

ISSN 1392-3196

Žemdirbystė-Agriculture, t. 97, Nr. 1 (2010), p. 83–92

UDK 631.811.1:[631.872:631.874]:581.1.05

Tarpinių pasėlių žaliajai trąšai ir šiaudų įtaka atmosferos kritulių filtracijai ir azoto išplovimui

Liudmila TRIPOLSKAJA¹, Gvidas ŠIDLAUSKAS²¹Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro Vokės filialas

Žalioji a. 2, Vilnius

E. paštas: liudmila.tripolskaja@voke.lzi.lt

²Lietuvos žemės ūkio universitetas

Studentų g. 11, Akademija, Kauno r. sav.

E. paštas: gvidas.sidlauskas@agrochema.lt

Santrauka

2002–2008 m. Lietuvos žemdirbystės instituto Vokės filiale buvo atlikti lizimetriniai tyrimai, siekiant nustatyti dirvožemio derlingumui stabilizuoti naudojamų žaliosios trąšos tarpinių pasėlių – raudonųjų dobilų (*Trifolium pratense* L.), aliejinių ridikų (*Raphanus sativus* var. *oleiformis* L.) ir varpinių javų (miežių, *Hordeum vulgare* L.) šiaudų – įtaką atmosferos kritulių filtracijai ir azoto išplovimui. Lizimetriniai įrenginiai buvo pripildyti priesmėlio išplautžemio (IDp), *Haplic Luvisol* (LVh).

Nustatyta, kad augalai žaliajai trąšai, auginami po javų derliaus nuėmimo, atmosferos kritulių filtraciją rudens laikotarpiu sumažino vidutiniškai 19,4–21,7 %, o per metus – 7,0–8,3 %. Didesnę biomasę (0,407 g m⁻²) suformavo dobilai, su jais į dirvožemį įterpta daugiau azoto (7,35 g m⁻²), o tai padidino azoto koncentraciją lizimetriniame vandenyje ir azoto išplovimo nuostolius. Poveikis truko iki 12 mėnesių. Posėliniai aliejiniai ridikai rudens laikotarpiu mitybai efektyviai panaudojo mineralinį azotą ir kartu sumažino kritulių filtraciją. Dėl šių veiksnių sąveikos azoto išplovimo nuostoliai sumažėjo 24,2 %, palyginti su organinėmis trąšomis netręštu dirvožemiu, ir atitinkamai 48,9 % bei 47,0 %, palyginti su šiaudų + N₃₀ arba dobilų bei šiaudų įterpimu. Šiaudų įterpimas su mineralinių azoto trąšų priedu (N₃₀) azoto koncentraciją lizimetriniame vandenyje padidino tik pirmaisiais mėnesiais po jų uždaro, o bendrą metinį azoto išplovimą – vidutiniškai 12,9 %.

Reikšminai žodžiai: azotas, išplovimas, žaliaji trąša, šiaudai.

Įvadas

Vienas pagrindinių žaliosios trąšos pasėlių auginimo tikslų – dirvožemį papildyti organine medžiaga ir azotu. Šiaudų įterpimas labiau pagrįstas jų ekonominiu utilizavimo būtinumu aspektu, bet, laikantis naudojimo rekomendacijų, taip pat turi teigiamą įtaką organinės anglies akumuliacijai ir maisto elementų įjungimui į biologinį apykaitos ciklą.

Lietuvoje žemės ūkio naudmenų dirvožemiai yra labai nevienodo našumo. Apie 40 % jų yra nepakankamo derlingumo. Žemės ūkio naudmenų dirvožemį naudojant augalininkystei, derlingumui išsaugoti būtinas tręšimas įvairiomis organinėmis trąšomis, kurios dirvožemį papildoma organine anglimi, maisto medžiagomis, suaktyvina jo mikrobiologinį aktyvumą. Tyrimų metu nustatyta, kad lengvos

granuliometrinės sudėties dirvožemio savybės labiau gerina periodinis tręšimas mėšlu. Dėl jo poveikio didėja mitybos elementų ir organinių medžiagų kiekis, gerėja fizikinės, mikrobiologinės ir kitos savybės (Romanovskaja, Tripolskaja, 2004; Tripolskaja, 2005; Tausojamoji žemdirbystė..., 2008). Tačiau dėl įvairių priežasčių (tik augalininkystės srities ūkio specializacija, didelės organinių trąšų transportavimo išlaidos ir pan.) ne visuose laukuose galima panaudoti mėšlą, todėl kaip alternatyva dirvožemiui papildyti organinėmis medžiagomis dažnai naudojamos įvairios augalinės žaliavos – žaliaji trąša, javų šiaudai.

Įvairių šalių mokslininkų publikacijose atskleidžia, kad žaliosios trąšos ir šiaudų poveikis dir-

vožemio derlingumui priklauso nuo įvairių veiksnių. Vieni autoriai pažymi, kad jų įterpimas dirvožemyje padeda stabilizuoti organinės medžiagos kiekį, bet padidina azoto išplovimą (Hauggaard-Nielsen et al., 1988; Thomsen, Christensen, 1999; Tripolskaja, Romanovskaja, 2004). Kituose darbuose nurodoma, kad žaliosios trąšos tarpiniai pasėliai rudens ir pavasario laikotarpiu sumažina azoto išplovimą (Francis et al., 1998; Bendaravičius ir kt., 2004). Skiriasi ir kitų biogeninių elementų išplovimo duomenys, nes tai labai priklauso nuo dirvožemio tipo ir klimato sąlygų.

Cheminių elementų koncentracijos pokyčiai yra glaudžiai susiję su įterptų organinių medžiagų skilimo greičiu. V. Janušienės (2002) duomenimis, greičiausiai mineralizuojasi mėšlas – per metus vidutiniškai 81–98 % masės, augalų liekanos – 68–79 %, javų šiaudai – 49 %. Kituose darbuose pažymima, kad sideracinių trąšų mineralizacijos greitis priklauso nuo augalų ląstelienos kiekio (Пехора, 2006). Per metus mineralizuojasi vidutiniškai 72,4–75,3 % organinių junginių. Daugiau azoto mineralizuojasi iš lubinų – 74,6 %, aliejinių ridikų – 65,0 %. Kuo greičiau vyksta organinių junginių irimas, tuo greičiau skilimo produktai gali būti įsisavinti augalų arba išplauti į dirvožemio poarmentinius sluoksnius.

Biogeninių elementų išplovimo nuostoliai yra susiję ne tik su dirvožemių agrarinio panaudojimu, bet ir su klimato veiksniais – kritulių kiekiu bei oro temperatūra. Lietuvos teritorijoje per metus iškrinta vidutiniškai 681 mm kritulių, vidutinei metinei oro temperatūrai esant 6,2 °C, ir tai sudaro prielaidas atmosferos kritulių filtracijai ir atitinkamai cheminių elementų išplovimui iš dirvožemio ariamojo sluoksnio (Galvonaitė ir kt., 2007). Pastarųjų dviejų dešimtmečių (1993–2003 m.) meteorologinių stebėjimų duomenys liudija apie klimato šiltėjimą: vidutinė metinė oro temperatūra padidėjo 0,1–0,9 °C, o labiausiai padidėjo vėlyvo rudens ir pavasario laikotarpio temperatūra, sumažėjo dienu su neigiama oro temperatūra skaičius (Galvonaitė, Valiukas, 2005). Tai gali turėti netiesioginės įtakos kritulių filtracijai. Pakitusios hidroterminės sąlygos ir sezonų trukmės pokyčiai sudaro būtinybę tirti cheminių elementų migracijos dėsningumo tyrimus žemės ūkio paskirties dirvožemiuose.

Ilgesnė rudens bei pavasario laikotarpio trukmė turi ir teigiamą įtaką, nes leidžia ūkiuose auginti daugiau žaliosios trąšos tarpinių pasėlių ir juos panaudoti dirvožemio derlingumui didinti. Tačiau augalų parinkimas ir auginimo technologijos turi būti pagrįsti ne tik jų poveikiu dirvožemi papildant organinėmis medžiagomis ir mitybos elementais, bet ir atsižvelgta į įtaką cheminių elementų išplovimui.

Tyrimų tikslas – nustatyti žaliosios trąšos (dobilų, aliejinių ridikų) ir užariamų šiaudų įtaką atmosferos kritulių filtracijai ir augalų mitybos pagrindinio elemento azoto migracijai priesmėlio dirvožemyje Rytų Lietuvos klimato sąlygomis.

Sąlygos ir metodai

Cheminių elementų išplovimo dėl žaliosios trąšos ir šiaudų panaudojimo nuostoliams nustatyti buvo panaudoti stacionarūs cilindro formos gelžbetoniniai lizimetrai. Vieno lizimetro plotas – 1,75 m², tiriamojo dirvožemio sluoksnis – 0,60 m. Lizimetrai pripildyti Rytų Lietuvos zonai būdingo dirvožemio – priesmėlio išplautžemio (IDp), *Haplic Luvisol (LVh)*. Prieš pradėdant bandymą ariamojo sluoksnio (0–20 cm) agrocheminė charakteristika buvo tokia: pH_{KCl} 5,4–5,6, sorbuotų bazių – 57,6–60,1 mekv kg⁻¹, judriųjų fosforo – 208–225 mg kg⁻¹, kalio – 101–112 mg kg⁻¹, organinės anglies (C_{org}) – 0,77–0,80 %. Azoto išplovimas buvo tirtas grandyje miežiai → bulvės, tyrimas pakartotas tris kartus (2002–2003, 2004–2005 ir 2006–2007 m.).

Bandymų schema (organinės medžiagos rūšys): 1) kontrolinis variantas (be organinių medžiagų), 2) miežių (*Hordeum vulgare* L.) šiaudai + N₃₀, 3) posėliniai aliejiniai ridikai (*Raphanus sativus* var. *oleiformis* L.) žaliajai trąšai + N₃₀ + šiaudai, 4) raudonųjų dobilų (*Trifolium pratense* L.) įsėlis žaliajai trąšai + šiaudai; trys pakartojimai.

Veislės 'Aura' miežiai sėti siauraeilium būdu, sėklos norma – 180 kg ha⁻¹. Prieš sėją miežiai tręšti N₆₀P₆₀K₆₀. Ketvirtajame variante į miežius pavasarį buvo įsėti veislės 'Arimaičiai' raudonieji dobilai 16 kg ha⁻¹. Po miežių derliaus nuėmimo pirmajame variante miežių šiaudai buvo pašalinti, antrajame ir trečiajame variantuose šiaudai susmulkinti, į dirvožemį įterpti 12–15 cm gyliu, modeliuojant dirvos lėkščiavimą. Antrajame variante šiaudų mineralizacijai pagerinti dirvožemis papildomai patręštas amonio salietra N₃₀. Trečiajame variante po miežių nuėmimo pasėti aliejiniai ridikai 20 kg ha⁻¹, prieš sėją įterpus N₃₀. Ketvirtajame variante šiaudai ir miežių nuėmimo metu nupjauta dobilų įsėlio antžeminė masė susmulkinti ir išbarstyti ant dobilienos, įsėlių palikus augti iki spalio antrojo dešimtadienio. Spalio 15–20 dienomis žaliosios trąšos augalai susmulkinti, visų variantų dirvožemis sukastas 20–22 cm gyliu (rudeninis arimas). Priklausomai nuo rudens hidroterminių sąlygų, aliejiniai ridikai pasiekdavo žydėjimo–ankščių formavimosi pradžios tarpsnį, raudonieji dobilai – butonizacijos–žydėjimo pradžios tarpsnį. Žalios masės ir šiaudų derlius nustatytas iš viso lizimetro ploto. Iš visos užaugusios masės imti 0,20–0,25 kg augalų masės ėminiai sausųjų medžių, cheminių elementų ir lignino kiekiui

nustatyti. Kitais metais augintos veislės 'Goda' bulvės. Į lizimetrą pasodinti 9 bulvių gumbai. Bulvės tręštos N₉₀P₆₀K₉₀. Vegetacijos metu naudotos visos būtinos augalų apsaugos priemonės.

Kritulių filtratas matuotas, atsižvelgiant į atmosferos kritulių intensyvumą. Apskaičiuotas mėnesių, metų laikotarpių ir metinis filtrato kiekis. Pavasario (kovo–gegužės mėn.), vasaros (birželio–rugsėjo mėn.) ir rudens (rugsėjo–lapkričio mėn.) tarpsnių trukmė atitiko metų kalendorinius laikotarpius. Žiemos laikotarpio atmosferos kritulių skaičiavimas atitiko šio laikotarpio filtracijos apskaitą, t. y. tam tikrų metų (n) gruodžio mėnesio kritulių kiekis buvo sumuojamas su kitų metų (n + 1) sausio ir vasario mėnesių kritulių kiekiu. Toks skaičiavimas pagrįstas žiemos laikotarpio temperatūros režimu, nes temperatūrai esant žemiau 0 °C iškrinta kieti krituliai, kurie skystą pavidalą įgauna tik esant teigiamai oro temperatūrai, o jų infiltracija gali įvykti gerokai vėliau nei jų iškritimas. Taigi atmosferos kritulių filtrato kiekis buvo skaičiuojamas nuo tam tikrų metų kovo 1 d. iki kitų metų vasario 28 d. (12 mėnesių), o tyrimai truko nuo 2002 m. kovo 1 d. iki 2008 vasario 28 d.

Nitratų koncentracija lizimetriniame vandenyje (NO₃ mg L⁻¹) buvo nustatoma kas mėnesį. Apskaičiuota mėnesių, metų tarpsnių ir metų svertinė NO₃ koncentracija. Svertinė koncentracija apskaičiuota pagal formulę:

$$K \text{ svertinė} = (K_1 * V_1 + K_2 * V_2 + K_3 * V_3) / (V_1 + V_2 + V_3),$$

kai K_{1,2,3} – cheminio elemento koncentracija mg L⁻¹ atitinkamo varianto vieno lizometro lizimetriniame vandenyje (1, 2, 3 – pakartojimai) per tam tikrą laikotarpį (mėnesį, metų tarpsnį),

V_{1,2,3} – atmosferos kritulių filtrato kiekis L m⁻² iš atitinkamo varianto vieno lizometro per tam tikrą laikotarpį (mėnesį, metų tarpsnį).

Apskaičiuotas koncentracijos standartinis nuokrypis (S), variacijos koeficientas (V %). Azoto išplovimo nuostoliai (N kg ha⁻¹) apskaičiuoti kaip svertinės nitratinio azoto koncentracijos ir atitinkamo laikotarpio filtrato kiekio sandauga.

Cheminė augalų ir lizimetrinio vandens analizė buvo atlikta Lietuvos žemdirbystės instituto Agrocheminių tyrimų centre ir Vokės filiale. Suminio azoto kiekis nustatytas Kjeldalio (ISO 11261), nitratų – kolorimetriniu metodu.

Tyrimų duomenys apdoroti dispersinės analizės metodu naudojant programas *Anova* ir *Excel* (Tarakanovas, Raudonius, 2003).

Rezultatai ir jų aptarimas

Tarpinių pasėlių augalų ir šiaudų biomasės derlius. Žaliajai trąšai augintų augalų ir miežių derliui didelę įtaką turėjo meteorologinės sąlygos augalų vegetacijos metu. Priklausomai nuo taikytų agrotechninių priemonių ir metų hidroterminių sąlygų, miežių šiaudų sausųjų medžiagų (SM) derlius varijavo nuo 0,358 iki 0,992 kg m⁻², o per tyrimų laikotarpį (2002–2007 m.) su jais į dirvožemį buvo įterpta vidutiniškai 1,602–1,851 kg m⁻² SM (1 lentelė). Aliejiniai ridikai, kurie buvo auginti po miežių derliaus nuėmimo ir tręšti N₃₀, rudens laikotarpiu užaugino vidutiniškai 0,102–0,337 kg m⁻² SM. Jų žalios masės derlius labai priklausė nuo dirvožemio drėgmės sąlygų sėjos metu. Raudonųjų dobilų įsėlio biomasės derlius buvo vidutiniškai 22 % didesnis nei aliejinių ridikų, bet jų derliaus svyravimas buvo didesnis – nuo 0,169 iki 0,640 kg m⁻² SM. Per visą tyrimų laikotarpį organinių medžiagų didesnis kiekis (1,024 kg m⁻² SM) buvo įterptas su dobilų įsėlio žalia mase, o su aliejiniais ridikais – 34 % mažesnis (0,766 kg m⁻²).

1 lentelė. Žaliosios trąšos augalų sausųjų medžiagų ir miežių šiaudų derlius

Table 1. Dry matter yield of green manure crops and barley straw yield

Vokė, 2002, 2004, 2006 m.

Metai Year	Šiaudai Straw kg m ²	Posėlinė žaliųjų trąšų ir šiaudų (SM kg m ⁻²) / Post crop green manure and straw (DM g m ²)			Raudonųjų dobilų įsėlis žaliajai trąšai ir šiaudai (SM kg m ⁻²) / Undersown red clover for green manure and straw (DM g m ⁻²)		
		Aliejiniai ridikai Fodder radish	Šiaudai Straw	Suma Total	Raudonieji dobilai Red clover	Šiaudai Straw	Suma Total
2002	0,378	0,337	0,352	0,689	0,640	0,417	1,057
2004	0,992	0,102	0,842	0,944	0,412	1,073	1,485
2006	0,384	0,257	0,408	0,665	0,169	0,361	0,530
Σ	1,754	0,696	1,602	2,298	1,221	1,851	3,072
Vidutiniškai / Mean	0,585	0,232	0,534	0,766	0,407	0,617	1,024
S / S.D.	0,327	0,099	0,234	0,156	0,208	0,356	0,393

Vertinant žaliosios trąšos augalų galimą įtaką dirvožemį papildant organine anglimi, pažymėtina, kad raudonųjų dobilų įsėlis, palyginti su aliejiniiais ridikais, turėtų labiau lemti jo sekvestravimą dirvožemio ariamajame sluoksnyje, nes rudens laikotarpiu dobilai užaugina vidutiniškai 1,7 karto didesnę biomasę nei aliejiniai ridikai.

Su augalų biomase į dirvožemį taip pat patenka įvairių cheminių elementų, kurie vykstant organinės medžiagos destrukcijai pavirsta judriais mineraliniais junginiais ir gali būti pasisavinti augalų arba padidinti biogeninių elementų išplovimo nuostolius. Tyrimų metu nustatyta, kad su į dirvožemį įterpta augalų biomase ir šiaudais iš augalų mitybos elementų į dirvožemį daugiausia buvo įterpta

azoto bei kalio. Trejų metų vidutiniais duomenimis, daugiausia (5,93 g m²) azoto buvo įterpta su raudonųjų dobilų žalia mase (2 lentelė). Su aliejiniiais ridikais azoto įterpta 59 % mažiau, nes, nors azoto kiekis abiejų rūšių augaluose yra panašus, bet dobilų derlius dažniausiai buvo didesnis.

Priklausomai nuo hidroterminių sąlygų augalų vystymosi metu, su žaliaja trąša įterpto azoto kiekio variacija buvo gana didelė – 52,4 ir 85,1 %. Su šiaudais į dirvožemį azoto buvo įterpta mažiau nei su žaliosios trąšos augalais – vidutiniškai 2,08–2,75 g m². Šiaudų irimas dirvožemyje vyksta lėčiau nei žalios masės, todėl jų poveikis azoto atsargoms dirvožemyje bei galimam jo išplovimui gali būti mažesnis.

2 lentelė. Azoto susikaupimas (N g m⁻²) žaliosios trąšos augalų ir šiaudų biomaseje

Table 2. Nitrogen accumulation (N g m⁻²) in the biomass of green manure crops and straw
Vokė, 2002, 2004, 2006 m.

Variantai <i>Treatments</i>	Biomasės rūšys <i>Type of biomass</i>	Metai / Year			Vidutiniškai <i>Mean</i>	S <i>S.D.</i>	V %
		2002	2004	2006			
2	Šiaudai / <i>Straw</i>	1,41	3,03	2,08	1,80	0,85	40,6
3	Aliejiniai ridikai <i>Fodder radish</i>	5,94	2,30	3,72	2,92	1,95	52,4
	iaudai / <i>Straw</i>	1,41	3,04	2,08	1,80	0,85	40,8
	I viso / <i>Total</i>	7,35	5,33	5,80	4,72	1,38	23,7
4	Raudonieji dobilai <i>Red clover</i>	1,56	11,44	5,93	4,77	5,04	85,1
	iaudai / <i>Straw</i>	1,74	3,92	2,75	2,58	1,10	40,0
	I viso / <i>Total</i>	3,30	15,36	8,68	7,35	6,14	70,8

Atmosferos kritulių filtracija. Per tyrimų laikotarpį metinis kritulių kiekis varijavo nuo 607 mm (2006 m.) iki 785 mm (2005 m.). Nuokrypis nuo daugiametės normos (681 mm) sudarė atitinkamai 11–15 % (3 lentelė). Kritulių filtracija priklausė ne tik nuo jų kiekio, bet ir nuo intensyvumo bei augalų

dangos. Mažiausiai kritulių (166,7–198,5 L m⁻²) per dirvožemį prasisunkė 2002 m., o daugiausia (387,0–455,2 L m⁻²) – 2006 m. Vidutiniais tyrimų duomenimis, priesmėlio išplautžemyje iki 0,60 m gylio infiltravosi 46,4 % metinio kritulių kiekio.

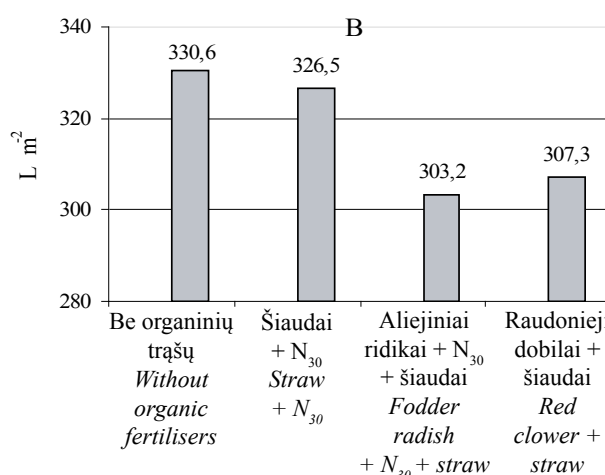
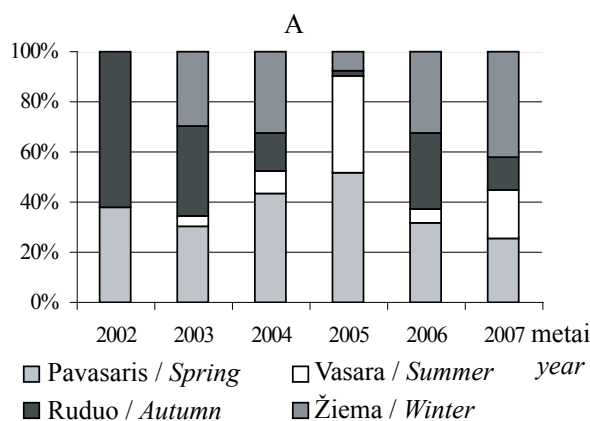
3 lentelė. Atmosferos kritulių kiekis ir jų filtracija į priesmėlio išplautžemį

Table 3. The amount of atmospheric precipitation and its infiltration into sandy loam Luvisol
Vokė, 2002–2007 m.

Rodiklis <i>Indicator</i>	Metai / Year						Vidutiniškai <i>Mean</i>
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
Metinis kritulių kiekis <i>Annual amount of precipitation mm</i>	615	647	724	785	607	722	683
Bandymo variantai <i>Treatments</i>	Atmosferos kritulių infiltracija L m ⁻² <i>Infiltration of atmospheric precipitation L m⁻²</i>						
Be organinių trąšų <i>Without organic fertilisers</i>	199,7	226,8	382,6	348,7	455,2	370,4	330,6
Šiaudai + N ₃₀ / <i>Straw</i> + N ₃₀	198,5	212,9	382,4	345,1	430,6	389,4	326,5
Aliejiniai ridikai + N ₃₀ + šiaudai <i>Fodder radish</i> + N ₃₀ + <i>straw</i>	166,7	216,1	353,4	328,8	387,0	367,0	303,2
Raudonieji dobilai + šiaudai <i>Red clover</i> + <i>straw</i>	186,2	223,0	311,4	340,8	399,0	383,2	307,3

Analizuojant kritulių filtracijos intensyvumą per metus pažymėtina, kad Pietryčių Lietuvos klimato sąlygomis didesnė filtracija vyko pavasarį – prasisunkė vidutiniškai $116,6 \text{ L m}^{-2}$, arba $36,9 \%$, metinio filtracinio vandens kiekio (1 pav.). Rudens ir žiemos laikotarpiu infiltracija kiek sumažėjo ir buvo panaši – $72,3$ ir $83,4 \text{ L m}^{-2}$, arba $22,8$ ir $26,3 \%$, metinio kiekio. Vasaros laikotarpiu didesnis kiekis kritulių išgaruoja nuo žemės paviršaus arba yra pasisavinamas augalų, dėl to per dirvožemį prasisun-

kia vidutiniškai tik $44,5 \text{ L m}^{-2}$ vandens. Būna metų, kai filtracija visai nevyksta. Tik per trumpą laikotarpį iškritus didesniai kiekiui kritulių, kaip buvo 2005 ir 2007 m., vasaros metu filtracija gali iš esmės padidėti. Dėl tokio atmosferos kritulių filtracijos pasiskirstymo per metus rudens laikotarpiu būtina itin atsargiai taikyti agrotechnines priemones, didinančias mitybos elementų kiekį arba jų judrumą dirvožemyje.



1 paveikslas. Atmosferos kritulių kiekio pasiskirstymas pagal metų laikotarpius (A) ir tirtų agrotechninių priemonių poveikis filtracijos intensyvumui (B)

Figure 1. The distribution of the amount of atmospheric precipitation according to the seasons of the year (A) and the effect of the investigated crop and soil management treatments on the infiltration rate (B)

Analizuojant tarpinių augalų įtaką kritulių filtracijai pažymėtina, kad didžiausia ji buvo rugpjūčio–spalio mėnesiais, augant tarpinių pasėlių augalams (1 pav.). Nustatyta, kad tarpiniai pasėliai per metus kritulių prasisunkimą sumažino vidutiniškai $7,0$ – $8,3 \%$, o jų auginimo metais rudens laikotarpiu – $21,7$ – $19,4 \%$. Toks reiškinys labai svarbus siekiant sumažinti biogeninių elementų išplovimą iš žemės ūkio naudmenų dirvožemių.

Cheminių elementų išplovimas. Organinių trąšų irimo greitis ir mineralizuotų cheminių elementų migracija dirvožemyje priklauso nuo įvairių veiksnių, bet ypač – nuo hidroterminio režimo. Tyrimų laikotarpio duomenimis, nenustatyta nitratų koncentracijos ryškios diferenciacijos pagal metų tarpsnius, nes jos dydžiui turėjo įtakos ne tik gamtinės sąlygos, bet ir taikytos agrotechninės priemonės (2 pav.). Organinėmis trąšomis netreštame dirvožemyje mažesnė NO_3 koncentracija nustatyta pavasarį ($37,8 \text{ mg L}^{-1}$), o kitais metų tarpsniais ji buvo gana panaši ($57,2$ – $67,2 \text{ mg L}^{-1}$). Variacijos koeficientas buvo gana didelis – $35,4$ – $95,6 \%$.

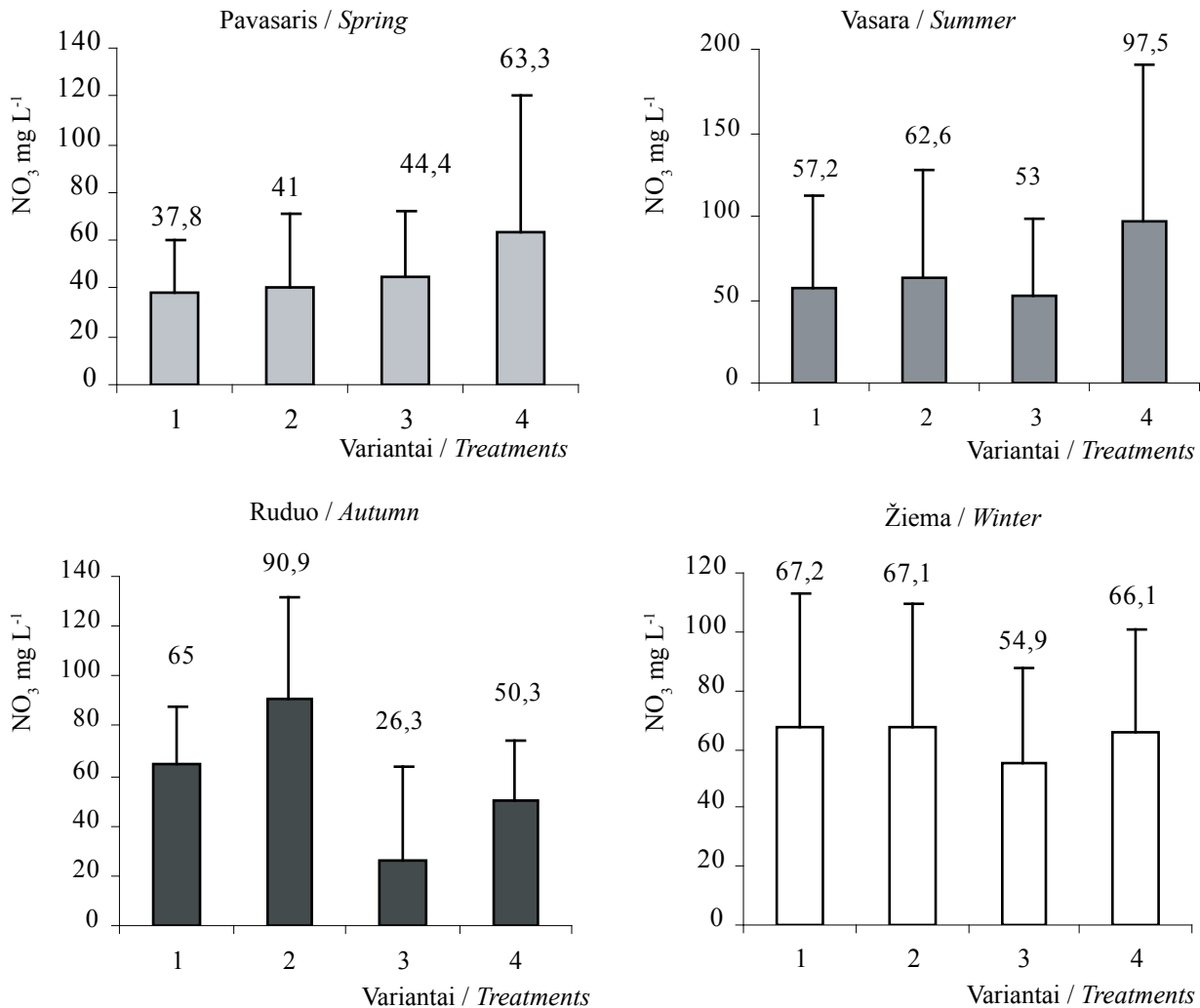
Žaliosios trąšos, šiaudų ir mineralinių azoto trąšų įterpimas keitė mineralinio azoto kiekį dirvo-

žemyje, bet šių priemonių poveikis buvo nevienodas. Šiaudų su mineralinių azoto trąšų priedu (N_{30}) įterpimas, palyginti su kontroliniu variantu, nitratų koncentraciją lizimetriniame vandenyje padidino rudenį – vidutiniškai $25,9 \text{ mg L}^{-1}$. Matyti, mineralinių trąšų azotas, įterptas siekiant pagerinti mikroorganizmų veiklą ir šiaudų skilimą, iš karto neįjungiamas į biologinį ciklą ir dalis jo, esant išplovimui palankiam hidroterminiam režimui, migruoja į gilesnius dirvožemio sluoksnius. Analogiškus mineralinio azoto migracijos dėsningumus po šiaudų su azoto trąšų priedu įterpimo nustatė ir kiti tyrinėtojai (Brye et al., 2001; Farthofer et al., 2004; Arlauskienė, Maikštėnienė, 2005). Kitais metų tarpsniais neišryškėjo nitratų koncentracijos esminių skirtumų nuo kontrolinių variantų, nes su šiaudais į dirvožemį pateko nedidelis kiekis (14 – 30 kg ha^{-1}) azoto.

Posėlinių aliejinių ridikų auginimas žaliajai trąšai turėjo kitokią įtaką nitratų koncentracijai, nors jie, kaip ir šiaudai, prieš sėją (rugpjūčio mėn.) taip pat buvo trešti mineralinėmis azoto trąšomis (N_{30}). Tačiau įterptos trąšos buvo greitai pasisavintos intensyviai augančių augalų, ir azoto koncentracija lizimetriniame vandenyje rudenį buvo gerokai

mažesnė (24,0–64,6 mg L⁻¹) nei taikant kitas agrotechnines priemones. Nepupinių augalų geba greitai pasisavinti dirvožemio mineralinį azotą rudens laikotarpiu išsamiai aprašoma įvairių autorių publikacijose (Kankanen et al., 1998; Farthofer et al.,

2004; Askegaard et al., 2006). Žiemos, pavasario ir vasaros laikotarpiais, vykstant aliejinių ridikų biomasės mineralizacijai, esminio nitratų koncentracijos padidėjimo nenustatyta, bet pastebėta didėjimo tendencija.



Variantai: 1) be organinių trąšų, 2) šiaudai + N₃₀, 3) aliejiniai ridikai + N₃₀ + šiaudai, 4) raudonieji dobilai + šiaudai.
Treatments: 1) without organic fertilisers, 2) straw + N₃₀, 3) fodder radish + N₃₀ + straw, 4) red clover + straw.

2 paveikslas. Nitratų koncentracijos (NO₃ mg L⁻¹) lizimetriniame vandenyje pokyčiai priklausomai nuo metų laikotarpio

Figure 2. The variation of nitrate concentration (NO₃ mg L⁻¹) in lysimetric water according to the seasons of the year

Vokė, 2002–2008 m.

Dobilai rudens laikotarpiu užaugino didesnę biomasę ir su jais į dirvožemį įterpta daugiau azoto nei su aliejiniais ridikais (2 lentelė). Nors dobilai yra labai azotingi augalai, ant jų šaknų yra azotą kaupiančių gumbelinių bakterijų, tačiau jų panaudojimas žaliajai trąšai, palyginti su kontroliniu variantu, rudens laikotarpiu nitratų koncentracijos nepadidino. Tai gali būti susiję su lėtesniu dobilų biomasės irimu, nes žiemos laikotarpiu (2006–2007 m.), esant teigiamai oro temperatūrai, nitratų

koncentracija lizimetriniame vandenyje nežymiai padidėjo, o tai liudija apie vykstantį mineralizacijos procesą. Išanalizavus viso tyrimų laikotarpio duomenis galima teigti, kad dobilų žaliosios masės poveikis nitratų koncentracijai priklausė nuo įterptos biomasės kiekio. Esant gausiam derliui, kaip buvo 2004 m., irstant dobilų masei azoto poveikis nitratų koncentracijai buvo ryškus ilgiau nei metus. Tyrimų duomenų regresijos bei koreliacijos analizės parodė, kad kitais metais po žaliosios trąšos įterpimo

yra stiprus pavasario ir vasaros laikotarpių nitratų koncentracijos lizimetriniame vandenyje (y) ryšys su įterpto su dobilų bei šiaudų biomase azoto kiekiu (x), kuris aprašomas regresijos lygtimis:

$$y_{\text{pavasario}} = 0,358x + 15,65, R^2 = 0,747;$$

$$y_{\text{vasaros}} = 0,665x - 3,1815,65, R^2 = 0,688.$$

Kitų metų rudens laikotarpiu, praėjus 10–12 mėnesių po biomasės įterpimo, jos poveikis nitratų koncentracijai sumažėjo ($R^2 = 0,117$).

2002–2007 m. vidutiniais duomenimis, įvertinus šiaudų bei žaliosios trąšos poveikį nitratų koncentracijai įterpimo ir poveikio metais, galima teigti, kad šiaudų su mineralinių trąšų priedu įterpimas rudens laikotarpiu nežymiai padidino

nitratų koncentraciją lizimetriniame vandenyje ir gali padidinti išplovimo nuostolius esant gausiems krituliams (4 lentelė). Posėlinių aliejinių ridikų auginimas rudens laikotarpiu suaktyvino mineralinio azoto mobilizaciją, todėl šiuo tarpsniu nitratų išplovimas sumažėjo. Kitais mėnesiais, toliau vykstant įterptos biomasės destrukcijai, nitratų koncentracija, priklausomai nuo hidroterminių sąlygų, gali nežymiai padidėti, bet vidutiniškai per metus ji buvo 9,9 mg L⁻¹ mažesnė, palyginti su kontroliniu variantu. Į dirvožemį azoto su dobilais įterpta daugiau nei su aliejiniais ridikais, todėl jų poveikis azoto išplovimui buvo ryškesnis – vidutinė metinė nitratų koncentracija padidėjo vidutiniškai 11,5 mg L⁻¹, palyginti su kontroliniu variantu.

4 lentelė. Žaliosios trąšos ir šiaudų įtaka nitratų koncentracijai lizimetriniame vandenyje ir azoto išplovimui

Table 4. The influence of green manure and straw on nitrate concentration in lysimetric water and nitrogen leaching

Vokė, 2002–2008 m.								
Variantai Treatments	2002– 2003 miežiai barley	2003– 2004 bulvės potato	2004– 2005 miežiai barley	2005– 2006 bulvės potato	2006– 2007 miežiai barley	2007–2008 bulvės potato	Viduti- niškai Mean	S S. D.
Vidutinė metinė NO ₃ koncentracija mg L ⁻¹ Average annual NO ₃ concentration mg L ⁻¹								
Be organinių trąšų Without organic fertilisers	65,4	35,4	53,5	55,7	67,4	43,9	54,4	0,58
Šiaudai + N ₃₀ / Straw + N ₃₀	96,5	38,6	50,9	60,7	85,8	46,2	62,6	9,96
Aliejiniai ridikai + N ₃₀ + šiaudai Fodder radish + N ₃₀ + straw	20,4	52,7	15,7	63,9	51,8	53,2	44,5	10,91
Raudonieji dobilai + šiaudai Red clover + straw	32,0	52,3	29,0	104,4	100,3	50,2	65,9	16,88
S / S. D.	34,4	9,05	18,1	22,4	21,2	4,14	9,55	
Azoto (N kg ha ⁻¹) išplovimas Nitrogen leaching (N kg ha ⁻¹)								
Be organinių trąšų Without organic fertilisers	29,5	22,4	48,9	37,6	69,2	36,7	69,8	
Šiaudai + N ₃₀ / Straw + N ₃₀	43,1	23,7	46,3	40,4	81,3	41	78,8	
Aliejiniai ridikai + N ₃₀ + šiaudai Fodder radish + N ₃₀ + straw	7,7	33,0	12,7	42,5	45,3	44,1	52,9	
Raudonieji dobilai + šiaudai Red clover + straw	13,5	33,7	20,4	70,7	90,5	43,4	77,8	
R ₀₅ / LSD ₀₅	3,10	7,89	6,17	8,44	16,28	3,23	3,56	

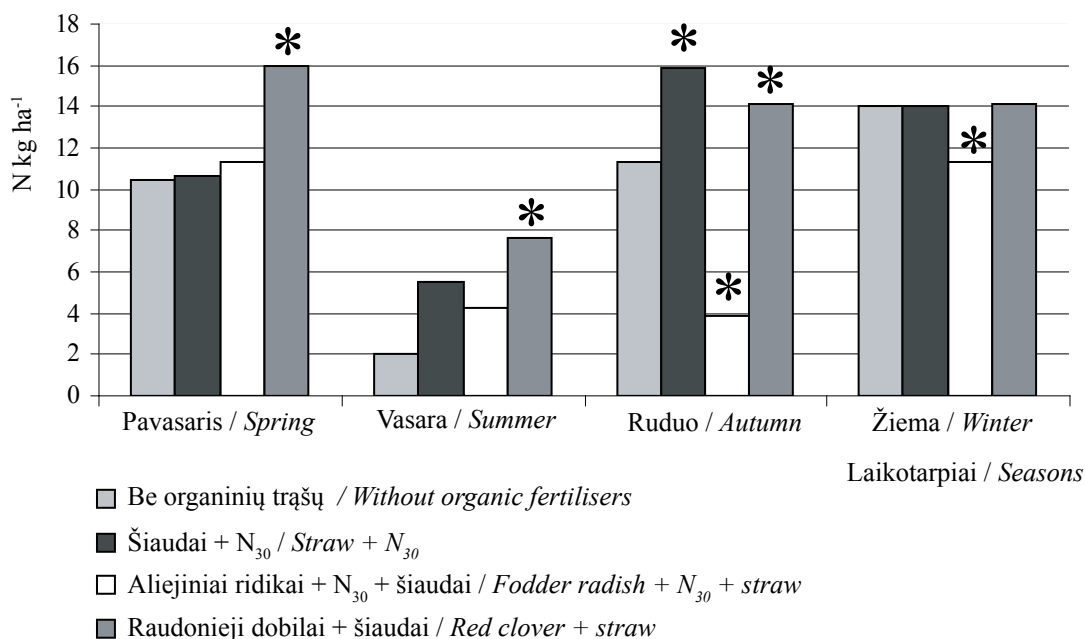
Analizuojant taikytų agrotechninių priemonių poveikį aplinkos kokybei, svarbu žinoti ne tik iš ariamojo sluoksnio išplaunamo vandens nitratų koncentraciją, bet ir azoto išplovimo nuostolius, kurie yra nitratų koncentracijos, prasisunkusių atmosferos kritulių kiekio ir hidroterminių sąlygų

integruotas rodiklis. Kaip jau buvo minėta, tarpiniai augalai žaliajai trąšai kritulių infiltraciją gali sumažinti apie 20 %, ir tai atitinkamai sumažina azoto išplovimo nuostolius.

Tyrimų duomenimis, mažiausiai azoto išplauta vasaros metu (4,3–7,6 kg ha⁻¹ N), nes atmo-

sferos kritulių filtracija šio laikotarpiu yra nedidelė, o kai kuriais metais iš viso gali nevykti (3 pav.). Azoto išplovimo nuostolių atžvilgiu kiti metų tarpniai buvo gana panašūs – pavasarį išplauta vidutiniškai 10,5–16,0, rudenį – 3,9–15,9, žiemą – 11,3–14,1 kg ha⁻¹ azoto. Taikytų agrotechninių priemonių įtaka azoto išplovimui buvo itin ryški rudens laikotarpiu, tarpinių augalų augimo metu. Jos gerokai sumažino atmosferos kritulių filtraciją,

buvo mažesnė ir nitratų koncentracija lizimetriniame vandenyje, todėl azoto išplovimas sumažėjo iš esmės: 65,5 % – auginant aliejinius ridikus ir 31,9 % – dobilus, palyginti su kontroliniu variantu. Šiaudų su mineralinių azoto trąšų priedu (N₃₀) užarimas esminės įtakos kritulių filtracijai neturėjo, bet didino nitratų koncentraciją vandenyje, dėl to azoto išplovimo nuostoliai rudenį padidėjo vidutiniškai 40,7 %.



Pastaba. * – esminiai skirtumai nuo kontrolinio varianto (be organinių trąšų), esant 95 % tikimybės lygiui.

Note. * – significant differences from the check treatment (without organic fertiliser) at 95 % significance level.

3 paveikslas. Žaliosios trąšos ir šiaudų poveikis azoto išplovimui (N kg ha⁻¹) priklausomai nuo metų laikotarpio

Figure 3. The impact of green manure and straw on nitrogen leaching (N kg ha⁻¹) according to the seasons of the year

Rudenį įterptos augalų biomasės poveikis azoto išplovimui išryškėjo ir kitais metų laikotarpiais. Žiemos tarpsniu iš esmės mažesnis (19,3 %) azoto išplovimas buvo nustatytas dirvožemyje, į kurį buvo įterpta aliejinių ridikų biomasė su šiaudais. Dobilų biomasės poveikis azoto išplovimo padidėjimui žiemos tarpsniu buvo esminis jų įterpimo į dirvožemį metais, palyginti su kontroliniu variantu. Kitais poveikio metais esminio padidėjimo nenustatyta.

Viso tyrimų laikotarpio vidutiniais duomenimis, dobilų biomasės įterpimas neturėjo esminės įtakos azoto išplovimui žiemos tarpsniu. Pavasarį, didėjant dirvožemio temperatūrai, suaktyvėja mikrobiologiniai procesai ir kartu organinių liekanų destrukcija. Azoto išplovimo duomenys leidžia teig-

ti, kad iš tręšimui naudotų augalų (aliejinių ridikų, raudonųjų dobilų, miežių šiaudų) ilgiausiai vyksta dobilų biomasės azotinių junginių irimas. Jos kaip žaliosios trąšos panaudojimas iš esmės padidino azoto išplovimą ir pavasario (52,4 %), ir vasaros (52,0 %) laikotarpiais, palyginti su kontroliniu variantu. Aliejinių ridikų ir šiaudų mineralizacijos pobūdis kitoks, su jais įterpiama mažiau azoto, todėl poveikis azoto išplovimui yra trumpesnis.

2002–2008 m. tyrimų duomenimis, priklausomai nuo taikytų agrotechninių priemonių, vidutiniai metiniai azoto išplovimo nuostoliai buvo 52,9–77,8 kg ha⁻¹. Hidroterminės sąlygos turėjo esminę įtaką atmosferos kritulių filtracijai, todėl azoto išplovimo nuostolių dydis įvairiais metais svyravo nuo 7,7–43,1 kg ha⁻¹ 2002 m. iki 45,3–90,5 kg ha⁻¹

2006 m. Azoto išplovimo ir atmosferos kritulių kiekio koreliacinis ryšys nenustatytas, nes filtracijai vasaros bei žiemos laikotarpiu didelę įtaką turi temperatūros režimas ir kritulių intensyvumas.

Taikytos agrotechninės priemonės azoto migracijai turėjo nevienodą poveikį. Varpinių javų šiaudų su mineralinių azoto trąšų priedu (N_{30}) įterpimas metinį azoto išplovimą padidino $9,0 \text{ kg ha}^{-1}$, arba $12,9 \%$, dobilų žalios masės ir šiaudų įterpimas – $8,0 \text{ kg ha}^{-1}$, arba $11,5 \%$, palyginti su kontroliniu variantu. Mažinant azoto ir kritulių filtraciją labai efektyvus buvo posėlinių aliejinių ridikų auginimas po varpinių javų šiaudų įterpimo. Tokia agrotechninė priemonė azoto išplovimą sumažino vidutiniškai $16,9 \text{ kg ha}^{-1}$, arba $24,2 \%$, palyginti su kontroliniu variantu, ir atitinkamai $25,9$ bei $24,9 \text{ kg ha}^{-1}$, palyginti su šiaudų $+N_{30}$ arba dobilų bei šiaudų įterpimu.

Išvados

1. Javų šiaudai su mineralinių azoto trąšų priedu (N_{30}), palyginti su organinėmis trąšomis netręštu dirvožemiu, įterpimo metais rudens laikotarpiu iš esmės padidino nitratų koncentraciją lizimetriniame vandenyje, kitais metų tarpsniais ir kitais trąšų poveikio metais koncentracijos varijavimas buvo neesminis. Azoto išplovimo nuostoliai dėl šios priemonės taikymo per metus padidėjo vidutiniškai $9,0 \text{ kg ha}^{-1}$, arba $12,9 \%$.

2. Posėlinių aliejinių ridikų auginimas po miežių nuėmimo, į dirvožemį įterpus susmulkintus šiaudus ir papildomai patręšus azoto trąšomis (N_{30}), jų augimo laikotarpiu gerokai sumažino ($21,7 \%$) atmosferos kritulių filtraciją ir nitratų koncentraciją – $1,3$ – $3,4$ karto, palyginti su organinėmis trąšomis netręštu dirvožemiu. Dėl abiejų veiksnių įtakos per metus nitratų išplovimo nuostoliai sumažėjo vidutiniškai $16,9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$, arba $24,2 \%$.

3. Raudonųjų dobilų įsėlis, palyginti su aliejiniais ridikais ir šiaudais, dirvožemį labiau praturtina organine medžiaga ir azotu, todėl jo poveikis azoto kiekiui buvo ryškesnis. Nustatyta stipri tiesioginė priklausomybė (atitinkamai $R^2 = 0,747$ ir $R^2 = 0,688$) tarp pavasario bei vasaros laikotarpių nitratų koncentracijos lizimetriniame vandenyje ir su dobilų bei šiaudų biomase įterpto azoto kiekio. Raudonųjų dobilų su šiaudais panaudojimas žaliajai trąšai, palyginti su organinėmis trąšomis netręštu dirvožemiu, azoto išplovimo nuostolius per metus padidino vidutiniškai $8,0 \text{ kg ha}^{-1}$ ($11,5 \%$), o nitratų koncentraciją lizimetriniame vandenyje – $11,5 \text{ mg L}^{-1}$.

Padėka

Tyrimą parėmė Tarptautinė mokslo ir technologijų plėtros programų agentūra.

Gauta 2010 01 29

Priimta 2010 02 19

Literatūra

- Arlauskienė A., Maikštėnienė S. Skirtingų biologinių savybių augalų panaudojimas dirvožemyje biogeniniams elementams sukaupti ir filtracinių vandenių taršai mažinti // *Ekologija*. – 2005, Nr. 2, p. 54–65
- Askegaard M., Olesen J. E., Kristense K. Nitrate leaching from arable crop rotations: effects of location, manure and catch crop // *Soil Use and Management*. – 2006, vol. 95, No. 2, p. 181–188
- Bendaravičius B., Pocienė A., Pocius A. Drenažo nuotėkio ir nitratų kiekio drenažo vandenyje tyrimai // *Vandens ūkio inžinerija: mokslo darbai*. – 2004, Nr. 26, p. 52–56
- Brye K. R., Norman J. M., Bundy L. G., Gower S. T. Nitrogen and carbon leaching in agroecosystems and their role in denitrification potential // *Journal of Environmental Quality*. – 2001, vol. 30, p. 58–70
- Farthofer R., Friedel J. K., Pietsch G. et al. Plant biomass nitrogen and effect on the risk of nitrate leaching of intercrops under organic farming in Eastern Austria // *Eurosoil*. – Freiberg, Austria, 2004, p. 65–69
- Francis G. S., Bartley K. M., Tabeley F. J. The effect of winter cover crop management on nitrate leaching losses and crop growth // *Journal of Agricultural Science*. – 1998, vol. 131, p. 299–308
- Galvonaitė A., Misiūnienė M., Valiukas D., Buitkuvienė M. S. Lietuvos klimatas. – Vilnius, 2007. – 207 p.
- Galvonaitė A., Valiukas D. Kai kurių klimato rodiklių pokyčiai per paskutinį dešimtmetį Lietuvoje // *Meteorologija ir hidrologija Lietuvoje: raida ir perspektyvos*. – Vilnius, 2005, p. 31–32
- Hauggaard-Nielsen H., Neergaard A., Jensen L. S. et al. A field study of nitrogen dynamics and spring barely growth as affected by the quality of incorporated residues from white clover and ryegrass // *Plant and Soil*. – 1988, vol. 203, p. 91–101
- Janušienė V. Augalų liekanų ir mėšlo skaidymo intensyvumas bei humifikacija priesmėlio dirvožemyje // *Žemdirbystė-Agriculture*. – 2002, t. 77, p. 102–111
- Kankanen H., Kangas A., Mela T. et al. Timing of incorporation of different green manure crops to minimize the risk of nitrogen leaching // *Agricultural and Food Science in Finland*. – 1998, vol. 7, p. 553–567

- Romanovskaja D., Tripolskaja L. Įvairių organinių trąšų naudojimo priesmėlio dirvožemyje agroekologinis įvertinimas // *Žemdirbystė-Agriculture*. – 2003, t. 95, Nr. 4, p. 3–22
- Tarakanovas P., Raudonius S. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterinės programos *Anova, Stat, Split-Plot* iš paketo *Selekcija ir Irristat*. – Akademija, Kėdainių r., 2003. – 57 p.
- Tausojamoji žemdirbystė našiuose dirvožemiuose: monografija / sudaryt. S. Maikštėnienė. – Akademija, Kėdainių r., 2008. – 328 p.
- Thomsen I. K., Christensen B. T. Nitrogen conserving potential of successive ryegrass catch crops in continuous spring barely // *Soil Use and Management*. – 1999, vol. 15, p. 195–200
- Tripolskaja L. Organinės trąšos ir jų poveikis aplinkai. – Akademija, Kėdainių r., 2005. – 205 p.
- Tripolskaja L., Romanovskaja D. The effect of green manure on the migration of nitrogen compounds in fine-textured soils in Lithuania // *Proceedings of the 4th international congress of the European Society for Soil Conservation*. – Budapest, 2004, p. 82–85
- Пехота А. П. Особенности минерализации пожнивных сидератов в дерново-подзолистой почве // *Современные проблемы повышения плодородия почв и защиты их от деградации*. – Минск, 2006, с. 195–197

ISSN 1392-3196

Zemdirbystė-Agriculture, vol. 97, No. 1 (2010), p. 83–92

UDK 631.811.1:[631.872:631.874]:581.1.05

The influence of catch crops for green manure and straw on the infiltration of atmospheric precipitation and nitrogen leaching

L. Tripolskaja¹, G. Šidlauskas²

¹Vokė Branch of the Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry

²Lithuanian University of Agriculture

Summary

Lysimetric experiments, conducted during 2002–2008 at the Vokė Branch of the Lithuanian Institute of Agriculture, were designed to determine the effects of green manure crops – red clover (*Trifolium pratense* L.), fodder radish (*Raphanus sativus* var. *oleiformis* L.) and barley (*Hordeum vulgare* L.) straw, intended to stabilise soil fertility, on nitrogen leaching and atmospheric precipitation infiltration. The lysimeters were packed with a sandy loam *Luvisol* (LVh).

It was found that green manure crops grown after cereal harvesting reduced atmospheric precipitation infiltration during the autumn season by on average 19.4–21.7%, and by 7.0–8.3% per year. Clover produced more biomass (0.407 g m⁻²) with which more nitrogen (7.35 g m⁻²) was incorporated into the soil, and this increased nitrogen concentration in the lysimetric water as well as nitrogen leaching losses. The effect lasted for up to 12 months. During the autumn season, post crop fodder radish effectively utilized mineral nitrogen and at the same time reduced infiltration of precipitation. Due to the interaction of these factors leaching losses declined by 24.2%, compared with those occurring in the soil not applied with organic fertilisers and by 48.9% and 47.0%, compared with the treatments with straw + N₃₀ or clover and straw incorporation. Incorporation of straw with mineral nitrogen addition (N₃₀) increased nitrogen concentration in lysimetric water only in the first months after its ploughing in, while the total annual nitrogen leaching increased by on average 12.9%.

Key words: nitrogen, leaching, green manure, straw.