

## TARPINIŲ PASĖLIŲ IR ŠIAUDŲ ĮTAKA VASARINIŲ MIEŽIŲ MITYBAI AZOTU BEI DIRVOŽEMIO HUMUSO SUDĖČIAI

Aušra ARLAUSKIENĖ<sup>1</sup>, Stanislava MAIKŠTĖNIENĖ<sup>1</sup>, Alvyra ŠLEPETIENĖ<sup>2</sup>

Lietuvos žemdirbystės institutas

<sup>1</sup>Joniškėlis, Pasvalio r. sav.

El. paštas: joniskelio\_lzi@post.omnitel.net

<sup>2</sup>Instituto al. 1, Akademija, Kėdainių r. sav.

El. paštas: alvyra@lzi.lt

### Santrauka

Lietuvos žemdirbystės instituto Joniškėlio bandymų stotyje sunkaus priemolio glėjiškame rudžemyje (RDg4-k2), *Endocalcari-Endohypogleic Cambisol (CMg-n-w-can)*, 2003–2005 m. atlikti tyrimai, siekiant nustatyti tarpiniuose pasėliuose augintų raudonųjų dobilų (*Trifolium pratense* L.), baltųjų dobilų (*Trifolium repens* L.) mišinio su gausiažiedėmis svidrėmis (*Lolium multiflorum* Lamk.) bei baltųjų garstyčių (*Sinapis alba* L.) biomasės ir šiaudų, panaudotų trąšai, įtaką vasarinių miežių mitybai azotu bei dirvožemio humuso sudėčiai, organinės medžiagos humifikacijos laipsniui. Pirmaisiais metais po raudonųjų dobilų biomasės įterpimo mineralinio azoto kiekis dirvožemyje ir azoto sukauptas vasarinių miežių grūdų derliuje padidėjo iš esmės. Tarpinių pasėlių ir vienos biomasės, ir kartu su šiaudais įterpimas gerokai padidino judriųjų huminių rūgščių kiekį, palyginti su buvusiu prieš bandymo įrengimą. Antraisiais poveikio metais kartu su šiaudais įterpta tarpinių pasėlių biomasė dirvožemyje padidino sąlygiškai stabilių huminių rūgščių frakcijų (HR 2, HR 3) kiekį. Didžiausias  $C_{HR}$  bei  $C_{FR}$  santykis ir dirvožemio organinės medžiagos humifikacijos laipsnis nustatytas raudonųjų dobilų biomasę įterpus kartu su šiaudais.

Reikšminiai žodžiai: tarpiniai pasėliai, šiaudai, azotas, humuso sudėtis, vasariniai miežiai.

### Įvadas

Lietuvos derlingų dirvožemių regionuose vyrauja prekiniai chemizuoti augalininkystės ūkiai, kuriuose daugiausia auginami javai ir rapsai. Tokiuose augalininkystės ūkiuose susikaupia didelis kiekis šalutinės produkcijos – šiaudų (iki 6 t ha<sup>-1</sup> ir daugiau), kurie dažniausiai naudojami trąšai. Tačiau jų mineralizacija ir įjungimas į dirvožemio organinius junginius, pasėlių struktūroje esant dideliame javų kiekiui, yra problemiškas. Visų pirma, kaip trąšą naudojant miglinių javų šiaudus, į dirvožemį patenka turtingos anglies organinės medžiagos, kurių C ir N santykis yra pakankamas /Jensen et al., 2005/. Todėl pirmaisiais šiaudų irimo tarpsniais su jais įterptas per mažas kiekis azoto yra nepakankamas mineralizacijai ir neužtikrina normalios mikroorganizmų medžiagų apykaitos, o kartu ir šiaudų skaidymo /Moran et al., 2005/. Daugelio tyrėjų duomenimis, šiuo šiaudų skaidymosi tarpsniu būtina papildomai įterpti azoto trąšų, kad padidėtų

dirvožemio biologinis aktyvumas bei šiaudų mineralizacija /Berez et al., 2004; Hege, Offenberger, 2006; Wiedow et al., 2007/. Šiauduose sumažėjus lengvai skaidomų organinių anglies junginių, mažėja ir medžiagų apytakos (metabolizmo) greitis bei azoto poreikis, todėl vėlesniais įterptų organinių medžiagų skaidymo tarpsniais jo greitį ir trukmę lemia biomasėje esantys lėtai irstantys, sąlygiškai atsparūs skilimui junginiai (celiuliozė, ligninas ir kt.) /Tejtr, 1991/. Kad suskaidytų sunkiai irstančius organinius junginius, mikroorganizmams reikia gerokai didesnių energijos sąnaudų /Dilly et al., 2004/. Pastebėta, kad lėtai besiskaidantis ligninas ir jo skilimo produktai labiau humifikuojasi nei greitai metabolizuojami organiniai junginiai. Daugelio autorių duomenimis, patekusios į dirvą organinės medžiagos 80–90 % mineralizuojasi ir tik 10–20 % humifikuojasi /Попов и др., 1988; Tejtr, 1991/. Negalima neįvertinti ir greitai metabolizuojamų organinių junginių: jie taip pat yra svarbūs ekosistemos veiklai ir stabilumui /Tejtr, 1991/. Kita vertus, įvairių organinių medžiagų įterpimas į dirvožemį spartina mikrobiologinių procesų intensyvumą ir didina N<sub>2</sub>O bei CO<sub>2</sub> emisiją /Vinther et al., 2004/. Lietuvos tyrėjų duomenimis, CO<sub>2</sub> emisija iš dirvožemio didėja didinant mineralinių trąšų, ypač azoto, normas ir dirvožemyje kaupiantis organinei angliai /Feizienė, Kadžienė, 2008/.

Lietuvoje ir užsienio šalyse atlikta nemažai tyrimų, ieškant optimalių šiaudų panaudojimo technologijų augalų mitybai optimizuoti ir dirvožemio humusingumui didinti /Garnier et al., 2003; Shino, Nishio, 2005; Šlepetienė, Kinderienė, 2007; Tripolskaja ir kt., 2008/. Daugelis tyrėjų šiaudus pasitelkia kaip tyrimo objektą į dirvožemį įterptų organinių medžiagų biotransformavimo modeliui tirti ir tobulinti /Bertrand et al., 2006/.

Lietuvos žemdirbystės instituto Joniškėlio bandymų stotyje sunkaus priemolio rudžemyje atlikti tyrimai parodė, kad užarta didelė javų šaknų, ražienų arba šiaudų masė skaidosi labai lėtai ir po metų išlieka mažai pakitusi. Tam turi įtakos ir didelis sunkios granulometrinės sudėties dirvožemio molio dalelių kiekis, lemiantis jo struktūros, tankio, poringumo (stambių, vidutinių ir smulkių porų santykio), vandens režimo ypatumus /Velykis ir kt., 2005/. Šios savybės daro įtaką dirvožemio cheminiams, biologiniams bei fiziniams procesams, kurie vyksta tuo pačiu metu ir veikia vienas kitą /Franko, 1997; Chigarev, Karotchanka, 2002/. Be to, mineralinių trąšų azotas, nors ir nedidelę jo normą lietingą ir šiltą rudenį išbėrus ant neįterptų šiaudų, nebuvo sunaudotas jų mineralizacijai ir migravo į gilesnius dirvožemio sluoksnius /Tripolskaja, 2005/.

Tyrimų tikslas – nustatyti tarpiniuose pasėliuose augintų išėlinių bei posėlinių augalų biomasės, naudojamos žaliajai trąšai, ir jų derinių su šiaudais įtaką vasarinių miežių mitybai azotu bei dirvožemio humuso sudėčiai, organinės medžiagos humifikacijos laipsniui.

### **Sąlygos ir metodai**

Lietuvos žemdirbystės instituto Joniškėlio bandymų stotyje atlikti 2003 m. įrengto dviejų veiksmų lauko bandymo tyrimai, taikytų priemonių poveikis stebėtas dvejus – 2004 ir 2005 – metus. Bandymai įrengti giliau karbonatingame giliau glėjiškame rudžemyje (RDg4-k2), *Endocalcari-Endohypogleic Cambisol (CMg-n-w-can)*, kurio dirvodarinė uoliena – limnoglacialinis molis. Dirvožemis pagal granulometrinę sudėtį – sunkus priemolis ant dulkiškojo molio su giliau esančiu smėlingu priemoliu

( $p_2/m/p_1$ ). Armens agrocheminė charakteristika:  $pH_{KCl} - 6,6$ , judriųjų  $P_2O_5$  ir  $K_2O$  – atitinkamai 118–128 ir 213–219  $mg\ kg^{-1}$  dirvožemio,  $N_{sum.} - 0,156\ \%$ ,  $C_{org.} - 1,38\ \%$ .

Tyrimų schema:

A veiksnys – žieminių kviečių šiaudų panaudojimas:

$A_1$  – šiaudai išvežti iš lauko,

$A_2$  – šiaudai susmulkinti ir paskleisti.

B veiksnys – tarpiniai pasėliai:

$B_1$  – be tarpinių pasėlių, ražienos neskustos (kontrolinis variantas  $A_1$  fone),

$B_2$  – be tarpinių pasėlių, ražienos skustos,

$B_3$  – išėliniai raudonieji dobilai (*Trifolium pratense* L.),

$B_4$  – išėlinių baltųjų dobilų (*Trifolium repens* L.) ir gausiažiedžių svidrių (*Lolium multiflorum* Lamk.) mišinys,

$B_5$  – posėlinės baltosios garstyčios (*Sinapis alba* L.).

Tyrimai atlikti sėjomainos grandyje, kurioje gausu miglinių javų: žieminiai kviečiai ir tarpiniai pasėliai → vasariniai miežiai → vasariniai miežiai. Bandymų laukeliuose auginti žieminės veislės 'Ada' paprastieji kviečiai (*Triticum aestivum* L.) ir vasarinės veislės 'Ūla' paprastieji miežiai (*Hordeum vulgare* L.). Tarpiniuose pasėliuose auginti išėliniai augalai – raudonieji dobilai 'Vyliai' (sėklos norma – 15  $kg\ ha^{-1}$ ) ir baltųjų dobilų 'Atoliai' bei gausiažiedžių svidrių 'Rapid' mišinys (sėklos norma – atitinkamai 8 ir 7  $kg\ ha^{-1}$ ) – įsėti į žieminius kviečius anksti pavasarį, kai tik buvo galima įdirbti dirvą, sėjama su specialiais priedais prie pleištinų noragėlių smulkioms sėkloms įsėti į susigulėjusią dirvą. Posėliniai augalai (baltosios garstyčios, sėklos norma – 18  $kg\ ha^{-1}$ ) sėti tą pačią dieną nuėmus kviečius, o šiaudus išvežus arba susmulkinus ir paskleidus ( $A$  veiksnys). Baltųjų garstyčių (esant abiem šiaudų panaudojimo būdams,  $B_5$  veiksnys) optimaliam augimui ir šiaudų (5 t  $ha^{-1}$ ) mineralizacijai ( $A_2$  veiksnys) po jų sėjos išberta amonio salietra (+ $N_{45}$ ). Spalio viduryje tarpinių pasėlių augalai susmulkinti lėkštiniais skutikliais ir užarti. Įterpus tarpinių pasėlių augalus, kitais metais auginti vasariniai miežiai (šiaudai išvežti iš lauko) pagal rekomenduojamą agrotechniką, tręšta  $N_{70}P_{60}K_{60}$ .

Tarpinių pasėlių augalų šaknų masei nustatyti prieš biomasės įterpimą iš visų laukelių dviejų vietų (pirmojo ir trečiojo pakartojimų) paimti dirvožemio monolitai (24 cm x 25 cm x 25 cm). Jie nuplauti vandens vonelėse, naudojant sietą su kvadratinėmis 2 mm dydžio akutėmis. Tarpinių pasėlių antžeminės dalies masė nustatyta kiekvieno laukelio keturiose vietose 0,25  $m^2$  dydžio aikštelėse nupjovus ir pasvėrus augalų masę. Augalų antžeminės dalies bei šaknų masė pasverta ir perskaičiuota į sausąsias medžiagas.

Dirvožemio ėminiai mineraliniam azotui ( $N-NO_3 + N-NH_4$ ) nustatyti imti kasmet anksti pavasarį, prieš sėjant miežius, iš dirvožemio 0–40 cm sluoksnio. Cheminiai tyrimai atlikti LŽI Cheminių tyrimų laboratorijoje. Dirvožemyje amoniakinis azotas nustatytas spektrometriškai aparatu „Carry 50“, nitratų azotas – jonometriniu metodu (ISO/TS 14256-1:2003). Ėminiai dirvožemio organinės anglies, humuso sudėties, suminio azoto tyrimams paimti prieš bandymo įrengimą ir kasmet po vasarinių miežių derliaus nuėmimo iš dirvožemio 0–25 cm sluoksnio. Dirvožemio organinė anglis ( $C_{org.}$ )

nustatyta Tiurino metodu, humuso frakcinė sudėtis – V. Ponamariovos ir T. Plotnikovos modifikuotu Tiurino metodu /Понамарева, Плотникова, 1980/, suminis azotas ir tarpinių pasėlių augalų biomasės bei vasarinių miežių grūdų azotingumas – Kjeldalio metodu (ISO 11261:1995).

Įsėliniai tarpinių pasėlių augalai, pasėti balandžio pradžioje, gerai sudygo, gegužės ir birželio mėnesių optimalaus drėgnumo hidroterminės sąlygos (hidroterminis koeficientas (HTK) – atitinkamai 1,5 ir 1,4) lėmė gerą jų išišaknijimą bei augimą. Todėl liepos mėnesio sausesnės hidroterminės sąlygos (HTK – 0,7) neigiamos įtakos augalų augimui jau nebeturėjo. Posėliniams tarpinių pasėlių augalams sudygti sąlygos buvo mažiau palankios. Baltosios garstyčios, pasėtos rugpjūčio 5 d., dėl drėgmės trūkumo (pirmojo ir antrojo dešimtadienio HTK – atitinkamai 0,07 ir 0,8) ilgokai dygo, tačiau trečiąjį dešimtadienį, esant pertekliniam drėgnumui, jų dygimas ir augimas paspartėjo. Tam turėjo įtakos ir palyginti šilti orai. Maksimali rugpjūčio mėnesio paros oro temperatūra buvo daugiau nei +20 °C šilumos. Oro temperatūra ryškiau pradėjo kristi tik trečiojo dešimtadienio pabaigoje, kai minimali buvo kiek mažesnė nei +10 °C. Tokia paros nakties oro temperatūra išliko visą rugsėjo mėnesį, nors dienomis vis dar buvo šilta (+13–22,5 °C). Minimali paros oro temperatūra žemiau +5 °C nukrito tik rugsėjo paskutinį dešimtadienį. Tyrimo laikotarpio vidutinė paros oro temperatūra ir kritulių kiekis pateikti 1 lentelėje. Rugsėjis buvo sausas. Įterpus tarpinių pasėlių biomasę, lapkritį ir gruodį orai vėjo, tačiau tebebuvo ganėtinai šilti, palyginti su daugiamečiu vidurkiu. Gruodžio mėnesio vidutinė paros oro temperatūra buvo teigiama, o kritulių kiekis mažai skyrėsi, palyginti su daugiamečiu vidurkiu. Tačiau sausas ir vasaris buvo šalti. Atšilo anksčiau – kovo mėnesio vidutinė paros temperatūra, palyginti su daugiamečiu vidurkiu, buvo 1,5 °C aukštesnė. 2004 m. žiemą ir ankstyvą pavasarį kritulių buvo mažiau (balandį iškrito tik 8,3 mm kritulių), palyginti su daugiamečiu vidurkiu, todėl maisto medžiagų išplovimo tikimybė buvo nedidelė. Pagrindiniu augalų augimo tarpsniu (gegužės–liepos mėnesiais) oras buvo vėsesnis. Gegužės mėnuo išsiskyrė didesniu kritulių nuokrypiu nuo daugiamečio vidurkio, nes jų iškrito tik pusė mėnesio normos. Laikotarpiu po derliaus nuėmimo (rugpjūčio–spalio mėnesiais) vidutinė paros oro temperatūra nesiskyrė nuo daugiamečio vidurkio, tačiau spalio buvo lietingas – kritulių kiekis du kartus viršijo daugiametį vidurkį. 2004–2005 m. žiema buvo šiltesnė (ypač sausas, kai oro temperatūra buvo 4,3 °C aukštesnė) nei įprasta. 2005 m. šalčiausi mėnesiai buvo vasaris ir kovas (šio mėnesio vidutinė paros oro temperatūra buvo 3,1 °C žemesnė). Atšilo tik balandį, prieš augalų sėją. Gegužę ir birželį, kai javai intensyviai auga ir iš dirvožemio ima maisto medžiagas, kritulių kiekis bei vidutinė paros oro temperatūra mažai skyrėsi, palyginti su daugiamečiu vidurkiu. Tačiau liepa buvo šiltesnė (1 °C) ir sausesnė (kritulių iškrito tik ketvirtadalis mėnesio normos), palyginti su daugiamečiu vidurkiu.

**1 lentelė.** Meteorologinės tyrimų laikotarpio sąlygos

**Table 1.** Meteorological conditions during the experimental period  
Joniškėlis, 2003–2005 m.

Mėnuo / Month	Vidutinė paros oro temperatūra °C Mean daily air temperature °C				Kritulių suma mm Sum of precipitation mm			
	2003	2004	2005	daugia- metis vidurkis long- term mean	2003	2004	2005	daugia- metis vidurkis long- term mean
Sausis / January	-5,9	-7,7	-1,5	-5,8	15,3	19,6	23,4	30,9
Vasaris / February	-6,4	-3,4	-7,1	-5,6	9,8	30,0	16,2	24,6
Kovas / March	-0,3	0,4	-4,2	-1,1	1,4	31,7	28,9	27,3
Balandis / April	4,2	6,4	7,5	6,2	37,1	8,3	28,9	37,4
Gegužė / May	12,3	10,3	12,0	12,3	56,1	25,2	49,9	45,6
Birželis / June	14,1	13,8	14,3	15,6	57,2	64,0	57,5	59,4
Liepa / July	19,8	16,1	18,2	17,2	45,1	68,0	17,8	69,2
Rugpjūtis / August	16,5	17,4	16,4	17,1	50,6	56,0	79,5	67,9
Rugsėjis / September	12,2	12,4	13,7	12,0	29,5	69,8	31,0	57,9
Spalis / October	3,7	7,0	7,3	6,3	50,5	94,0	15,7	45,5
Lapkritis / November	2,8	-0,3	2,3	1,4	49,7	32,3	17,9	42,7
Gruodis / December	0,5	0,4	-2,1	-3,0	23,4	34,2	31,6	39,0

Tyrimų duomenys įvertinti dispersinės ir koreliacinės bei regresinės analizės metodais, naudojant programų paketą *Selekcija* /Tarakanovas, Raudonius, 2003/.

**Rezultatai ir jų aptarimas**

**Tarpiniai pasėliai.** Kompleksinis aplinkos veiksnių poveikis ne kasmet yra palankus posėliniams augalams sudygti ir užauginti vertingą tarpinį pasėlį. Literatūros duomenimis, augalų pasisavinimas nitrato azoto, kaip ir daugelio kitų elementų, didėja kylant temperatūrai. Vasaros pabaigos ir rudens pradžios laikotarpiu mažėja augalo dalių, aktyviai dalyvaujančių fotosintezės procese, apšvietimas ir kartu antžeminės dalies bei šaknų masės augimas. Todėl vidutinės paros temperatūros, apšvietimo mažėjimas, drėgmės trūkumas skatina vienamečius augalus greičiau pereiti į žydėjimo ir brendimo tarpsnį, o ne auginti didelę vegetatyvinę masę, kas svarbu tarpinių pasėlių augalams. Įsėlinės pupinės žolės arba jų mišiniai su miglinėmis turi ilgesnį vegetacijos laikotarpį ir augalams palankų aplinkos veiksnių kompleksą sudygti, augti ir formuoti antžeminės dalies masę, palyginti su posėliniais augalais. Todėl tinkamai parinkus daugiamečių žolių antsėlio (javų) sėklų ir azoto trąšų normas, įsėlinių tarpinių pasėlių sudygimas ir antžeminės dalies masės derlius būna stabilesnis /Arlauskienė, Maikštėnienė, 2008/. Tyrimų laikotarpiu įsėliniai ir posėliniai tarpinių pasėlių augalai užaugino nemažą antžeminės dalies masės derlių (2 lentelė). Iš esmės mažesnė antžeminės dalies masė buvo baltųjų dobilų ir gausiažiedžių svidrių mišinio, palyginti su raudonaisiais dobilais.

Augalų šaknys, kurios yra sąlygiškai atsparios skaidymui, palyginti su antžemine dalimi, 0–24 cm dirvožemio sluoksnyje sudarė 39,3–48,2 % visos augalų biomasės.

Vienas svarbiausių augalų biomasės rodiklių, lemiančių jos skaidymą, yra joje sukauptas kiekis azoto. Vidutiniais duomenimis, tarpinių pasėlių antžeminėje dalyje azoto buvo sukaupta du kartus daugiau, palyginti su šaknimis. Tačiau žinotina, kad skiriasi pupinių bei miglinių (auginamų mišinyje su pupiniais) ir bastutinių augalų mitybos azotu šaltiniai. Raudonieji ir baltieji dobilai didžiausią kiekį (2/3) azoto kaupia iš atmosferos, o gausiažiedės svidrės – iš dirvožemio ir pupinių augalų, baltosios garstyčios – iš mineralinių azoto trąšų (prieš sėją jos buvo patreštos pradine azoto trąšų norma – N<sub>45</sub>) ir dirvožemio. Todėl po javų derliaus nuėmimo azotui sukaupti iš dirvožemio vertingesni yra baltųjų garstyčių ir baltųjų dobilų su gausiažiedėmis svidrėmis mišinio tarpiniai pasėliai.

**2 lentelė.** Tarpinių pasėlių augalų fitomasė ir joje sukaupto azoto kiekis  
**Table 2.** Biomass of catch crops and nitrogen content accumulated in it  
Joniškėlis, 2003 m.

Tarpinių pasėlių augalai <i>Catch crop</i>	Antžeminės dalies masė <i>Aboveground mass</i>			Šaknų masė / <i>Root mass</i>		
	SM t ha <sup>-1</sup> DM t ha <sup>-1</sup>	azoto kiekis kg ha <sup>-1</sup> nitrogen content kg ha <sup>-1</sup>	C:N	SM t ha <sup>-1</sup> DM t ha <sup>-1</sup>	azoto kiekis kg ha <sup>-1</sup> nitrogen content kg ha <sup>-1</sup>	C:N
Raudonieji dobilai / <i>Red clover</i>	3,00	105,1	12,5	2,53	44,3	17,1
Baltųjų dobilų ir gausiažiedžių svidrių mišinys <i>Mixture of white clover and Italian ryegrass</i>	2,32	58,9	18,9	2,16	35,4	18,4
Baltosios garstyčios <i>White mustard</i>	3,42	74,9	19,3	2,21	38,6	21,2
Vidutiniškai / <i>Average</i>	2,91	79,6	16,9	2,30	39,4	18,9
R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	0,559	10,75		0,593	9,91	
Žieminių kviečių šiaudai <i>Straw of winter wheat</i>	5,0	20,5	108,6			

**Augalų mityba azotu.** 2004 m. pavasarį, po tarpinių pasėlių biomasės ir šiaudų įterpimo, nustatytas mineralinio azoto (N<sub>min.</sub>) kiekis dirvožemio 0–40 cm sluoksnyje (3 lentelė). Vidutiniais duomenimis, šiaudus išvežus iš lauko, dirvožemyje N<sub>min.</sub> kiekis turėjo tendenciją didėti, palyginti su duomenimis šiaudus panaudojus trąšai. Rudenį šiaudus paskleidus ant dirvos, jų mineralizacijai išbėrus mineralinių azoto trąšų ir neįterpus skutikliu į dirvą (įterpta tik rudeninio arimo metu), pavasarį N<sub>min.</sub> kiekis padidėjo 14,0 %, palyginti su kontrolinio laukelio. Šiaudus panaudojus kitais būdais (nuskutus ražienas, įterpus raudonųjų dobilų ar baltųjų garstyčių biomasę), azotas buvo imobilizuotas mikroorganizmų biomasėje ir jo kiekis dirvožemyje gerokai sumažėjo, palyginti su kontrolinio laukelio. Tai galėjo lemti pakankamas įterptų organinių medžiagų (šiuo

atveju šiaudų) anglies ir azoto santykis (C:N), kai trūkstant azoto organinėms medžiagoms skaidyti mikroorganizmai jį naudoja iš dirvožemio. Dirvožemyje iš esmės (2,5 karto) daugiau  $N_{min}$  buvo įterpus vien tik raudonųjų dobilų biomasę, palyginti su laukeliais be tarpinių pasėlių. Ražienų skutimas dirvožemyje suaktyvino mikrobiologinius procesus, todėl  $N_{min}$  kiekis padidėjo 34,5 %. O šiaudus (+ $N_{45}$ ) įterpus skutikliu, jiems skaidyti mikroorganizmai panaudojo dalį dirvožemio azoto, todėl  $N_{min}$  kiekis sumažėjo 10,1 %. Įterpus nepupinių augalų – baltųjų garstyčių (+ $N_{45}$ ) – biomasę, mineralinio azoto kiekis sumažėjo, o baltųjų dobilų mišinio su gausiažiedėmis svidrėmis biomasė jo kiekį nežymiai padidino, nepriklausomai, ar šiaudai buvo naudoti trąšai, ar ne.

**3 lentelė.** Mineralinio azoto kiekio ( $kg\ ha^{-1}$ ) kitimas dirvožemyje (0–40 cm) pirmaisiais ir antraisiais poveikio metais pavasarį, po tarpinių pasėlių biomasės bei šiaudų įterpimo  
**Table 3.** The variation of nitrogen content ( $kg\ ha^{-1}$ ) in the soil (0–40 cm) in the spring of the first and second year after catch crop biomass and straw incorporation  
 Joniškėlis, 2004–2005 m.

Tarpinių pasėlių augalai (B) <i>Catch crop (B)</i>	Šiaudų panaudojimas (A) / <i>Straw use (A)</i>					
	išvežti iš lauko <i>removed from the field</i>		susmulkinti ir paskleisti <i>chopped and spread</i>		vidutiniškai B veiksnio <i>means for factor B</i>	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Be tarpinių pasėlių, ražienos neskustos / <i>Without catch crop, stubble not broken</i>	33,6	41,9	38,3	44,4	36,0	43,1
Be tarpinių pasėlių, ražienos skustos / <i>Without catch crop, stubble broken</i>	45,2	40,0	30,2	43,8	37,7	41,9
Raudonieji dobilai / <i>Red clover</i>	83,9	45,0	28,3	42,6	56,1	43,8
Baltųjų dobilų ir gausiažiedžių svidrių mišinys / <i>Mixture of white clover and Italian ryegrass</i>	35,2	42,2	42,1	42,0	38,6	42,1
Baltosios garstyčios / <i>White mustard</i>	29,9	40,1	29,9	41,7	29,9	40,9
Vidutiniškai A veiksnio <i>Means for factor A</i>	45,5	41,8	33,8	42,9	39,6	42,4
	2004 m. $R_{05} / LSD_{05}$ : A – 8,35, B – 13,21, AB – 18,68					
	2005 m. $R_{05} / LSD_{05}$ : A – 2,49, B – 3,94, AB – 5,57					

Antraisiais taikytų priemonių poveikio (2005) metais pavasarį dirvožemyje  $N_{min}$  buvo vidutiniškai 7,1 % daugiau ir nebuvo sąsajos su pirmųjų metų duomenimis. Ten, kur šiaudai išvežti iš lauko,  $N_{min}$  kiekis sumažėjo (vidutiniškai 8,1 %), o ten, kur jie panaudoti trąšai – padidėjo (vidutiniškai 26,9 %), palyginti su buvusiu pirmaisiais poveikio metais. Dirvožemyje  $N_{min}$  kiekis labiausiai sumažėjo ten, kur šiaudai išvežti iš lauko ir nuskutos ražienos arba tarpiniuose pasėliuose auginti raudonieji dobilai, o šiaudai panaudoti trąšai – augintas baltųjų dobilų ir gausiažiedžių svidrių mišinys, palyginti su atitinkamais pirmųjų metų duomenimis. Dirvožemyje  $N_{min}$  kiekis labiausiai padidėjo kartu su šiaudais įterpus raudonųjų dobilų ar baltųjų garstyčių biomasę arba nuskutus ražienas. Sunkaus priemolio rudžemyje, 0–40 cm sluoksnyje, pavasarį po taikytų

agropriemonių lėta organinių medžiagų mineralizacija lėmė nedidelį  $N_{\min}$ . kiekio įvairavimą. Daugeliu atvejų po šiaudų įterpimo  $N_{\min}$ . kiekis padidėjo.

Joniškėlio bandymų stotyje anksčiau (1997–2001 m.) atlikti tyrimai parodė, kad sunkaus priemolio dirvožemyje  $N_{\min}$ . kiekis pavasarį, po priešsėlių azotinių augalų liekanų ir organinių trąšų įterpimo, buvo nedidelis ir kito nuo 5,59 iki 8,43 mg kg<sup>-1</sup>, arba nuo 33,5 iki 50,6 kg ha<sup>-1</sup>. Dirvožemyje mineralinio azoto kiekis priklausė ne tik nuo įterptų organinių trąšų kiekio bei kokybės, bet ir nuo dirvožemio suminio azoto kiekio, humusingumo, tankio, poringumo bei kitų veiksnių /Arlauskienė, Maikštėnienė, 2004/. Patekusių į dirvą organinių medžiagų mineralizaciją daugiausia lemia rudens, žiemos ir pavasario laikotarpio meteorologinės sąlygos. Dėl šiltėjančio klimato vis dažniau didesnis mineralinio azoto kiekis susikaupia ne augalų vegetacijos laikotarpiu.

Pirmaisiais metais po tarpinių pasėlių biomasės ir šiaudų įterpimo užderėjęs gausus vasarinių miežių derlius (5,27–5,71 t ha<sup>-1</sup>) parodė, kad įterptų organinių medžiagų mineralizacija vyko lėtai, bet nuosekliai ir aprūpino augalus azotu visais jų augimo tarpsniais. Statistinės analizės duomenimis, pavasarį dirvožemyje padidėjus  $N_{\min}$ . kiekiui (x), padidėjo ir azoto (y) sukaupimas vasarinių miežių grūdų derliuje. Ryšys aprašomas lygtimi  $y = 66,02 + 0,23 x$ ;  $r = 0,74$ ,  $P < 0,05$ . Vidutiniais duomenimis, vasarinių miežių grūduose sukaupta iš esmės mažiau (vidutiniškai 6,0 %) azoto šiaudus panaudojus trąšai, palyginti kai jie buvo išvežti iš lauko (4 lentelė).

**4 lentelė.** Azoto (kg ha<sup>-1</sup>) sukaupimas vasarinių miežių grūdų derliuje pirmaisiais ir antraisiais metais po tarpinių pasėlių biomasės bei šiaudų įterpimo

**Table 4.** Accumulation of nitrogen (kg ha<sup>-1</sup>) in spring barely grain yield in the first and second year after catch crop biomass and straw incorporation

Joniškėlis, 2004–2005 m.

Tarpinių pasėlių augalai (B) <i>Catch crop (B)</i>	Šiaudų panaudojimas (A) / <i>Straw use (A)</i>					
	išvežti iš lauko <i>removed from the field</i>		susmulkinti ir paskleisti <i>chopped and spread</i>		vidutiniškai B veiksnio <i>means for factor B</i>	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Be tarpinių pasėlių, ražienos neskustos <i>Without catch crop, stubble not broken</i>	75,28	47,81	75,06	59,02	75,17	53,42
Be tarpinių pasėlių, ražienos skustos <i>Without catch crop, stubble broken</i>	73,38	50,20	69,45	63,46	71,42	56,83
Raudonieji dobilai / <i>Red clover</i>	86,85	51,45	78,42	58,32	82,63	54,89
Baltųjų dobilų ir gausiažiedžių svidrių mišinys / <i>Mixture of white clover and Italian ryegrass</i>	77,20	50,84	70,42	61,50	73,81	56,17
Baltosios garstyčios / <i>White mustard</i>	74,23	45,09	70,22	56,80	72,22	50,95
Vidutiniškai A veiksnio <i>Means for factor A</i>	77,39	49,08	72,71	59,82	75,05	54,45
	2004 m. $R_{05}$ / $LSD_{05}$ : A – 1,824, B – 3,412, AB – 4,826					
	2005 m. $R_{05}$ / $LSD_{05}$ : A – 3,092, B – 5,356, AB – 7,574					



Daugiausia azoto vasarinių miežių grūduose (skirtumas esminis – 15,4 % daugiau, palyginti su kontrolinio laukelio) buvo sukaupta iš rudens įterpus vien tik raudonųjų dobilų biomasę. Šiaudus panaudojus trąšai, vasarinių miežių grūduose daugiausia azoto sukaupta iš rudens šiaudus paskleidus dirvos paviršiuje (jie buvo įterpti tik rudeninio arimo metu) ir išbėrus azoto trąšų ( $N_{45}$ ) ar su jais įterpus azotinę raudonųjų dobilų biomasę. Tai galima paaiškinti, kad tokiu būdu panaudojus šiaudus pradeda mineralizuotis mikroorganizmų sujungtas azotas. Literatūros šaltiniuose teigiama, kad javų derliuje sukaupiami 7–23 % priešsėlio augalų liekanų azoto, ir dalį jo sudaro laikinai mikroorganizmų biomasėje buvęs imobilizuotas azotas /Mayer et al., 2003/. Tačiau vasarinių miežių grūduose iš esmės mažiau (atitinkamai 7,7 ir 6,7 %) azoto buvo šiaudus iš rudens įterpus skutikliu ir kartu su jais – baltųjų garstyčių biomasę, palyginti su kontrolinio laukelio.

Antraisiais poveikio metais, liepos mėnesį užsitęsęs sausras, vasarinių miežių grūdų derlius buvo mažesnis ir siekė 3,09–3,64 t ha<sup>-1</sup>. Jame buvo sukaupta vidutiniškai 27,4 % mažiau azoto, palyginti su pirmaisiais poveikio metais. Tačiau buvo skirtumų dėl taikytų priemonių. Pavasarį, prieš miežių sėją, ryšys su dirvožemio  $N_{min}$  kiekiu buvo silpnas ir neesminis. Šiuo tyrimo laikotarpiu azoto kiekis vasarinių miežių grūduose iš esmės padidėjo (vidutiniškai 21,9 %) šiaudus panaudojus trąšai, palyginti kai jie buvo išvežti iš lauko. Azoto kiekį grūduose iš esmės (22,0–32,7 %) padidino visos taikytos priemonės (ražienų skutimas, tarpinių pasėlių biomasė), panaudotos kartu su šiaudais. Galima teigti, kad skaidantis šiaudams mikroorganizmų imobilizuotą azotą augalai galėjo pasisavinti tik antraisiais metais.

**Dirvožemio suminis azotas, organinė anglis ir humuso sudėtis.** Tyrimo pabaigoje nustatytas taikytų agropriemonių poveikis suminio azoto ( $N_{sum}$ ) ir organinės anglies ( $C_{org}$ ) kiekiui dirvožemyje (5 lentelė). Vidutiniais duomenimis, suminio azoto kiekį nežymiai (0,003 proc. vnt.) padidino šiaudų naudojimas trąšai, palyginti kai jie buvo išvežti iš lauko. Bandymo pabaigoje mažiausiai  $N_{sum}$  dirvožemyje buvo nuskutus ražienas be šiaudų ir su šiaudais, atitinkamai 0,008 ir 0,004 proc. vnt. mažiau, palyginti su kontrolinio laukelio. Dirvožemyje daugiausia suminio azoto buvo trąšai šiaudus panaudojus be ražienų skutimo. Suminio azoto kiekis turėjo tendenciją didėti įterpus raudonųjų dobilų ir baltųjų dobilų bei gausiažiedžių svidrių mišinio biomasę, o baltųjų garstyčių biomasę – tik įterpus kartu su šiaudais, palyginti su kontrolinio laukelio.

Dirvožemyje organinės anglies kiekis daugeliu atvejų didėjo, palyginti su duomenimis prieš bandymo įrengimą, tačiau turėjo tendenciją mažėti, palyginti su kontrolinio laukelio. Priesmėlio paprastajame išplautžemyje atlikti tyrimai parodė, kad javų sėjomainoje humuso balansą stabilizuoja žaliosios trąšos įterpimas vieną kartą per ketverius metus /Tripolskaja ir kt., 2008/. Tyrimų duomenimis, antraisiais poveikio metais organinės anglies kiekį turėjo tendenciją didinti baltųjų dobilų mišinio su gausiažiedėmis svidrėmis ir baltųjų garstyčių biomasės įterpimas, ypač kartu trąšai panaudojus šiaudus, palyginti su duomenimis prieš bandymo įrengimą. Intensyvesnį mineralizacijos procesą lėmė raudonųjų dobilų biomasės įterpimas ir ražienų skutimas.

**5 lentelė.** Suminio azoto (%) ir organinės anglies (%) kiekio kitimas dirvožemyje (0–25 cm) po dvejų metų nuo tarpinių pasėlių biomasės bei šiaudų įterpimo

**Table 5.** The variation of total nitrogen (%) and organic carbon (%) in the soil (0–25 cm) two years after catch crop biomass and straw incorporation

Joniškėlis, 2005 m.

Tarpinių pasėlių augalai (B) <i>Catch crop (B)</i>	Šiaudų panaudojimas (A) / <i>Straw use (A)</i>								
	išvežti iš lauko <i>removed from the field</i>			susmulkinti ir paskleisti <i>chopped and spread</i>			vidutiniškai B veiksnio <i>means for factor B</i>		
	N <sub>sum.</sub>	C <sub>org.</sub>	C:N	N <sub>sum.</sub>	C <sub>org.</sub>	C:N	N <sub>sum.</sub>	C <sub>org.</sub>	C:N
Be tarpinių pasėlių, ražienos neskustos <i>Without catch crop, stubble not broken</i>	0,147	1,46	9,9	0,160	1,39	8,7	0,154	1,43	9,3
Be tarpinių pasėlių, ražienos skustos <i>Without catch crop, stubble broken</i>	0,139	1,42	10,2	0,143	1,33	9,3	0,141	1,38	9,8
Raudonieji dobilai <i>Red clover</i>	0,158	1,39	8,8	0,149	1,40	9,4	0,154	1,40	9,1
Baltųjų dobilų ir gasiažiedžių svidrių mišinys / <i>Mixture of white clover and Italian ryegrass</i>	0,157	1,43	9,1	0,153	1,46	9,5	0,155	1,45	9,3
Baltosios garstyčios <i>White mustard</i>	0,146	1,46	10,0	0,157	1,44	9,2	0,152	1,45	9,6
Vidutiniškai A veiksnio <i>Means for factor A</i>	0,149	1,43	9,6	0,152	1,40	9,2	0,151	1,42	9,4
N <sub>bendr.</sub> R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub> : A – 0,0120, B – 0,0140, AB – 0,0250									
C <sub>org.</sub> R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub> : A – 0,024, B – 0,041, AB – 0,058									

Tyrėjų duomenimis, dirvožemyje vykstantį organinės anglies kitimą geriau atspindi humuso medžiagos – huminės ir fulvorūgštys /Moran et al., 2005/. Huminės rūgštys, palyginti su fulvorūgštimis, yra nevienalytė, heterogeninė ir labiau humifikuota dirvožemio frakcija /Teĭt, 1991/. D. C. Olko (2006) teigimu, iš huminių rūgščių frakcijų į žemės naudojimo kitimą labiausiai reaguoja judriosios huminės rūgštys (HR 1) ir huminės rūgštys, sujungtos su kalciumu (HR 2). Judriųjų huminių rūgščių cheminės sudėties tyrimai parodė, kad jos turi didesnę azoto, sieros bei vandenilio koncentraciją, o tai lemia nepakankamą C:N ir C:S, palyginti su HR 2 sudėtimi. Be to, mažesnė judriųjų huminių rūgščių deguonies koncentracija lemia ir mažesnę (skatinamą mikroorganizmų) organinių medžiagų oksidaciją. Šie rodikliai rodo mažesnę judriųjų huminių rūgščių (HR 1) humifikacijos laipsnį, palyginti su huminėmis rūgštimis, sujungtomis su kalciumu (HR 2). Judriosios huminės rūgštys priskiriamos šviežio bei aktyvaus humuso formoms ir pasižymi spartesne apytaka dirvožemyje /Olk, 2006/. Judrioji dirvožemio organinės medžiagos dalis mikroorganizmų gali būti naudojama kaip anglies ir energijos šaltinis. Šių medžiagų mineralizacijos metu dirvožemis praturtėja maisto elementų, būtinų augalų mitybai ir jų antžeminės masės formavimuisi.

**6 lentelė.** Huminių rūgščių (HR) frakcijų (% C) kitimas dirvožemyje (0–25 cm) pirmaisiais ir antraisiais metais po tarpinių pasėlių biomasės bei šiaudų įterpimo

**Table 6.** The variation of humic acid (HA) fractions (% C) in the soil (0–25 cm) in the first and second year after catch crop biomass and straw incorporation

Joniškėlis, 2004–2005 m.

Tarpinių pasėlių augalai (B) <i>Catch crop (B)</i>	Šiaudų panaudojimas (A) / <i>Straw use (A)</i>							
	išvežti iš lauko <i>removed from the field</i>				susmulkinti ir paskleisti <i>chopped and spread</i>			
	huminės rūgštys / <i>humic acids</i>							
	HR 1	HR 2	HR 3	$\Sigma C_{HR}$	HR 1	HR 2	HR 3	$\Sigma C_{HR}$
Prieš bandymo įrengimą <i>Before establishment of experiment</i>	0,035	0,123	0,257	0,415	0,035	0,123	0,257	0,415
2004 m.								
Be tarpinių pasėlių, ražienos neskustos / <i>Without catch crop,</i> <i>stubble not broken</i>	0,075	0,110	0,240	0,425	0,064	0,103	0,192	0,359
Be tarpinių pasėlių, ražienos skustos <i>Without catch crop, stubble broken</i>	0,079	0,094	0,216	0,389	0,062	0,111	0,225	0,398
Raudonieji dobilai / <i>Red clover</i>	0,086	0,121	0,231	0,438	0,066	0,089	0,243	0,398
Baltųjų dobilų ir gausiažiedžių svidrių mišinys / <i>Mixture of white</i> <i>clover and Italian ryegrass</i>	0,096	0,096	0,243	0,435	0,059	0,105	0,258	0,422
Baltosios garstyčios <i>White mustard</i>	0,083	0,118	0,234	0,435	0,061	0,118	0,243	0,422
Vidutiniškai A veiksnio <i>Means for factor A</i>	0,084	0,108	0,233	0,424	0,062	0,105	0,232	0,400
	HR 1 $R_{05}$ / $LSD_{05}$ : A – 0,005, B – 0,009, AB – 0,013							
	HR 2 $R_{05}$ / $LSD_{05}$ : A – 0,009, B – 0,016, AB – 0,022							
	HR 3 $R_{05}$ / $LSD_{05}$ : A – 0,009, B – 0,015, AB – 0,022							
	$\Sigma_{HR} R_{05}$ / $LSD_{05}$ : A – 0,017, B – 0,030, AB – 0,043							
2005 m.								
Be tarpinių pasėlių, ražienos neskustos / <i>Without catch crop,</i> <i>stubble not broken</i>	0,044	0,161	0,239	0,444	0,034	0,125	0,239	0,398
Be tarpinių pasėlių, ražienos skustos <i>Without catch crop, stubble broken</i>	0,044	0,155	0,226	0,425	0,032	0,127	0,248	0,407
Raudonieji dobilai / <i>Red clover</i>	0,047	0,140	0,230	0,417	0,037	0,140	0,263	0,440
Baltųjų dobilų ir gausiažiedžių svidrių mišinys / <i>Mixture of white</i> <i>clover and Italian ryegrass</i>	0,052	0,141	0,226	0,419	0,030	0,144	0,251	0,425
Baltosios garstyčios <i>White mustard</i>	0,045	0,123	0,254	0,422	0,034	0,137	0,260	0,431
Vidutiniškai A veiksnio <i>Means for factor A</i>	0,046	0,144	0,235	0,425	0,033	0,135	0,252	0,420
	HR 1 $R_{05}$ / $LSD_{05}$ : A – 0,007, B – 0,013, AB – 0,018							
	HR 2 $R_{05}$ / $LSD_{05}$ : A – 0,012, B – 0,021, AB – 0,030							
	HR 3 $R_{05}$ / $LSD_{05}$ : A – 0,009, B – 0,016, AB – 0,022							
	$\Sigma_{HR} R_{05}$ / $LSD_{05}$ : A – 0,019, B – 0,033, AB – 0,046							

Joniškėlio bandymų stotyje atlikti huminių rūgščių frakcinės sudėties tyrimai parodė, kad judriosios huminės rūgštys (HR 1) sudarė 14,0–22,1 % bendro huminių rūgščių kiekio. Palyginti su duomenimis prieš bandymo įrengimą, jų kiekis padidėjo 5,7–13,8 proc. vnt. (6 lentelė). Įterpta turtinga azoto, greitai besimineralizuojanti visų rūšių augalų tarpinių pasėlių biomasė (šiaudus išvežus iš lauko) gerokai padidino (0,008–0,021 % C) judriųjų huminių rūgščių kiekį, palyginti su kontrolinio laukelio. Į dirvožemį įterpus šiaudus (+N<sub>45</sub> arba tarpinių pasėlių biomasė), judriųjų huminių rūgščių kiekis taip pat gerokai padidėjo, tačiau jų sukaupta vidutiniškai 0,022 % C mažiau, palyginti kai šiaudai nenaudoti trąšai. Tam turėjo įtakos įterptų organinių medžiagų (šiuo atveju šiaudų) cheminė sudėtis – didelis anglies ir azoto santykis bei didesnis kiekis lignino /Teйт, 1991/. Šių rūgščių kiekis taip pat turėjo tendenciją didėti nuskutus ražienas ir taip paskatinus dirvožemio mikrobiologinius procesus. Šiaudus įterpus su tarpinių pasėlių biomasė, tarp variantų nebuvo ryškesnių skirtumų.

Huminės rūgštys, chemiškai sujungtos su polivalentiniais katijonais, iš kurių vyrauja Ca<sup>+2</sup> (HR 2), ir molio dalelėmis (HR 3), priskiriamos prie stabilių arba iš dalies inertiškų humuso formų ir yra atsparesnės skaidymui, pasižymi lėtesniu kitimu ir didesniu humifikacijos laipsniu, palyginti su judriosiomis huminėmis rūgštimis /De Nobili et al., 2008/. Huminių rūgščių antros frakcijos (HR 2) kiekis sudarė 22,1–28,7 % bendro huminių rūgščių kiekio. Šių rūgščių kiekis, palyginti su duomenimis prieš bandymo įrengimą, visais atvejais sumažėjo: šiaudus išvežus iš lauko – vidutiniškai 0,015 % C, panaudojus trąšai (+N<sub>45</sub>) – vidutiniškai 0,018 % C. Daugiausia huminių rūgščių, sujungtų su kalciumu (HR 2), buvo įterpus raudonųjų dobilų biomasę arba baltųjų garstyčių biomasę vieną bei kartu su šiaudais. Šių rūgščių mažiausiai nustatyta raudonųjų dobilų biomasę įterpus kartu su šiaudais. Ši huminių rūgščių frakcija taip pat mažėjo nuskutus ražienas arba įterpus vien tik baltųjų dobilų mišinio su gausiažiedėmis svidrėmis biomasę.

Huminių rūgščių trečia frakcija (HR 3) sudarė didžiausią bendrų huminių rūgščių dalį. Pirmaisiais taikytų priemonių poveikio metais šių rūgščių kiekis sumažėjo, palyginti su duomenimis prieš bandymo įrengimą. Taikytų priemonių įtaka buvo nuoseklesnė, palyginti su huminėmis rūgštimis, sujungtomis su kalciumu. Jų kiekį iš esmės sumažino ant dirvos paskleisti (+N<sub>45</sub>) ir tik rudeninio arimo metu įterpti šiaudai. Tai yra jų buvo 0,048 % C mažiau, palyginti su kontrolinio laukelio, arba 0,065 % C mažiau, palyginti su duomenimis prieš bandymo įrengimą. Ražienų skutimas ir įterpus šiaudus, ir be jų taip pat mažino huminių rūgščių, sujungtų su molio dalelėmis (HR 3), kiekį. Jį didino baltųjų dobilų mišinio su gausiažiedėmis svidrėmis biomasė: daugiau (0,018 % C) – šiaudus panaudojus trąšai, mažiau – juos išvežus iš lauko. Kartu su šiaudais įterpta raudonųjų dobilų ar baltųjų garstyčių biomasė taip pat turėjo tendenciją didinti HR 3 kiekį.

Pirmaisiais taikytų agropriemonių poveikio metais dirvožemyje bendrą huminių rūgščių kiekį ( $\Sigma C_{HR}$ ) labiausiai veikė judriosios huminės rūgštys. Įterpus vien tarpinių pasėlių augalų (raudonųjų dobilų, baltųjų dobilų bei gausiažiedžių svidrių mišinio ir baltųjų garstyčių) turtingą azoto biomasę,  $\Sigma C_{HR}$  kiekis padidėjo (atitinkamai 0,013, 0,010, 0,010 % C). Dirvožemyje mažiausiai huminių rūgščių buvo iš rudens dirvos paviršiuje paskleidus šiaudus ir jų mineralizacijai išbėrus azoto trąšų. Jų kiekis sumažėjo 0,056 % C, palyginti su duomenimis prieš bandymo įrengimą. Bendrą huminių rūgščių kiekį mažino rudeninis ražienų skutimas ir kartu su šiaudais įterpta raudonųjų dobilų

biomasė. Šie duomenys atskleidžia nebaigtinį įterptų organinių medžiagų transformacijos procesą.

Antraisiais poveikio (2005) metais taikytų priemonių įtaka labiau išryškėjo sąlygiškai stabilesnių huminių rūgščių frakcijų (HR 2 bei HR 3) kiekiui nei judriųjų. Pastarųjų kiekis sumažėjo beveik perpus ir siekė 7,1–12,4 % bendro huminių rūgščių kiekio, palyginti su pirmųjų poveikio metų. Kaip rodo vidutiniai duomenys, judriųjų huminių rūgščių kiekis, palyginti su pirmųjų poveikio metų, šiaudus išvežus iš lauko sumažėjo 0,038 % C, o juos panaudojus trąšai – 0,029 % C. Tačiau šiaudus išvežus iš lauko šių rūgščių kiekis vis tiek išliko didesnis (0,011 % C), palyginti su duomenimis prieš bandymo įrengimą, arba jų buvo vidutiniškai 0,013 % C daugiau, palyginti kai šiaudai naudoti trąšai. Antraisiais poveikio metais ražienų skutimas ir tarpinių pasėlių biomasė neturėjo didesnės įtakos judriųjų huminių rūgščių kiekiui ir nebuvo ryškesnio skirtumo tarp įvairių tręšimo variantų. Agropriemonės, judriųjų huminių rūgščių (x) kiekį padidinusios pirmaisiais, jį padidino ir antraisiais (y) poveikio metais. Tarp šių rūgščių nustatytas esminis ryšys, aprašomas regresijos lygtimi:  $y = -2,00 + 0,58 x$ ;  $r = 0,98$ ,  $P < 0,01$ .

Antraisiais taikytų priemonių poveikio metais formavosi stabilesnės huminės rūgštys. Huminių rūgščių antros frakcijos kiekis padidėjo ir siekė 29,1–36,5 %  $\Sigma C_{HR}$ . Šiaudų naudojimas trąšai huminių rūgščių, sujungtų su kalciumu (HR 2), kiekį padidino vidutiniškai 0,012 % C, o šiaudus išvežus iš lauko – vidutiniškai 0,021 % C, palyginti su duomenimis prieš bandymo įrengimą. Šiaudus išvežus iš lauko arba tik nuskutus ražienas, HR 2 frakcija buvo didžiausia ir padidėjo atitinkamai 0,038 ir 0,032 % C, palyginti su duomenimis prieš bandymo įrengimą. O analogiškuose variantuose, patrešus tik šiaudais, šių rūgščių buvo iš esmės mažiau – atitinkamai 0,036 ir 0,034 % C, palyginti su kontrolinio laukelio, tačiau šiek tiek daugiau nei prieš bandymo įrengimą. Huminių rūgščių HR 2 frakcijos kiekis iš esmės sumažėjo ir įterpus baltųjų garstyčių biomasę. Ir šiaudus panaudojus trąšai, ir juos išvežus iš lauko šių rūgščių kiekį tendencingai didino įterpta raudonųjų dobilų ir baltųjų dobilų mišinio su gausiažiedėmis svidrėmis biomasė.

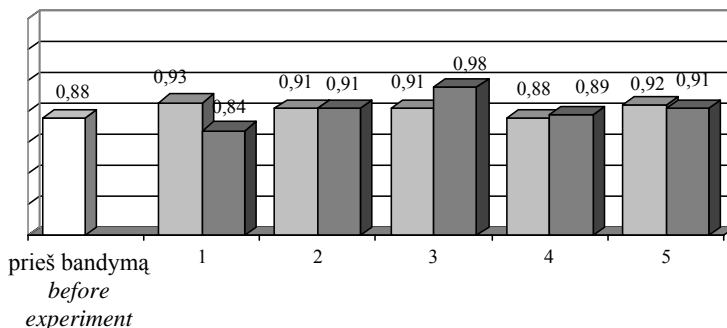
Antraisiais taikytų priemonių poveikio metais huminės rūgštys, sujungtos su molio dalelėmis (HR 3), sudarė didžiąją bendrų huminių rūgščių dalį ir kito mažiausiai. Statistinės analizės duomenimis, antraisiais metais, didėjant judriųjų huminių rūgščių kiekiui (pirmaisiais metais –  $x_1$ , antraisiais –  $x_2$ ), mažėjo huminių rūgščių, sujungtų su molio dalelėmis, kiekis (y). Ši priklausomybė aprašoma regresijos lygtimis  $y = 0,30 - 0,73 x_1$ ;  $r = -0,67$ ,  $P < 0,05$  ir  $y = 0,29 - 1,18 x_2$ ;  $r = -0,64$ ,  $P < 0,05$ . Daugiausia (vidutiniškai 0,017 % C daugiau) jų buvo šiaudus panaudojus trąšai, palyginti su duomenimis, kai šiaudai išvežti iš lauko. Šiaudus išvežus iš lauko, jų kiekį labiausiai padidino įterpta baltųjų garstyčių biomasė. Visos taikytos agropriemonės kartu su šiaudais didino huminių rūgščių, sujungtų su molio dalelėmis, kiekį. Šiaudus panaudojus trąšai, huminių rūgščių HR 3 frakcijos kiekis didėjo kartu įterpus raudonųjų dobilų ar baltųjų garstyčių biomasę: skirtumas sudarė atitinkamai 0,024 ir 0,021 % C daugiau, palyginti su kontrolinio laukelio, arba 0,006 ir 0,003 % C daugiau, palyginti su duomenimis prieš bandymo įrengimą.

Antraisiais (2005) metais po tarpinių pasėlių biomasės ir šiaudų įterpimo  $\Sigma C_{HR}$  kiekis padidėjo, palyginti su pirmųjų poveikio metų ir duomenimis prieš bandymo

įrengimą, ypač šiaudus panaudojus trąšai. Statistinės analizės duomenimis, bendrą huminių rūgščių kiekį ( $y$ ) iš esmės padidino huminių rūgščių, sujungtų su kalciumu, ir huminių rūgščių, sujungtų su molio dalelėmis, frakcijos (atitinkamai  $x_1$  ir  $x_2$ ). Šios priklausomybės aprašomos tiesinės regresijos lygtimis  $y = 0,32 + 0,77 x_1$ ;  $r = 0,68$ ,  $P < 0,05$  ir  $y = 0,30 + 0,51 x_2$ ;  $r = 0,67$ ,  $P < 0,05$ . Taikant intensyvią javų sėjomainą, kai šiaudai paliekami dirvos paviršiuje (+N<sub>45</sub>) ir įterpiami tik rudeninio arimo metu, kaip ir pirmaisiais poveikio metais, bendras huminių rūgščių kiekis sumažėjo iš esmės (0,046 % C), palyginti su kontrolinio laukelio, arba 0,017 % C, palyginti su duomenimis prieš bandymo įrengimą. Šiaudus panaudojus trąšai ir pirminei mineralizacijai į dirvožemį juos įterpus ražienų skutikliu, bendras huminių rūgščių kiekis taip pat turėjo tendenciją mažėti (0,008 % C), palyginti su duomenimis prieš bandymo įrengimą. Visais kitais atvejais bendras huminių rūgščių kiekis didėjo. Didžiausią teigiamą įtaką  $\Sigma C_{HR}$  susidarymui turėjo šiaudų panaudojimas trąšai kartu su raudonųjų dobilų ar baltųjų garstyčių biomase. Didžiausias huminių rūgščių kiekis buvo šiaudus panaudojus trąšai kartu su azotinga raudonųjų dobilų biomase.

Fulvorūgštys pasižymi mažesniu anglies ir didesniu deguonies kiekiu, geriau tirpsta vandenyje ir turi mažesnę molekulinę masę, palyginti su huminėmis rūgštimis. Fulvorūgštis mokslininkai vertina nevienareikšmiai: vieni teigia, kad jos yra huminių rūgščių pirmtakai, kitų nuomone, jos susidaro skylant huminėms rūgštims /Tejrt, 1991/. Į dirvožemį įterptų organinių medžiagų transformavimo procesą ir jo kryptį atspindi huminių rūgščių bei fulvorūgščių santykis ( $C_{HR}:C_{FR}$ ) (1 pav.).

■ Šiaudai išvežti / *Straw removed*    ■ Šiaudai susmulkinti ir paskleisti / *Straw chopped and spread*



Variantai / *Treatment*: 1) be tarpinių pasėlių, ražienos neskustos / *without catch crop, stubble not broken*, 2) be tarpinių pasėlių, ražienos skustos / *without catch crop, stubble broken*, 3) raudonieji dobilai / *red clover*, 4) baltųjų dobilų ir gausiažiedžių svidrių mišinys / *mixture of white clover and Italian ryegrass*, 5) baltosios garstyčios / *white mustard*.

**1 paveikslas.** Huminių rūgščių ir fulvorūgščių santykio pokyčiai dėl tarpinių pasėlių biomasės bei šiaudų įterpimo

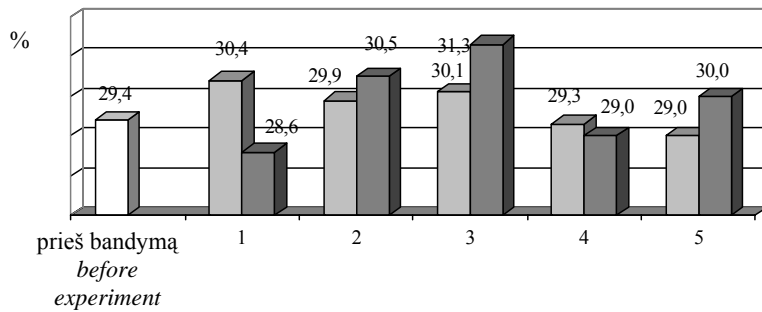
**Figure 1.** Change in the humic to fulvic acids ratio after catch crop biomass and straw incorporation

Joniškėlis, 2005 m.

Huminių rūgščių akumuliacija dirvožemyje, huminių rūgščių ir fulvorūgščių santykio didėjimas rodo humuso medžiagų susidarymą. Šis santykis, palyginti su duomenimis prieš bandymo įrengimą, daugeliu atvejų didėjo arba išliko nepakitęs, išskyrus variantą, kai šiaudai (+N<sub>45</sub>) paskleisti dirvos paviršiuje ir įterpti tik rudeninio arimo metu. Mažiausias C<sub>HR</sub>:C<sub>FR</sub> buvo trąšai panaudojus baltųjų dobilų mišinio su gausiažiedėmis svidrėmis biomase, o didžiausias – raudonųjų dobilų biomase įterpus kartu su šiaudais.

Vertinant dirvožemio organinės medžiagos kitimą, svarbus humifikacijos laipsnis, rodantis bendros humuso medžiagų sumos huminių rūgščių dalį ( $\Sigma C_{HR}:C_{org.} \times 100$ ) (2 pav.). Statistinės analizės duomenimis, didėjant huminių rūgščių ir fulvorūgščių santykiui (x), dirvožemio organinės medžiagos humifikacijos laipsnis (y) didėjo. Šią priklausomybę aprašo regresijos lygtis  $y = 16,48 + 14,68 x$ ;  $r = 0,75$ ,  $P < 0,05$ .

□ Šiaudai išvežti / Straw removed    ■ Šiaudai susmulkinti ir paskleisti / Straw chopped and spread



Pastaba / Note. Variantai pateikti po 1 paveikslu / Treatments are provided under Figure 1.

**2 paveikslas.** Dirvožemio organinės medžiagos humifikacijos laipsnio priklausomumas nuo tarpinių pasėlių biomasės ir šiaudų panaudojimo trąšai

**Figure 2.** Soil organic matter humification degree depending as influenced by the use of catch crop biomass and straw for fertilisation

Joniškėlis, 2005 m.

Mažiausias dirvožemio organinės medžiagos humifikacijos laipsnis buvo šiaudus paskleidus dirvos paviršiuje ir neįterpus skutikliu. Baltųjų dobilų ir gausiažiedžių svidrių mišinio biomase, įterpta viena ar kartu su šiaudais, taip pat mažino dirvožemio organinės medžiagos humifikacijos laipsnį. Didžiausias humifikacijos laipsnis, kaip ir C<sub>HR</sub>:C<sub>FR</sub>, buvo raudonųjų dobilų biomase įterpus kartu su šiaudais.

## Išvados

1. Tarpiniuose pasėliuose augintų raudonųjų dobilų įterpta fitomasė (5,53 t ha<sup>-1</sup> SM, arba 149,4 kg ha<sup>-1</sup> N) pirmaisiais poveikio metais dirvožemyje padidino mineralinio azoto kiekį ir azoto sukaupimą vasarinių miežių grūdų derliuje. Šiaudai (5,0 t ha<sup>-1</sup>), įterpti su azoto trąšomis (+N<sub>45</sub>) ar tarpinių pasėlių biomase, pirmaisiais poveikio metais sumažino mineralinio azoto kiekį (vidutiniškai 25,7 %) sunkaus priemolio rudžemyje ir azoto sukaupimą (vidutiniškai 6,0 %) vasarinių miežių grūdų derliuje. Antraisiais povei-

kiekio metais visos taikytos priemonės, panaudotos kartu su šiaudais, turėjo tendenciją dirvožemyje didinti  $N_{\min}$  kiekį ir padidino (vidutiniškai 21,9 %) azoto sukaupimą grūduose, palyginti kai šiaudai išvežti iš lauko.

2. Tarpinių pasėlių (raudonųjų dobilų, baltųjų dobilų mišinio su gausiažiedėmis svidrėmis ar baltųjų garstyčių) fitomasė gerokai (0,008–0,021 % C) padidino judriųjų huminių rūgščių kiekį, palyginti su buvusiu be tarpinių pasėlių. Šiaudus panaudojus trąšai su mineralinių azoto trąšų priedu arba tarpinių pasėlių biomase, judriųjų huminių rūgščių buvo sukaupta vidutiniškai 0,022 % C mažiau, palyginti kai šiaudai nenaudoti trąšai. Šios rūgštys pirmaisiais poveikio metais turėjo esminės įtakos azoto sukaupimui vasarinių miežių grūdų derliuje.

Antraisiais taikytų priemonių poveikio metais formavosi stabiliosios huminės rūgštys (HR 2 bei HR 3). Huminių rūgščių, sujungtų su kalciumu (HR 2), kiekis dirvožemyje padidėjo vidutiniškai 0,017 % C, labiausiai – po tarpinių pasėlių fitomasės įterpimo, palyginti su buvusiu prieš bandymo įrengimą. Visos taikytos agropriemonės kartu su šiaudais didino huminių rūgščių, sujungtų su molio dalelėmis (HR 3), kiekį.

3. Humuso kokybės rodikliai –  $C_{HR}:C_{FR}$  ir dirvožemio organinės medžiagos humifikacijos laipsnis – buvo didžiausi raudonųjų dobilų biomase įterpus kartu su šiaudais.

Gauta 2009 02 23

Pasirašyta spaudai 2009 04 23

## LITERATŪRA

1. Arlauskienė A., Maikštėnienė S. Ankštinių augalų ir jų įterptos antžeminės masės įtaka dirvožemio agrocheminėms savybėms javų agrocenozėse [Effects of legumes biomass on soil agrochemical properties and on the productivity of cereal agrocenoses (summary)] // *Žemdirbystė-Agriculture*. – 2004, t. 87, Nr. 3, p. 87–105

2. Arlauskienė A., Maikštėnienė S. Effect of sowing methods on the productivity of catch crops and soil nitrogen leaching // *Agronomy Research*. – 2008, vol. 6, p. 181–189

3. Berecz K., Kismanyoky T., Debreczeni K. Studying the effect of organic matter recycling combined with mineral N fertilization in long-term field and model pot experiments // *Archives of Agronomy and Soil Science*. – 2004, vol. 50, iss. 1, p. 65–72

4. Bertrand I., Chabberd B., Kurek B. et al. Can the biochemical features and histology of wheat residues explain their decomposition in soil? // *Plant and Soil*. – 2006, vol. 28, p. 291–307

5. Chigarev J., Karotchanka A. Research in soil compression with straw and root rests and without them // *Current trends in the research of soil environment: proceedings of international conference / Mendel University of Agriculture and Forestry*. – Brno, Czech Republic, 2002, p. 105–110

6. De Nobili M., Contin M., Mahieu N. et al. Assessment of chemical and biochemical stabilization of organic C in soils from the long-term experiments at Rothamsted // *Waste Management*. – 2008, vol. 28, iss. 4, p. 723–733

7. Dilly O., Bloem J., Vos A. et al. Bacterial diversity in agricultural soils during litter decomposition // *Applied and Environmental Microbiology*. – 2004, vol. 7, No. 1, p. 468–474

8. Feizienė D., Kadžienė G. The influence of soil organic carbon, moisture and temperature on soil surface CO<sub>2</sub> emission in the 10<sup>th</sup> year of different tillage-fertilization management // *Zemdirbystė-Agriculture*. – 2008, vol. 95, No. 4, p. 29–45



9. Franko U. Modellierung des Umsatzes der organischen Bodensubstanz // Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde. – 1997, Bd. 41, S. 527–547

10. Garnier P., Neel C., Aita C. et al. Modeling carbon and nitrogen dynamics in a bare soil with and without straw incorporation // European Journal of Soil Science. – 2003, vol. 54, iss. 3, p. 555–568

11. Hege U., Offenberger K. Effect of differentiated mineral fertilization and organic manuring on yield, product quality and N balance in the international permanent organic nitrogen experiment (IOSDV) Puch. // Archives of Agronomy and Soil Science. – 2006, vol. 52, iss. 5, p. 535–550

12. Jensen L. S., Salo T., Palmason F. et al. Influence of biochemical quality on C and N mineralization from a broad variety of plant materials in soil // Plant and Soil. – 2005, vol. 273, p. 307–326

13. Mayer J., Buegger F., Jensen E. S. et al. Residual nitrogen contribution from grain legumes to succeeding wheat and rape and related microbial process // Plant and Soil. – 2003, vol. 255, p. 541–554

14. Moran K. K., Six J., Horwath W. R. et al. Role of mineral nitrogen in residue decomposition and stable soil organic matter formation // Soil Science Society of America Journal. – 2005, vol. 69, p. 1730–1736

15. Oik D. C. A chemical Fractionation for structure – function relations of soil organic matter in nutrient cycling // Soil Science Society of America Journal. – 2006, vol. 70, p. 1013–1022

16. Shino H., Nishio T. Immobilization and remineralization of N following addition of wheat straw into soil: determination of gross N transformation rates by <sup>15</sup>N-ammonium isotope dilution technique // Soil Biology and Biochemistry. – 2005, vol. 37, No. 3, p. 452–432

17. Šlepetienė A., Kinderienė I. Humuso medžiagų pokyčiai kalvoto reljefo dirvožemyje praturtinus jį tarpinių augalų žalia mase [Variation of humic substances in the soil of hilly relief as affected by incorporation of green mass of catch crops (summary)] // Žemdirbystė-Agriculture. – 2007, t. 94, Nr. 1, p. 37–50

18. Tarakanovas P., Raudonius S. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas *Anova, Stat, Split-plot* iš paketo *Selekcija* ir *Irristat*. – Akademija (Kėdainių r.), 2003, p. 36

19. Tripolskaja L. Organinės trąšos ir jų poveikis aplinkai. – Akademija (Kėdainių r.), 2005, p. 146–153

20. Tripolskaja L., Romanovskaja D., Šlepetienė A. Įvairių agropriemonių įtaka priesmėlio paprastojo išplautžemio humusingumui [The effect of various soil and crop management practices on the humus status in a sandy loam haplic luvisol (summary)] // Žemdirbystė-Agriculture. – 2008, t. 95, Nr. 4, p. 3–18

21. Velykis A., Satkus A., Šlepetiene A. Effect of sustainable soil and crop management on humus changes // Earth and Environmental Sciences Series. – 2005, vol. 692, p. 165–174

22. Vinther F. P., Hansen E. M., Olesen J. E. Effects of plant residues on crop performance, N mineralization and microbial activity including CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O fluxes in unfertilised crop rotations // Nutrient Cycling in Agroecosystems. – 2004, vol. 70, p. 189–199

23. Wiedow D., Baum Ch., Leinweber P. Inoculation with *Trichoderma saturnisporum* accelerates wheat straw decomposition on soil // Archives of Agronomy and Soil Science. – 2007, vol. 53, iss. 1, p. 1–12

24. Понамарева В. И., Плотникова Т. А. Гумус и почвообразование. – Москва, 1980. – 325 с.

25. Попов П. Д., Хохлов В. И., Егоров А. А. и др. Органические удобрения. – Москва, 1988. – 208 с.

26. Тейт Р. Органическое вещество почвы: биологические и экологические аспекты. – Москва, 1991. – 400 с.

ISSN 1392-3196

Zemdirbyste-Agriculture, vol. 96, No. 2 (2009), p. 53–70

UDK 631.584.4:[631.811.1+631.874]:631.417.2

## THE EFFECT OF CATCH CROPS AND STRAW ON SPRING BARLEY NITROGEN NUTRITION AND SOIL HUMUS COMPOSITION

A. Arlauskienė, S. Maikštėnienė, A. Šlepetienė

Lithuanian Institute of Agriculture

### Summary

A series of field experiments was carried out at the Lithuanian Institute of Agriculture's Joniškėlis Experimental Station on an *Endocalcari-Endohypogleic Cambisol* (CMg-n-w-can) during 2003–2005. The experiments were designed to study the effects of catch crops – red clover (*Trifolium pratense* L.) and white clover (*Trifolium repens* L.) mixture with Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lamk.) and white mustard (*Sinapis alba* L.) biomass and straw used as green manure on spring wheat nitrogen nutrition, soil humus composition, and organic matter humification rate. In the first year after red clover biomass incorporation, mineral nitrogen content in the soil and nitrogen accumulation in spring barley grain yield increased significantly. Incorporation of catch crops and biomass alone and together with straw markedly increased mobile humic acids content compared with that before trial establishment. In the second year of effect, catch crops' biomass incorporated together with straw increased the content of relatively stable humic acids fractions (HA 2, HA 3). The highest  $C_{HA}$  to  $C_{FA}$  ratio in the soil and soil organic matter humification rate were determined having incorporated red clover biomass together with straw.

Key words: catch crops, straw, nitrogen, humus composition, spring barley.