

## Izmantotā literatūra

1. Dzene A., Gaile Z., Stramkale V. (2013). Piemērotākās ziemas kviešu šķirnes Latgales reģionam. *Saimnieks LV*, Nr. 8. 44.–46. lpp.
2. Dzene A., Gaile Z., Stramkale V. (2012). Ziemas kviešu raža un kvalitāte Latgalē 2012. gadā. **No:** Zinātniskā semināra rakstu krājums *Ražas svētki „Vecauce–2012”*, Studijas – Zinātne – Prakse: 1. novembrī, Vecauce, 13.–17. lpp.
3. Fetere V., Strazdiņa V. (2014). Ziemas kviešu šķirņu novērtējums Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūta, 2011–2013. gadā. **No:** *Līdzsvarota lauksaimniecība*: LLU LF, LAB un LLMZA zinātniski praktiskā konferences Raksti (2014.gada 20.–21.februāris), Jelgava : LLU, 65.–68. lpp.
4. Garrido-Lestache E., Looez-Bellido R. J., Lopez-Bellido L. (2004). Effect on N rate, timing and splitting and N type on bread-making quality in hard red spring wheat under rained Mediterranean condition. *Field Crops Research*, Vol. 85, p. 213–236.
5. Jansone I., Gaile Z. (2011). Production of bio-ethanol from winter cereals. *Research for Rural development*, Vol. 1, p. 29–34.
6. Jansone I., Gaile Z. (2013). Production of bioethanol from starch based agriculture raw material. *Research for Rural development*, Vol. 1, p. 35–41.
7. Litke L., Ruža A. (2015). Slāpekļa mēslojuma ietekme uz ziemas kviešu ražu un kvalitāti. **No:** *Lauksaimniecības zinātne reorganizācijas laikā: Ražas svētki „Vecauce-2015”* zinātniskā semināra rakstu krājums (2015. gada 5. novembris), Vecauce : LLU, 8.–12. lpp.
8. Malecka S., Bremanis G., Miglane V. (2005). Effect of increase nitrogen fertilizer rates on yield and grain quality of winter wheat varieties. *Latvian Journal of Agronomy*, No. 8, Jelgava : LLU, p. 47–52.
9. Poiša I., Adamovičs A., (2012). Cietes un bioetanolā saturs ziemas kviešiem. **No:** *Zinātne Latvijas lauksaimniecības nākotnei: pārtika, lopbarība, šķiedra un enerģija*: LLU LF, LAB un LLMZA zinātniski praktiskā konferences Raksti (2012. gada 23.–24. februāris), Jelgava : LLU, 37.–41. lpp.
10. Preston K. R., Morgan B. C., Dexter J. E. (1995). Influence of protein segregation on the quality characteristics of Biggar and Genesis Canada Prairie spring wheat. *Canadian Journal of Plant Science*, Vol. 75, No. 3, p. 599–604.
11. Vaiciulute-Funk, I., Joudeikiene, G., Bartkiene, E. (2015). The relationship between wheat baking properties, specific high molecular weight glutenin components and characteristic of varieties. *Zemdirbyste-Agriculture*, 102 (2), p. 229–238.
12. Wang X., Cai J., Liu F., Jin M., Yu H., Jiang D., Wollenweber B., Dai T., Cao W. (2012). Pre-anthesis high temperature acclimation alleviates the negative effects of postanthesis heat stress on stem stored carbohydrates remobilization and grain starch accumulation in wheat. *Journal of Cereal Science*, Vol. 55, p. 331–336.

## MINERĀLĀ SLĀPEKĻA KRĀJUMI AUGSNĒ UN VASARAS MIEŽU RAŽA

### MINERAL NITROGEN IN SOIL AND SPRING BARLEY YIELD

**Ināra Līpenīte, Aldis Kārklīšs, Antons Ruža**

Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Lauksaimniecības fakultāte  
inara.lipenite@llu.lv

**Abstract.** Nitrogen management is of particular importance for crop cultivation. Agronomic, economic and environmental considerations are determinant factors for selection of the fertilising strategy. Field experiments were started in 2015 by combining nitrogen fertilisers with mineral nitrogen monitoring in the soil at the depth of 0–30 cm, 30–60 cm and 60–90 cm. Measurements were started on April 24, before spring barley had been sown, and finished on November 10, after the next crop – winter wheat had been sown. Two different types of soil were selected: Mucky-humus gley soil and Sod-gley soil with organic matter content at the topsoil of 450 and 27 g kg<sup>-1</sup>, respectively. Organic soil showed significantly higher mineral nitrogen accumulation in the depth

of 0–90 cm starting from the middle of May up to the end of measurements. Mucky-humus gley soil had higher soil mineral nitrogen supply power compared with Sod-gley soil; therefore the same nitrogen application rate caused barley lodging, lower grain yields and the decrease of some quality parameters. The findings of the study should be considered when choosing nitrogen fertiliser rates.

**Key words:** soil nitrate nitrogen, soil ammonium nitrogen, soil test, yield quality.

## Ievads

Slāpekļa nonākšana dažādās sauszemes ekosistēmās arvien palielinās. To diktē pieaugošās prasības pēc pārtikas un lopbarības. Konkurētspējīgu kultūraugu ražu ieguvei tiek lietotas aizvien lielākas slāpekļa minerālmēslu normas, kas nereti pārsniedz augu ikgadējo vajadzību, tādējādi slāpekļa resursi netiek produktīvi izmantoti. Neizmantotais slāpeklis zūd no augsnes, aizskalojoties ar virszemes noteci augsnes erozijas rezultātā, nitrātiem un citiem ūdenī šķīstošiem slāpekļa savienojumiem izskalojoties no augu sakņu zonas, kā arī nonākot atmosfērā dažādu gāzveida savienojumu veidā. Radušies zudumi ir par cēloni ekoloģiskām problēmām. Pētnieki uzsver, lai novērstu nevajadzīgos slāpekļa zudumus, galvenais uzdevums ir saskaņot kultūraugu slāpekļa vajadzību ar tā nodrošinājumu (Crews, Peoples, 2005).

Augu nodrošinājums ar augsnes slāpekļa resursiem ir atkarīgs no faktoriem, kas nosaka organisko savienojumu, kuru sastāvā ir slāpeklis, mineralizācijas potenciālu. Tās ir augsnes īpašības un pielietotā agrotehnika, kā arī vides apstākļi (mitrums un temperatūra), kas regulē augsnes bioloģisko aktivitāti. Tādējādi augsnes fizikālās, ķīmiskās, bioloģiskās īpašības un lauksaimnieciskās darbības paņēmieni nosaka organisko slāpekļa savienojumu akumulēšanos, koncentrāciju un noārdīšanās apstākļus augsnē, veidojot attiecīgu augiem pieejamo slāpekļa resursu nodrošinājumu. Izveidojušies minerālie slāpekļa savienojumi augsnē ir ļoti dinamiski: tos viegli izmanto augi, daļa imobilizējas mikroorganismu biomasā, bet tie var arī izskalojties un veidot gaistošus savienojumus, tāpēc ir būtiski izprast un pareizi novērtēt minerālā slāpekļa dinamiku augsnē. Slāpekļa savienojumu mobilitāte augsnē ir atkarīga no augsnes īpašībām, no tās apstrādes paņēmieniem, lietotā mēslojuma un laikapstākļiem, tāpēc tā vienmēr ir jāskata kā vairāku procesu mijiedarbības rezultāts (Zebarth *et al.*, 2009; Franzluebbbers, Stuedemann, 2013).

Minerālā slāpekļa krājumi, tos nosakot veģetācijas perioda sākumā vai barības elementu intensīva patēriņa laikā, var sniegt vērtīgu informāciju par augu slāpekļa nodrošinājumu un mēslošanas līdzekļu lietošanas nepieciešamību, savukārt krājumu apzināšana veģetācijas perioda beigās parāda minerālo slāpekļa savienojumu neiztērēto daļu, kas potenciāli var veidot slāpekļa zudumus un radīt vides piesārņošanas risku, vai arī nodrošināt starpkultūru vai ziemājus (ja tādos audzē) ar rudens periodā veģetatīvās masas veidošanai nepieciešamo slāpekli. Augsnes monitoringa rezultāti Latvijā<sup>25</sup> 2014. gada pavasarī vairāk nekā pusē novērojumu vietu 0–60 cm slānī parāda vidēju minerālā slāpekļa saturu 20–40 kg ha<sup>-1</sup> N, un arī rudenī tas bijis līdzīgā daudzumā: viegla granulometriskā sastāva augsnēs vidēji 37 kg ha<sup>-1</sup> N, bet smaga granulometriskā sastāva augsnēs – 32 kg ha<sup>-1</sup> N.

Lai skaidrotu minerālā slāpekļa dinamiku augsnē vasaras miežu veģetācijas periodā, 2015. gadā divās atšķirīgās augsnēs tika veikts lauka izmēģinājums.

## Materiāli un metodes

Pētījums veikts 2015. gadā LLU mācību un pētījumu saimniecībā (MPS) „Vecauce” ražošanas laukā pie Kurpniekiem (lauka bloks 43378–26070, platība 23.48 ha). Reljefs – starppauguru ieplaka. Laukā augsnes minerālā slāpekļa monitoringam tika izveidoti divi pētījumu poligoni. Poligons 6–1 (A1) izvietots lēzenas saliktas nogāzes zemākajā vietā, tā koordinātas 22° 55.129 A. g. un 56° 29.202 Z. p. Augsnes tips – trūdaini kūdrainā glejjaugsne, granulometriskais sastāvs – līdz 47 cm dziļumam labi sadalījusies kūdra. Poligons 6–2 (AP3) atrodas lēzenas saliktas nogāzes vidusdaļā, koordinātas 22° 55.430 A. g. un 56° 29.063 Z. p. Augsnes tips – velēnu glejjaugsne, granulometriskais sastāvs – mālsmilts. Poligonu augsnes svarīgāko īpašību rādītāji apkopoti 1. tabulā.

<sup>25</sup> Valsts augu aizsardzības dienests. Informācija sabiedrībai. Par augšņu agroķīmisko izpēti un minerālā slāpekļa monitoringu. Augsnes monitoringa rezultāti 2014. gadā. [tiešsaiste][skatīts 2015. g. 11. septembrī] Pieejams: <http://www.vaad.gov.lv>

1. tabula *Table 1*

**Pētījuma vietu augsnes īpašības**  
*Soil characteristics of experimental sites*

Vieta <i>Location</i>	OV <sup>26</sup> , g kg <sup>-1</sup>	pH KCl	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
			mg kg <sup>-1</sup>	nodroš. <i>level</i>	mg kg <sup>-1</sup>	nodroš. <i>level</i>
6–1 (A1)	450	7.0–7.2	211	vidējs	703	ļoti augsts
6–2 (AP3)	27	7.6–8.3	80	vidējs	128	vidējs

Laukā audzēti vasaras mieži ‘Publican’, to priekšaugi – vasaras mieži. Pavasarī augsnes apstrādes laikā laukā iestrādātas 40 t ha<sup>-1</sup> digestāta. Mieži iesēti 20. aprīlī. Miežu papildmēslojumam, kas dots 9. jūnijā, izlietoti 200 kg ha<sup>-1</sup> amonija nitrāta (64 kg ha<sup>-1</sup> N). Miežu raža pētījuma poligonos novākta 19. augustā, 4 atkārtojumos noņemot paraugkūlus no 1 m<sup>2</sup> platības. 22. augustā mieži novākti visā laukā, vidējā graudu raža – 5.4 t ha<sup>-1</sup>. 14. septembrī lauks aparts, augsnē iestrādāti salmi. 26. septembrī laukā iesēti ziemas kvieši ‘Rotax’, pamatmēslojums tiem nav dots. Augsnes izpētei abos poligonos veikts augsnes profila apraksts.

Augsnes minerālā slāpekļa noteikšanai abos augsnes poligonos, sākot ar 2015. gada 23. martu, katru mēnesi veikta augsnes paraugu ņemšana no 0–30, 30–60 un 60–90 cm dziļumiem. Nitrātu un amonija slāpekļa saturs noteikts Valsts Augu aizsardzības dienesta laboratorijā atbilstoši standartu LVS ISO/TS 14256-1: 2006 un LVS ISO/TS 14256-1: 2006 prasībām.

### Rezultāti un diskusijas

Vecaucē Kurpnieku laukā 2015. gadā kopējie minerālā slāpekļa krājumi augsnes 0–90 cm slānī bija augsti – vidēji tie sastādīja 112.4 kg ha<sup>-1</sup> N, no kuriem vidēji 45% atradās augsnes virskārtas 0–30 cm slānī, 34% – augsnes 30–60 cm slānī, bet 21% – augsnes 60–90 cm slānī. Tomēr, kā rāda 1. attēlā parādītā informācija, divos šajā laukā izvietotajos pētījumu punktos situācija bija atšķirīga.

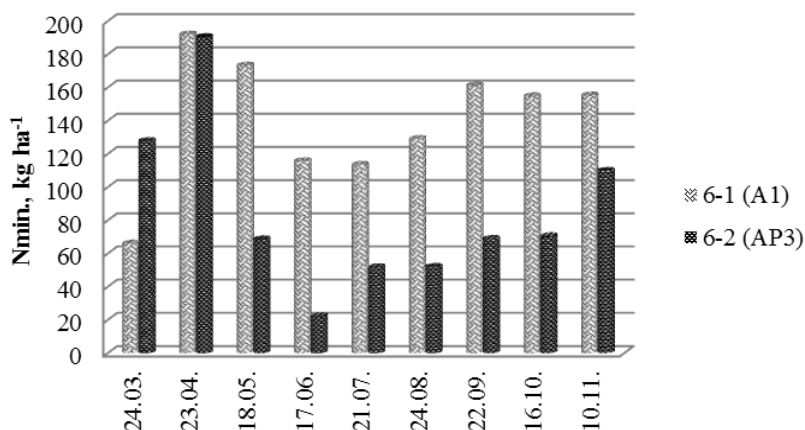
Poligonā 6–1 (A1) trūdaini kūdrainajā glejaugsnē vidējais minerālā slāpekļa saturs bija ievērojami augstāks – tas sasniedza 140.1 kg ha<sup>-1</sup> N, turklāt agri pavasarī bija tikai 66.1 kg, bet sezonas laikā svārstījās no 113 līdz pat 192 kg ha<sup>-1</sup> N. Šajā augsnē slāpekļis tika konstatēts diezgan vienmērīgi visā augsnes profilā: 37.3%, 36.2% un 26.5% attiecīgi 0–30, 30–60 un 60–90 cm slāņos. Poligonā 6–2 (AP3), kas izvietots velēnu glejaugsnē, minerālā slāpekļa krājumi 0–90 cm slānī vidēji bija tikai 84.7 kg ha<sup>-1</sup> N. Lielāks uzkrājums bija novērojams agri pavasarī (127.8 kg martā un 190.5 kg ha<sup>-1</sup> N aprīlī), bet pārējos paraugu ņemšanas laikos tas bija ap 60 kg ha<sup>-1</sup>, un tikai novembrī atkal paaugstinājās, pārsniedzot 100 kg ha<sup>-1</sup> N. Vidēji pētījuma periodā šajā augsnē vairāk nekā puse (57.7%) no minerālā slāpekļa krājumiem izvietojās 0–30 cm slānī, savukārt zem aktīvās augu sakņu zonas augsnes 60–90 cm slānī atradās vien 11.9% no kopējā daudzuma. Pēc citviet veiktiem pētījumiem (Staugaitis *et al.*, 2008; Kolodziejczyk, 2013) parasti augsnes 0–30 cm virskārtā koncentrējas apmēram 48–51% no kopējā 0–90 cm slānī esošā minerālā slāpekļa. Mūsu pētījumā trūdaini kūdrainajā augsnē esošo minerālā slāpekļa savienojumu izvietojums profilā atšķirās no sadalījuma, kāds raksturīgs minerālaugsnēm.

Minerālais slāpekļis augsnē atrodas amonija un nitrātu veidā. Ir zināms, ka amonija slāpekļa uzkrāšanās un amonifikācijas procesa intensitāte ir atkarīga no augsnē nonākošā organiskā materiāla daudzuma un kvalitātes, kas labvēlīgos temperatūras un mitruma apstākļos nodrošina augstu bioloģisko aktivitāti. Savukārt galvenais nitrifikāciju ietekmējošais faktors ir amonija jonu nodrošinājums augsnē un tāpēc visi faktori, kas izraisa amonija slāpekļa uzkrāšanos augsnē, pat nelabvēlīgos apstākļos nodrošina nitrifikācijas procesa norisi (Haynes, 1986; Robertson, Groffman, 2007). Pētījumu poligonos Kurpnieku lauka augsnē konstatēta atšķirīga nitrātu un amonija slāpekļa attiecība, kā arī šo minerālā slāpekļa formu krājumu izvietojums dažādos augsnes dziļumos (2., 3. att.)

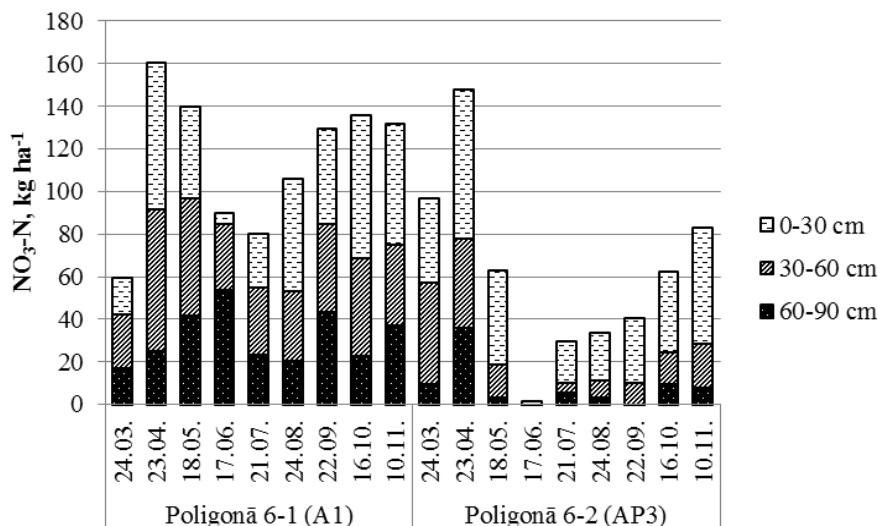
Ar organisko vielu bagātajā trūdaini kūdrainajā glejaugsnē (poligons 6–1 (A1)) nitrātu slāpekļa krājumi vidēji gandrīz četras reizes pārsniedza amonija slāpekļa daudzumu. Viszemākais amonija un nitrātu saturs augsnē konstatēts 24. martā noņemtajos augsnes paraugos, bet jau

<sup>26</sup> OV – augsnes organiskās vielas. *Soil organic matter*

23. aprīlī, pateicoties labvēlīgiem meteoroloģiskajiem apstākļiem, veiktajiem augsnes apstrādes darbiem un pirms nedēļas izkliedētajam digestātam, amonija slāpekļa krājumi augsnē līdz 90 cm dziļumam jau sasniedza 31.5 kg, bet nitrātu – pat 160 kg ha<sup>-1</sup> N. Turpmākajā periodā līdz jūlija vidum, kad slāpekli intensīvi patērēja augi, nitrātu daudzums augsnē pakāpeniski samazinājās, bet amonija slāpekļa krājumi palika ap 30 kg ha<sup>-1</sup> N līmenī. Jāatzīmē, ka nitrātu daudzums galvenokārt samazinājās augsnes 0–30 cm slānī, bet pieauga to koncentrācija 60–90 cm slānī, kas liecina par nitrātu vertikālu pārvietošanos uz dziļākiem slāņiem. Pieauga arī amonija slāpekļa krājumi augsnes dziļākajos slāņos, taču to apjoms bija salīdzinoši mazs. Visā pētījumu periodā trūdaini kūdrainajā glejaugsnē 30–60 cm dziļumā saglabājās ievērojams minerālā slāpekļa daudzums – vidēji 40 kg nitrātu un 10 kg ha<sup>-1</sup> amonija slāpekļa. Rudens periodā (septembris–novembris) līdz 78 kg ha<sup>-1</sup> N palielinājās kopējie nitrātu un amonija slāpekļa krājumi augsnes virskārtas 0–30 cm slānī, kas bija pārāk daudz ziemāju zelmeņa veidošanai, tāpēc ziemas periodā var palielināties vides piesārņošanas riski.



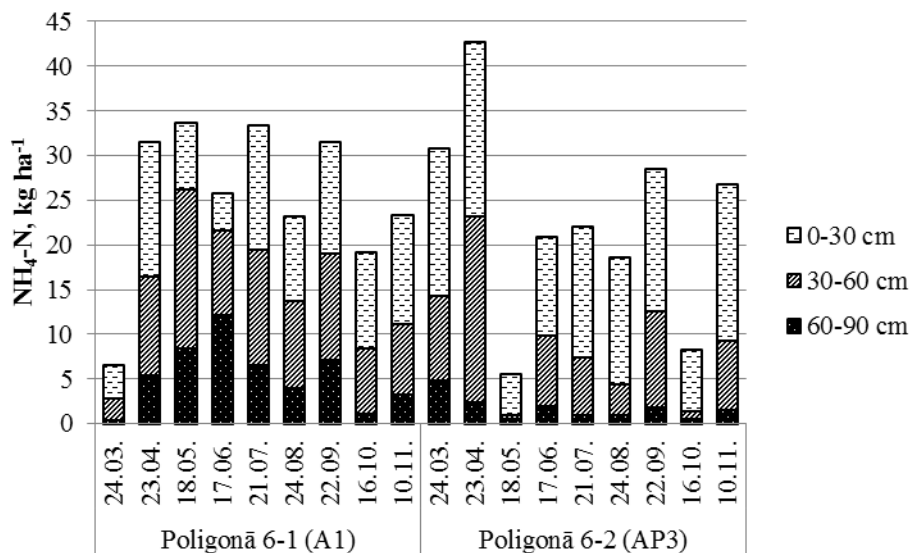
1. att. Minerālā slāpekļa krājumi (0–90 cm) pētījuma vietās 2015. gadā.  
 Fig. 1. Mineral nitrogen pool in the 0–90 cm soil layer, 2015.



2. att. Nitrātu slāpekļa krājumu dinamika dažādos augsnes dziļumos pētījuma vietās.  
 Fig. 2. Nitrate nitrogen accumulation in different soil layers.

Velēnu glejaugsnē (poligons 6–2 (AP3)) minerālā slāpekļa formu sadalījums un izplatība bija atšķirīga. Salīdzinājumā ar trūdaini kūdraino glejaugsni nitrātu īpatsvars minerālaugsnē bija uz pusi mazāks un tie galvenokārt atradās augsnes virskārtas 0–30 cm slānī. Vienīgi agrā pavasarī (23.04.) lielākie nitrātu krājumi bija izvietojušies augsnes profila vidusdaļā. Pēc digestāta iestrādes aprīļa otrajā dekādē, amonija un nitrātu krājumi visvairāk palielinājās virskārtas 0–30 cm slānī. Vasaras

miežu sējumam patērējot slāpekli, krājumi strauji izsīka un, neskatoties uz 6. jūnijā doto slāpekļa papildmēslojumu, 17. jūnijā ņemtajos augsnes paraugos visā augsnes profilā konstatēti tikai 1.4 kg nitrātu un 20.9 kg ha<sup>-1</sup> amonija slāpekļa. Pateicoties labvēlīgiem apstākļiem mineralizācijas procesa norisei augsnē, minerālā slāpekļa krājumi veģetācijas perioda beigās atjaunojās un vēlā rudenī, pēc augsnes apstrādes un ziemāju sējas, sasniedza pat nevēlami augstu līmeni: 10. novembrī augsnes 0–30 cm slānī bija 54.8 kg nitrātu un 17.4 kg ha<sup>-1</sup> amonija slāpekļa.



3. att. Amonija slāpekļa krājumu dinamika dažādos augsnes dziļumos pētījuma vietās.

Fig. 3. Ammonium nitrogen accumulation in different soil layers.

Minerālā slāpekļa krājumu izmaiņas augsnes dziļākajā 60–90 cm slānī vairāk izteiktas trūdaini kūdrainajā glejaugsnē, kur periodiski akumulējās līdz 40–50 kg ha<sup>-1</sup> nitrātu un 5–10 kg ha<sup>-1</sup> amonija slāpekļa. Zemākais minerālā slāpekļa līmenis šajā augsnes slānī konstatēts oktobra vidū – tikai 23.9 kg ha<sup>-1</sup> N, taču jau nākamajā augsnes paraugu ņemšanas reizē tas bija paaugstinājies līdz 40.5 kg ha<sup>-1</sup> N, kas noteiktos hidroloģiskos apstākļos var veidot slāpekļa izskalošanās zudumus. Velēnu glejaugsnes dziļākajā slānī minerālā slāpekļa uzkrājumi praktiski neveidojās, lai gan rudenī tie bija lielāki nekā miežu sējuma veģetācijas perioda laikā.

Vecaucē Kurpnieku laukā audzēto vasaras miežu ‘Publican’ ražas dati un graudu kvalitātes rādītāji augsnes minerālā slāpekļa izpētes poligonos apkopoti 2. tabulā. Graudu raža poligonā 6–1 (A1) trūdaini kūdrainajā augsnē pa atkārtojumiem svārstījās no 3.68 līdz 4.80 t ha<sup>-1</sup>. Vidēji tā sastādīja 4.11 t ha<sup>-1</sup>, kas ir visai zems rādītājs, ņemot vērā, ka miežiem pamatmēslojumā tika iestrādātas 40 t ha<sup>-1</sup> digestāta un slāpekļis dots arī papildmēslojumā. Šis mēslojuma daudzums un arī augstais augsnes slāpekļa nodrošinājums sējumā acīmredzot bija par iemeslu lielākam nekā parasti salmu īpatsvaram ražā un īpaši izteiktai augu nenoturībai pret veldri.

2. tabula Table 2

**Vasaras miežu ‘Publican’ raža un graudu kvalitāte**  
**Spring barley yield and grain quality parameters**

Vieta Location	Raža, t ha <sup>-1</sup> Yield		Graudu – salmu attiecība Grain/straw ratio	Graudu kvalitāte Grain quality		
	graudi grain	salmi straw		1000 graudu masa, g 1000 kernel weight, g	proteīns, % protein, %	ciete, % starch, %
6–1 (A1)	4.11±0.61*	5.10±0.57	1.25	47.8±1.0	14.1±0.7	60.9±0.1
6–2 (AP3)	7.67±0.18	7.83±0.97	1.02	52.9±2.5	10.5±1.0	62.9±0.6

\* – standartnovirze

Pētījumu poligonā 6–2 (AP3) velēnu glejaugsnē audzēto miežu vidējā graudu raža bija 7.67 t ha<sup>-1</sup> un salmu raža – 7.83 t ha<sup>-1</sup>. Graudu–salmu attiecība atbilda vidējiem normatīvajiem rādītājam. Atšķirībā no blakus esošā pētījumu poligona 6–1 (A1), šeit miežiem netika novērota veldre. Tas izskaidrojams ar atbilstošu slāpekļa nodrošinājumu augiem veģetācijas perioda laikā salīdzinājumā ar trūdaini kūdraino augsni.

Minerālaugsnē augušajiem miežu graudiem bija raksturīgs iesala miežiem atbilstošs proteīna saturs, kas bija robežās no 9.6 līdz 11.5% (vidēji 10.5%). Turpretī trūdaini kūdrainajā augsnē iegūtie miežu graudi bija ar paaugstinātu proteīna saturu. Velēnu glejaugsnē iegūti lielāki graudi – vidējā 1000 graudu masa bija 52.91 g, jeb par 5.1 g vairāk nekā graudiem, kas izauga trūdaini kūdrainajā augsnē. Graudu tilpummasa abās pētījumu vietās pārsniedza 60 kg hL<sup>-1</sup> (vidēji 68 kg hL<sup>-1</sup>). Vidējais cietes saturs graudos sasniedza 60.9–62.9%.

### Secinājumi

Viengadīgie pētījumu rezultāti, kas iegūti audzējot vasaras miežus divās atšķirīgās augsnēs, rāda, ka minerālā slāpekļa akumulācija un dinamika augsnē veidojas atšķirīga. Organiskām vielām bagātajā augsnē minerālā slāpekļa akumulācija veģetācijas periodā bija ievērojami lielāka, salīdzinot ar minerālaugsni. Tas negatīvi ietekmēja sējumu veldres noturību, iegūto graudu ražas lielumu un tās kvalitātes rādītājus. Audzējot labību šādās augsnēs, slāpekļa mēslojuma norma ir jāsamazina aptuveni uz pusi no tā daudzuma, ko dod minerālaugsnēs.

**Pateicība.** Publikācija sagatavota Valsts pētījumu programmas Nr. 2014.10–4/VPP–7/5 projekta „Augsnes ilgtspējīga izmantošana un mēslošanas risku mazināšana (AUGSNE)” ietvaros.

### Izmantotā literatūra

1. Crews T. E., Peoples M. B. (2005). Can the synchrony of nitrogen supply and crop demand be improved in legume and fertilizer-based agroecosystems? A review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, Vol. 72, p. 101–120.
2. Franzluebbers A. J., Stuedemann J. A. (2013). Soil-profile distribution of inorganic N during 6 years of integrated crop–livestock management. *Soil and Tillage Research*, Vol. 134, p. 83–89.
3. Haynes R.J. (1986). *Mineral nitrogen in the plant–soil system*. (Physiological ecology). Academic Press INC (London) LTD. 483 p.
4. Kolodziejczyk M. (2013). Effect of nitrogen fertilization and application of soil properties improving microbial preparations on the content of mineral nitrogen in soil after spring wheat harvesting. *Journal of Central European Agriculture*, Vol. 14(1), p. 306–318.
5. Robertson G. P., Groffman P. M. (2007). Nitrogen transformations. **In:** E. A. Paul (ed.) *Soil Microbiology, Biochemistry and Ecology*. Springer, New York, USA. p. 341–364.
6. Staugaitis G., Mažvila J., Vaišvila Z., Arbačiauskas J., Dalangauskiene A., Adomaitis T. (2008). Mineral nitrogen in Lithuanian soils. *Žemes Ūkio Mokslai*, Vol. 15, N 3, p. 59–66.
7. Zebarth B. J., Dury C. F., Tremly N., Cambouris A.N. (2009). Opportunities for improved fertilizer nitrogen management in production of arable crops in eastern Canada: A review. *Canadian Journal of Soil Science*, Vol. 89, p. 113–132.