių žolių biomasę ir 40 t ha^{-1} mėšlo – mažo ir vidutinio humusingumo dirvožemiuose tai sudarė atitinkamai 10,1 ir 12,2 % daugiau (skirtumas neesminis) nei įterpus vien žaliąją trąšą. Amoniakinio azoto kaupimuisi dirvožemyje organinių trąšų rūšys ir jų deriniai taip pat neturėjo esminės įtakos, tai lėmė neesminį abiejų $N_{min.}$ formų skirtumą. Dirvožemio abiejuose humusingumo fonuose mineralinio azoto susikaupimui 0–40 cm gylio sluoksnyje mėšlo ir žaliosios trąšos įterpimo efektyvumas buvo vidutiniškai 3,9 % didesnis nei vien žaliosios trąšos. $N_{min.}$ kiekio 0–40 cm sluoksnyje padidėjimui žaliosios trąšos ir mėšlo sąveika su didesnio humusingumo dirvožemiu (A_2 fone) buvo teigiama, o jų efektyvumas padidėjo 6,8 %, palyginti su mažo humusingumo. Žaliosios trąšos poveikis $N_{min.}$ kaupimuisi dirvožemyje taip pat buvo didesnis vidutinio nei mažo humusingumo dirvožemyje.

4 lentelė. Įvairių organinių trąšų įtaka mineralinio azoto kiekiui dirvožemyje pavasarį, prasidėjus žieminių kviečių vegetacijai

Table 4. *The effect of different organic fertilisers on the amount of mineral nitrogen in spring in the soil at the beginning of winter wheat vegetation*

Joniškėlis, 2007 m.

Žemdirbystės sistemos ir tręšimas (B) *Farming and fertilisation systems (B)*	$N\text{-}NO_3$*	$N\text{-}NH_4$**	$N_{min.}$***
	mg kg^{-1}		
Mažo humusingumo dirvožemis (A_1) / *Low content of humus in soil (A_1)*			
1. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai *Aftermath of perennial grasses for green manure*	1,99	3,31	5,30
2. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai + 40 t ha^{-1} mėšlo *Aftermath of perennial grasses for green manure + 40 t ha^{-1} FYM*	2,19	3,27	5,46
3. 40 t ha^{-1} mėšlo / *40 t ha^{-1} FYM*	2,49	2,88	5,37
4. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai + $N_{60}P_{60}K_{60}$ *Aftermath of perennial grasses for green manure + $N_{60}P_{60}K_{60}$*	1,98	3,30	5,28
A_1 vidurkis / *Average of A_1*	2,16	3,19	5,35
Vidutinio humusingumo dirvožemis (A_2) / *Medium content of humus in soil (A_2)*			
1. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai *Aftermath of perennial grasses for green manure*	2,22	3,36	5,58
2. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai + 40 t ha^{-1} mėšlo *Aftermath of perennial grasses for green manure + 40 t ha^{-1} FYM*	2,49	3,35	5,84
3. 40 t ha^{-1} mėšlo / *40 t ha^{-1} FYM*	2,31	3,09	5,40
4. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai + $N_{60}P_{60}K_{60}$ *Aftermath of perennial grasses for green manure + $N_{60}P_{60}K_{60}$*	2,21	3,35	5,56
A_2 vidurkis / *Average of A_2*	2,31	3,29	5,60
B veiksnio vidurkiai / *Average of factor B*			
1. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai *Aftermath of perennial grasses for green manure*	2,11	3,34	5,44
2. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai + 40 t ha^{-1} mėšlo *Aftermath of perennial grasses for green manure+40 t ha^{-1} FYM*	2,34	3,31	5,65
3. 40 t ha^{-1} mėšlo / *40 t ha^{-1} FYM*	2,40	2,99	5,39
4. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai + $N_{60}P_{60}K_{60}$ *Aftermath of perennial grasses for green manure + $N_{60}P_{60}K_{60}$*	2,10	3,32	5,42
A veiksnio R_{05} / *LSD_{05} fact. A*	0,523	0,311	0,744
B veiksnio R_{05} / *LSD_{05} fact. B*	0,641	0,381	0,912
AB veiksnių R_{05} / *LSD_{05} fact. AB*	0,907	0,539	1,290

* $N\text{-}NO_3$ – nitratinis azotas / *nitrate nitrogen.*
** $N\text{-}NH_4$ – amoniakinis azotas / *ammonium nitrogen.*
*** $N_{min.}$ – mineralinis azotas / *mineral nitrogen.*

Dirvožemio našumas turėjo neesminės teigiamos įtakos žieminių kviečių pasėlio tankumui ir produktyvumui juos auginant po daugiamečių žolių (5 lentelė). Vidutinio humusingumo dirvožemyje (A_2 fone) daigų buvo 2,0 %, o produktyvių stiebų – 8,2 % daugiau nei mažo humusingumo dirvožemyje, tačiau skirtumai buvo neesminiai. Daugiamečių žolių atolo biomasės kaip žaliosios trąšos ir mėšlo įterpimas esminės teigiamos įtakos daigų ir produktyvių stiebų kiekiui neturėjo nei mažo, nei vidutinio humusingumo dirvožemyje, palyginti su vien atolo įterpimu. Daugiamečių žolių biomasės ir vidutinių normų $N_{60}P_{60}K_{60}$ trąšų (įterptų į žieminiams kviečiams teigiamo poveikio didesnio humusingumo dirvožemį) įterpimas iš esmės – 23,1 % ($p < 0,05$) – padidino produktyvių stiebų kiekį, palyginti su augintais jomis netręštame mažo humusingumo dirvožemyje.

5 lentelė. Tręšimo sistemų įtaka žieminių kviečių produktyvumui, taikant tausojamąją ir ekologinę žemdirbystę

Table 5. *The effect of fertilisation systems on the productivity of winter wheat in sustainable and organic farming*

Joniškėlis, 2007 m.

Žemdirbystės sistemos ir tręšimas (B) *Farming and fertilisation systems (B)*	Augalai vnt m^2 *Plants per m^2*	Produktyvūs stiebai vnt. m^2 *Productive stems per m^2*	Grūdai t ha^{-1} *Grain t ha^{-1}*	Šiaudai t ha^{-1} *Straw t ha^{-1}*
1	2	3	4	5
Mažo humusingumo dirvožemis (A_1) / *Low content of humus in soil (A_1)*				
1. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai *Aftermath of perennial grasses for green manure*	227	486	4,13	2,16
2. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai + 40 t ha^{-1} mėšlo *Aftermath of perennial grasses for green manure + 40 t ha^{-1} FYM*	251	446	4,03	2,12
3. 40 t ha^{-1} mėšlo / *40 t ha^{-1} FYM*	227	481	4,11	2,35
4. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai + $N_{60}P_{60}K_{60}$ *Aftermath of perennial grasses for green manure + $N_{60}P_{60}K_{60}$*	257	469	5,09	2,41
A_1 vidurkis / *Average of A_1*	240,5	470,5	4,34	2,26
Vidutinio humusingumo dirvožemis (A_2) / *Medium content of humus in soil (A_2)*				
1. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai *Aftermath of perennial grasses for green manure*	239	476	4,28	2,32
2. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai + 40 t ha^{-1} mėšlo *Aftermath of perennial grasses for green manure + 40 t ha^{-1} FYM*	242	497	4,40	2,14
3. 40 t ha^{-1} mėšlo / *40 t ha^{-1} FYM*	259	477	4,39	2,34
4. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai + $N_{60}P_{60}K_{60}$ *Aftermath of perennial grasses for green manure + $N_{60}P_{60}K_{60}$*	241	586	6,02	3,08
A_2 vidurkis / *Average of A_2*	245,3	509,0	4,77	2,47

5 lentelės tęsinys
Table 5 continued

1	2	3	4	5
B veiksnio vidurkiai / *Average of factor B*				
1. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai *Aftermath of perennial grasses for green manure*	233	481	4,21	2,24
2. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai + 40 t ha^{-1} mėšlo *Aftermath of perennial grasses for green manure + 40 t ha^{-1} FYM*	247	472	4,22	2,13
3. 40 t ha^{-1} mėšlo / *40 t ha^{-1} FYM*	243	479	4,25	2,34
4. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai + $N_{60}P_{60}K_{60}$ *Aftermath of perennial grasses for green manure + $N_{60}P_{60}K_{60}$*	249	527,5	5,56	2,75
A veiksnio R_{05} / *LSD_{05} fact. A*	21,4	49,9	0,092	0,249
B veiksnio R_{05} / *LSD_{05} fact. B*	30,2	70,6	0,130	0,352
AB veiksnių R_{05} / *LSD_{05} fact. AB*	42,8	99,8	0,184	0,498

Žieminių kviečių grūdų derliui mėšlo įterpimas neturėjo esminės teigiamos įtakos, palyginti su vien daugiamečių žolių atolo biomasės kaip žaliosios trąšos įterpimu (5 lentelė). Tokį mažą mėšlo efektyvumą lėmė lėta organinių medžiagų mineralizacija, būdinga sunkios granuliometrinės sudėties dirvožemiams. Panašius duomenis pateikia ir kiti autoriai, nurodantys, kad silpnos aeracijos molinguose dirvožemiuose pirmais po mėšlo įterpimo metais poveikis derliui nėra reikšmingas /Bagdonienė ir kt., 1998; Velykis ir kt., 2003; Arlauskienė, Maikštėnienė, 2007/. Didžiausias derlius gautas abiejų humusingumo lygių (A_1 ir A_2 fonų) dirvožemyje taikant tausojamąją žemdirbystės sistemą, žieminius kviečius patręšus pagal vidutinę ($N_{60}P_{60}K_{60}$) mineralinių trąšų normą.

Žieminių kviečių grūdų derliaus kitimo tendencija tiesiogiai priklausė nuo dirvožemio humusingumo, ir įterptos organinės trąšos jo sumažėjimo nekompensavo dėl mažesnio humuso kiekio (5 lentelė). Mėšlas didesnio humusingumo dirvožemyje iš esmės – 6,8 % – padidino grūdų derlių, palyginti su mažo humusingumo dirvožemiu.

Tokį mažą mėšlo efektyvumą mažo humusingumo dirvožemyje lėmė sunkios granuliometrinės sudėties dirvožemio specifinės savybės – silpna aeracija ir lėta organinių medžiagų mineralizacija. Analogiškai humusingesniame dirvožemyje didesnis grūdų derliaus pokytis buvo ir tuose laukeliuose, kur įterptas mėšlas ir žalioji trąša. Humusingesniame dirvožemyje efektyvesnės buvo ir mineralinės trąšos. Mažo humusingumo dirvožemyje, patręšus pagal vidutines NPK trąšų normas, gautas esminis – 23,2 % ($p < 0,05$) – derliaus priedas, o vidutinio humusingumo – 40,6 %, palyginti su kviečiais, augusiais tik žaliąja trąša tręštame dirvožemyje. Įvertinus abiejų veiksnių sąveiką nustatyta, kad vidutinio humusingumo (A_2 fono) dirvožemyje mineralinių $N_{60}P_{60}K_{60}$ trąšų efektyvumas buvo 18,3 % didesnis nei žaliųjų trąšų ir mėšlo – 6,8 % (skirtumai esminiai).

Šiaudų derliaus kitimo tendencija dėl žaliųjų trąšų, mėšlo bei mineralinių trąšų poveikio buvo analogiška grūdų derliui.

Žieminių kviečių grūdų cheminei sudėčiai didesnę teigiamą įtaką turėjo mineralinės trąšos, palyginti su organinėmis (6 lentelė).

6 lentelė. Įvairaus našumo dirvožemyje augintų žieminių kviečių maisto medžiagų sukaupimas pagrindinėje ir šalutinėje produkcijoje

Table 6. *The accumulation of nutrients in primary production and by products of winter wheat grown in the soil differing in productivity*

Joniškėlis, 2007 m.

Žemdirbystės sistemos ir tręšimas (B) *Farming and fertilisation systems (B)*	Maisto medžiagų sukaupimas kg ha^{-1} *Accumulation of nutrients kg ha^{-1}*								
	grūduose *in grain*			šiauduose *in straw*			iš viso *total*		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mažo humusingumo dirvožemis (A_1) / *Low content of humus in soil (A_1)*									
1. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai / *Aftermath of perennial grasses for green manure*	55,3	13,2	14,0	8,4	1,5	9,5	63,7	14,7	23,5
2. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai + 40 t ha^{-1} mėšlo *Aftermath of perennial grasses for green manure + 40 t ha^{-1} FYM*	54,0	12,5	12,9	9,3	1,3	11,5	63,3	13,8	24,4
3. 40 t ha^{-1} mėšlo / *40 t ha^{-1} FYM*	56,7	13,2	14,0	10,1	1,7	13,6	66,8	14,9	27,6
4. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai + $N_{60}P_{60}K_{60}$ *Aftermath of perennial grasses for green manure + $N_{60}P_{60}K_{60}$*	69,7	16,3	16,3	10,1	1,5	12,1	79,8	17,8	28,4
A_1 vidurkis / *Average of A_1*	58,8	13,7	14,3	9,4	1,4	11,6	68,27	15,30	25,98
Vidutinio humusingumo dirvožemis (A_2) / *Medium content of humus in soil (A_2)*									
1. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai / *Aftermath of perennial grasses for green manure*	59,5	14,1	14,6	9,3	1,9	10,9	68,8	16	25,5
2. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai + 40 t ha^{-1} mėšlo *Aftermath of perennial grasses for green manure + 40 t ha^{-1} FYM*	60,7	14,5	14,1	9,2	1,7	11,8	69,9	16,2	25,9
3. 40 t ha^{-1} mėšlo / *40 t ha^{-1} FYM*	60,6	14,1	14,5	10,1	1,6	11,9	70,7	15,7	26,4
4. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai + $N_{60}P_{60}K_{60}$ *Aftermath of perennial grasses for green manure + $N_{60}P_{60}K_{60}$*	94,5	19,3	18,7	14,8	1,9	19,7	108,8	21,2	38,4
A_2 vidurkis / *Average of A_2*	68,6	15,3	15,3	10,7	1,7	13,5	79,32	17,28	29,05
B veiksnio vidurkiai / *Average of factor B*									
1. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai / *Aftermath of perennial grasses for green manure*	57,4	13,5	14,2	8,8	1,6	10,1	66,3	15,4	24,5

6 lentelės tęsinys
Table 6 continued

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai + 40 t ha^{-1} mėšlo *Aftermath of perennial grasses for green manure + 40 t ha^{-1} FYM*	57,3	13,3	13,4	9,2	1,4	11,6	66,6	15,0	25,2
3. 40 t ha^{-1} mėšlo / *40 t ha^{-1} FYM*	58,4	13,5	14,1	10,0	1,6	12,7	68,8	15,3	27,0
4. Daugiamečių žolių atolas žaliajai trąšai + $N_{60}P_{60}K_{60}$ *Aftermath of perennial grasses for green manure + $N_{60}P_{60}K_{60}$*	81,8	17,7	17,5	12,4	1,6	15,7	94,6	19,5	33,4
A veiksnio R_{05} / *LSD_{05} fact. A*	2,96	0,57	0,58	0,38	0,12	1,12	3,91	0,51	2,31
B veiksnio R_{05} / *LSD_{05} fact. B*	4,19	0,81	0,82	0,54	0,17	1,58	5,52	0,72	3,27
AB veiksnių R_{05} / *LSD_{05} fact. AB*	5,92	1,15	1,16	0,77	0,24	2,23	7,83	1,07	4,62

Didžiausias NPK kiekis grūdų derliuje buvo sukauptas vidutinio humusingumo dirvožemyje auginant žieminius kviečius, kuriems kaip žalioji trąša įterptas daugiamečių žolių atolas ir išberta vidutinė $N_{60}P_{60}K_{60}$ trąšų norma. Pastarojo varianto vidutinio humusingumo dirvožemyje augintų kviečių grūduose NPK susikaupė iš esmės – atitinkamai 35,6, 18,4 ir 14,7 % – daugiau nei atitinkamame mažo humusingumo.

Mėšlas, tręšimui panaudotas su žaliąja trąša, ir mažo, ir vidutinio humusingumo dirvožemyje grūdų bei šiaudų cheminei sudėčiai esminės teigiamos įtakos neturėjo, palyginti su vien žaliąja trąša. Vidutinio humusingumo dirvožemyje ir grūdų, ir šiaudų derlius buvo iš esmės didesnis nei mažo humusingumo dirvožemyje. Įterptos organinės trąšos ir didesnio humusingumo (A_2 fono) dirvožemis NPK sukaupimą žieminių kviečių pagrindinės bei šalutinės produkcijos derliuje padidino atitinkamai 16,2, 12,9 ir 11,8 % ($p < 0,05$).

Tarpiniai pasėliai. Po žieminių kviečių derliaus nuėmimo dirvožemio našumui palaikyti tarpiniuose pasėliuose auginti įvairiomis biologinėmis savybėmis pasižymintys augalai ir jų mišiniai. Gerokai didesnis sausųjų medžiagų kiekis biomasėje buvo sukauptas auginant įvairių augalų mišinius nei monopasėlius (7 lentelė).

Tarpiniuose pasėliuose augintų augalų biomasėje visų maisto medžiagų koncentracija buvo gerokai didesnė taikant tausojamąją žemdirbystės sistemą, kur šiaudų mineralizacijai išbertos nedidelės normos azoto trąšų. Mažo humusingumo dirvožemyje augintų baltųjų garstyčių ir sėjamųjų grikių mišinio biomasėje fosforo ir kalio koncentracija, palyginti su baltųjų garstyčių monopasėliu, buvo didesnė atitinkamai 2,8 % (skirtumas neesminis) ir 38,1 % (skirtumas esminis). Vidutinio humusingumo dirvožemyje baltųjų garstyčių, augintų su sėjamaisiais grikiais, biomasėje fosforo bei kalio buvo sukaupta 15,2 % (skirtumas esminis) ir 9,8 % (skirtumas neesminis) daugiau nei augintų monopasėlyje. Dirvožemio humusingumas esminės įtakos maisto medžiagų susikaupimui tarpinių augalų antžeminėje biomasėje neturėjo.

7 lentelė. Žieminių kviečių tarpiniuose pasėliuose augintų augalų antžeminė biomasė ir joje esančių maisto medžiagų koncentracija popjūtiniu laikotarpiu

Table 7. *Above-ground biomass and concentration of nutrients in catch crops during post-harvest period of winter wheat*

Joniškėlis, 2007 m.

Žemdirbystės sistemos ir tręšimas (B) *Farming and fertilisation systems (B)*	Antžeminė biomasė / *Overground biomass*				
	t ha^{-1}		N %	P %	K %
	žalia *green*	SM *D.M.*			
Mažo humusingumo dirvožemis (A_1) / *Low content of humus in soil (A_1)*					
1. Siauralapiai lubinai + aliejiniai ridikai *Lupin + oil radish*	2,40	0,50	2,0	0,34	1,92
2. Baltosios garstyčios / *White mustard*	1,79	0,35	2,0	0,35	2,1
3. Baltosios garstyčios + sėjamieji grikiai + N_{30} *White mustard + buckwheat + N_{30}*	4,29	0,66	2,3	0,36	2,9
A_1 vidurkis / *Average of A_1*	2,83	0,50	2,09	0,35	2,32
Vidutinio humusingumo dirvožemis (A_2) / *Medium content of humus in soil (A_2)*					
1. Siauralapiai lubinai + aliejiniai ridikai *Lupin + oil radish*	1,36	0,28	1,44	0,32	1,58
2. Baltosios garstyčios / *White mustard*	1,96	0,36	2,01	0,46	2,15
3. Baltosios garstyčios + sėjamieji grikiai + N_{30} *White mustard + buckwheat + N_{30}*	2,18	0,46	2,22	0,53	2,36
A_2 vidurkis / *Average of A_2*	1,83	0,36	1,89	0,43	2,03
B veiksnio vidurkiai / *Average of factor B*					
1. Siauralapiai lubinai + aliejiniai ridikai *Lupin + oil radish*	1,88	0,39	1,97	0,33	1,75
2. Baltosios garstyčios / *White mustard*	1,88	0,36	2,01	0,41	2,13
3. Baltosios garstyčios + sėjamieji grikiai + N_{30} *White mustard + buckwheat + N_{30}*	3,24	0,56	2,14	0,45	2,65
A veiksnio R_{05} / *LSD_{05} fact. A*	0,96	0,23	0,34	0,03	0,37
B veiksnio R_{05} / *LSD_{05} fact. B*	1,17	0,28	0,42	0,04	0,45
AB veiksnių R_{05} / *LSD_{05} fact. AB*	1,66	0,40	0,59	0,05	0,64

Šie duomenys sutampa su kitų tyrėjų teiginiu, kad sėjamieji grikiai yra augalai, specifinėmis šaknų išskyromis galintys pasisavinti įvairias fosforo formas ir po jų auginamiems augalams sudarantys galimybę sukaupti didesnę biomasę bei praturtinti dirvožemį /Freyer, 2003; Marcinkonis et al., 2007/.

Vegetacijos pabaigoje, po tarpinių pasėlių auginimo, mineralinio azoto pokyčiai dirvožemyje priklausė nuo dirvožemio humusingumo ir tarpiniuose pasėliuose augintų augalų ypatybių (8 lentelė). Mažo humusingumo dirvožemyje amoniakinio azoto buvo iš esmės – 21,9 % – mažiau, palyginti su vidutinio humusingumo dirvožemiu, tačiau nežymūs nitratinio azoto skirtumai lėmė neesminį mineralinio azoto sumažėjimą. Tokius rezultatus lėmė šiltuoju vasaros laikotarpiu humusiniame dirvožemyje organinių medžiagų destrukcijos proceso metu padidėjęs jo išlaisvinimas /Mažvila ir kt., 2007/. Prieš

vėlyvo rudens laikotarpį dirvožemyje likusio azoto mažiausiai buvo taikant ekologinę žemdirbystės sistemą, mineralizacijai skatinti nenaudojant šiaudų mineralinio azoto.

8 lentelė. Tarpinių pasėlių įtaka $N_{min.}$ kiekiui dirvožemio 0–40 cm sluoksnyje rudenį, prieš tarpinių augalų biomasės įterpimą

Table 8. *The effect of catch crops on the amount of N_{min} in the 0–40 cm soil layer before the incorporation of their biomass*

Joniškėlis, 2007 m.

Žemdirbystės sistemos ir tręšimas (B) *Farming and fertilisation systems (B)*	$N\text{-}NO_3$	$N\text{-}NH_4$	$N_{min.}$
	mg kg^{-1}		
Mažo humusingumo dirvožemis (A_1) / *Low content of humus in soil (A_1)*			
1. Šiaudai + siauralapiai lubinai + aliejiniai ridikai *Straw + lupin + oil radish*	3,61	2,77	6,38
2. Šiaudai + baltosios garstyčios / *Straw + white mustard*	3,35	1,94	5,29
3. Šiaudai + N_{30} + baltosios garstyčios + sėjamieji grikiai *Straw + N_{30} + white mustard + buckwheat*	3,51	2,56	6,10
4. Šiaudai + N_{30} / *Straw + N_{30}*	3,73	3,69	7,42
A_1 vidurkis / *Average of A_1*	3,55	2,74	6,30
Vidutinio humusingumo dirvožemis (A_2) / *Medium content of humus in soil (A_2)*			
1. Šiaudai + siauralapiai lubinai + aliejiniai ridikai *Straw + lupin + oil radish*	2,92	3,05	6,03
2. Šiaudai + baltosios garstyčios / *Straw + white mustard*	3,61	3,72	7,32
3. Šiaudai + N_{30} + baltosios garstyčios + sėjamieji grikiai *Straw + N_{30} + white mustard + buckwheat*	4,61	3,83	8,44
4. Šiaudai +N_{30} / *Straw + N_{30}*	5,18	3,45	8,65
A_2 vidurkis / *Average of A_2*	4,08	3,51	7,61
B veiksnio vidurkiai / *Average of factor B*			
1. Šiaudai + siauralapiai lubinai + aliejiniai ridikai *Straw + lupin + oil radish*	3,27	2,91	6,21
2. Šiaudai + baltosios garstyčios / *Straw + white mustard*	3,48	2,83	6,31
3. Šiaudai + N_{30} + baltosios garstyčios + sėjamieji grikiai *Straw + N_{30} + white mustard + buckwheat*	4,06	3,20	7,27
4. Šiaudai + N_{30} / *Straw + N_{30}*	4,46	3,57	8,04
A veiksnio R_{05} / *LSD_{05} fact. A*	1,13	0,64	1,41
B veiksnio R_{05} / *LSD_{05} fact. B*	1,59	0,90	2,00
AB veiksnių R_{05} / *LSD_{05} fact. AB*	2,25	1,27	2,83

Mineralinis azotas, kaip N_{30} amonio salietra išbertas šiaudų mineralizacijai skatinti (4 variantas), prieš vėlyvą rudenį nepateko į organinius junginius, todėl kilo išplovimo į gilesnius sluoksnius ir požeminių vandenų užteršimo grėsmė /Maikštėnienė, Arlauskienė, 2007/.

Žemdirbystės sistemos, tarpiniai pasėliai ir tręšimas lėmė dirvožemio humuso ir pagrindinių maisto elementų pokyčius, kurių duomenys pateikti 9 lentelėje. Taikant įvairias žemdirbystės sistemas, humuso pokyčiai buvo nežymūs. Įvairių autorių teigimu, tai lėmė per trumpas huminifikacijos procesų laikotarpis sunkaus priemolio dirvožemyje /Bhogal et al., 2000; Bučienė, 2003; Tripolskaja, 2005/.

9 lentelė. Humuso, judriųjų fosforo ir kalio kiekio pokyčiai dirvožemyje, žemdirbystės sistemą keičiant į ekologinę arba tausojamąją

Table 9. *Changes of humus, mobile phosphorus and potassium in the soil as affected by changing over to organic and sustainable farming systems*

Joniškėlis, 2005 ir 2007 m.

Žemdirbystės sistemos ir tręšimas (B) *Farming and fertilisation systems (B)*	Humusas % *Humus %*		Judrieji / *Mobile* P_2O_5 mg kg^{-1}		Judrieji / *Mobile* K_2O mg kg^{-1}	
	2005	2007	2005	2007	2005	2007
1	2	3	4	5	6	7
Mažo humusingumo dirvožemis (A_1) / *Low content of humus in soil (A_1)*						
1. Ekologinė I, žalioji trąša *Organic I, green manure*	2,19	2,18	91	79	171	207
2. Ekologinė II, mėšlas + žalioji trąša *Organic II, FYM + green manure*	2,01	2,17	51	78	161	230
3. Tausojamoji I, mėšlas + žalioji trąša + N *Sustainable I, FYM + green manure + N*	2,03	2,13	53	75	163	222
4. Tausojamoji II, žalioji trąša + NPK *Sustainable II, green manure + NPK*	2,14	2,15	109	101	181	235
A_1 vidurkis / *Average of A_1*	2,09	2,14	76	83,2	169	224
Vidutinio humusingumo dirvožemis (A_2) / *Medium content of humus in soil (A_2)*						
1. Ekologinė I, žalioji trąša *Organic I, green manure*	2,38	2,44	141	111	178	221
2. Ekologinė II, mėšlas + žalioji trąša *Organic II, FYM + green manure*	2,42	2,41	169	133	202	240
3. Tausojamoji I, mėšlas + žalioji trąša + N *Sustainable I, FYM + green manure + N*	2,43	2,42	175	134	221	239
4. Tausojamoji – II, žalioji trąša + NPK *Sustainable II, green manure + NPK*	2,39	2,40	122	128	231	236
A_2 vidurkis / *Average of A_2*	2,40	2,41	151,8	126,1	208	234
B veiksnio vidurkiai / *Average of factor B*						
1. Ekologinė I, žalioji trąša *Organic I, green manure*	2,28	2,30	116	95	175	214
2. Ekologinė II, mėšlas + žalioji trąša *Organic II, FYM + green manure*	2,22	2,29	110	105	182	235
3. Tausojamoji I, mėšlas + žalioji trąša + N *Sustainable I, FYM + green manure + N*	2,23	2,78	114	104	192	231

9 lentelės tęsinys
Table 9 continued

1	2	3	4	5	6	7
4. Tausojamoji II, žalioji trąša + NPK *Sustainable II, green manure + NPK*	2,27	2,26	116	114	206	236
A veiksnio R_{05} / *LSD_{05} fact.* A	0,098	0,044	15,69	12,44	14,62	15,23
B veiksnio R_{05} / *LSD_{05} fact. B*	0,139	0,063	22,20	17,59	20,68	21,53
AB veiksnių R_{05} / *LSD_{05} fact. AB*	0,196	0,088	31,39	24,87	29,25	30,45

Mažo humusingumo dirvožemyje, taikant ekologinę ir tausojamąją žemdirbystės sistemas, žalioji trąša ir mėšlas (2 ir 3 variantai) lėmė esminį judriojo fosforo – atitinkamai 52,9 ir 41,5 % – kiekio padidėjimą, palyginti su buvusiu prieš bandymo įrengimą. Tačiau dirvožemyje judriojo fosforo buvo netgi mažiau ten, kur įterptos NPK trąšos – tai lėmė didelis maisto medžiagų netekimas su derliumi. Vidutinio humusingumo dirvožemyje, taikant abi žemdirbystės sistemas (2 ir 3 variantai), didesnis maisto elementų netekimas su derliumi lėmė neigiamus judriojo fosforo susikaupimo pokyčius. Žieminių kviečių tręšimas pagal vidutines ($N_{60}P_{60}K_{60}$) mineralinių trąšų normas skatino intensyvų jų vystymąsi ir derliaus padidėjimą, todėl fosforo kiekis dirvožemyje taip pat iš esmės nepadidėjo, kaip ir mažo humusingumo dirvožemyje. Tręšimo sistemos ir kaip žalioji trąša įterpti tarpiniai augalai sumažino (48,1 %) judriojo fosforo kiekio nevienodo humusingumo (A_1 ir A_2 fonų) dirvožemuose skirtumą, palyginti su buvusiu prieš bandymo įrengimą.

Taikant įvairias agropriemones, judriojo kalio kiekis padidėjo taikant ir ekologinę, ir tausojamąją žemdirbystės sistemas: esant abiem humusingumo fonams, dirvožemyje vidutiniškai didžiausias judriojo kalio kiekis susikaupė žieminiams kviečiams kaip žaliąją trąšą įterpus vien daugiamečių žolių atolą arba kartu su 40 t ha^{-1} mėšlo. Abiejų humusingumo fonų skirtumas, palyginti su pradiniais duomenimis, sudarė atitinkamai vidutiniškai 29,5 ir 20,3 %.

Esant abiem humusingumo fonams, dirvožemyje judriojo kalio kiekis gerokai padidėjo ir kontrolinio varianto laukeliuose, kuriuose į dirvožemį įterptas tik daugiamečių žolių atolas, palyginti su pradiniais duomenimis, tačiau čia jo susikaupė mažiau nei ten, kur įterptas mėšlas. Taikant tausojamąją žemdirbystės sistemą ir žieminiams kviečiams išbėrus vidutinę mineralinių $N_{60}P_{60}K_{60}$ trąšų normą, judriojo kalio kiekis liko pradinio lygio, nes didelio jo kiekio netekta su gausesniu pagrindinės ir šalutinės produkcijos derliumi. Dėl taikytų agropriemonių visų variantų dirvožemyje, palyginti su pradiniais duomenimis, judriojo kalio kiekis buvo vidutiniškai didesnis (25,4 %) mažo nei vidutinio (12,5 %) humusingumo dirvožemyje. Visose žemdirbystės sistemose (B veiksnys) taikytų agropriemonių atžvilgiu vidutiniškai teigiamo poveikio judriojo kalio kiekio pokyčiams dėl didesnio dirvožemio humusingumo nebuvo. Po taikytų agropriemonių nevienodo humusingumo (A_1 ir A_2 fonų) dirvožemio kalio kiekio skirtumas buvo neesminis – 4,5 %, o prieš bandymo įrengimą vidutinio humusingumo dirvožemyje jis buvo iš esmės – 23,1 % – didesnis nei mažo humusingumo.

Išvados

1. Daugiamečių žolių biomasėje sukauptų sausųjų medžiagų ir maisto elementų kiekis tiesiogiai nepriklauso nuo dirvožemio humusingumo, nes jų vystymuisi turi įtakos antsėlio derlingumas: didėjant humuso kiekiui, antsėlio derlingumas didėja, o įsėlinių žolių pasėlio kokybė prastėja.

2. Esant abiem humusingumo fonams, mėšlo ir žaliosios trąšos įterpimas dirvožemyje pavasarį vidutiniškai padidino mineralinio azoto kaupimąsi: atsinaujinant žieminių kviečių vegetacijai, jo buvo 3,9 % daugiau, palyginti su dirvožemiu, kuriame įterpta vien žalioji trąša.

3. Žieminių kviečių grūdų derlių labiau gausino didesnis dirvožemio humusingumas nei mėšlo ir žaliosios trąšos įterpimas. Tokį mažą mėšlo efektyvumą lėmė lėta organinių medžiagų mineralizacija, būdinga sunkios granuliometrinės sudėties dirvožemiams.

4. Šiaudų mineralizacijai skatinti vėlyvą rudenį panaudojus mažas azoto (N_{30}) normas, jis nebuvo įjungtas į organinius junginius, ir mineralinio azoto kiekis dirvožemyje liko gerokai didesnis nei ten, kur jis įterptas kartu su tarpiniais pasėliais. Dirvožemyje mažiausiai mineralinio azoto liko taikant ekologinės žemdirbystės sistemą ir tarpinius pasėlius auginant popjūtiniu laikotarpiu.

5. Tarpiniuose pasėliuose auginant skirtingomis biologinėmis savybėmis pasižyminčius baltųjų garstyčių ir sėjamųjų grikių, šaknų išskyromis galinčių pasisavinti įvairesnes fosforo formas, mišinius, jų biomasėje buvo sukauptas gerokai didesnis fosforo ir kalio kiekis, palyginti su baltųjų garstyčių monopasėliu.

6. Humuso pokyčiai taikant įvairias žemdirbystės sistemas buvo nežymūs, tai lėmė per tumpas huminifikacijos procesų laikotarpis sunkaus priemolio dirvožemyje.

7. Taikant ekologinę ir tausojamąją žemdirbystės sistemas, dirvožemyje reikšmingas judriojo fosforo padidėjimas – 52,5 ir 41,5 %, palyginti su buvusiu prieš bandymo įrengimą, buvo į mažo humusingumo dirvožemį įterpus 40 t ha^{-1} mėšlo ir po žieminių kviečių nuėmimo tarpiniuose pasėliuose baltąsias garstyčias auginant monopasėlyje arba kartu su sėjamaisiais grikiais.

Vidutinio humusingumo dirvožemyje, esant didesniam žieminių kviečių derliui, ir ekologinėje, ir tausojamojoje žemdirbystėje naudojant vien organines trąšas, judriojo fosforo kiekis gerokai sumažėjo, tik tausojamosios žemdirbystės sistemos su vidutinėmis $N_{60}P_{60}K_{60}$ trąšų normomis taikymas lėmė stabilų judriojo fosforo kaupimąsi dirvožemyje.

8. Taikant ekologinę žemdirbystės sistemą, mažo ir vidutinio humusingumo dirvožemyje teigiami kalio kiekio pokyčiai buvo didesni įterpus žaliąją trąšą ir 40 t ha^{-1} mėšlo nei vien tik žaliąją trąšą ir prilygo kalio kiekiui, susikaupusiam taikant tausojamąją žemdirbystės sistemą ir įterpus žaliąją trąšą bei $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Gauta 2008 09 09
Pasirašyta spaudai 2009 03 04

LITERATŪRA

1. Arlauskienė A., Maikštėnienė S. Ankštinių augalų, kaip priešsėlių, reikšmė azoto apytakos ciklui sėjomainos grandyje // Žemdirbystė-Agriculture. – 2007, t. 4, Nr. 3, p. 100–112

2. Bagdonienė V., Arlauskienė E. A., Šlepetienė A. Mėšlo ir mineralinių trąšų efektyvumas sėjomainoje // Žemdirbystė-Agriculture. – 1998, t. 63, p. 70–81

3. Bhogal A., Rochford A. D., Sylvester-Bradley R. Net changes in soil and crop nitrogen in relation to the performance of winter wheat given-ranging annual nitrogen applications at Ropsley, UK. // Journal of Agricultural Science. – 2000, vol. 135, p. 139–149

4. Bučienė A. Žemdirbystės sistemų ekologiniai ryšiai. – Klaipėda, 2003. – 176 p.

5. Dexter A. R., Arvidsson J., Czyz E. A. et al. Respiration rates of soil aggregates in relation to tillage and straw-management practices in the field // Acta Agriculturae Scandinavica / Soil and Plant Science. – 1999, vol. 49, p. 193–200

6. Freyer B. Fruchtfolge – konventionall, integrient, biologisch. – Stuttgard, 2003. – 221 S.

7. Gerzabek M. H., Pichlmayer F., Kirchmann H. et al. The response of soil organic matter to manure amendments in long-term experiment at Ultuna, Sweden // European Journal of Soil Science. – 1998, vol. 48, No. 2, p. 273–282

8. Hoffmann M., Johnsson H. Nitrogen leaching from agricultural land in Sweden. Model calculated effects of measures to reduce leaching loads // Ambio. – 2000, vol. 29, p. 67–73

9. Kankanen H., Kangas A., Mela T. et al. Timing incorporation of different green manure crops to minimize the risk of nitrogen leaching // Agricultural and Food Science in Finland. – 1998, vol. 7, p. 553–567

10. Lietuvos dirvožemių agrocheminės savybės ir jų kaita. – Kaunas, 1998. – 195 p.

11. Lutzow M. V., Kögel-Knabner I., Efschmitt K. et al. Flessa Stabilization of organic matter in temperate soils: mechanisms and their relevance under different soil conditions // European Journal of Soil Science. – 2006, vol. 57, iss. 4, p. 426–445

12. Magid J., Kjaergaard C. Recovering decomposing plant residues from the particulate soil organic matter fraction: size versus density separation / Biology and Fertility of Soils. – 2000, vol. 33, iss. 3, p. 252–257

13. Maikštėnienė S., Arlauskienė A. Sustainable cropping system for the solution of environment protection problems // Ekologija. – 2007, Nr. 1, p. 89–97

14. Maikštėnienė S., Krištaponytė I., Masilionytė L. Ilgalaikio tręšimo sistemų poveikis glėjiškų rudžemių našumo pagrindinių parametrų pokyčiams // Žemdirbystė-Agriculture. – 2008, t. 95, p. 23–39

15. Marcinkonis S., Pranaitis K., Lisova R. Studies on various buckwheat biomasses // 16th international symposium of the International Scientific Centre of Fertilisers (CIEC) / Mineral versus organic fertilisation: conflict or synergism. – Ghent, 2007, p. 336–341

16. Mažvila J., Vaišvila Z., Arbačiauskas J. ir kt. Augalų derliaus ir jo kokybės priklausomumas nuo ilgalaikio tręšimo azotu, fosforu ir kaliu smėlingame priemolyje // Žemdirbystė-Agriculture. – 2007, t. 94, Nr. 3, p. 3–17

17. Molina J. A. E., Crocker G. J., Grace P. R. et al. Simulating trends in soil organic carbon in long-term experiments using the NCSOIL and NCSWAP models // Geoderma. – 1997, vol. 81, p. 91–107

18. Nieder R., Benbi D. K., Isermann K. Soil organic matter dynamics / Handbook of processes and modeling in the soil-plant system. – 2003, p. 345–409

19. Robin D. Usefulness of organic profiles for evaluating the stable organic matter fraction produced during decomposition in soil and the classification of organic manures / Agronomie. – 1997, vol. 17, p. 157–171

20. Šlepetienė A., Šlepetys J., Kavoliutė F. ir kt. Anglies, azoto, fosforo ir sieros pokyčiai Vakarų Žemaitijos natūraliose bei įvairiose agrarinėse žemėnaudose // Žemdirbystė-Agriculture. – 2007, t. 94, Nr. 3, p. 90–99

21. Tarakanovas P., Raudonius S. Agronominių tyrimų statistinė analizė taikant kompiuterines programas *Anova* iš paketo *Selekcija*. – Akademija (Kėdainių r.), 2003. – 57 p.

22. Tripolskaja L. Organinės trašos ir ju poveikis aplinkai. – Akademija (Kėdainių r.), 2005. – 216 p.

23. Velykis A., Satkus A., Šlepetienė A., Svirskienė A. Agropriemonės sunkių dirvožemių armens ir poarmenio savybėms gerinti // Žemdirbystė-Agriculture. – 2003, t. 81, Nr. 1, p. 142–155

24. Пестряков В. К. Окультуривание почв Северо-Запада. – Ленинград, 1977. – 343 с.

25. Пономарева В. В., Плотникова Т. А. Гумус и почвообразование. – Москва, 1980. – 220 с.

26. Семенов В., Иваникова Л., Кузнецова Т. и др. Разложение и минерализация фитомассы в серой лесной почве: кинетический анализ // Почвоведение. – 2001, № 5, с. 569–577

ISSN 1392-3196
Zemdirbyste-Agriculture, vol. 96, No. 1 (2009), p. 3–22
UDK 631.442.4:631.582:631.47:631.86/.7

CHANGES IN HEAVY LAOM *CAMBISOL'S* PRODUCTIVITY PARAMETERS AS AFFECTED BY THE REPLACEMENT OF INTENSIVE AGRICULTURE BY SUSTAINABLE OR ORGANIC AGRICULTURE

S. Maikštėnienė, L. Masilionytė , I. Krištaponytė

Summary

Experiments were conducted at the Lithuanian Institute of Agriculture's Joniškėlis Research Station on a heavy loam *Endocalcari-Endohypogleic Cambisol* (*CMg-n-w-can*). The changes in major agrochemical parameters of the soil differing in humus status as influenced by fertilisation practices of organic and sustainable cropping systems were investigated in a four-course crop rotation including perennial grasses – red clover (*Trifolium pratense* L.), lucerne (*Medicago sativa* L.) and meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.)→winter wheat (*Triticum aestivum* L.)→peas (*Pisum sativum* L.)→barley (*Hordeum vulgare* L.) with undersown perennial grasses. A mixture of white mustard (*Sinapis alba* L.) and lupine (*Lupinus angustifolius* L.), oil radish (*Raphanus sativus* var. Oleifera L.), California bluebell (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) and buckwheat (*Fagopyrum exculentum* Moench.) was grown as a catch crop.

It was found that when crops with different biological properties – mixtures of white mustard and buckwheat whose root exudates can make various forms of phosphorus more available to plants had been grown, their biomass and soil ploughlayer accumulated considerably higher contents of phosphorus compared with white mustard monocrop. In heavy loam *Cambisol* with low or moderate humus content, having incorporated aftermath of perennial grasses into the soil as green manure and 40 t ha^{-1} of farmyard manure, in spring, before winter wheat vegetation N_{min} content that remained in the soil was by on average 3.9 % higher than that in the treatments where biomass of only perennial grasses had been incorporated as green manure. In the sustainable cropping system, having used a low nitrogen rate (N_{30}) to promote straw mineralization, in late autumn it was not fixed into organic substance and N_{min} content was markedly higher than in the treatments where it was incorporated together with catch crops.

Key words: gleyic cambisol, organic and sustainable agriculture, green manure, farmyard manure, nutrients.