

# Žaliųjų trąšų panaudojimas gerinant azoto įsisavinimą sėjomainose su žieminiais javais

Danguolė Nemeikšienė<sup>1</sup>,

Aušra Arlauskienė<sup>1</sup>,

Stanislava Maikštėnienė<sup>1</sup>,

Alvyra Šlepetienė<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro  
Joniškėlio bandymų stotis,  
LT-39301 Joniškėlis, Pasvalio r.  
El. paštas: joniskelio\_lzi@post.omnitel.net

<sup>2</sup> Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro  
Žemdirbystės institutas  
LT-58344 Akademija, Kėdainių r.  
El. paštas: alvyra@lzi.lt

Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro Joniškėlio bandymų stotyje 2007–2010 m. sunkaus priemolio glėžiškame rudžemyje (*Endocalcari-Endohypogleyc Cambisol*) atlikti tyrimai siekiant nustatyti skirtingų daugiamečių žolių: raudonojo dobilo (*Trifolium pratense* L.), mėlynžiedės liucernos (*Medicago sativa* L.), šių žolių mišinių su eraičinsvidre (*x Festulolium*) antžeminės masės, skirtingais būdais panaudotos žaliajai trąšai, įtaką azoto išnaudojimo efektyvumui sėjomainos grandyje: pupinės žolės (grynos ar mišinyje su eraičinsvidrėmis) – žieminiai kviečiai – žieminiai kvietrugiai. Nustatyta, kad daugiausia N žieminuose kviečiuose sukaupė javai, augę po pupinių žolių (vidutiniškai 94,3–97,0 kg ha<sup>-1</sup>), mažiau – po jų mišinių su eraičinsvidrėmis (vidutiniškai 65,5–71,2 kg ha<sup>-1</sup>). Azoto sukaupimą žiemiųjų kviečių derliuje iš esmės didino visos antžeminės masės naudojimas žaliajai trąšai taikant mulčiavimo technologiją. Didinant įterpto su augalų mase biologiškai fiksuoto azoto (BFN) kiekį, jo išnaudojimo efektas mažėjo. Mažiausiai azoto 1 t grūdų užauginti sunaudojo žieminiai kviečiai, augę po raudonųjų dobilų, jų mišinio su eraičinsvidrėmis (žolę išvežus iš lauko) ar naudojant žaliajai trąšai raudonųjų dobilų ir mėlynžiedžių liucernų mišinių su eraičinsvidrėmis masę. Didžiausios azoto sąnaudos buvo žieminis kviečius auginant po grynų miglinių ir pupinių žolių. Antraisiais metais po daugiamečių žolių antžeminės masės (žaliųjų trąšų) įterpimo auginant žieminis kvietrugius, jų derliuje sukaupto azoto kiekį didino mišrūs pupinių ir eraičinsvidrių žolių mišiniai, kaip priešėliai bei žaliosios trąšos. Žieminis kvietrugius auginant po grynų pupinių ir jų mišinių su eraičinsvidrėmis, azoto sąnaudos grūdų 1 t užauginti turėjo tendenciją mažėti, palyginti su eraičinsvidrių priešėliu, jų antžeminę masę išvežus iš lauko.

Dalį ar visą daugiamečių žolių antžeminę masę panaudojus žaliajai trąšai, biologiškai fiksuotu azotu buvo padengtas visas augalų sunaudotas azoto kiekis. Šiek tiek teigiamas azoto balansas (+51,5 ir 46,5 kg ha<sup>-1</sup>) nustatytas sėjomainos grandyse, žieminis javus auginant po mėlynžiedžių liucernų mišinio ir po raudonųjų dobilų, jų antžeminę masę naudojant kombinuotai.

**Raktažodžiai:** daugiametės žolės, mulčias, N sąnaudos, azoto balansas

## IVADAS

Pupinių augalų biomasėje sukauptas biologiškai fiksuotas azotas yra vienas iš svarbiausių ir pigiausių šaltinių aprūpinant žemės ūkio augalus azotu, ypač ekologinėse agrosistemose (Freyer, 2003; Lapinskas, 2008). Tinkamiausi tie pupiniai augalai, kurie užaugina didelį antžeminės masės derlių ir turi didelę N<sub>2</sub> fiksacijos gebą. Daugiausiai biologiškai fiksuoto azoto (1 t antžeminės biomasės sausų-

jų medžiagų) sukaupia baltieji dobilai – 54 kg ha<sup>-1</sup> per metus, mažiau – raudonieji dobilai – 40 kg ha<sup>-1</sup> ir liucernos – 22–25 kg ha<sup>-1</sup> (Adgo, Schulze, 2002; Cuttle et al., 2003). K. Schmidtke (2005) nurodo, kad sėjomainoje vertingesni pupiniai augalai, kurie daugiau azoto kaupia augalų liekanose.

Augalininkystės ūkiuose ribotai naudojant daugiameses žoles, siūloma pupinių augalų antžeminę masę panaudoti žaliajai trąšai. Augalai žaliajai trąšai gali būti auginami kaip pagrindiniai augalai

arba kaip tarpiniai pasėliai (Maikštėnienė, Arlauskienė, 2010; Talgre et al., 2011). Tarpinių pasėlių žaliajai trąšai produktyvumas mažesnis ir pasižymi didesne variacija nei pagrindinių sėjomainos augalų (Tripolskaja ir kt., 2012). Duomenys apie žaliųjų trąšų įtaką augalų mitybai ir dirvožemio savybėms nėra vienareikšmiai. Įterpta į dirvožemį žalioji trąša gali būti mineralizuota, imobilizuota mikroorganizmų, įjungta į daug patvaresnius organinius junginius ir tais atvejais, kai prislopinta mikroorganizmų veikla – palikta nepakitusi ar mažai pakitusi (Schäfer et al., 2001). Šių procesų apimtis bei intensyvumas skirtingose agrosistemoje yra nevienodi dėl būdingų konkrečiam dirvožemiui fizikinių, cheminių ir biologinių savybių, hidroterminių sąlygų. Daugelis tyrėjų pastebi, kad šiltuoju laikotarpiu, įterpus didelį žaliosios masės kiekį, ne visada pavyksta sukontroliuoti mineralizacijos intensyvumą, todėl mažėja žaliosios trąšos naudojimo efektyvumas ir didėja azoto nuostoliai (Tripolskaja et al., 2004; Dreyman et al., 2005). Siekiant efektyviau išnaudoti pupinių augalų surištą biologinį azotą taikomos daugiamečių žolių mulčio technologijos: žolių masė per vegetaciją 2–3 kartus pjaunama, smulkinama ir paskleidžiama ant dirvos paviršiaus (mulčiuojama) (Kaske, 2000). Susmulkinta azotinga pupinių augalų masė po dviejų savaičių pradeda skaidytis, atsipalaidavęs azotas vėl surišamas intensyviai augančių (atželiančių) daugiamečių žolių arba įjungiamas į dirvožemio organinius junginius. Iki aparimo ši masė jau būna pakitusi.

Atlikta nemažai tyrimų, kurie parodė, kad žaliosios trąšos yra dar efektyvesnės už mineralines trąšas, jei pavyksta tinkamai sinchronizuoti azoto kiekį, atsipalaidavusį iš organinių trąšų, su jų augančių augalų azoto poreikiu (Schäfer et al., 2001; Crews, Peoples, 2005). Literatūros šaltiniuose nurodoma, kad žaliųjų trąšų organinės medžiagos, kurios savo sudėtyje turi daug azoto (>2–2,5 % arba C:N = 20), pradeda skaidytis jau pirmą savaitę po įterpimo (Jensen, Hauggaard-Nielsen, 2003; Crews, Peoples, 2004). Vienas iš būdų sulėtinti žaliųjų trąšų mineralizaciją, mažinti įterptos medžiagos C:N santykį. Kai kurie autoriai siūlo auginti pupinių žolių mišinius su miglinėmis, kad būtų įterpta skirtingo C:N santykio augalų masė (Cuttle et al., 2003). Intensyviai skaidantis pupinių žolių masei (C:N = 8:1–27:1), dalį laisvo azoto dirvožemio mikroorganizmai panaudos skaidy-

ti mažiau azoto turinčius junginius (šiuo atveju miglinių, kurių C:N = 27:1–186:1) (Somda et al., 1991). Tokiu būdu dalis N laikinai bus imobilizuota dirvožemio junginiuose ar mikroorganizmų biomasėje, kas gali lemti mažesnę pirmaisiais metais augalams prieinamo mineralinio azoto kiekį ir mažesnę laisvo perteklinio azoto kiekį dirvožemyje, be to, azoto įsisavinimas truks ilgiau (Wivstad, 1998). Žaliųjų trąšų skaidymosi intensyvumas taip pat priklauso nuo augalų morfologinių ypatybių ir amžiaus (Cobo et al., 2002). G. Cobo et al. (2002) teigia, kad lapai skaidosi 5 kartus greičiau negu stiebai. Tai glaudžiai susiję su ląstelių sienelių kiekiu arba lignino:N santykiu, kuris pupinių augalų yra 2:1–9:1, nepupinių – 4:1–44:1. Jaunesnių augalų biomasės N koncentracija yra didesnė negu senesnių (Mayer et al., 2003; Velička ir kt. 2006). Kita vertus, po žaliųjų trąšų įterpimo N išnaudojimui reikia pasirinkti tokius augalus, kurių šaknys geba prasiskverbti į gilesnius dirvožemio sluoksnius. K. Thorup-Kristensen (2009) teigimu, žieminių javų šaknys į dirvą prasiskverbia dvigubai giliau (apie 200 cm), palyginti su vasarinių javų (100 cm).

Tyrimų tikslas – nustatyti daugiamečių žolių antžeminės masės, skirtingais būdais panaudotos žaliajai trąšai, įtaką azoto išnaudojimo efektyvumui ir azoto balansui sėjomainos grandyje: pupinės žolės (grynos ar mišinyje su eraičinsvidrėmis) – žieminiai kviečiai – žieminiai kvietrugiai.

## TYRIMŲ METODAI IR SĄLYGOS

Tyrimai vykdyti 2007–2010 m. Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro Joniškėlio bandymų stotyje giliau karbonatingame glėjiškame rudžemyje (*Endocalcari-Endohypogleyic Cambisol*), kurio dirvodarinė uoliena – limnoglacialinis molis. Dirvožemis pagal granulimetrinę sudėtį – sunkus priemolis ant dulkiškojo molio su giliau esančiu smėlingu priemoliu. Bandymo įrengimo metais dirvožemis buvo neutralus ( $\text{pH}_{\text{KCl}} - 6,4$ ), vidutinio fosforingumo ( $142 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ ) ir didelio kalingumo ( $224 \text{ mg kg}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$ ),  $\text{N}_{\text{sum.}} - 0,126 \%$ ,  $\text{C}_{\text{org.}} - 1,67 \%$ .

**Bandymo schema.** Tyrimai atlikti tokioje sėjomainoje: miežiai ir daugiamečių žolių įsėlis, daugiametės žolės, žieminiai kviečiai, žieminiai kvietrugiai. Bandymo variantai:

A veiksnys – daugiametės žolės: 1) eraičinsvidrės ( $\times$  *Festulolium*), (kontrolinis variantas – antžeminė

masę išvežus iš lauko); 2) raudonieji dobilai (*Trifolium pratense* L.); 3) raudonųjų dobilų ir eraičinsvidrių mišinys; 4) mėlynžiedės liucernos (*Medicago sativa* L.); 5) mėlynžiedžių liucernų ir eraičinsvidrių mišinys.

B veiksnys – daugiamečių žolių antžeminės biomasės panaudojimo būdai: 1) žolė išvežta iš lauko; 2) naudota kombinuotai; 3) mulčiuota.

Pirmaisiais bandymo vykdymo metais į vasarinius miežius (veislė 'Ula') buvo įsėtos daugiametės žolės pagal bandymo schemą: raudonieji dobilai (veislė 'Vyliai'; sėklos norma – 7,5 mln. ha<sup>-1</sup>); mėlynžiedės liucernos (veislė 'Birutė'; sėklos norma – 7,5 mln. ha<sup>-1</sup>); eraičinsvidrės tarpgentinis hibridas (veislė 'Punia'; sėklos norma – 6,2 mln. ha<sup>-1</sup>) ir pupinių žolių mišiniai su eraičinsvidrėmis (sėklos norma sudaryta iš pupinių 6,6 mln. ha<sup>-1</sup> ir miglinių 3,3 mln. ha<sup>-1</sup>). Pirmuoju daugiamečių žolių antžeminės biomasės panaudojimo variantu (B veiksnys) – žolė pjauta du kartus žydėjimo tarpsniu ir išvežta iš lauko. Antruoju – antžeminė biomasė naudota kombinuotai: pirmoji žolė pjauta žydėjimo tarpsniu ir išvežta iš lauko, antroji ir trečioji – pjauta žolių butonizacijos tarpsniu ir mulčiuota dirvos paviršiuje. Trečiuoju variantu – žolė pjauta kas 30–40 dienų keturis kartus ir visa mulčiuota dirvos paviršiuje. Žolė pjauta savaeige žoliapjove su mulčiavimo įrenginiu, susmulkinta ir paskleista tolygiai laukelyje, bus panaudota žaliajai trąšai. Rugsėjo pabaigoje visų variantų laukeliai sulėkščiuoti ir po dviejų savaitių suarti 25 cm gyliu. Prieš sėją laukas kultivuotas, kartu akėjant. 2009 m. pasėti žieminiai kviečiai (veislė 'Taurus'; sėklos norma 220 kg ha<sup>-1</sup>), 2010 m. – žieminiai kvietrugiai (veislė 'Woltario'; sėklos norma 230 kg ha<sup>-1</sup>) ir auginti taikant ekologinę javų auginimo technologiją.

**Augalų analizė.** Daugiamečių žolių kiekvienos pjūties antžeminė biomasė nustatyta svorio metodu paliekant 10 cm ilgio ražienas. Iš kiekvieno laukelio paimtas augalų jungtinis ėminys, kuris susmulkintas 2–5 cm dydžio pjaustiniais, ir gerai vėdinamoje patalpoje išdžiovintas iki pastovios orasausės masės. Visų žolių antžeminė masė perskaičiuota į sausąsias medžiagas. Javų grūdų ir šiaudų derlius buvo nustatytas svorio metodu. Derliaus nuėmimo metu buvo paimti grūdų ir šiaudų pavyzdžiai sausosioms medžiagoms ir azoto koncentracijai nustatyti. Augalų mėginiuose nustatytas azoto koncentraciją (analizatoriumi Vario

EL ir Carry 50), apskaičiuotas su žaliosiomis trąšomis įterptas į dirvožemį ir javų derliuje sukauptas azoto kiekis (kg ha<sup>-1</sup>).

Pupinių augalų biologiškai fiksuoto azoto (BFN) kiekis (kg ha<sup>-1</sup>) buvo įvertintas skirtumų metodu – iš azoto kiekio (kg ha<sup>-1</sup>), sukaupto pupinių žolių biomasėje (N<sub>pupiniai</sub>), atėmus azoto kiekį (kg ha<sup>-1</sup>), sukauptą miglinių žolių biomasėje (N<sub>migliniai</sub>), pagal formulę (1):

$$\text{BFN} = N_{\text{pupiniai}} - N_{\text{migliniai}} \quad (1)$$

Pupinių žolių BFN efektas kitais metais auginiems žieminiais kviečiams buvo įvertintas pagal jų biomasėje sukaupto azoto kiekį javų pilnos brandos tarpsniu (dorojant derlių). Biologiškai fiksuoto azoto efektas (BFN<sub>efektas %</sub>) nustatomas pagal formulę (2):

$$\text{BFN}_{\text{efektas \%}} = [(N_{\text{Ž kviečių, augusių po pupinių žolių, biomasėje}} - N_{\text{Ž kviečių, augusių po miglinių žolių, biomasėje}}) / \text{BFN}] \cdot 100. \quad (2)$$

Metinės azoto sąnaudos (S<sub>N</sub>) kg 1 tonai grūdų užauginti apskaičiuotos pagal formulę (3):

$$S_N = (N_G + N_S) / D_G \quad (3)$$

kai N<sub>G</sub> – azoto kiekis, sukauptas javų grūdų derliuje (kg ha<sup>-1</sup>); N<sub>S</sub> – azoto kiekis, sukauptas javų šiaudų derliuje (kg ha<sup>-1</sup>); D<sub>G</sub> – javų grūdų derlius (t ha<sup>-1</sup>).

Sėjomainos grandies – daugiametės žolės, žieminiai kviečiai, žieminiai kvietrugiai – azoto balansas įvertintas remiantis J. Britta (2003) metodika.

**Meteorologinės sąlygos.** 2007 m. balandžio ir gegužės vidutinė mėnesinė oro temperatūra buvo artima vidutiniam daugiamečiam vidurkiui, tačiau balandis buvo sausesnis. Birželis buvo šiek tiek šiltesnis ir lietingesnis už daugiametį vidurkį, o liepos mėn. neįprastai lietingas – kritulių iškrito perpus daugiau nei įprasta. Vegetacijos periodo hidroterminis koeficientas buvo 1,32–1,98.

2008 m. žiema buvo šilta ir sausa: sausio mėn. oro temperatūra buvo teigiama ir siekė +3,2 °C, o kritulių sausio–vasario periodu iškrito 2,5 mm mažiau už daugiametį vidurkį, todėl esant mažesniai kritulių kiekiui sniego danga buvo labai plona ir teišilaikė iki kovo vidurio. Kitas pavasaris buvo permainingas: šiltesnius ir drėgnus orus,

kurie sudarė palankias sąlygas augalų vegetacijai, pakeitė šaltas ir sausas gegužės mėn. Toks nepalankus daugiamečių žolių augimui laikotarpis tęsėsi ir birželio mėn. Liepą ir rugpjūtį oro temperatūra mažai skyrėsi ir buvo artima daugiamečiam vidurkiui, tačiau kritulių iškrito 3,1–48,6 mm daugiau už daugiamečių vidurkį, buvo juntamas drėgmės perteklius.

2009 m. žiema buvo šiltesnė ir snieginga, palyginti su daugiamečiu vidurkiu, o pavasarį ir toliau tęsėsi šiltesnis periodas (temperatūra vidutiniškai svyravo 0,6–2,2 °C aukščiau daugiamečio vidurkio). Balandžio–gegužės mėn. buvo juntama nedidelė sausra (kritulių kiekis vidutiniškai 19–28 mm mažesnis už daugiamečių vidurkį). Vasara buvo šaltesnė ir lietinga (tik rugpjūčio mėn. buvo sausesnis – iškrito 18,1 mm. mažiau kritulių), tai lėmė didesnę derlių, bet blogino grūdų kokybę.

2010 m. žiema buvo gana permaininga: sausio mėn. buvo labai šaltas ir sausas, o vasario mėn. priešingai – labai šiltas ir sniegingas. Pavasaris pagal temperatūrą mažai skyrėsi nuo daugiamečio vidurkio. Balandžio mėn. buvo sausas (kritulių kiekis siekė 23,2 mm), o gegužė – lietinga (iki 69,3 mm). Vasarą tiek oro temperatūros svyravimai, tiek kritulių kiekis mažai nukrypo nuo daugiamečio vidurkio, tik rugpjūčio mėn. buvo

šiltesnis, o į sausesnius birželio ir rugpjūčio mėn. įsiterpė drėgnesnis liepos mėn. Rudens pradžioje jautėsi besitęsianti sausra. Tokia sausa ir truputį šiltesnė vasaros pabaiga sudarė tinkamas sąlygas formuotis didesniai ir kokybiškesniai derliui.

**Tyrimo rezultatų matematinė analizė.** Atlikta tyrimo duomenų dispersinė dviejų veiksnių analizė (ANOVA versija – 3.1, 2000 metai). Duomenys buvo analizuojami, kai faktinis Fišerio kriterijus ( $F_{\text{fakt.}}$ ) buvo didesnis už teorinį. Skirtumų tarp vidurkių (kontrolinio ir atskirų variantų) esmingumas nustatytas pagal mažiausią patikimumo skirtumo ribą (R) taikant 0,05 ir 0,01 tikimybės lygius (Tarakanovas, 2000).

## TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

**Įterptas bendras ir biologiškai fiksuoto azoto kiekis.** Su daugiamečių žolių biomase (šaknys ir antžeminė masė) įterpto bendro azoto kiekį (1 lentelė) iš esmės lėmė daugiamečių žolių rūšys, jų antžeminės masės panaudojimo būdai ir šių veiksnių sąveika ( $P < 0,01$ ).

Vidutiniais duomenimis, iš esmės didesnis bendro azoto kiekis buvo įterptas su grynų pupinių žolių biomase nei su eraičinsvidrių. Auginant

1 lentelė. Azoto kiekis ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), įterptas su daugiamečių žolių biomase (Joniškėlis, 2008 m.)

Table 1. Nitrogen content ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) inserted with perennial grass biomass, Joniškėlis 2008

Daugiamečių žolių rūšys (A) <i>Perennial grasses (A)</i>	Daugiamečių žolių panaudojimo būdai (B) <i>Management methods of perennial grasses (B)</i>						A veiksnio vidurkis <i>Means for factor A</i>	
	Išvežta iš lauko <i>Removal from field</i>		Naudota kombinuotai <i>Mixed</i>		Mulčiuota <i>Mulching</i>		Bendras <i>Total</i> N $\text{kg ha}^{-1}$	BFN $\text{kg ha}^{-1}$
	Bendras <i>Total</i> N $\text{kg ha}^{-1}$	BFN $\text{kg ha}^{-1}$	Bendras <i>Total</i> N $\text{kg ha}^{-1}$	BFN $\text{kg ha}^{-1}$	Bendras <i>Total</i> N $\text{kg ha}^{-1}$	BFN $\text{kg ha}^{-1}$		
E / Fl	58,2	0	102,3*	0	133,2**	0	98,0	0
Rd / Rc	149,8**	91,6	303,8**	201,5**	417,1**	283,8**	290,2**	192,3
Rd+E / Rc+Fl	134,1**	75,8	245,2**	142,9*	343,5**	210,2**	240,9**	143,0**
Ml / L	160,3**	102,1	351,3**	249,0**	427,9**	294,5**	313,1**	215,2
Ml+E / L+Fl	120,8**	62,6	272,7**	170,3**	361,5**	228,1**	251,6**	153,7**
B veiksnio vid. / Means for factor B	124,7	83,0	255,1**	191,0**	336,7**	254,1**	251,5	176,0
Bendras / Total N $R_{05}$ LSD <sub>05</sub> A–24,12; B–18,68; AB–41,77; BFN $R_{05}$ LSD <sub>05</sub> A–25,02; B–21,67; AB–43,34								

**Pastaba / Note.** Rd / Rc – raudonieji dobilai / Red clover /; Rd+E / Rc+Fl – raudonieji dobilai + eraičinsvidrės / Red clover + festulium; Ml / L – mėlynžiedės liucernos / Lucerne; Ml+E / L+Fl – mėlynžiedės liucernos / Lucerne + festulium; E / Fl – eraičinsvidrės / Festulium; BFN – biologiškai fiksuotas azotas / Biologically fixed nitrogen; \* esminis skirtumas, kai  $P \leq 0,05$  / significant difference at  $P \leq 0.05$ ; \*\* esminis skirtumas, kai  $P \leq 0,01$  / significant difference at  $P \leq 0.01$ .

raudonuosius dobilus ir mėlynžiedes liucernas mišiniuose su eraičinsvidrėmis šis azoto kiekis mažėjo atitinkamai vidutiniškai 17,0 ir 19,6 %, palyginti su grynų pupinių žolių. Iš esmės daugiau bendro azoto į dirvožemį įterpta dalį ar visą daugiamečių žolių antžeminę masę panaudojus žaliajai trąšai, tai sudarė atitinkamai vidutiniškai 255,1 ir 336,7 kg ha<sup>-1</sup> arba 2,1 ir 2,7 karto daugiau, palyginti, kai visa žolė išvežta iš lauko. Daugiausiai bendro azoto į dirvožemį įterpta mulčiuojant visą grynų pupinių žolių antžeminę masę. Mulčiuojant mišrius žolių mišinius įterpto azoto kiekis mažėjo (skirtumas sudarė 66,4–73,6 kg ha<sup>-1</sup>). Skirtumų tarp azoto kiekio, įterpto po skirtingų pupinių žolių rūšių ar jų mišinių su eraičinsvidrėmis antžeminės masės, nebuvo. Intensyvesnis mėlynžiedžių liucernų antžeminės masės formavimasis antroje vasaros pusėje lėmė tai, kad jų antžeminę masę naudojant kombinuotai azoto įterpta 47,5 kg ha<sup>-1</sup>, o jų mišinio – 27,5 kg ha<sup>-1</sup> daugiau nei atitinkamai raudonųjų dobilų ar jų mišinio su eraičinsvidrėmis.

Didesnė augalų biomasėje sukaupto azoto dalis (51,8–70,9 %) buvo paimta iš oro. Daugiamečių žolių biomasėje sukauptą biologiškai fiksuoto azoto (BFN) kiekį iš esmės veikė daugiamečių žolių rūšys ir jų antžeminės masės panaudojimo būdai ( $P < 0,01$ ) (1 lentelė). Žolių antžeminę masę išvežus iš lauko, su grynų pupinių žolių šaknimis į dirvožemį pateko 91,6–102,1 kg ha<sup>-1</sup> BFN. Po mišrių pupinių ir eraičinsvidrių pasėlių šis kiekis sumažėjo iki 62,6–75,8 kg ha<sup>-1</sup>. Dalį pupinių žolių antžeminės masės panaudojus trąšai (kombinuotas būdas), įterpto į dirvožemį BFN padidėjo iki 201,5–249,0 kg ha<sup>-1</sup> (arba 2,2–2,4 kartus), o visą mulčiuojant – iki 283,8–294,5 kg ha<sup>-1</sup> (arba 3,1–2,9 kartus), palyginti, kai visa žolė išvežta iš lauko. Žaliajai trąšai naudojant mišrių raudonųjų dobilų ir mėlynžiedžių liucernų žolynų antžeminę masę (kombinuotu būdu arba mulčiuojant) į dirvožemį biologiškai fiksuoto azoto įterpta 58,6–78,7 kg ha<sup>-1</sup> mažiau negu su grynų pupinių žolių biomasė. Daugiausiai BFN įterpta mulčiuojant visą raudonųjų dobilų ir mėlynžiedžių liucernų antžeminę masę, skirtumas tarp jų buvo nedidelis. Tačiau šio žolės panaudojimo būdo negalima vertinti vienareikšmiškai, kadangi atželiančios žolės galėjo naudoti azotą mineralizuotą iš žaliųjų trąšų. D. J. Hatch ir kt. teigimu, mulčiuojant dobilų ir miglinių žolių mišinio antžeminę masę

biomasėje mažėjo fiksuoto azoto (N<sub>2</sub>) santykinė dalis (Hatch et al., 2007).

**Azoto kiekis, sukauptas žieminių javų derliuje.** Po žaliųjų trąšų įterpimo pirmaisiais metais auginant žieminius kviečius jų grūduose ir šiauduose sukaupto azoto kiekis (2 lentelė) priklausė nuo daugiamečių žolių rūšių ir jų antžeminės masės panaudojimo būdų ( $P < 0,01$ ), šių veiksnių sąveikos nebuvo.

Didžiausią azoto kiekį biomasėje sukauptė žieminiai kviečiai, augę po grynų pupinių žolių, raudonųjų dobilų ir mėlynžiedžių liucernų. Po minėtų priešėlių azoto buvo sukaupta atitinkamai vidutiniškai 52,6 ir 49,9 kg ha<sup>-1</sup> daugiau negu kviečiuose, augintuose po eraičinsvidrių. Po raudonųjų dobilų ir mėlynžiedžių liucernų mišinių su eraičinsvidrėmis, azoto žieminių kviečių derliuje buvo sukaupta atitinkamai vidutiniškai 21,1 ir 26,8 kg ha<sup>-1</sup> daugiau negu po eraičinsvidrių, arba atitinkamai vidutiniškai 31,5 ir 23,1 kg ha<sup>-1</sup> mažiau, palyginti su grynomis pupinėmis žolėmis. Iš antžeminės masės panaudojimo būdų tik visos daugiamečių žolių antžeminės masės naudojimas mulčiui iš esmės padidino (vidutiniškai 15,7 kg ha<sup>-1</sup> arba 23,5 %) žieminių kviečių grūduose ir šiauduose sukaupto azoto kiekį, palyginti su žolės išvežimu iš lauko.

Grynų pupinių žolių antžeminę masę naudojant kombinuotai ar mulčiuojant (išskyrus mėlynžiedžių liucernų antžeminę masę naudojant kombinuotai) žieminiuose kviečiuose azoto sukaupta panašiai, t. y. 21,4–27,5 kg ha<sup>-1</sup> daugiau, palyginti su atitinkamu netręštu žaliosiomis trąšomis kviečių derliumi. Žaliajai trąšai panaudojus mišrių pupinių ir miglinių žolių antžeminę masę (išskyrus mėlynžiedžių liucernų ir eraičinsvidrių mišinių mulčiui), javų derliuje sukaupto azoto kiekis padidėjo tik keliais kilogramais. Tyrėjai nurodo, kad tręšiant pupinių ir miglinių žolių antžemine mase dėl azoto imobilizacijos gali sumažėti augalų paimamas azoto kiekis (Wivstad, 1998). J. Mayer ir kt. (2003) duomenimis, dirvožemyje gali būti imobilizuota 8,2–10,2 % azoto iš pupinių augalų liekanų.

Antraisiais metais po daugiamečių žolių ir jų antžeminės masės (žaliųjų trąšų) įterpimo auginant žieminius kvietrugius jų grūduose ir šiauduose azoto sukaupta vidutiniškai 23,8 kg ha<sup>-1</sup>, arba 31,9 % mažiau, palyginti su žieminiiais kviečiais (2 lentelė). Azoto kiekis žieminių kvietrugių

2 lentelė. Azoto kiekis ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), sukauptas žieminių kviečių ir žieminių kvietrugių grūduose ir šiauduose (Joniškėlis, 2009–2010 m.)

Table 2. Nitrogen content ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) in grain and straw of winter wheat and winter triticale, Joniškėlis 2009–2010

Daugiamečių žolių rūšys (A) Perennial grasses (A)	Daugiamečių žolių panaudojimo būdai (B) Management methods of perennial grasses (B)						A veiksnio vidurkis Means for factor A	
	Išvežta iš lauko Removal from field		Naudota kombinuotai Mixed		Mulčiuota Mulching		Žieminiai kviečiai Winter wheat	Žieminiai kvietrugiai Winter triticale
	Žieminiai kviečiai Winter wheat	Žieminiai kvietrugiai Winter triticale	Žieminiai kviečiai Winter wheat	Žieminiai kvietrugiai Winter triticale	Žieminiai kviečiai Winter wheat	Žieminiai kvietrugiai Winter triticale		
	2009 m.	2010 m.	2009 m.	2010 m.	2009 m.	2010 m.	2009 m.	2010 m.
E / Fl	42,8	49,1	42,2	49,2	48,1	48,0	44,4	48,8
Rd / Rc	82,4**	40,7*	103,8**	51,2	104,7**	48,3	97,0**	46,7
Rd+E / Rc+Fl	61,2*	47,1	69,6**	54,0	65,8**	54,8	65,5**	52,0
Ml / L	83,1**	49,2	89,1**	56,8*	110,6**	53,6	94,3**	53,2*
Ml+E / L+Fl	64,3**	49,2	66,1**	52,8	83,2**	57,1*	71,2**	53,0
B Veiksnių vid. / Means for factor B	66,8	47,1	74,2	52,8**	82,5**	52,4**	74,5*	50,7

2009 m. žieminiai kviečiai / Winter wheat  $R_{05}$  /  $LSD_{05}$  A–8,62; B–6,67; AB–14,93;  
2010 m. žieminiai kvietrugiai / Winter triticale  $R_{05}$  /  $LSD_{05}$  A–4,26; B–3,30; AB–73,8

**Pastaba / Note.** Rd / Rc – raudonieji dobilai / Red clover /; Rd+E / Rc+Fl – raudonieji dobilai + eraičinsvidrės / Red clover + festulolium; Ml / L – mėlynžiedės liucernos / Lucerne; Ml+E / L+Fl – mėlynžiedės liucernos + eraičinsvidrės / Lucerne + festulolium; E / Fl – eraičinsvidrės / Festulolium; \* esminis skirtumas, kai  $P \leq 0,05$  / Significant difference at  $P \leq 0.05$ ; \*\* esminis skirtumas, kai  $P \leq 0,01$  / Significant difference at  $P \leq 0.01$ .

derliuje labiausiai priklausė nuo daugiamečių žolių rūšių ( $P < 0,05$ ) ir jų antžeminės masės panaudojimo būdų ( $P < 0,01$ ). Iš daugiamečių žolių azoto kiekį kvietrugių derliuje iš esmės didino mėlynžiedės liucernos, vidutiniškai  $4,4 \text{ kg ha}^{-1}$ , arba 9,0 % daugiau, palyginti su grynų miglinių žolių priešėliu. Raudonieji dobilai, kaip priešėlis antraisiais poveikio metais, esminės įtakos azoto sukauptumui javų derliuje neturėjo. Liucernos užaugina didesnę šaknų masę, kuri pasižymi didesniais C:N bei lignino:N santykiais, todėl jų skaidymasis lėtesnis ir ilgiau trunka nei dobilų (Nemeikšienė ir kt., 2010). Žolę išvežus iš lauko, pupinių augalų įtaka kvietrugių derliuje sukaupto azoto kiekiui buvo nedidelė. Vidutiniais duomenimis, azoto sukauptumą žieminių kvietrugių derliuje panašiai padidino tiek antžeminės masės naudojimas kombinuotu būdu, tiek visos masės mulčiavimas. Tačiau šie būdai tarpusavyje skyrėsi. Daugiamečių žolių antžeminę masę naudojant kombinuotai azoto sukauptumas žieminių kvietrugių derliuje didėjo juos auginant po grynų pupinių, o mulčiuojant – po jų mišrių pasėlių su

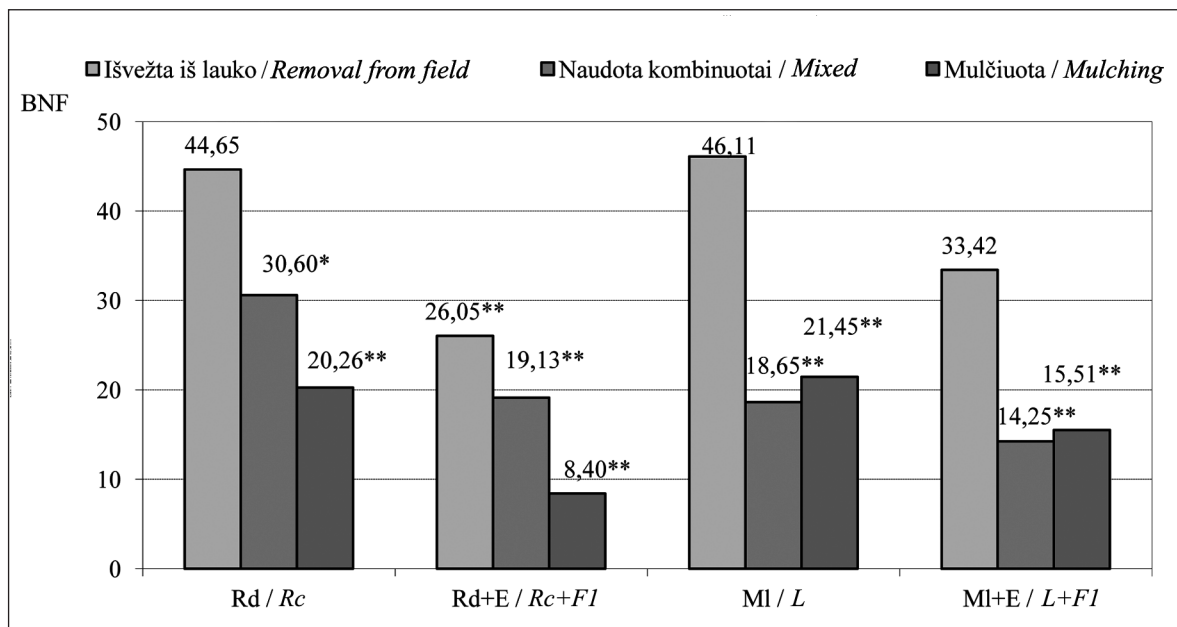
eraičinsvidrėmis. Sukaupto azoto kiekį žieminių kvietrugių grūduose ir šiauduose labai padidino kombinuotai naudota grynų mėlynžiedžių liucernų antžeminė masė ar jų mišinio mulčiavimas su eraičinsvidrėmis. Azoto priedas derliuje buvo atitinkamai 7,6 ir 9,1  $\text{kg ha}^{-1}$ , palyginti su miglinių žolių priešėliu (atitinkamai naudojant jų atžeminę masę).

Antraisiais žaliųjų trąšų poveikio metais azoto sukauptumui javų derliuje didesnė buvo pupinių ir miglinių žolių mišinių įtaka. Tai galima paaiškinti tuo, kad įterpus pupinių žolių biomasę kartu su eraičinsvidrių, kurios turi mažai N, bet yra geras energijos šaltinis mikroorganizmams, pirmaisiais metais (mūsų atveju – auginant žieminius kviečius) silpnėjo N mineralizacijos ir stiprėjo jo imobilizacijos procesai. Imolizuotas azotas atpalaiduojamas ir augalams tampa prieinamas tik antraisiais po įterpimo metais (mūsų atveju – auginant žieminius kvietrugius). A. J. A. Vinten ir kt. (2002) nurodo, kad silpna dirvos aeracija gali sąlygoti mažesnę N imobilizaciją ir remineralizaciją sunkios granulometrinės sudėties dirvožemiams.

**Biologiškai fiksuoto azoto išnaudojimo efektas (BNF<sub>efektas</sub>).** Dalį azoto augalai paima iš dirvožemio, kitą dalį – iš organinių trąšų. Tyrėjų duomenimis, augalai pirmaisiais auginimo metais iš organinių trąšų gali įsisavinti 4–33 % azoto (Peoples et al., 2009). Daugiausia BFN, įterpto su augalų biomase, javai išnaudojo pirmaisiais auginimo metais. Žieminių kviečių BFN išnaudojimo efektyvumui (1 pav.) įtakos turėjo daugiamečių žolių rūšys ( $P < 0,01$ ) ir jų antžeminės masės panaudojimo būdai ( $P < 0,01$ ). Didžiausias biologiškai fiksuoto azoto išnaudojimo efektas nustatytas po grynų raudonųjų dobilų ir mėlynžiedžių liucernų, jų antžeminę masę išvežus iš lauko, atitinkamai 44,7 ir 46,1 %. Įterpus didesnę BFN kiekį su žaliosiomis trąšomis, jo išnaudojimo efektyvumas sumažėjo. Be to, palyginti su grynomis pupinėmis žolėmis, iš mišrių pupinių miglinių žolių BFN išnaudojimas buvo mažesnis. Vidutiniais duomenimis, iš raudonųjų dobilų žieminiai kviečiai geriau pasisavino azotą (31,9 %) negu iš mėlynžiedžių liucernų (28,8 %). Pupinių žolių antžeminę masę pagal

žieminių kviečių BFN išnaudojimo efektyvumą galima surašyti į tokią seką: RD, ML (žolė, išvežta iš lauko) > RD+E, ML+E (žolė, išvežta iš lauko); RD (naudota kombinuotai) > RD (mulčiuota); ML (naudota kombinuotai ar mulčiuota); RD+E (naudota kombinuotai) > ML+E (naudota kombinuotai ar mulčiuota); RD+E (mulčiuota).

**Azoto sąnaudos.** Azoto sąnaudos užauginti vieną toną žieminių kviečių grūdų (3 lentelė) buvo 19,5–23,1 kg t<sup>-1</sup>. Šis rodiklis iš esmės priklausė nuo daugiamečių žolių rūšių ( $P < 0,01$ ), antžeminės masės panaudojimo būdų ( $P < 0,01$ ) ir šių veiksnių sąveikos ( $P < 0,05$ ). Vidutiniais duomenimis, žieminius kviečius auginant po raudonųjų dobilų, pupinių mišinių su miglinėmis azoto sąnaudos iš esmės sumažėjo. Daugiamečių žolių antžeminę masę naudojant žaliajai trąšai azoto sąnaudos didėjo. Raudonųjų dobilų ir jų mišinio su eraičinsvidrėmis žolę išvežus iš lauko, šis rodiklis sumažėjo atitinkamai 1,3 ir 1,6 kg t<sup>-1</sup>, palyginti su kontroline variantu. Antžeminę masę panaudojus kombinuotai ar visą mulčiuojant, N sąnaudos sumažėjo



$R_{05} / LSD_{05}$  A–7,66; B–6,63; AB–13,26.

**Pastaba / Note.** Rd / Rc – raudonieji dobilai / Red clover /; Rd+E / Rc+Fl – raudonieji dobilai + eraičinsvidrės / Red clover + festulolium; Ml / L – mėlynžiedės liucernos / Lucerne; Ml+E / L+Fl – mėlynžiedės liucernos + eraičinsvidrės / Lucerne + festulolium; \* esminis skirtumas, kai  $P \leq 0,05$  / Significant difference at  $P \leq 0.05$ ; \*\* esminis skirtumas, kai  $P \leq 0,01$  / Significant difference at  $P \leq 0.01$ .

**1 pav.** Biologiškai fiksuoto azoto žieminių kviečių panaudojimo efektyvumas (Joniškėlis, 2009)  
**Fig. 1.** BFN utilization efficiency of winter wheat, Joniškėlis 2009

(atitinkamai 1,4 ir 1,1 kg t<sup>-1</sup>) tik žieminius kviečius auginant po raudonųjų dobilų mišinio su eraičinsvidrėmis. N kiekis 1 t kviečių grūdų užauginti iš esmės padidėjo juos auginant po eraičinsvidrių ir po mėlynžiedžių liucernų (atitinkamai 1,4 ir 1,9 kg ha<sup>-1</sup>), visą antžeminę masę panaudojus žaliajai trąšai.

Antraisiais metais po panaudotų priemonių, žieminių kvietrugių grūdų 1 t derliui užauginti buvo sunaudota daugiau azoto (24,1–27,1 kg t<sup>-1</sup>) arba vidutiniškai 19,3 % daugiau, palyginti su kviečiais.

Azoto sąnaudoms esminės įtakos turėjo tik daugiamečių žolių rūšys ( $P < 0,05$ ). Vidutiniais duomenimis, iš esmės mažiau azoto buvo sunaudota antraisiais metais po raudonųjų dobilų auginant žieminius kvietrugių. Veikiant abiem veiksniams daugeliu atvejų šis azoto rodiklis turėjo tendenciją mažėti, palyginti su kontroliniu variantu (eraičinsvidrių antžeminę masę išvežus iš lauko).

**Sėjomainos grandies azoto balansas.** Azoto balansą (2 pav.) lėmė daugiamečių žolių rūšys ( $P < 0,01$ ), jų antžeminės masės panaudojimo būdai ( $P < 0,01$ ) ir abiejų veiksnių sąveika ( $P < 0,01$ ).

Sėjomainos grandyje, kurioje buvo auginti raudonieji dobilai ir mėlynžiedės liucernos, vidutiniais duomenimis azoto balansas (skirtumas tarp azoto, įnešto su žolių biomase ir sukaupto dvejus metus augintų žieminių javų derliuje) buvo panašus – atitinkamai +146,5 ir +165,6 kg ha<sup>-1</sup>. Auginant javus po mišrių pupinių ir eraičinsvidrių žolynų sėjomainos N balansas nedaug sumažėjo – atitinkamai 23,2 ir 38,3 kg ha<sup>-1</sup> (vidutiniai duomenys po priešėlių), palyginti su sėjomainos grandimis, kur auginti grynai raudonieji dobilai ar mėlynžiedės liucernos. Vertinant vien daugiamečių žolių antžeminės masės panaudojimo būdus nustatyta, kad išvežus visą žolę iš lauko ir po jų dvejus metus auginant javus, sėjomainos grandies N balansas buvo silpnai teigiamas (vidutiniškai +10,8 kg ha<sup>-1</sup>).

Vidutiniais duomenimis, dalį daugiamečių žolių antžeminės masės panaudojus žaliajai trąšai (kombinuotas būdas), N balansas buvo +128,0 kg ha<sup>-1</sup>, o visą (mulčiuota) – +201,8 kg ha<sup>-1</sup>. Itin didelis įterptas azoto kiekis gali lemti azoto nuostolius. L. Tripolskajos (2005) duomenimis, vasarą užariant žaliają trąšą žiemkenčiams organinių medžiagų irimas vyksta greitai ir jau rudens

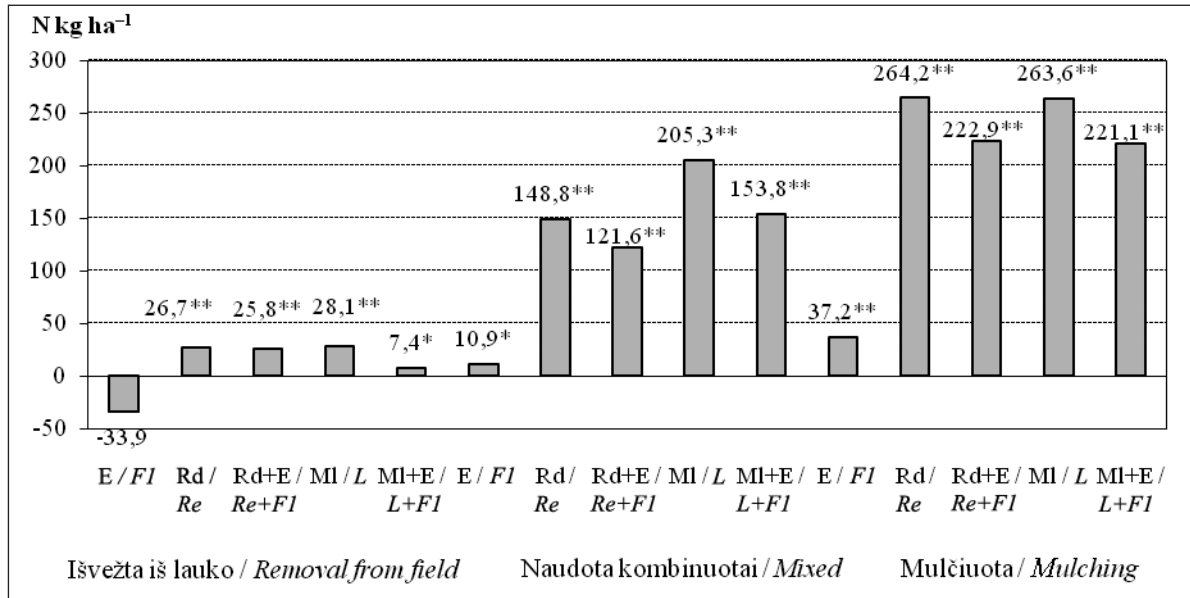
3 lentelė. Azoto sąnaudos, užauginti 1 toną javų grūdų (Joniškėlis, 2009–2010)

Table 3. N input of growing 1 t of cereal yield, Joniškėlis 2009–2010

Daugiamečių žolių rūšys (A) Perennial grasses (A)	Daugiamečių žolių panaudojimo būdai (B) Management methods of perennial grasses (B)					
	Išvežta iš lauko Removal from field		Naudota kombinuotai Mixed		Mulčiuota Mulching	
	N sąnaudos / Input kg t <sup>-1</sup>					
	Žieminiai kviečiai Winter wheat	Žieminiai kvietrugiai Winter triticale	Žieminiai kviečiai Winter wheat	Žieminiai kvietrugiai Winter triticale	Žieminiai kviečiai Winter wheat	Žieminiai kvietrugiai Winter triticale
E / Fl	21,2	26,2	22,1	25,4	22,5*	25,8
Rd / Rc	19,8*	24,1	21,7	24,4	22,0	24,0
Rd+E / Rc+Fl	19,5**	24,3	19,7*	25,7	20,0*	24,9
Ml / L	21,1	25,4	21,7	24,9	23,1**	25,9
Ml+E / L+Fl	21,7	27,1	20,5	24,6	21,5	27,1
R <sub>05</sub> v LSD <sub>05</sub> A					0,63	1,30
B					0,49	1,01
AB					1,09	2,26

**Pastaba / Note.** Rd / Rc – raudonieji dobilai / Red clover /; Rd+E / Rc+Fl – raudonieji dobilai + eraičinsvidrės / Red clover + festulolium; Ml / L – mėlynžiedės liucernos / Lucerne; Ml+E / L+Fl – mėlynžiedės liucernos + eraičinsvidrės / Lucerne + festulolium; E / Fl – eraičinsvidrės / Festulolium; \* esminis skirtumas, kai  $P \leq 0,05$  / Significant difference at  $P \leq 0.05$ ; \*\* esminis skirtumas, kai  $P \leq 0,01$  / Significant difference  $P \leq 0.01$ .





$R_{05} / LSD_{05}$  A-23,65; B-18,32; AB-41,97.

**Pastaba / Note.** Rd / Rc – raudonieji dobilai / Red clover /; Rd+E / Rc+Fl – raudonieji dobilai + eraičinsvidrės / Red clover + festulolium; Ml / L – mėlynziedės liucernos / Lucerne; Ml+E / L+Fl – mėlynziedės liucernos + eraičinsvidrės / Lucerne + festulolium; E / Fl – eraičinsvidrės / Festulolium; \* esminis skirtumas, kai  $P \leq 0,05$  / Significant difference at  $P \leq 0,05$ ; \*\* esminis skirtumas, kai  $P \leq 0,01$  / Significant difference  $P \leq 0,01$ .

**2 pav.** Azoto balansas sėjomainos grandyje: daugiamečių žolės, žieminiai kviečiai, žieminiai kvietrugiai (Joniškėlis, 2008–2010 m.)

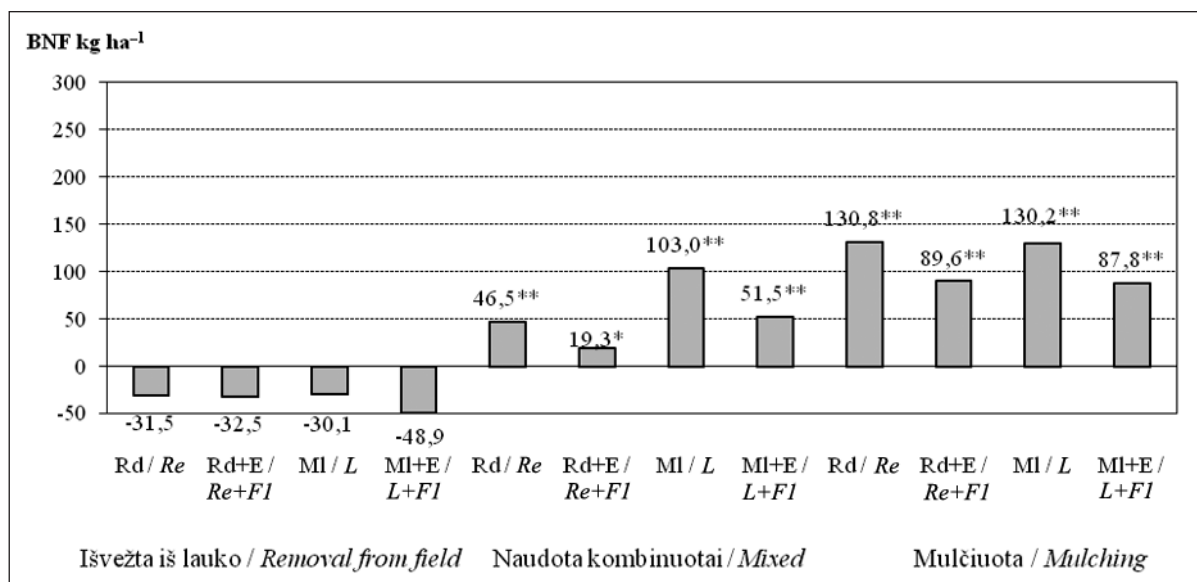
**Fig. 2.** N balance in crop rotation chain: perennial grasses, winter wheat, winter triticale, Joniškėlis 2008–2010

laikotarpiu atpalaiduotas azotas migruoja gilyn profiliu. Vegetacijos metu daugiamečių žolių masę mulčiuojant dirvos paviršiuje jos mineralizacija prasideda anksčiau (dar prieš įterpimą). Švedijoje atlikti tyrimai parodė, kad iš daugiamečių žolių mulčio (jo neįterpus) augalai gali pasisavinti 25–28 % azoto, o kitais metais po jo įterpimo – dar 27 % (Bath et al., 2006).

Biologiškai fiksuotas azotas – tai papildomai į ekologinės agrosistemos maisto medžiagų apytakos ratą įjungtas azotas iš oro. Jis padengia javų derliuje sukauptą ir su derliumi iš agrocenozės išvežtą azotą. Todėl sėjomainos azoto balanse BFN yra labai svarbus (Marcinkevičienė et al., 2008). Vokiečių tyrėjai nurodo, kad ekologinio ūkio sėjomainoje N balansas turėtų būti nedaug teigiamas (+50 kg ha<sup>-1</sup>), kad papildytų dirvožemio organinių medžiagų ir azoto atsargas (Loges et al., 2006). Sėjomainos grandžių su pupinėmis žolėmis ar jų mišinių su eraičinsvidrėmis BFN balansas, visą antžeminę masę išvežus iš lauko, buvo neigiamas -30,2 – -50,9 kg ha<sup>-1</sup> (3 pav.).

Su pupinių žolių šaknimis į dirvožemį įterptas biologiškai fiksuoto azoto kiekis buvo nepakankamas kompensuoti dvejus metus augintų žieminių javų N poreikį. Lietuvoje atlikti tyrimai parodė, kad nenaudojant žaliųjų trąšų geriausia ekologinė sėjomaina tokia, kurioje azotą fiksuojančių augalų yra 43 %. Daugiamečių žolių, kaip priešėlių, vertė didesnė, kai jos auginamos du kartus po vienerius metus, o ne du metus iš eilės (Balnytė et al., 2009).

Daugiamečių žolių antžeminę masę naudojant kombinuotai didžiausias teigiamas azoto balansas buvo po mėlynziedžių liucernų (+103,0 kg ha<sup>-1</sup>), po jų mišinio su eraičinsvidrėmis – optimalus (+51,5 kg ha<sup>-1</sup>). Tuo pačiu būdu naudojant raudonųjų dobilų antžeminę masę taip pat nustatytas optimalus sėjomainos grandies BFN balansas (+46,5 kg ha<sup>-1</sup>), o kai žaliajai trąšai naudojama raudonųjų dobilų mišinio su eraičinsvidrėmis masė – silpnai teigiamas (+19,3 kg ha<sup>-1</sup>). Visą daugiamečių žolių antžeminę masę mulčiuojant sėjomainos grandžių BFN balansas buvo didžiausias



$R_{05} / LSD_{05}$  A-24,23; B-21,09; AB-41,97.

**Pastaba / Note.** Rd / Rc – raudonieji dobilai / Red clover /; Rd+E / Rc+Fl – raudonieji dobilai + eraičinsvidrės / Red clover + festulolium; Ml / L – mėlynžiedės liucernos / Lucerne; Ml+E / L+Fl – mėlynžiedės liucernos + eraičinsvidrės / Lucerne + festulolium; E / Fl – eraičinsvidrės / Festulolium; \* esminis skirtumas, kai  $P \leq 0,05$  / Significant difference at  $P \leq 0.05$ ; \*\* esminis skirtumas, kai  $P \leq 0,01$  / Significant difference at  $P \leq 0.01$ .

**3 pav.** Biologiškai fiksuoto azoto (BNF) balansas sėjomainos grandyje: daugiametės žolės, žieminiai kviečiai, žieminiai kvietrugiai (Joniškėlis, 2008–2010 m.)

**Fig. 3.** BNF balance in crop rotation chain: perennial grasses, winter wheat, winter triticale, Joniškėlis 2008–2010

ir tarp grynų pupinių žolių nesiskyrė (130,2–130,8 kg ha<sup>-1</sup>), tačiau mulčiuojant visą pupinių mišinių su eraičinsvidrėmis masę – BFN balansas buvo mažesnis (87,8–89,6 kg ha<sup>-1</sup>). Galima teigti, kad naudojant visą antžeminę masę žaliajai trąšai vertėtų sėjomainos rotaciją sudaryti iš daugiau maisto medžiagas išnaudojančių narių.

## IŠVADOS

1. Raudonųjų dobilų antžeminę masę naudojant kombinuotai ar mulčiuojant žaliajai trąšai bendro azoto į dirvožemį įterpta atitinkamai 2,0 ir 2,8 kartus daugiau, palyginti su laukeliu, kur visa žolė išvežta iš lauko, mėlynžiedės liucernas atitinkamai – 2,2 ir 2,7 kartus. Su raudonųjų dobilų ir mėlynžiedžių liucernų mišinių su eraičinsvidrėmis antžemine mase azoto įterpta atitinkamai vidutiniškai 17,0 ir 19,6 % mažiau negu su grynų pupinių. Pupinės žolės pagal įterpto azoto kiekį išsiskyrė tik antžeminę masę panaudojus kombinuotai – su mėlynžiedžių liucernų antžemine mase azoto įterpta daugiau nei su raudonųjų dobilų.

Didesnė augalų biomasėje sukaupto azoto dalis (51,8–70,9 %) buvo biologiškai fiksuotas azotas.

2. Pagal sukauptą javų derliuje azoto kiekį daugiamesės žolės, kaip priešsėlius žieminiams kviečiams, galima surikiuoti taip: pupinės žolės > pupinių ir miglinių žolių mišinys > eraičinsvidrės. Azoto kaupimą žieminių kviečių derliuje iš esmės didino daugiamečių žolių antžeminės masės mulčiavimas. Didžiausias biologiškai fiksuoto azoto išnaudojimo efektas buvo iš raudonųjų dobilų ir mėlynžiedžių liucernų bei jų mišinių su eraičinsvidrėmis šaknų ir liekanų (atitinkamai 44,65, 46,11 ir 26,05, 33,42 %). Dalį ar visą daugiamečių žolių antžeminę masę panaudojus žaliajai trąšai, biologiškai fiksuoto azoto išnaudojimo efektas sumažėjo (iki 8,40–21,45 %). Antraisiais metais po daugiamečių žolių ir jų antžeminės masės (žaliųjų trąšų) įterpimo auginant žieminius kvietrugius, jų grūduose ir šiauduose azoto sukaupta vidutiniškai 31,9 % mažiau, palyginti su žieminiams kviečiams. Azoto sukauptumui biomasėje daugiau teigiamos įtakos turėjo pupinių žolių ir eraičinsvidrių mišinys bei antžeminės masės panaudojimo būdai.

3. Azoto sąnaudos 1 t žieminių kviečių grūdų užauginti buvo 19,5–23,1 kg t<sup>-1</sup>. Mažiausiai azoto sunaudojo žieminiai kviečiai, augę po raudonųjų dobilų, jų mišinio su eraičinsvidrėmis (žolę išvežus iš lauko) ar naudojant žaliajai trąšai raudonųjų dobilų ir mėlynžiedžių liucernų mišinius su eraičinsvidrėmis. Didžiausios azoto sąnaudos buvo žieminius kviečius auginant po eraičinsvidrių ir grynų mėlynžiedžių liucernų. Antraisiais javų auginimo metais žieminiai kvietrugiai azoto grūdų derliaus tonai sunaudojo vidutiniškai 19,3 % daugiau, palyginti su kviečiais. Žieminius kvietrugių auginant po grynų pupinių ir jų mišinių su eraičinsvidrėmis, azoto sąnaudos grūdų 1 t užauginti turėjo tendenciją mažėti, palyginti su eraičinsvidrių priešėliu, jų antžeminę masę išvežus iš lauko.

4. Sėjomainos grandies pupinių žolių arba pupinių mišinių su eraičinsvidrėmis (visą antžeminę masę išvežus iš lauko), žieminių kviečių, žieminių kvietrugių augalų derliuje sukaupto azoto kiekis nebuvo kompensuotas biologiškai fiksuotu N ir balansas buvo neigiamas (–30,2 – –50,9 kg ha<sup>-1</sup>). Sėjomainos grandyse daugiamečių žolių antžeminę masę panaudojus kombinuotai ar mulčiuojant biologiškai fiksuotu azotu, buvo padengtas visas augalų sunaudotas azoto kiekis. Teigiamas azoto balansas (+51,5 ir 46,5 kg ha<sup>-1</sup>) nustatytas sėjomainos grandyse žieminius javus auginant po mėlynžiedžių liucernų mišinio ir po raudonųjų dobilų jų antžeminę masę naudojant kombinuotai.

## PADĖKA

Straipsnyje pateikiami tyrimų rezultatai, gauti vykstant ilgalaikę LAMMC mokslinių tyrimų programą „Žemės ūkio bei miškų dirvožemių našumas ir tvarumas“.

Gauta 2012 09 10  
Priimta 2013 01 22

## LITERATŪRA

1. Adgo E., Schulze J. 2002. Nitrogen fixation and assimilation efficiency in Ethiopian and German pea varieties. *Plant and Soil*. Vol. 239. P. 291–299.
2. Balnytė S., Pupalienė R., Bogužas V. 2009. The importance of crop rotation, catch crop and manure in organic farming. *Vagos: LŽŪU mokslo darbai*. Nr. 84(37). P. 7–11.
3. Bath B., Malgeryd J., Stintzing A. R., Akerhielm H. 2006. Surface mulching with red clover in white

- cabbage production. Nitrogen uptake, ammonia losses and the residual fertility effect in ryegrass. *Biological Agriculture and Horticulture*. Vol. 23. P. 287–304.
4. Britta J. 2003. *Untersuchungen und Kalkulationstabellen zur Schätzung der N<sub>2</sub>-Fixierleistung und der N-Flächenbilanz beim Anbau von Lupinus albus und Lupinus luteus in Reinsaat und von Vicia faba und Pisum sativum in Reinsaat und im Gemenge mit Avena sativa*. Thesis. University Goettingen, Agronomy. Niedersächsische Staats – und Universitätsbibliothek Göttingen. S. 55–131.
5. Cobo G., Barrios E., Kass D. C. L., Thomas R. J. 2002. Decomposition and nutrient release by green manures in a tropical hillside agroecosystem. *Plant and Soil*. Vol. 240. No. 2. P. 331–342.
6. Crews T. E., Peoples M. B. 2005. Can the synchrony of nitrogen supply and crop demand be improved in legume and fertilizer-based agroecosystems? *Nutrient Cycling in Agroecosystem*. Vol. 72. No. 2. P. 101–120.
7. Crews T. E., Peoples M. B. 2004. Legume versus fertilizer sources of nitrogen: ecological tradeoffs and human needs. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Vol. 102. No. 3. P. 279–297.
8. Cuttle S., Shepherd M., Goddlass G. 2003. *A review of leguminous fertility-building crops with particular reference to nitrogen fixation and utilisation. Written as a part of Defra Project OF0316 “The development of improved guidance on the use of fertility-building crops in organic farming”*. 165 p.
9. Dreyman S., Loges R., Taube F. 2005. Schnittgutabfuhr oder Gründüngung? Auswirkung der Klee gras-Nutzung auf Nitrat im Sickerwasser und Folgefrüchte. *Ende der Nische: Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau*. 1–4 März, 2005, Germany. Universität Kassel. S. 181–184.
10. Freyer B. 2003. *Fruchtfolgen*. Stuttgart, Deutschland. 232 S.
11. Hatch D. J., Goodlass G., Joynes A., Shepherd M. A. 2007. The effect of cutting, mulching and applications of farmyard manure on nitrogen fixation in a red clover / grass sward. *Bioresource Technology*. Vol. 98. No. 17. P. 3243–3248.
12. Jensen E. S., Hauggaard-Nielsen H. 2003. How can increased use of biological N<sub>2</sub> fixation in agriculture benefit the environment? *Plant and Soil*. Vol. 252. P. 177–186.
13. Kaske A. 2000. *Leistungen unterschiedlich bewirtschafteter Futterleguminosenbestände und deren Auswirkungen auf Ertrag und ausgewählte Kenngrößen des Stickstoffhaushaltes der Folgefrucht Winterweizen*. Dissertation, Schriftenreihe des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. 271 S.

14. Lapinskas E. 2008. *Azoto pokyčiai dirvožemyje ir jo reikšmė augalams*. Akademija, Kėdainių r. P. 319.
15. Loges R., Kelm M., Taube F. 2006. Nitrogen balances, nitrate leaching and energy efficiency of conventional and organic farming systems on fertile soils in Northern Germany. *Advances in GeoEcology*. Vol. 38. P. 407–414.
16. Maikštėnienė S., Arlauskienė A. 2010. Tarpinių pasėlių biomasės ir šiaudų, naudojamų trąšai, įtaka dirvožemio maisto medžiagų kitimui. *Agroekosistemų valdymas. Ilgalaikių agrocheminių tyrimų rezultatai: monografija*. Sud. L. Tripolskaja ir kt. Akademija, Kėdainių r. P. 152–157.
17. Marcinkevičienė A., Pupaliene R., Bogužas V., Balnytė S. 2008. Influence of crop rotation and catch crop for green manure on nitrogen balance in organic farming. *Žemės ūkio mokslai*. T. 15. Nr. 4. P. 16–20.
18. Mayer J., Buegger F., Jensen E. S., Schloter M., Heß J. 2003. Residual nitrogen contribution from grain legumes to succeeding wheat and rape and related microbial process. *Plant and Soil*. Vol. 255. Nr. 2. P. 541–554.
19. Nemeikšienė D., Arlauskienė A., Šlepetienė A., Maikštėnienė S. 2010. Anglies ir azoto sukaupimas skirtingų daugiamečių žolių biomasėje. *Vagos: mokslo darbai*. Nr. 87(40). P. 41–50.
20. Peoples M. B., Rockwell J., Herridge D. F., et al. 2009. The contributions of nitrogen-fixing crop legumes to the productivity of agricultural systems. *Symbiosis*. Vol. 48. P. 1–17.
21. Schäfer W., Väisänen J., Pihala M. 2001. Technique of green mulch spreading. *Agricultural Engineering Research*. Vol. 79. P. 56.
22. Schmidtke K. 2005. How to calculate nitrogen rhizodeposition: a case study in estimating n rhizodeposition in the pea (*Pisum sativum* L.) and grasspea (*Lathyrus sativus* L.) using a continuous labelling split-root technique. *Soil Biology & Biochemistry*. Vol. 37. P. 1893–1897.
23. Somda Z. C., Ford P. B., Hargrove W. L. 1991. Decomposition and nitrogen recycling of cover crops and crop residues. In: W. L. Hargrove (ed.). *Cover Crops for Clean Water. The Proceedings of an International Conference, 9–11 April 1991, Jackson, TN*. Ankeny, Iowa: Soil and Water Conservation Society. P. 103–105.
24. Talgre L., Lauringson E., Makke A., Lauk R. 2011. Biomass production and nutrient binding of catch crops. *Žemdirbystė=Agriculture*. Nr. 3(98). P. 251–258.
25. Thorup-Kristensen K., Salmerón Cortasa M., Loges R. 2009. Winter wheat roots grow twice as deep as spring wheat roots, is this important for N uptake and N leaching losses? *Plant and Soil*. Vol. 322. P. 101–114.
26. Tripolskaja L. 2005. Organinės trąšos ir jų poveikis aplikai. Akademija (Kėdainių r.). P. 205.
27. Tripolskaja L., Bagdanavichene Z., Romanovskaja D. 2004. Microbiological activity of Soddy-Podzolic soil and decomposition of organic fertilizers in the autumn–winter period. *Eurasian Soil Science*. Vol. 3. No. 9. P. 967–974.
28. Tripolskaja L., Romanovskaja D., Šlepetienė A., Verbylienė I. 2012. Žaliosios trąšos ir minerlainių trąšų efektyvumo palyginimas žieminių rugių ir miežių derliui priešmėlio dirvožemyje. *Žemės ūkio mokslai*. T. 19. Nr. 1. P. 27–35.
29. Velička R., Rimkevičienė M., Marcinkevičienė A., Kriaučiūnienė Z. 2006. Sausųjų medžiagų, organinės anglies ir azoto pokyčiai augalų liekanose pirmaisiais jų skaidymosi metais. *Žemės ūkio mokslai*. Nr. 1. P. 14–21.
30. Vinten A. J. A., Whitmore A. P., Bloem J., Howard F., Wright F. 2002. Factors affecting N immobilisation / mineralisation kinetics for cellulose, glucose and straw amended sandy soils. *Biology and Fertility of Soils*. Vol. 36. P. 190–199.
31. Wivstad M. 1998. Nitrogen mineralization and crop uptake of N from decomposing 15 N labeled red clover and yellow sweetclover plant fractions of different age. *Plant and Soil*. Vol. 208. P. 21.

Danguolė Nemeikšienė, Aušra Arlauskienė,  
Stanislava Maikštėnienė, Alvyra Šlepetienė

#### APPLICATION OF THE GREEN MANURE FOR IMPROVEMENT OF THE NITROGEN EXPLOI- TATION WITHIN THE CROP ROTATION WITH WINTER WHEAT

##### *S u m m a r y*

Researches were carried out in *Endocalcari-Endohypogleyic Cambisol* at the Joniškėlis Experimental Station of the Lithuanian Agriculture and Forest Research Centre during the period from 2007 to 2010 with an aim to define the effect of the following perennials: red clover (*Trifolium pratense* L.), alfalfa (*Medicago sativa* L.), mixtures of these grasses with *Festulolium* and their aboveground mass, variously applied for the green manure, on the efficiency of the nitrogen exploitation within the crop rotation: legumes (pure or in mixture with *festulolium*) – winter wheat – winter triticale. It was defined that the majority of N in the yield of winter wheat was accumulated by cereals cultivated after legumes (averagely 94.3–97.0 kg ha<sup>-1</sup>), less of N was accumulated after their mixture with *festulolium* (averagely 65.5–71.2 kg ha<sup>-1</sup>). Accumulation of nitrogen in the winter wheat yield was significantly increased by application of all aboveground mass for the green manure with the mulching technology. Upon increasing the content of biologically

fixed nitrogen (BFN) incorporated with the mass of crops, the effect of its exploitation decreased. The lowest content of nitrogen for 1 t of grains was used by winter wheat, cultivated after red clover, its mixture with *festulolium* (when all grass was removed from field) or when the mass of mixtures of red clover and alfalfa with *festulolium* was applied for the green manure. The highest content of nitrogen for 1 t of grains was required for the cultivation of winter wheat after the pure grasses and legumes. During the second year after incorporation of the aboveground mass (green manure) of perennials upon cultivation of winter triticale, the content of nitrogen, accumulated in its yield, was increased by mixtures of legumes and *festulolium* as the pre-crops and green manure. Expenditure of nitrogen for 1 t of winter triticale had a tendency to decrease as compared to the pre-crop of *festulolium* after the aboveground mass was removed from the field.

Upon application of part or all aboveground mass of perennials for the green mass, the biologically fixed nitrogen covered the total nitrogen content, used by crops. Lightly positive balance of nitrogen (+51.5 and 46.5 kg ha<sup>-1</sup>) was determined in the crop rotation when winter wheat was cultivated after the mixture of alfalfa and red clover, applying their aboveground mass in a combined manner.

**Key words:** perennials, mulch, expenditure of N, balance of nitrogen