

# Mineralinio azoto kaita kalvoto reljefo skirtingos granuliometrinės sudėties dirvožemiuose

Lina Žičkienė,

Gediminas Staugaitis,

Jonas Mažvila,

Aistė Masevičienė,

Ieva Narutytė

Lietuvos agrarinių ir miškų  
mokslų centras,  
Instituto al. 1,  
LT-58344 Akademija, Kėdainių r.  
El. paštas agrolab@agrolab.lt

Tyrimai atlikti 2011–2014 m. LAMMC Kaltinėnų bandymų stoties dviejuose skirtinguose dirvožemio dangos laukuose siekiant ištirti mineralinio azoto ( $N_{\min}$ ) kaitą 0–30, 30–60 ir 60–90 cm dirvožemio sluoksniuose, nustatyti jos dėsninumus augalų vegetacijos periodu (rudenį, pavasarį ir vasarą) įvairaus įmirkimo, skirtingos granuliometrinės sudėties ir įvairiuose kalvos elementuose esančiuose dirvožemiuose. Atliktais tyrimais nustatyta, kad  $N_{\min}$  koncentracija drenuotuose giliau karbonatinguose šlynžemiuose (*Endocalc(ar)ic Gleysols*) dėl didesnio organinės medžiagos kiekio ir mineralizacijos vasarą būna didesnė negu paprastuose giliau glėjiškuose išplautžemiuose (*Hapli-Endohypogleyic Luvisols*), o pavasarį jo išsiplauna daugiau. Lengvesnės granuliometrinės sudėties dirvožemiuose giliau glėjiškuose pasotintuose palvažemiuose (*Endohypogleyi-Eutric Planosols*) ( $ps/s_1/p_1$ ) ( $sl/s_1/l_1$ )  $N_{\min}$  po rudens–žiemos laikotarpio iš viršutinių dirvožemio sluoksnių išplaunama daugiau negu iš sunkesnės paprastųjų giliau glėjiškų išplautžemių (*Hapli-Endohypogleyic Luvisols*) ( $p_1/p_1/s_1$ ) ( $l_1/l_1/s_1$ ). Kalvotame plote  $N_{\min}$  daugiausia susikaupė kalvos papėdėje esančiuose deliuviniuose pasotintuose rudžemiuose (*Fluvi-Eutric Cambisols*), o mažiausia – kalvos šlaite vidutiniškai eroduotuose paprastuose išplautžemiuose (*Haplic Luvisols (moderately eroded)*). Juose neesant dengiamųjų augalų dėl dirvožemio erozijos po rudens–žiemos laikotarpio  $N_{\min}$  pokyčiai būna didžiausi.

**Raktažodžiai:** dirvožemis, mineralinis azotas, reljefas, granuliometrinė sudėtis, įmirkimas

## ĮVADAS

Sparčiai didėjant žmonių populiacijos augimui ir intensyvėjant žemės ūkio produktų gamybai kartu su mineralinėmis ir organinėmis trąšomis, krituliais, augalų liekanomis bei sėklomis į dirvožemį vis daugiau patenka azoto (Galloway, 2004; Erisman et al., 2005; Freney, 2005; Wiesler et al., 2009). Nors azotas yra pagrindinis augalų maisto elementas, lemiantis derlių ir kokybę, tačiau jo perteklius gali kenkti aplinkai (Fotyma et al., 2005; Freney, 2005; Füleky, 2009). Pavojingiausi yra nitratai ( $\text{NO}_3^-$ ), kurie, skirtingai nei amonio jonai ( $\text{NH}_4^+$ ), nesorbuojami dirvožemio sorbuojamojo kompleksu ir prasčiau įsisavinami augalų, todėl intensyviai migruoja biosferoje, linkę išsiplauti ir užteršti

gruntinius vandenį, upes ir kitus vandens telkinius (Adomaitis et al., 2004; Čermák, Kubik, 2009; Rutkowska, Fotyma, 2011).

Mineralinio azoto ( $\text{N-NO}_3^- + \text{N-NH}_4^+ = \text{N}_{\min}$ ) kiekis dirvožemyje per metus kinta priklausomai nuo klimatinių sąlygų, taikomo žemės dirbimo, tręšimo, auginamų augalų rūšies, dirvožemio genezės, granuliometrinės sudėties, dirvožemio azotingumo ir kt. (Goulding et al., 2000; Mclay et al., 2001; Liu et al., 2005). Sunkesnės granuliometrinės sudėties dirvožemiai, turintys daugiau molio ir dulkių dalelių, kaupia daugiau mineralinio azoto negu lengvos dirvos (Goulding, 2000; Tong et al., 2005), iš kurių azoto migracija vyksta intensyviausiai (Jabloun et al., 2015).

Viršutiniame dirvožemio sluoksnyje (0–30 cm) susikaupęs didelis  $N_{\min}$  kiekis (Zhang et al., 2004;

Ju et al., 2004; Ju et al., 2006), kuris esant gausiems ir intensyviems krituliams (ypač kai per trumpą laiką iškrenta 30 mm ir daugiau) lengvai migruoja į podirvį ar dar giliau (Di, Cameron, 2002; Ju et al., 2004). Pasak S. N. Yadav (1997), apie 20 % šaknų zonoje esančio nitratinio azoto kiekvienais metais su krituliais išsiplauna į gruntinius vandenis, o žemiau šaknų zonos esančiuose dirvožemio sluoksniuose jo susikaupia iki 68 %. J. Haberle su bendraautoriais (2009) nustatė, kad esant palankioms klimatinėms sąlygoms iš 0–60 cm dirvožemio sluoksnio į gilesnius kaip 1 m horizontus gali išsiplauti apie 35–70 % nitratų, o tokiaime gylyje šie junginiai augalams praktiškai tampa nebepriejami. Lenkijoje azoto stebėsenos tyrimų duomenys rodo, kad sausais metais lapkričio–kovo mėn. iškritęs mažesnis nei 100 mm kritulių kiekis nereikšmingai paveikė nitratų išplovimą į gilesnius dirvožemio sluoksnius, tačiau drėgnais metais kritulių kiekiui viršijus 250 mm nitratinio azoto junginių nuostoliai siekė per 15 kg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ha<sup>-1</sup> (Rutkowska, Fotyma, 2011). Anglijos mokslininkai teigia, kad per pastaruosius 50 metų nitratų išplovimas iš dirvožemio per metus padidėjo vidutiniškai 36 kg N ha<sup>-1</sup> (Davies, Sylvester-Bradley, 1995), o Švedijos pietinėje dalyje, kur vyrauja smėlio dirvožemiai, metiniai azoto nuostoliai siekė 15–45 kg ha<sup>-1</sup> (Stenberg et al., 1999).

Nitratinio azoto kiekis sezono pabaigoje stipriai koreliuoja su dirvožemio tipu ir jo granulimetrine sudėtimi bei kritulių kiekiu (Beaudoin et al., 2005; Geypens et al., 2005). Todėl dirvožemio derlingumui palaikyti ir azoto nuostoliams iš dirvožemio sumažinti svarbu naudoti subalansuotą tręšimą azotinėmis trąšomis atkreipiant dėmesį į tai, kiek

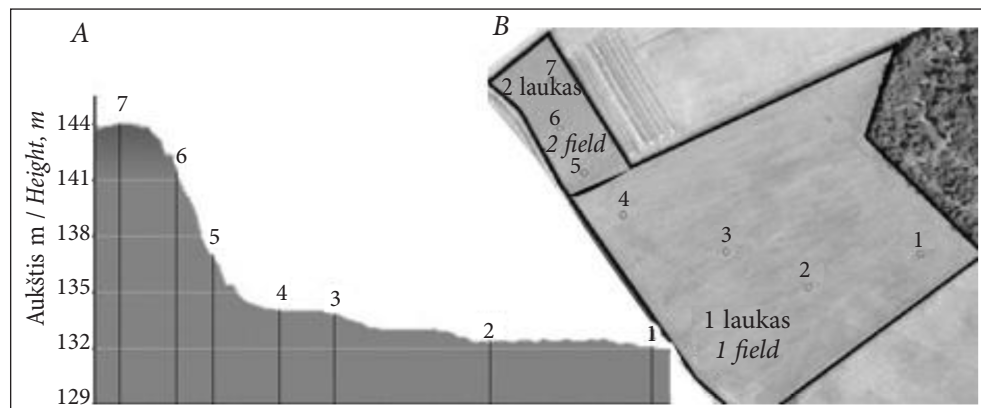
azoto yra dirvožemyje, ir derinant jo santykį su kitais augalų mitybos elementais.

Vakarų Lietuvoje vyrauja skirtingo įmirkimo, įvairios granulimetrinės sudėties, o kalvotose vietose ir eroduoti dirvožemiai. Todėl mūsų tyrimų tikslas – ištirti mineralinio azoto (N<sub>min</sub>) kaitą 0–30, 30–60 ir 60–90 cm dirvožemio sluoksniuose ir nustatyti jos dėsningumus augalų vegetacijos metu (rudeni, pavasarį ir vasarą) įvairaus įmirkimo, skirtingos granulimetrinės sudėties bei skirtinguose kalvos elementuose esančiuose dirvožemiuose.

## METODAI IR SĄLYGOS

Tyrimai atlikti 2011–2014 m. LAMMC Kaltinėnų bandymų stoties (Šilalės r., Kaltinėnų kadastrinė vietovė; x 409428; y 61458486) dviejuose skirtinguose dirvožemio dangos laukuose.

Pirmajame lauke vyravo mažai banguotas su nežymiais pažemėjimais reljefas, glėjiškais, pažemėjimuose – glėjiniais (šlynžemiais), vietomis ir granulimetrine sudėtimi besiskiriančiais dirvožemiais (1 pav.). Šiame lauke buvo parinkta keturios 10 × 10 m dydžio (trijų pakartojimų) aikštelės. Dviejose iš jų buvo tiriama ir lyginama N<sub>min</sub> kaita augalų vegetacijos metu (pavasari, vasarą ir rudeni) tos pačios granulimetrinės sudėties, tačiau skirtingo įmirkimo (glėjiniuose – 1 tyrimų aikštelė – giliau karbonatingi šlynžemiai (*Endocalc(ar)ic Gleysols*) ir glėjiškuose – 2 tyrimų aikštelė – paprastieji giliau glėjiški išplautžemiai (*Hapli-Endohypogleyic Luvisols*)) dirvožemiuose. Kitos dvi aikštelės (3 ir 4) parinktos skirtingos granulimetrinės sudėties dirvožemiuose: 3 – giliau glėjiški pasotintieji palvažemiai (*Endohypogleyi-Eutric Planosols*) – lengvesnės



**1 pav.** Tyrimų laukų ir aikštelių išdėstymas: A – reljefo atžvilgiu; B – plokštumoje  
**Fig. 1.** Layout of experimental fields and test sites: A – landscape-wise; B – on a flat surface

granulimetrinės sudėties: priemelis ant smėlio (iki 95 cm gylio) su giliau esančiu vidutinio sunkumo priemoliu ( $p_5/s_1/p_1$ ); 4 aikštelė – paprastieji giliau glėjiški išplautžemiai (*Hapli-Endohypogleyic Luvisols*) – sunkesnės granulimetrinės sudėties: lengvo priemolio ant lengvo priemolio su giliau esančiu smėlio podirviu ( $p_1/p_1/s_1$ ).

Antrasis tyrimų laukas buvo parinktas kalvoje, kur yra automorfiniai dirvožemiai su kalvoms būdingais elementais: kalvos pašlaitė, šlaitas ir kalvos viršus. Parinktos trys tokio paties dydžio kaip pirmajame lauke aikštelės siekiant išsiaiškinti kalvos apatinėje dalyje  $N_{min}$  kaitą (5 aikštelė – deliuviniai pasotintieji rudžemiai (*Fluvi-Eutric Cambisols*)), kalvos šlaito eroduojamoje (6 aikštelė – vidutiniškai eroduoti paprastieji išplautžemiai (*Haplic Luvisols (moderately eroded)*) ir kalvos viršutinėje dalyje (7 aikštelė – paprastieji pajaurėję išplautžemiai (*Hapli-Albic Luvisols*)) erozijos nepaveiktose vietose.

Dirvožemio ėminiai imti pavasarį (priklausomai nuo meteorologinių sąlygų kovo pabaigoje arba balandžio pradžioje), vasarą (birželio pradžioje) ir rudenį (spalio pabaigoje arba lapkričio pradžioje) iš 0–30, 30–60 ir 60–90 cm dirvožemio sluoksnių, vienas dirvožemio ėminys kiekvienoje tyrimų aikštelėje zondo dūriais paimtas iš 4–6 vietų.

Pirmajame lauke pirmaisiais (2011–2012) ir antraisiais (2012–2013) tyrimų metais augo žieminiai kviečiai ‘Širvinta’, o trečiaisiais (2014) – vasariniai miežiai ‘Luokė’. Antrajame pirmaisiais (2012) tyrimų metais augo vasariniai kviečiai ‘Triso’, antraisiais (2013) – vasariniai miežiai ‘Luokė’, trečiaisiais (2013–2014) – žieminiai kviečiai ‘Širvinta’.

Visais tyrimų metais vasariniai javai buvo tręšiami  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , o žieminiai javai –  $N_{78}P_{60}K_{60}$  tręšų norma. Tręšta rugsėjo mėn.  $N_{28}P_{60}K_{60}$  norma ir

anksti pavasarį –  $N_{50}$ , o vasarinių augalų – balandžio pirmoje pusėje.

*Cheminės analizės.* Nitratinis ( $N-NO_3^-$ ) ir amoniakinis ( $N-NH_4^+$ ) azotas dirvožemyje nustatytas pagal GOST 26483-85 standartą 1:2,5 1 M KCl ištraukoje. Nitratų ir amonio azoto kiekis filtrate buvo analizuojami naudojant *FIAS* 5000 analizatorių.

*Meteorologinės sąlygos.* Tyrimų laikotarpiu vidutinė paros oro temperatūra vėlyvą rudenį ir žiemos pirmąjį mėnesį buvo aukštesnė, palyginti su daugiamete vidutine oro temperatūra (1 lentelė). Sausio ir vasario mėn. vyravo žemesnė oro temperatūra, išskyrus 2014 m. vasario mėnesį. Kovo mėn. temperatūra labai priklausė nuo metų: 2012 ir 2014 m. ji buvo gerokai didesnė, o 2011 ir 2013 m. – mažesnė, palyginti su daugiamete vidutine paros oro temperatūra. Balandžio mėn., išskyrus 2013 m., buvo šiltesnis, o gegužės oro temperatūra mažai skyrėsi nuo daugiamečio oro temperatūros vidurkio. Birželio (išskyrus 2014) ir liepos mėn. buvo šiltesni, o rugpjūčio ir rugsėjo mėn. vidutinės oro temperatūros buvo artimos daugiamečiam vidurkiui.

Visais tyrimų metais sausio (išskyrus 2012), vasario, kovo (išskyrus 2014), balandžio mėn. iškrito mažai kritulių, jie neviršijo daugiamečio vidurkio (2 lentelė). Gegužės mėn. buvo lietingesnis, tik 2012 m. iškrito mažiau kritulių. Visi tyrimų metų vasaros mėnesiai pasižymėjo didesniu kritulių kiekiu, išskyrus 2013 m. liepos–rugsėjo mėn., kai kritulių iškrito mažiau už daugiamečių vidurkį. Rudens mėnesių vidutinis kritulių kiekis skirtingais metais labai įvairavo ir, palyginti su daugiamečiu vidurkiu, jų buvo labai daug arba labai mažai.

*Duomenų statistinis vertinimas.* Gauti mineralinio azoto tyrimų rezultatai įvertinti naudojantis *MS Excel 2010* programa, apskaičiuojant duomenų aritmetinius vidurkius ir standartinius nuokrypius.

1 lentelė. Vidutinė paros oro temperatūra (°C) tyrimų laikotarpiu (Laukuvos MS duomenys, 2011–2014 m.)

Table 1. Average daily air temperature (°C) during the years of experiment (Laukuva MS data, 2011–2014)

Metai Year	Mėnesiai / Months											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2011	-3,3	-8,0	-0,5	7,6	11,2	16,6	18,3	16,2	12,8	7,2	3,6	0,9
2012	-3,2	-9,2	1,1	6,2	12,0	13,7	17,7	15,6	12,5	6,9	4,0	5,0
2013	-6,7	-2,2	-5,2	4,0	14,2	17,1	17,5	16,9	11,4	8,1	4,5	1,6
2014	-5,7	-0,1	3,7	8,0	11,9	13,4	19,4	16,5	12,8	7,0	2,4	-1,2
<b>Daugiametis vidurkis (1960–2011 m.) Multi-annual average</b>	-2,5	-2,5	0,2	6,3	11,4	14,5	17,3	16,4	11,4	6,2	1,0	-2,8

2 lentelė. Kritulių kiekis (mm) tyrimų laikotarpiu (Laukuvos MS duomenys, 2011–2014 m.)

Table 2. Precipitation rate (mm) during the years of experiment (Laukuva MS data, 2011–2014)

Metai Year	Mėnesiai / Months											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2011	47	36	15	30	55	58	110	167	76	43	43	151
2012	79	20	14	43	39	88	117	86	66	119	120	119
2013	53	36	8	41	56	66	40	71	135	61	82	74
2014	57	31	51	18	59	85	57	126	28	40	19	92
<b>Daugiametis vidurkis (1960–2011 m.) Multi-annual average</b>	61	49	41	43	42	58	51	79	76	91	74	69

3 lentelė. Mineralinio azoto koncentracija 0–60 cm dirvožemio sluoksnyje

Table 3. Mineral nitrogen concentration in 0–60 cm soil layer

Aikštelės Nr. Plot numbers	Reljefas Landscape type	Dirvožemio grupė Soil group	Granulimetrinė sudėtis Soil texture	N <sub>min</sub> mg kg <sup>-1</sup>		
				Ruduo Autumn 2011–2013 m.	Pavasaris Spring 2012–2014 m.	Vasara Summer 2012–2014 m.
1.	Žemuma Lowland	Giliau karbonatingi šlynžemiai Endocalc(ar)ic Gleysols	p <sub>1</sub> /p <sub>1</sub> /ps L/L/SL	5,22 ± 1,49	4,47 ± 1,00	7,07 ± 3,95
2.	Lyguma Plain	Paprastieji giliau glėjiški išplautžemiai Hapli-Endohypogleyic Luvisols	p <sub>1</sub> /p <sub>1</sub> /ps L/L/SL	4,34 ± 1,26	4,30 ± 1,35	4,81 ± 1,59
3.	Banguota lyguma Rolling plain	Giliau glėjiški pasotintieji palvažemiai Endohypogleyi-Eutric Planosols	ps/s <sub>1</sub> /p <sub>1</sub> SL/ LS/L	7,84 ± 2,16	7,09 ± 3,62	6,58 ± 2,77
4.	Banguota lyguma Rolling plain	Paprastieji giliau glėjiški išplautžemiai Hapli-Endohypogleyic Luvisols	p <sub>1</sub> /p <sub>1</sub> /s <sub>1</sub> L/L/LS	8,83 ± 2,51	10,26 ± 4,49	14,36 ± 10,76
5.	Pašlaitė Foot of the slope	Deliuviniai pasotintieji rudžemiai Fluvi-Eutric Cambisols	p <sub>1</sub> /p <sub>1</sub> L/L	11,63 ± 5,56	9,79 ± 1,52	12,98 ± 5,27
6.	Kalvos šlaitas Hillslope	Vidutiniškai eroduoti paprastieji išplautžemiai Haplic Luvisols (moderately eroded)	m/m/p <sub>1</sub> C/C/L	4,80* ± 0,71	4,85 ± 0,95	7,30 ± 4,21
7.	Kalvos viršus Top of the hill	Paprastieji pajaurėję išplautžemiai Hapli-Albic Luvisols	p <sub>1</sub> /m/p <sub>1</sub> L/C/L	7,67 ± 4,13	5,50 ± 1,00	10,57 ± 4,03

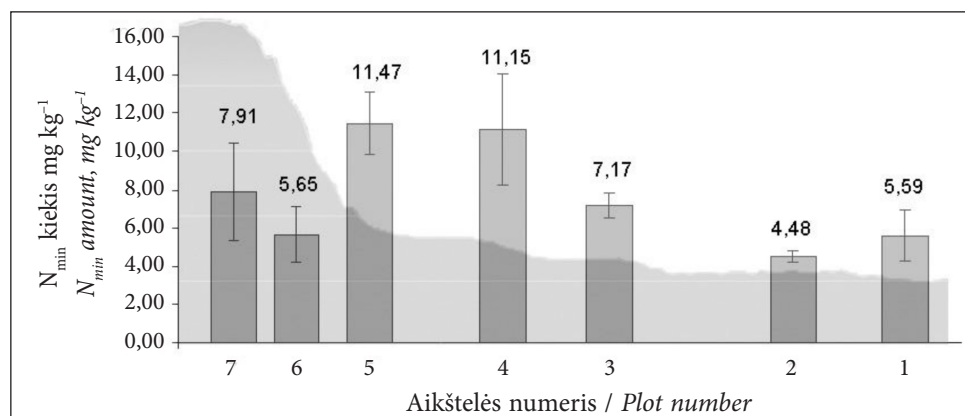
Pastaba / Note: s<sub>1</sub> – rišlus smėlis; ps – priesmėlis; p<sub>1</sub> – vidutinio sunkumo priemolis; m – molis; \* – vidurkis 2013–2014 m. / LS – loamy sand; SL – sandy loam; L – loam; C – clay; \* – average 2013–2014.

## REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Kaip mineralinio azoto koncentracija kito 2011–2014 m. laikotarpiu įvairių dirvožemių 0–60 cm sluoksnyje rudenį, pavasarį bei vasarą pateikta 3 lentelėje ir 2 paveiksle. Tyrimai rodo, kad mažiausia mineralinio azoto buvo 1 ir 2 aikštelių glėji-

niuose ir glėjiškuose dirvožemiuose. Čia skirtingais metų laikais N<sub>min</sub> koncentracija kito atitinkamai nuo 4,47 iki 7,07 mg kg<sup>-1</sup> ir nuo 4,30 iki 4,81 mg kg<sup>-1</sup>, o vidutiniškai sudarė 5,59 ir 4,48 mg kg<sup>-1</sup>.

Mineralinio azoto pokyčiams svarbią reikšmę turėjo ir dirvožemio granulimetrinė sudėtis. Lengvesnės granulimetrinės sudėties (3 aikštelė)



**2 pav.** 2011–2014 m. vidutinė mineralinio azoto koncentracija 0–60 cm dirvožemio sluoksnyje įvairaus reljefo vietose

**Fig. 2.** Average concentration of mineral nitrogen in a 0–60 cm soil layer of sites located on different landscapes, 2011–2014

dirvožemiuose ( $p_s/s_1/p_1$ )  $N_{\min}$  koncentracija buvo 6,58–7,84  $\text{mg kg}^{-1}$ , o vidutiniškai – 7,17  $\text{mg kg}^{-1}$ . Sunkesnės granulometrinės sudėties dirvožemiuose ( $p_1/p_1/s_1$ ) (4 aikštelė)  $N_{\min}$  koncentracija nustatyta didesnė – 8,83–14,36  $\text{mg kg}^{-1}$ . Tai buvo vidutiniškai 3,98  $\text{mg kg}^{-1}$  daugiau nei lengvesnės granulometrinės sudėties dirvožemiuose.

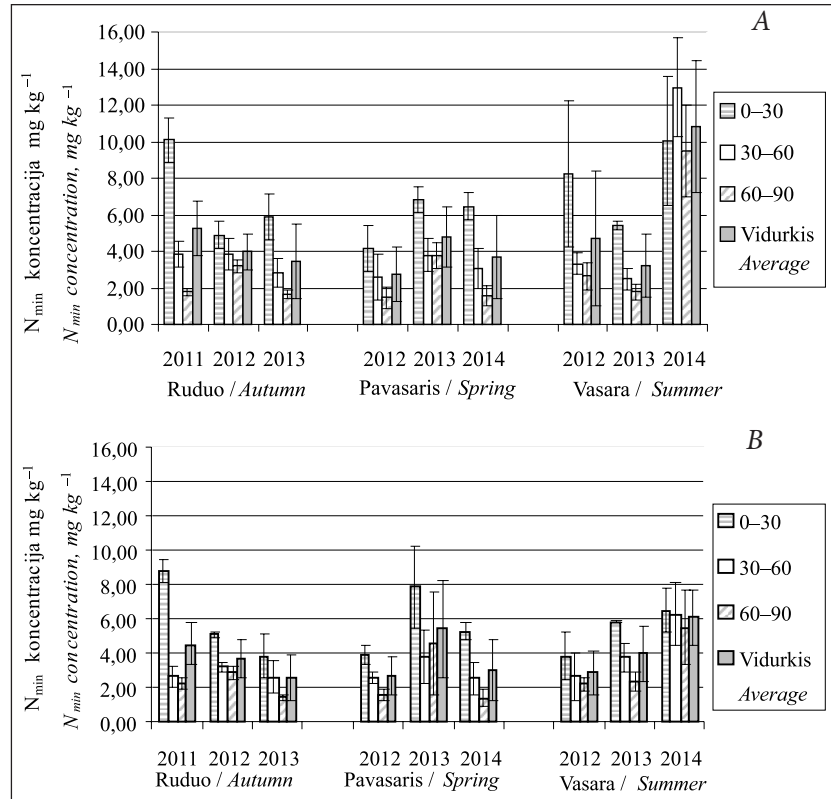
Kalvos pašlaitėje esančiuose deliuviniuose dirvožemiuose (5 aikštelė)  $N_{\min}$  koncentracija gauta didžiausia (9,79–12,98  $\text{mg kg}^{-1}$ ) – vidutiniškai 11,47  $\text{mg kg}^{-1}$ . Mažiausia  $N_{\min}$  įvairavo šlaite esančiuose eroduotuose dirvožemiuose (6 aikštelė) – nuo 4,80 iki 7,30  $\text{mg kg}^{-1}$ , vidutiniškai 5,65  $\text{mg kg}^{-1}$ . Kalvos viršūnės plokštumoje, erozijos nepaveiktoje vietoje (7 aikštelė),  $N_{\min}$  koncentracija nustatyta 5,50–10,57  $\text{mg kg}^{-1}$ , vidutiniškai 7,91  $\text{mg kg}^{-1}$ .

Jei mineralinio azoto koncentraciją 0–60 cm sluoksnyje kalvos viršuje prilyginsime vienetui, tai šlaite dėl erozijos poveikio ji sumažėjo beveik trečdaliu, o kalvos pašlaitėje padidėjo iki 1,45. Kalvos pašlaitės lygumoje mažiausia  $N_{\min}$  koncentracija gauta paprastuose giliau glėjiškuose išplautžemiuose ir giliau karbonatinguose šlynžemiuose. Šis koncentracijos santykis, palyginti su esamu kalvos viršuje, sudarė atitinkamai 0,56 ir 0,71. Didesnė  $N_{\min}$  koncentracija buvo sunkesnės granulometrinės sudėties dirvožemiuose, taip pat vasaros laikotarpiu.

Tyrimuose svarbu buvo įvertinti, kaip mineralinis azotas yra pasiskirstęs atskiruose dirvožemio sluoksniuose. Skirtingo įmirkimo dirvožemiuose 0–30, 30–60 ir 60–90 cm sluoksniuose nustatyti ne-

vienodi  $N_{\min}$  koncentracijos kiekiai (3 pav.). Pirmaisiais tyrimų metais, rudenį, daugiau įmirkusiuose glėjiniuose dirvožemiuose, turinčiuose didesnę organinės anglies kiekį,  $N_{\min}$  koncentracija 0–30 ir 30–60 cm dirvožemio sluoksniuose buvo 1,33 ir 1,18  $\text{mg kg}^{-1}$  didesnė nei mažiau įmirkusiuose glėjiškuose. Tačiau jo giliausiame 60–90 cm sluoksnyje  $N_{\min}$  koncentracija nustatyta 0,41  $\text{mg kg}^{-1}$  mažesnė negu glėjiškuose dirvožemiuose. Tai galėjo lemti mažesnis nitratų įplovimas iš viršutinių sluoksnių ar / ir užmirkusiuose sluoksnyje vykstanti intensyvesnė denitrifikacija. Kaip parodė Anglijoje atlikti tyrimai, denitrifikacijos nuostoliai didžiausi yra ne viršutiniame, bet apatiniame dirvožemio sluoksnyje, kur būna mažiau deguonies. Dėl denitrifikacijos jame susidaro apie 4/5 visų dujinio azoto nuostolių (Murray et al., 1998).

Glėjinių dirvožemių 0–30 ir 30–60 cm sluoksniuose  $N_{\min}$  koncentracija per rudens–žiemos laikotarpį sumažėjo atitinkamai 5,93 ir 1,23  $\text{mg kg}^{-1}$ , o mažiau įmirkusiuose glėjiškuose dirvožemiuose – 4,81 ir 0,11  $\text{mg kg}^{-1}$ . Vasarą, po žieminių kviečių pavasarinio tręšimo, glėjinių dirvožemių visuose sluoksniuose  $N_{\min}$  koncentracija buvo atitinkamai – 4,37, 0,68 ir 0,49  $\text{mg kg}^{-1}$  didesnė. Tai galėjo lemti jame esantis didesnis organinės anglies kiekis (3,54 %), kuris vasaros metu pradžiūvus dirvai ir esant aukštesnei temperatūrai sparčiau mineralizavosi. Kaip pažymi S. S. Parker ir kt. (2011), mineralizacijos bei nitrifikacijos procesai dirvožemyje intensyvesni vasarą, todėl mineralinio azoto kiekis dirvožemyje tuo laikotarpiu padidėja.



**3 pav.** Skirtingu metų laiku mineralinio azoto koncentracija 0–30, 30–60 ir 60–90 cm sluoksniuose įvairaus įmirkimo dirvožemiuose: giliau karbonatinguose šlynzemiuose (A) ir paprastuose giliau glėjiškuose išplautžemiuose (B)

**Fig. 3.** Concentration of mineral nitrogen in 0–30, 30–60 and 60–90 cm layers of soils waterlogged at different extent: Endocalc(ar)ic Gleysols (A) and Hapli-Endohypogleyic Luvisols (B)

Antrųjų tyrimų metų duomenimis, šiose aikštelėse žieminiai kviečiai geriau pasisavino azotą, todėl rudenį abiejuose dirvožemiuose mineralinio azoto koncentracijos buvo panašios. Pavasarį patręšus augalus glėjiškų dirvožemių viršutiniame 0–30 cm sluoksnyje  $N_{min}$  koncentracija gauta  $1,07\ mg\ kg^{-1}$  didesnė negu glėjinių dirvožemių. Tai galėjo turėti įtakos dėl mažesnio įmirkimo pasireiškianti intensyvesnė mikroorganizmų veikla ir organinės medžiagos mineralizacija. Gilesniame 30–60 cm sluoksnyje  $N_{min}$  koncentracijos buvo panašios, o 60–90 cm –  $0,83\ mg\ kg^{-1}$   $N_{min}$  koncentracija buvo mažesnė glėjiniuose dirvožemiuose, kur teigiama oro temperatūra spalio–gruodžio mėn. ir didelis kritulių kiekis lėmė jo intensyvesnį išplovimą. Vasarą oro temperatūra ir iškritę krituliai buvo palankūs žieminiams kviečiams, todėl nemažai  $N_{min}$  augalai sunaudojo augdami ir vystydami, todėl tiek glėjinių, tiek

glėjiškų dirvožemių  $N_{min}$  koncentracijos gautos nedidelės ir panašios.

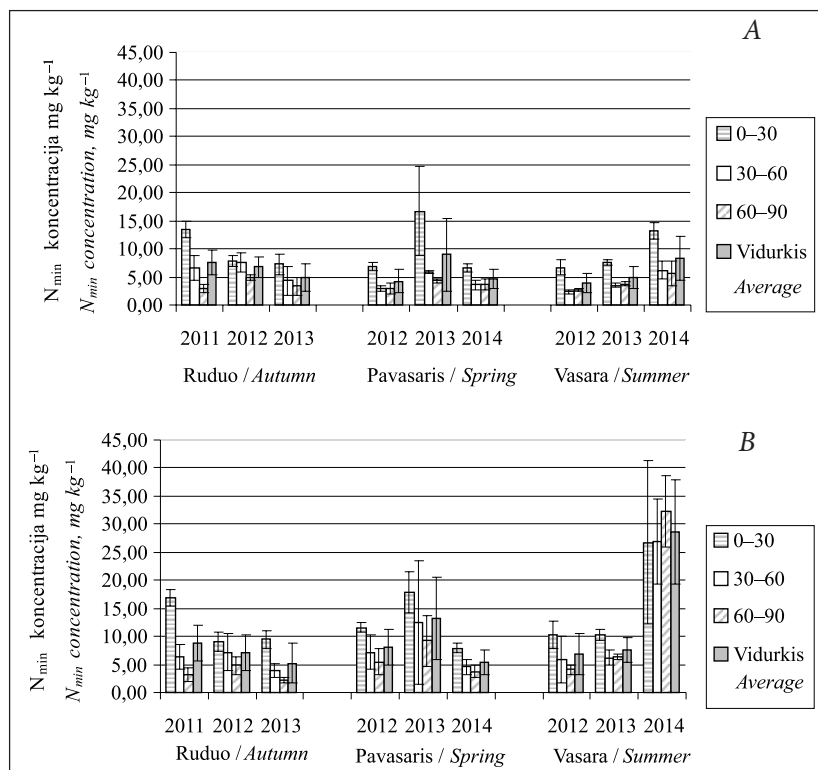
Glėjiniuose dirvožemiuose trečiųjų tyrimų metų rudenį (po augusių žieminių kviečių) 0–30 cm sluoksnyje, kaip ir 2011 m., dėl sausesnio dirvožemio ir organinės medžiagos mineralizacijos mineralinio azoto koncentracija buvo  $2,09\ mg\ kg^{-1}$  didesnė nei glėjiškuose. Nitrifikacijos procese susidarę nitratai lengvai pasisavinami augalų, tačiau didesnis jų kaupimasis rudenį, kai neauginami augalai, nepageidautinas, nes per žiemą lengvai išplaunami iš viršutinių dirvožemio sluoksnių (Tripolskaja ir kt., 2002). Nors rudens–žimos laikotarpiu šios aikštelės buvo be dengiamųjų augalų, tačiau iškritęs mažesnis kritulių kiekis spalio–gruodžio mėn. ir nuo sausio mėn. buvusi neigiama oro temperatūra nesudarė palankių sąlygų išplauti nitratus. Todėl glėjinių dirvožemių 0–30 ir 30–60 cm sluoksniuose pavasarį  $N_{min}$  nustatyta beveik tokia pati koncentracija kaip ir rudenį.

Apibendrinant trejų metų duomenis galima teigti, kad glėjiniuose dirvožemiuose, turinčiuose daug organinės medžiagos, yra daugiau mineralinio azoto nei glėjiškuose. 0–30 cm sluoksnyje  $N_{\min}$  koncentracija gauta vidutiniškai  $1,23 \text{ mg kg}^{-1}$ , 30–60 cm –  $0,98 \text{ mg kg}^{-1}$ , o 60–90 cm –  $0,38 \text{ mg kg}^{-1}$  didesnė nei glėjiškuose.

Skirtingos granulometrinės sudėties dirvožemiuose (3 ir 4 aikštelės) 2011 m. rudenį  $N_{\min}$  koncentracijos atskiruose sluoksniuose buvo nevienodos (4 pav.). Viršutiniame 0–30 sluoksnyje  $N_{\min}$  koncentracija gauta didesnė sunkesnės granulometrinės sudėties dirvožemiuose ( $p_1/p_1/s_1$ ), o gilesniuose sluoksniuose jos kiekiai buvo panašūs kaip ir lengvesnės granulometrinės sudėties dirvožemiuose.

2012 m. pavasarį granulometrinės sudėties įtaka  $N_{\min}$  pokyčiams buvo didesnė. Dirvožemiuose, kur vyravo priemolis ant priemolio su giliau esančiu rišliu smėliu, 0–30 cm sluoksnyje per rudens–žiemos laikotarpį  $N_{\min}$  koncentracija sumažėjo  $5,35 \text{ mg kg}^{-1}$ , o priesmėlyje ant rišlaus smėlio su giliau esan-

čiu vidutinio sunkumo priemoliu –  $6,65 \text{ mg kg}^{-1}$ . Atsižvelgus į rudenį buvusią  $N_{\min}$  koncentraciją, lengvesnės granulometrinės sudėties dirvožemyje ji sumažėjo beveik 50 %. Tam įtakos turėjo tų metų rudens–žiemos laikotarpio meteorologinės sąlygos. Spalio, lapkričio ir gruodžio mėn. vidutinė paros temperatūra buvo atitinkamai 1,0, 2,9 ir  $3,7 \text{ }^\circ\text{C}$  aukštesnė, palyginti su daugiamete oro temperatūra (1 lentelė). Tai skatino azoto mineralizaciją, o gruodžio mėn. iškritęs didelis kritulių kiekis (151 mm) (2 lentelė) išplovė  $N_{\min}$  į gilesnius dirvožemio sluoksnius ir giliau. Tai patvirtina L. Tripolskajos ir kitų tyrėjų (2010) atlikti vandens pralaidumo tyrimai, atskleidžiantys, kad smėlyje vandens pralaidumas pasiekia giliausius jo sluoksnius, tai sudaro 53 % per metus. Mūsų atliktuose tyrimuose sunkesnės granulometrinės sudėties dirvožemiuose  $N_{\min}$  koncentracija 30–60 ir 60–90 cm dirvožemio sluoksniuose labiau nesumažėjo ir sudarė atitinkamai 7,18 ir  $5,80 \text{ mg kg}^{-1}$ . Priesmėlio ant smėlio su giliau esančiu priemoliu



**4 pav.** Skirtingu metų laiku mineralinio azoto koncentracija 0–30, 30–60 ir 60–90 cm sluoksniuose skirtingos granulometrinės sudėties dirvožemiuose: A – giliau glėjiški pasotintieji palvažemiai  $ps/s_1/p_1$ ; B – paprastieji giliau glėjiški išplautžemiai  $p_1/p_1/s_1$

**Fig. 4.** Concentration of mineral nitrogen in 0–30, 30–60 and 60–90 cm layers of differently textured soils: A – Endohypogleyic Eutric Planosols  $sl/s_1/l_1$ ; B – Hapli-Endohypogleyic Luvisols  $l_1/l_1/s_1$

dirvožemiuose  $N_{\min}$  minėtuose sluoksniuose liko tik 2,99 ir 2,86 mg kg<sup>-1</sup>, o didesnė dalis nitratinio azoto buvo išplauta į gilesnius sluoksnius.

Antrųjų tyrimų metų rudenį naujai įsėtuose žiemkenčiuose skirtingos granulimetrinės sudėties dirvožemiuose  $N_{\min}$  koncentracija taip pat skyrėsi. Viršutiniame 0–30 cm dirvožemio sluoksnyje lengvesnės ( $ps/s_1/p_1$ ) ir sunkesnės ( $p_1/p_1/s_1$ ) granulimetrinės sudėties dirvožemiuose  $N_{\min}$  gauta atitinkamai 7,75 ir 9,09 mg kg<sup>-1</sup>, o gilesniuose sluoksniuose koncentracija tarp savęs mažai skyrėsi.

2013 m. pavasarį dirvožemio ėminiai buvo imami patręšus augalus. Dėl to dirvožemių viršutiniame 0–30 cm sluoksnyje nustatytos didelės  $N_{\min}$  koncentracijos (16,69 ir 17,85 mg kg<sup>-1</sup>). Gilesniuose 30–60 ir 60–90 cm dirvožemio sluoksniuose išryškėjo granulimetrinės sudėties įtaka: sunkesnės granulimetrinės sudėties dirvožemiuose  $N_{\min}$  koncentracija buvo 12,39 ir 9,18 mg kg<sup>-1</sup>, o lengvesnės granulimetrinės sudėties – atitinkamai 5,84 ir 4,33 mg kg<sup>-1</sup>. Tai rodo, kad žiemos laikotarpiu lengvesnės granulimetrinės sudėties dirvožemiuose nitratinis azotas išsiplauna greičiau. Tą patvirtina ir Lenkijoje atlikti tyrimai (Fotyma et al., 2004; Rutkowska et al., 2011), o A. Bučienės (2008) tyrimais įrodyta, kad tam didžiausią įtaką turi iškritęs kritulių kiekis.

Trečiųjų tyrimų metų rudenį po augusių žieminių kviečių 0–30 cm sluoksnyje, kaip ir ankstesniais metais,  $N_{\min}$  koncentracijos  $ps/s_1/p_1$  dirvožemiuose buvo mažesnės negu  $p_1/p_1/s_1$  granulimetrinės sudėties – gautos vertės sudarė atitinkamai 7,24 ir 9,52 mg kg<sup>-1</sup>. Kitų metų pavasarį prieš miežių sėją abiejuose dirvožemiuose gauti nedideli  $N_{\min}$  koncentracijos pokyčiai, palyginti su nustatytais rudenį. Tam įtakos turėjo palyginti nedidelis spalio, lapkričio mėn. iškritusių kritulių kiekis (61, 82 mm), ir nors vėlyvas ruduo buvo šiltas (8,1 ir 4,5 °C), bet nuo sausio mėn. įšalus dirvožemiui azoto migracija beveik nevyko. Net ir lengvesnės granulimetrinės sudėties dirvožemio 0–30 ir 30–60 cm sluoksniuose jo nustatyta tik 0,62 ir 0,68 mg kg<sup>-1</sup> mažiau nei rudenį, o giliausiame 60–90 cm sluoksnyje – 0,27 mg kg<sup>-1</sup> daugiau, tai rodo vykstančią  $N_{\min}$  migraciją iš viršutinių dirvožemio sluoksnių į gilesnius.

Apibendrinant galima konstatuoti, kad lengvesnės granulimetrinės sudėties  $ps/s_1/p_1$  dirvožemiuose  $N_{\min}$  koncentracija pavasarį, vasarą ir rudenį dažnai buvo mažesnė nei sunkesnės granulimetrinės sudėties  $p_1/p_1/s_1$  dirvožemiuose, o trejų metų kon-

centracijos vidurkiai atitinkamai sudarė: 0–30 cm sluoksnyje – 9,56 ir 13,35 mg kg<sup>-1</sup>, 30–60 cm – 4,78 ir 8,94 mg kg<sup>-1</sup>, 60–90 cm – 3,78 ir 7,93 mg kg<sup>-1</sup>.

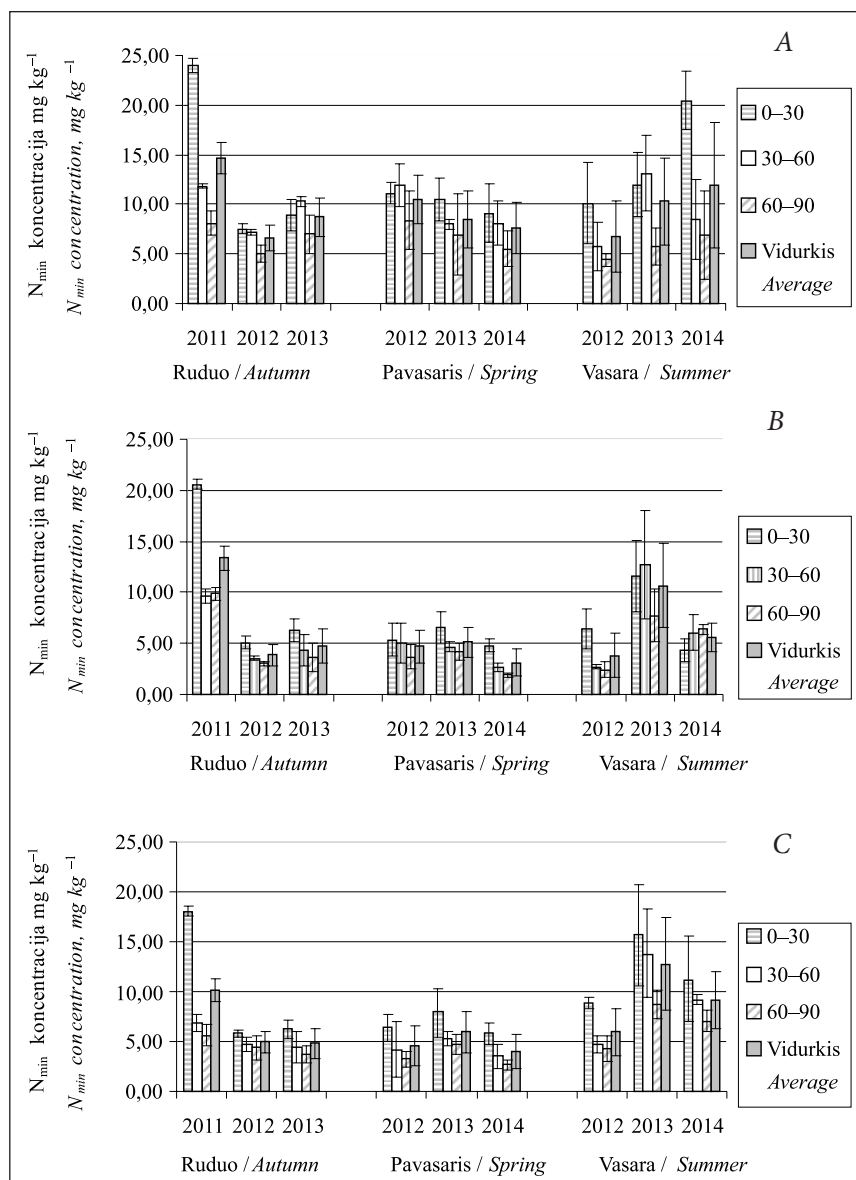
Tiriami  $N_{\min}$  pokyčiai kalvoje atskleidė, kad didžiausia mineralinio azoto koncentracija nustatyta kalvos papėdėje – 5 aikštelėje (5 pav.). 0–30 cm sluoksnyje  $N_{\min}$  koncentracijos pokyčiai kalvos apačioje esančiuose deliuviniuose dirvožemiuose buvo mažesni nei eroduotuose ir esančiuose kalvos viršuje. Ypač dideli  $N_{\min}$  koncentracijos svyravimai šiame sluoksnyje gauti eroduotuose dirvožemiuose. Pavyzdžiui, 2011 m. rudenį  $N_{\min}$  koncentracija buvo 20,6, o 2012 m. – tik 5,1 mg kg<sup>-1</sup>. Didelis  $N_{\min}$  koncentracijos sumažėjimas eroduotuose dirvožemiuose gautas pirmaisiais tyrimų metais, kai laukas buvo be dengiamųjų augalų. Kad žiemą ir pavasarį išplaunama daugiau nei pusė azoto, kai dirvožemis iš rudens paliekamas be augalų, patvirtina ir kiti tyrėjai (Tripolskaja ir kt., 2010). Pirmaisiais metais eroduotų dirvožemių gilesniuose 30–60 ir 60–90 cm sluoksniuose  $N_{\min}$  koncentracijos pokyčiai pavasarį buvo mažesni, bet vis tiek pakankamai dideli – 4,52 ir 6,15 mg kg<sup>-1</sup>.

Antrųjų tyrimų metų rudenį po augusių vasarinių kviečių erduojamų dirvožemių 0–30, 30–60, 60–90 cm sluoksniuose  $N_{\min}$  koncentracija buvo nedidelė – atitinkamai 5,08, 3,51 ir 3,03 mg kg<sup>-1</sup>. Tai rodo, kad dalis mineralinio azoto buvo sunaudota augalų, o kita dalis išsiplovė. 2013 m. pavasarį, nors dirvožemio ėminiai buvo paimti patręšus vasarinius miežius,  $N_{\min}$  koncentracija buvo tik šiek tiek didesnė nei rudenį – atitinkamai 1,49, 1,13 ir 1,16 mg kg<sup>-1</sup>.

Trečiųjų tyrimų metų pavasarį eroduotuose dirvožemiuose  $N_{\min}$  koncentracijos pokyčiai rudens–žiemos laikotarpiu buvo maži. Per žiemą 0–30, 30–60 ir 60–90 cm sluoksniuose jo sumažėjo 1,48, 1,64 ir 1,67 mg kg<sup>-1</sup>. Mažesniems mineralinio azoto pokyčiams dirvožemyje įtakos turėjo tai, kad iš rudens buvo pasėti žieminiai kviečiai, kurie mažino jo kiekį. Tai patvirtina I. Kinderienės su bendraautorais (2013) atlikti tyrimai, kuriais nustatyta, kad tarpiniai pasėliai yra labai veiksminga antierozinė priemonė, nes daugiamečiai išėliniai pasėliai visiškai sustabdo erozijos procesus kalvoje, taip pat labai sumažina nitratinio azoto ( $N-NO_3^-$ ) išplovimą iš ariamojo dirvožemio sluoksnių šaltuoju metų laikotarpiu.

Kalvos viršutinėje dalyje, erozijos nepaveiktuose dirvožemiuose (7 aikštelė), pirmaisiais ir





**5 pav.** Skirtingu metų laiku mineralinio azoto koncentracija 0–30, 30–60 ir 60–90 cm sluoksniuose kalvoje esančiuose skirtinguose dirvožemiuose: A – deliuviniai pasotintieji rudžemiai; B – vidutiniškai eroduoti paprastieji išplautžemiai; C – paprastieji pajaurėję išplautžemiai

**Fig. 5.** Concentration amounts of mineral nitrogen in 0–30, 30–60 and 60–90 cm layers of different soil types found on the hill: A – Fluvi-Eutric Cambisols; B – Haplic Luvisols (moderately eroded); C – Hapli-Albic Luvisols

trečiaisiais tyrimų metais mineralinio azoto koncentracijos pokyčiai visuose sluoksniuose nustatyti mažesni nei eroduotuose dirvožemiuose. Po pirmųjų tyrimų metų rudens–žiemos laikotarpio mineralinio azoto koncentracijos 0–30, 30–60 ir 60–90 cm sluoksniuose sumažėjo atitinkamai 3,52, 1,88, 4,51  $\text{mg kg}^{-1}$  mažiau negu eroduotuose dirvožemiuose, o trečiaisiais metais – 0,43, 0,97, 1,09  $\text{mg kg}^{-1}$  mažiau. Pirmųjų ir trečiųjų metų va-

sarą visuose dirvožemio sluoksniuose taip pat nustatyta didesnė  $N_{\min}$  kiekio koncentracija nei eroduotuose dirvožemiuose.

Apibendrinant trejų metų duomenis galima teigti, kad erozijos veikiamame kalvotame reljefe didžiausi  $N_{\min}$  koncentracijos svyravimai iki 90 cm gylio gaunami eroduotuose dirvožemiuose kalvų šlaituose. Labai  $N_{\min}$  koncentracija sumažėja, kai žiemos laikotarpiu dirva būna be dengiamųjų augalų.

## IŠVADOS

1. Svarbiausi veiksniai, turintys įtakos mineralinio azoto koncentracijai kalvotame reljefe, yra dirvožemio granulimetrinė sudėtis, tipologija, metų laikas ir meteorologinės sąlygos.

2. Daugiausia  $N_{\min}$  nustatyta kalvos papėdėje esančiuose dirvožemiuose – deliuviniuose pasotintuose rudžemiuose (*Fluvi-Eutric Cambisols*), mažiausia – eroduotose kalvos šlaite esančiuose vidutiniškai eroduotuose paprastuose išplautžemiuose (*Haplic Luvisols (moderately eroded)*). Erodotuose plotuose ypač maža  $N_{\min}$  koncentracija nustatyta, kai dirva buvo be dengiamųjų augalų.

3. Giliau karbonatinguose šlynžemiuose (*Endocalc(ar)ic Gleysols*) dėl didesnio organinės medžiagos kiekio ir jos mineralizacijos vidutiniškai  $N_{\min}$  koncentracija visuose dirvožemio sluoksniuose rudenį, pavasarį ir vasarą buvo didesnė negu paprastuose giliau glėjiškuose išplautžemiuose (*Hapli-Endohypogleyic Luvisols*).

4. Lengvesnės granulimetrinės sudėties dirvožemiuose – giliau glėjiškuose pasotintuose palvažemiuose ( $ps/s_1/p_1$ ) (*Endohypogleyic Planosols*) ( $sl/s_1/l_1$ ) viršutiniame 0–30 cm dirvožemio sluoksnyje  $N_{\min}$  koncentracija nustatyta mažesnė nei sunkesnės – paprastųjų giliau glėjiškų išplautžemių ( $p_1/p_1/s_1$ ) (*Hapli-Endohypogleyic Luvisols*) ( $l_1/l_1/s_1$ ) dirvožemiuose.

5. Vasarą didžiausia  $N_{\min}$  koncentracija nustatyta viršutiniame 0–30 cm dirvožemio sluoksnyje. Gilesniuose 30–60 ir 60–90 cm dirvožemio sluoksniuose  $N_{\min}$  koncentracija buvo mažesnė ir šiek tiek tarpusavyje skyrėsi.

Gauta 2015 09 04

Priimta 2015 12 07

## LITERATŪRA

- Adomaitis T., Vaišvila Z., Mažvila J., Grickevičienė S., Eitminavičius L. 2004. Azoto junginių ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ) koncentracija lizimetrų vandenyje skirtingai tręštuose smėlingų priemolių dirvožemiuose. *Žemdirbystė–Agriculture*. Vol. 15. No. 3. P. 59–66.
- Beaudoin N., Saad J. K., Van Laethem C., Machel J. M., Maucorps J., Mary B. 2005. Nitrate leaching in intensive agriculture in Northern France: effect of farming practices, soils and crop rotations. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Vol. 111. P. 292–310.
- Bučienė A. 2008. Azoto ir fosforo išplovos drenažo problematika plėtojant ekologinius mišrios gamybos ūkius. *Gyvulininkystė: mokslo darbai*. Nr. 52. P. 13–29.
- Čermák P., Kubiuk L. 2009. Monitoring of nitrogen in the soil and water. *Fertilizers and Fertilization*. Vol. 37. P. 32–42.
- Davies D. B., Sylvester-Bradley R. 1995. The contribution of fertilizer nitrogen to leachable nitrogen in the UK: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Vol. 68. P. 399–406.
- H. J. Di, Cameron K. C. 2002. Nitrate leaching in temperate agroecosystems: sources, factors and mitigating strategies. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. Vol. 46. P. 237–256.
- Erismann J. W., Domburg N., de Vries W. 2005. The Dutch N-cascade in the European perspective. *Science in China. Series C. Life Sciences*. Vol. 48. P. 827–842.
- Fotyma E., Fotyma M., Pietruch C. 2005. The content of soil mineral nitrogen in Poland. *Fertilizers and Fertilization*. Vol. 2. No. 23. P. 41–48.
- Fotyma E., Fotyma M., Pietruch Cz. 2004. The content of mineral nitrogen  $N_{\min}$  in arable soils of Poland. *Fertilizers and Fertilization*. Vol. 3. No. 20. P. 11–53.
- Freney J. R. 2005. Options for reducing the negative effects of nitrogen in agriculture. *Science in China. Series C. Life Sciences*. Vol. 48. P. 861–870.
- Füleky G. 2009. Downward movement of fertilizer nitrogen in Hungarian soils. *Fertilizers and Fertilization*. Vol. 37. P. 73–89.
- Galloway J. N., Dentener F. J., Capone D. G., Boyer E. W., Howarth R. W., Setzinger S. P., Asner G. P., Cleveland C. C., Green P. A., Holland E. A., Karl D. M., Michaels A. F., Porter J. H., Townsend A. R., Vörösmarty C. J. 2004. Nitrogen cycles: past, present and future. *Biogeochemistry*. Vol. 70. P. 153–226.
- Geypens M., Mertens J., Ver Elst P., Bries J. 2005. Evaluation of fall residual nitrogen influenced by soil chemical characteristics and crop history in Flanders (Belgium). *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. Vol. 36. P. 363–372.
- Goulding K. W. T. 2000. Nitrate leaching from arable and horticultural land. *Soil Use and Management*. Vol. 16. No. 1. P. 145–151.
- Goulding K. W. T., Poulton P. R., Webster C. P., Howe M. T. 2000. Nitrate leaching from the Broadbalk wheat experiment, Rothamsted, UK, as influenced by fertilizer and manure inputs and the weather. *Soil Use Management*. Vol. 16. No. 1. P. 244–250.
- Haberle J., Kusá, Svoboda P., Klír J. 2009. The changes of soil mineral nitrogen observed on farms between autumn and spring and modelled

- with a simple leaching equation. *Soil and Water Research*. Vol. 4. No. 4. P. 156–167.
17. Jabloun M., Schelde K., Tao T., Olesen E. J. 2015. Effect of temperature and precipitation on nitrate leaching from organic cereal cropping systems in Denmark. *European Journal of Agronomy*. Vol. 62. P. 55–64.
  18. Ju X. T., Kou C. L., Zhang F. S., Christie P. 2006. Nitrogen balance and groundwater nitrate contamination: comparison among three intensive cropping systems on the North China Plain. *Environmental Pollution*. Vol. 143. P. 117–125.
  19. Ju X. T., Liu X. J., Zhang F. S., Roelcke M. 2004. Nitrogen fertilization, soil nitrate accumulation, and policy recommendations in several agricultural regions of China. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*. Vol. 33. P. 300–305.
  20. Kinderienė I., Jarašiūnas G., Karčauskienė D. 2013. Augalų maisto medžiagų (N, P, K) nuo kalvų šlaitų praradimas su dirvožemiu ir vandeniu. *Žemės ūkio mokslai*. T. 20. Nr. 1. P. 10–19.
  21. Liu H. B., Wu W. L., Zhang J. 2005. Regional differentiation of non-point source pollution of agriculture-derived nitrate nitrogen in groundwater in northern China. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Vol. 107. P. 211–220.
  22. Mclay C. D. A., Dragten R., Sparling G., Selvarajah N. 2001. Predicting groundwater nitrate concentrations in a region of mixed agricultural land use: a comparison of three approaches. *Environmental Pollution*. Vol. 115. P. 191–204.
  23. Murray P. Y., Clements R. O. 1998. Transfer of nitrogen between clover and wheat: Effect of root herbivory. *European Journal of Soil Biology*. Vol. 34. P. 25–30.
  24. Parker S. S., Schimel J. P. 2011. Soil nitrogen availability and transformations differ between the summer and the growing season in a California grassland. *Applied Soil Ecology*. Vol. 48. Issue 2. P. 185–192.
  25. Rutkowska A., Fotyma M. 2011. Mineral nitrogen as a universal soil test to predict plant N requirements and ground water pollution – case study for Poland. In: E. B. O. Gungor (ed.). *Principles, Application and Assessment in Soil Science*. Intech. P. 333–350.
  26. Stenberg M., Aronsson H., Lindén B., Rydberg T., Gustafson A. 1999. Soil mineral nitrogen and nitrate leaching losses in soil tillage systems combined with a catch crop. *Soil & Tillage Research*. Vol. 50. P. 115–125.
  27. Tong Y. A., Shi W., Lu D. Q., Emteryd O. 2005. Relationship between soil texture and nitrate distribution and accumulation in three types of soil profile in Shaanxi. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizer*. Vol. 11. P. 435–441.
  28. Tripolskaja A., Bagdanavičienė Z., Romanovskaja D. 2002. Mineralinio azoto ir dirvožemio mikrobis aktyvumas irstant organinėms trąšoms rudens–žiemos laikotarpiu. *Žemės ūkio mokslai*. Nr. 2. P. 3–12.
  29. Tripolskaja A., Janušienė J. 2010. Cheminių elementų išsiplovimas iš vyraujančių Lietuvos dirvožemių. *Agroekosistemų komponentų valdymas: ilgalaikių agrocheminių tyrimų rezultatai*. Akademija: Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centras. P. 280–288.
  30. Wiesler F., Armbruster M. 2009. The application of the Nmin soil test as an element of integrated nitrogen management strategies in agriculture. *Fertilizers and Fertilization*. Vol. 37. P. 50–58.
  31. Yadav S. N. 1997. Formulation and estimation of nitrate-nitrogen leaching from corn cultivation. *Journal of Environmental Quality*. Vol. 26. P. 808–814.
  32. Zhang T. Q., Mackenzie A. F., Liang B. C. 2004. Nitrate leaching from residual fertilizer N after spring thaw in two corn agro-ecosystems. *Canadian Journal of Soil Science*. Vol. 84. P. 477–480.

Lina Žičkienė, Gediminas Staugaitis, Jonas Mažvila, Aistė Masevičienė, Ieva Narutytyė

#### MINERAL NITROGEN CONTENT FLUXES IN DIFFERENT TEXTURE SOILS ON A ROLLING TO HILLY LANDSCAPE

##### Summary

The experiment was carried out in 2011–2014 at the LRCAF Kaitinėnai Experimental Station in two fields distinguished by different soil types. The aim of this research was to investigate the fluxes in the mineral nitrogen ( $N_{\min}$ ) content in 0–30, 30–60 and 60–90 cm soil layers and to determine the regularities in change of  $N_{\min}$  levels during the plant growing period (autumn, spring and summer) in soils differing in the water content, texture and location on the hill. It was found that in the summer time the  $N_{\min}$  content in drained gley soils was higher than that determined in gleyic soils due to higher levels of organic matter and more intensive mineralisation processes; subsequently, larger amounts of mineral nitrogen were leached from soil in spring. Leaching of  $N_{\min}$  from the upper layers of the light-textured soils of  $sl/s_1/l_1$  determined after the autumn–winter period was higher than that of the heavier soils  $l_1/l_1/s_1$ . As regards the hilly areas, the largest amounts of mineral nitrogen were found in deluvial soils at the base of the hill, and the lowest amounts were in eroded soils on the slope of the hill. Due to the absence of soil-covering plants the hill slopes loose the largest amounts of mineral nitrogen during the autumn–winter period.

**Key words:** soil, mineral nitrogen, landscape, texture, waterlogging