

METEOROLOĢISKO APSTĀKĻU UN SLĀPEKĻA MĒSLOJUMA IETEKME UZ ZIEMAS KVIEŠU GRAUDU CIETES SATURU

INFLUENCE OF METEOROLOGICAL CONDITIONS AND NITROGEN FERTILIZER ON THE WINTER WHEAT GRAIN STARCH CONTENT

Anda Linīņa, Antons Ruža

Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Lauksaimniecības fakultāte

Anda.Linina@llu.lv; Antons.Ruza@llu.lv

Abstract. One of the most important crops is winter wheat (*Triticum aestivum* L.). The objective of this study was to determine interaction effects of the investigation year (Y), nitrogen fertilizer (N) and year \times N-fertilizer for two winter wheat cultivars on starch content. Field experiments with winter wheat cultivars 'Bussard' and 'Zentos' using four nitrogen top-dressing rates (N60, N90, N120 and N150) were carried out at the Study and Research Farm „Peterlauki” of the Latvia University of Agriculture, in 2009/2010, 2010/2011 and 2011/2012. Average data of the investigation (3 years) suggest that the average starch content in the cultivar 'Bussard' grain was 674 g kg⁻¹, while in 'Zentos' – 680 g kg⁻¹, thus starch content between both cultivars did not differ significantly. The year and nitrogen fertilizer had a significant effect on starch content for both cultivars, while year \times N-fertilizer interaction was not significant. Starch content in grain decreased after increasing nitrogen fertilizer rate. A significant negative correlation was determined in 2010 between starch content and nitrogen fertilizer for the cultivars 'Bussard' ($r=0.987$) and 'Zentos' ($r=-0.954$). The analysis of variance for two cultivars and three investigation years suggest that winter wheat grain starch content was influenced by the investigation year showing the result for this factor of 89% ('Bussard') and 87% ('Zentos'), respectively, while the influence of nitrogen fertilizer was also remarkable – 8% ('Bussard') and 9% ('Zentos'), respectively.

Key words: winter wheat, starch content, meteorological condition, nitrogen fertilizer.

Ievads

Ziemas kvieši (*Triticum aestivum* L.) ir visvairāk audzētais graudaugs mērenā klimata apstākļos. Graudu pārstrādes uzņēmumi, kas iepērk kviešu graudus pārtikai vai lopbarībai, nepieciešamo cietes saturu nenorāda. Ciete ir galvenā miltu sastāvdaļa, tā nosaka gan mīklas fizikālās īpašības, gan miltu stiprumu. Literatūrā neparādās cietes daudzuma optimālās robežas kviešu graudiem maizes cepšanai, jo vienlaikus mīklas fizikālās īpašības ietekmē ne tikai cietes daudzums, bet arī tās īpašības – cietes graudiņu izmēri un to bojājuma pakāpe maļot. Jo vairāk graudos un miltos cietes, jo attiecīgi mazāk olbaltumvielu un milti ir vājāki (Wang *et al.*, 2012). Cietes saturam ir nozīme bioetanola ražošanai paredzētajiem graudiem, bet konkrētas prasības nav norādītas. Ja graudos ir lielāks cietes daudzums, var iegūt lielāku bioetanola iznākumu (Poiša un Adamovičs, 2012; Jansone un Gaile, 2013).

Viens no būtiskajiem faktoriem, kas ietekmē cietes veidošanos graudos, ir gada meteoroloģiskie apstākļi. Cietes veidošanos ietekmē mitrums kviešu graudu nobriešanas laikā. Ja mitrums ir vienmērīgs, uzkrājas vairāk cietes (Wang *et al.*, 2012). Citā pētījumā konstatēts, ja ir augsta temperatūra, bet nepietiekams ūdens nodrošinājums ziemas kviešu graudu veidošanās periodā, cietes daudzums samazinās (Garrido – Lestashe *et al.*, 2004). Kā noskaidrots izmēģinājumā Ziemeļkurzemē (Fetere un Strazdiņa, 2014), trīs gadu periodā (2011.–2013.g), lietojot slāpekļa papildmēslojumu N146 šķirnes 'Zentos' graudos vidējais cietes saturs bija 667 g kg⁻¹, bet augstāks cietes saturs bija 2012. gadā 672 g kg⁻¹, kad bija siltāks veģetācijas periods un augiem mitruma pietika.

Izmēģinājumā SIA „Latgales lauksaimniecības zinātnes centrs” ar sešām ziemas kviešu šķirnēm noskaidrots: 2011. gada jūlijā bija maz nokrišņu, vidējais cietes saturs graudos bija zemāks (667 g kg⁻¹), bet nokrišņiem bagātajā 2012. gadā cietes saturs bija būtiski augstāks 684 g kg⁻¹ (Dzene u. c., 2013).

Izmēģinājumā Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūtā 2012. gadā, kad gaisa temperatūras ziemas kviešu graudu veidošanās laikā bija līdzīgas kā ilggadēji novērotās, ziemas kviešu graudiem cietes saturs bija augstāks (vidēji 712 g kg⁻¹), bet 2010. un 2011. gadā, kad šajā

periodā bija siltāks laiks, cietes saturs būtiski samazinājās (attiecīgi 709 un 708 g kg⁻¹) (Jansone un Gaile, 2013).

Zinātnieki Kanādā (Preston *et al.*, 1995) uzsver, ka cietes veidošanā liela nozīme ir šķirnes ģenētiskajām īpašībām, to apstiprina arī citos izmēģinājumos iegūtie rezultāti (Poiša un Adamovičs, 2012; Jansone un Gaile, 2011). Trīs gadu rezultāti (2010.–2012. g.) ar trīs ziemas kviešu šķirnēm Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūtā liecina, ka līnijas 99-115 graudos konstatēts būtiski augstāks cietes saturs 713 g kg⁻¹ (Jansone un Gaile, 2013) salīdzinājumā ar ‘Skalmeje’ un ‘Mulan’, attiecīgi 692 un 693 g kg⁻¹.

Cietes saturu ietekmē gan audzēšanas vieta un meteoroloģiskie apstākļi, gan šķirnes ģenētiskās īpašības. Izmēģinājumā Lietuvā augu šķirņu īpašību pārbaudē (2010.–2011. g.) noskaidrots, ka šķirnei ‘Zentos’ cietes saturs dažādās Lietuvas vietās (Pasvales un Kauņas rajonos) būtiski atšķīrās un variēja no 687 g kg⁻¹ līdz 755 g kg⁻¹, bet šķirnei ‘Kosack’ cietes saturs graudos būtiski nemainījās – 750–763 g kg⁻¹ (Vaiciulute-Funk *et al.*, 2015). Citā izmēģinājumā cietes saturs trijām izmēģinājumā iekļautajām ziemas kviešu šķirnēm būtiski neatšķīrās (Jansone un Gaile, 2011).

Slāpekļa mēslojums ietekmē cietes veidošanos kviešu graudos, bet tā ietekme, salīdzinot ar vides apstākļiem, ir maza.

SIA „Latgales lauksaimniecības zinātnes centrs” izmēģinājumā ar ziemas kviešu šķirnēm ‘Flair’, ‘Fredis’ un ‘Olivin’ 2008. gadā iegūtajiem graudiem vidējais cietes saturs, lietojot N70+30 un N 70+70 bija vienāds – 675 g kg⁻¹, bet 2009. gadā pie zemākās N mēslojuma normas cietes saturs bija būtiski augstāks (665 g kg⁻¹), salīdzinot ar lielāku N mēslojumu (658 g kg⁻¹) (Poiša un Adamovičs, 2012). Arī LLU mācību un pētījumu saimniecībā (MPS) „Pēterlauki” novērota līdzīga tendence. Ziemas kviešu ‘Skagen’ graudos cietes saturs, nelietojot slāpekļa papildmēslojumu, bija 716, g kg⁻¹, bet pie N240 (120+60+60) tas būtiski samazinājās – 667 g kg⁻¹ (Litke un Ruža, 2015). Līdzīgi rezultāti iegūti SIA „Latgales lauksaimniecības zinātnes centrs” pētījumā ar ziemas kviešiem 2012. gadā: lietojot slāpekļa mēslojumu N150, ziemas kviešu šķirņu graudiem cietes saturs bija no 679 līdz 686 g kg⁻¹ (Poiša un Adamovičs, 2012).

Izmēģinājumos ar ziemas kviešiem no 2001. līdz 2004. gadam Stendes selekcijas stacijā noskaidrots, ka meteoroloģiskie apstākļi ietekmē cietes saturu graudos par 27%, šķirnes ietekmes īpatsvars ir 41%, bet salīdzinoši maza ietekme uz cietes saturu ir slāpekļa mēslojumam (6%) (Malecka *et al.*, 2005). Līdzīgi rezultāti iegūti arī SIA „Latgales lauksaimniecības zinātnes centrs” izmēģinājumā, cietes saturu visvairāk ietekmēja ziemas kviešu audzēšanas gads (47%) un izvēlētā šķirne (23%), bet slāpekļa mēslojuma ietekme bija vismazākā (3%). Ja graudu nogatavošanās periodā jūlijā ir novēroti vairāk nokrišņu (2008. g.), tad cietes daudzums ziemas kviešu graudos ir lielāks (Poiša un Adamovičs, 2012).

Pētījuma mērķis: skaidrot cietes satura izmaiņas ziemas kviešu šķirņu graudos meteoroloģisko apstākļu un slāpekļa mēslojuma ietekmē.

Materiāli un metodes

Izmēģinājumi ar divām ziemas kviešu (*Triticum aestivum* L.) šķirnēm ‘Bussard’ un ‘Zentos’ bija ierīkoti LLU MPS „Pēterlauki” labi iekultivētā virsēji velēnglejtā, putekļainā smilšmāla augsnē, kas ir tipiska Zemgales apstākļiem, 2009./2010., 2010./2011. un 2011./2012. gadā. Organiskās vielas saturs augsnē 27–31 g kg⁻¹, pH KCl 6.6–7.0, ar vidēju augiem viegli izmantojamā fosfora un vidēju apmaiņas kālija saturu.

Izmēģinājumā izmantoja tradicionālo augsnes apstrādi, kas ietver augsnes aršanu. Ziemas kvieši sēti pēc melnās papuves, četros atkārtojumos, izsējas norma 400 dīgtspējīgas sēklas uz 1 m². Pamatmēslojumā reizē ar sēju iestrādāts P₂O₅ – 70 kg ha⁻¹ un K₂O – 90 kg ha⁻¹. Slāpekļa (N) papildmēslojums dots pavasarī pēc veģetācijas atjaunošanās: N60, N90, N120 un N150. Pētījumā lietoja herbicīdus, augu augšanas regulatorus un fungicīdus atbilstoši audzēšanas tehnoloģijas prasībām. Ziemas kviešus novāca optimālā laikā – augusta sākumā. Cietes saturs ziemas kviešu graudos noteikts pēc standarta: LVS EN ISO 10520.

Ziemas kviešu augšanas ilgums no veģetācijas perioda atjaunošanās līdz graudu novākšanai izmēģinājuma gados bija atšķirīgs, 2010. un 2011. gadā tas bija attiecīgi 126 un 121 dienas, bet 2012. gadā 111 dienas, jo veģetācijas periods sākās vēlu – 15. aprīlī.

Aktīvo temperatūru summa (+5 °C) ziemas kviešu veģetācijas periodā 2010. un 2011. gadā bija attiecīgi 1777 un 1769, bet 2012. gads bija vēsāks ar zemāku aktīvo temperatūru summu – 1561.

Nokrišņu daudzums 2010., 2011. un 2012. gadā graudu veidošanās un nogatavošanās periodā jūlijā bija attiecīgi 298, 179 un 197 mm, kas ievērojami pārsniedza ilggadējo vidējo rādītāju (81.7 mm).

Datu matemātiskā apstrāde veikta ar divfaktoru dispersijas analīzi, aprēķināta robežstarpība ($R_{s 0.05}$), aprēķināts gada, slāpekļa mēslojuma un šo faktoru mijiedarbības ietekmes relatīvais īpatsvars kopējā dispersijā ($\eta\%$). Statiskās stabilitātes izvērtēšanai aprēķināts variācijas koeficients ($V\%$). Aprēķinātas sakarības starp slāpekļa mēslojuma normu un cietes saturu ziemas kviešu graudos.

Rezultāti un diskusijas

Trīs gadu izmēģinājuma rezultāti liecina, ka lietojot dažādas slāpekļa papildmēslojuma normas, ziemas kviešu šķirnes ‘Bussard’ graudu vidējais cietes saturs bija $674 \pm 4.9 \text{ g kg}^{-1}$, bet ‘Zentos’ graudiem $680 \pm 4.6 \text{ g kg}^{-1}$ ar variācijas koeficientiem ($V\%$) attiecīgi 2.5 un 2.4.

Abu izmēģinājumā iekļauto šķirņu ‘Bussard’ un ‘Zentos’ graudu cietes saturu ar būtiskuma līmeni $p < 0.05$ ietekmēja gan izmēģinājuma gadi, gan slāpekļa mēslojums, bet šo faktoru mijiedarbība nebija statistiski būtiska.

Būtiski augstāks cietes saturs bija 2012. gadā iegūtajiem ziemas kviešu graudiem. To var skaidrot, jo 2012. gadā gaisa vidējā temperatūra no kviešu stiebrošanās līdz vārpošanai bija 12.4 °C, kas par 2.5 °C bija zemāka nekā 2010. un 2011. gadā, kad gaisa temperatūra bija attiecīgi 14.6 un 14.8 °C. Arī laikā no vārpošanas līdz graudu nogatavošanās periodam 2012. gadā (16.7 °C) bija zemāka gaisa temperatūra par 2 °C, salīdzinot ar 2010. un 2011. gadu, kad vidējā gaisa temperatūra bija attiecīgi 18.2 un 19.1 °C. Aprēķinātā aktīvo temperatūru summa (+5 °C) izmēģinājumu gados liecina, ka 2012. gadā tā bija par 200 °C zemāka, salīdzinot ar iepriekšējiem gadiem, tāpēc arī cietes saturs šajā gadā bija augstāks, jo vēsāki laikapstākļi veicina cietes satura palielināšanos kviešu graudos.

Iegūtie rezultāti mūsu izmēģinājumā saskan ar citu zinātnieku pētījumiem (Jansone un Gaile, 2013): ja gaisa temperatūras graudu veidošanās laikā bija līdzīgas kā ilggadēji novērotās, ziemas kviešu graudiem cietes saturs bija augstāks, bet tas būtiski samazinājās, ja šajā periodā novērota salīdzinoši augstāka temperatūra par vidēji ilggadēji novēroto.

1. tabula *Table 1*

Gada ietekme uz ziemas kviešu graudu cietes saturu, g kg^{-1}
Influence of the investigation year on winter wheat grain starch content, g kg^{-1}

Gads Year	‘Bussard’	‘Zentos’
2010	662 ^a	665 ^a
2011	665 ^a	676 ^a
2012	696 ^b	700 ^b
$R_{s 0.05} LSD_{0.05}$	3.1	3.3

^{abc} rādītājiem ar dažādiem augšrakstiem ir statistiski ticama atšķirība ($p < 0.05$) the means in columns marked with the same letter did not differ significantly ($p < 0.05$)

Trīs gadu rezultāti liecina, ka, palielinot slāpekļa mēslojuma normas, abām šķirnēm cietes saturs graudos būtiski samazinājās (2. tab.). Abu ziemas kviešu šķirņu graudiem vērojama līdzīga tendence – augstāks cietes saturs tiek sasniegts mēslojuma variantā N60, palielinot N mēslojuma normu, cietes daudzums samazinās. Slāpekļa mēslojuma normai palielinoties, cietes saturs ziemas kviešu graudos samazinās, tas saskan ar Stendes Selekcijas stacijas zinātnieku izmēģinājumos noskaidroto (Malecka *et al.*, 2005) un SIA „Latgales lauksaimniecības zinātnes centrā” iegūtajiem rezultātiem (Poiša un Adamovičs, 2012).

Cietes saturu ziemas kviešu ‘Bussard’ un ‘Zentos’ graudos visvairāk ietekmēja gada meteoroloģiskie apstākļi, šī faktora ietekmes īpatsvars ($\eta\%$) attiecīgi pa šķirnēm bija 89% un 87%, bet slāpekļa mēslojums ietekmēja attiecīgi par 8% un 9%, savukārt abu šo faktoru mijiedarbības ietekme nebija būtiska.

Kā liecina ar t–testu veiktie vidējo rādītāju salīdzināšanas rezultāti, cietes saturs abu šķirņu graudos būtiski neatšķīrās ($p > 0.05$). Līdzīgi rezultāti iegūti Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūta izmēģinājumā, 2010. gadā iegūtajiem ziemas kviešu šķirņu ‘Skalmeje’, ‘Mulan’ un līnijas 99-115 graudiem cietes saturs bija no 676 līdz 678 g kg⁻¹ un starp šķirnēm netika konstatētas būtiskas atšķirības (Jansone, Gaile, 2011), izmēģinājumā bija lietots slāpekļa mēslojums N90 pēc veģetācijas atjaunošanās pavasarī.

2. tabula Table 2

Slāpekļa mēslojuma ietekme uz ziemas kviešu graudu cietes saturu, g kg⁻¹
Influence of nitrogen fertilizer on winter wheat grain starch content, g kg⁻¹

Slāpekļa (N) norma Nitrogen (N) fertilizer	‘Bussard’	‘Zentos’
N 60	681 ^c	687 ^d
N 90	677 ^b	683 ^c
N 120	670 ^a	678 ^b
N 150	670 ^a	674 ^a
RS _{0.05} LSD _{0.05}	3.6	3.8

^{abc} rādītājiem ar dažādiem augšrakstiem ir statistiski ticama atšķirība ($p < 0.05$) the means in columns marked with the same letter did not differ significantly ($p < 0.05$)

Abām izmēģinājumā iekļautajām šķirnēm 2010. gadā nokultajiem ziemas kviešu graudiem noteiktā sakarība starp cietes saturu kviešu graudos un N mēslojumu bija būtiski negatīva ($p < 0.05$), ‘Bussard’ graudiem $r = -0.987$ un ‘Zentos’ $r = -0.954$ ($n = 4$; $r_{0.05} = 0.950$), ko raksturo regresijas taisnes vienādojumi: palielinot N mēslojuma normu, cietes saturs samazinājās (3. tab.).

3. tabula Table 3

Sakarības starp slāpekļa mēslojuma normu un cietes saturu ziemas kviešu graudos
Coefficients of lineal correlation and regression equation between nitrogen fertilizer and starch content in winter wheat grain

Gads	Korelācijas koeficients, r <i>Coefficient of correlation</i>	Determinācijas koeficients, R ² <i>Coefficient of determination</i>	Regresijas taisnes vienādojums <i>Regression equation</i>
‘Bussard’			
2010	-0.987	0.974	$y = -0.187x + 681.1$
2011	-0.893	0.797	$y = -0.107x + 676.5$
2012	-0.717	0.514	$Y = -0.098x + 706.5$
‘Zentos’			
2010	-0.954	0.909	$y = -0.135x + 679.3$
2011	-0.920	0.846	$y = -0.178x + 694.6$
2012	-0.917	0.841	$y = -0.112x + 711.4$

Negatīvas, bet zemākas sakarības ($p > 0.05$) starp šiem rādītājiem novērotas arī 2011. un 2012. gadā iegūtajiem ziemas kviešu graudiem, attiecīgi ‘Bussard’ graudiem $r = -0.893$ un $r = -0.717$, un ‘Zentos’ $r = -0.919$, $r = -0.917$. Līdzīgi rezultāti iegūti arī citos izmēģinājumos (Preston *et al.*, 1995; Malecka *et al.*, 2005), starp slāpekļa mēslojumu un cietes saturu ziemas kviešu graudos novērota negatīva korelācija.

Secinājumi

1. Cietes saturu ziemas kviešu graudos būtiski ietekmēja gada meteoroloģiskie apstākļi, mazāka ietekme bija slāpekļa mēslojumam.
2. Ja graudu nogatavošanās periodā bija siltāki laikapstākļi, cietes saturs ziemas kviešu graudos bija zemāks.
3. Palielinot slāpekļa mēslojuma normu, cietes saturs ziemas kviešu graudos būtiski samazinājās.
4. Cietes saturs abu izmēģinājumā iekļauto šķirņu graudos būtiski neatšķīrās.

Pateicība. Pētījums veikts Zemkopības ministrijas subsīdiju projekta „Minerālmēsļu maksimālo normu noteikšana kultūraugiem” ietvaros.

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⁻¹, respectively. Organic soil showed significantly higher mineral nitrogen accumulation in the depth