

14. Tunesi S., Poggi V., Gessa C. (1999). Phosphate adsorption and precipitation in calcareous soils: the role of calcium ions in solution and carbonate minerals. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. Vol. 53, p. 219–227.
15. Withers P. J. A., Sylvester-Bradley R., Jones D. L., Healey J. R., Talboys P. J. (2014). Feed the crop not the soil: rethinking phosphorus management in food chain. *Environmental Science and Technology*, Vol. 48, p. 6523–6530.

## SLĀPEKĻA MĒSLOJUMA UN METEOROLOĢISKO APSTĀKĻU IETEKME UZ ZIEMAS KVIEŠU GRAUDU FIZIKĀLAJIEM RĀDĪTĀJIEM

### INFLUENCE OF NITROGEN FERTILIZER AND METEOROLOGICAL CONDITIONS ON WINTER WHEAT GRAIN PHYSICAL INDICES

Anda Linīņa, Antons Ruža

Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Agrobiotehnoloģijas institūts  
Anda.Linina@llu.lv; Antons.Ruza@llu.lv

**Abstract.** *The objective of this study was to determine interaction effects among an investigation year (Y), nitrogen fertilizer (N) and a year × N-fertilizer for two winter wheat cultivars on 1000 kernel weight and volume weight. Field experiments with winter wheat cultivars 'Bussard' and 'Zentos' using four nitrogen topdressing 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. The average results on 1000 kernel weight and volume weight between both cultivars did not differ significantly. The year, nitrogen fertilizer and the year × N-fertilizer interaction had a significant effect on 1000 kernel weight for both cultivars. The year, nitrogen fertilizer and the year × N-fertilizer interaction had a significant effect on volume weight for cultivar 'Bussard' grains, while only the year – for cultivar 'Zentos'. A significant positive correlation was determined between 1000 kernel weight and the volume weight only for the cultivar 'Bussard' (r=0.654).*

**Key words:** *winter wheat, 1000 kernel weight, volume weight, meteorological condition, nitrogen fertilizer.*

#### Ievads

Graudu fizikālie rādītāji ir cieši saistīti ar noteiktu barības vielu daudzuma koncentrāciju graudā, tos ietekmē arī šķirnes ģenētiskās īpašības. Rupjākiem graudiem ir lielāka 1000 graudu masa un tilpummasa, līdz ar to arī lielāks miltu iznākums, tomēr atšķirīgos meteoroloģiskajos apstākļos auguši ziemas kviešu graudiem šī sakarība var mainīties (Kleijer *et al.*, 2007). Ja graudu veidošanās laikā ir liels nokrišņu daudzums, 1000 graudu masa un tilpummasa samazinās, bet arī nepietiekama mitruma apstākļos graudu nogatavošanās laikā un paaugstinātas gaisa temperatūras apstākļos, kad tiek kavēta normāla graudu nobriešana, graudi veidojas sīki un graudu fizikālie rādītāji samazinās (Panozzo, 2000; Knapowski *et al.*, 2004).

Ziemas kviešu 1000 graudu masu un tilpummasu ietekmē gan šķirne, gan arī meteoroloģiskie apstākļi, kā arī abu faktoru mijiedarbība (Peltonen, Peltonen, 1993). Literatūrā atrodamas norādes, ka slāpekļa mēslojums palielina graudu tilpummasu (Varga, 2003), bet ja lieto tikai N30, tad tilpummasa parasti nepārsniedz noteikto minimālo rādītāju (Maccaferri *et al.*, 2006). Lai arī ir uzskats, ka 1000 graudu masas vērtību šķirnei nosaka galvenokārt tās ģenētiskās īpašības, to būtiski ietekmē arī meteoroloģiskie apstākļi, slāpekļa mēslojums un šo faktoru mijiedarbība (Stankowski *et al.*, 2006).

Pētījuma mērķis: skaidrot 1000 graudu masas (TGM) un tilpummasas (TM) izmaiņas un to savstarpējās sakarības ziemas kviešu šķirņu graudos meteoroloģisko apstākļu un slāpekļa mēslojuma ietekmē.

#### Materiāli un metodes

Lauka izmēģinājums ar divām ziemas kviešu šķirnēm 'Bussard' un 'Zentos' iekārtots LLU mācību un pētījumu saimniecībā „Pēterlauki” vidēji smaga smilšmāla velēnu karbonātaugsnes

2009./2010., 2010./2011. un 2011./2012. gadā. Trūdvielu saturs augsnē 27–31 g kg<sup>-1</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 118–182 mg kg<sup>-1</sup>, K<sub>2</sub>O 153–191 mg kg<sup>-1</sup>, pH KCl 6.6–7.0. Ziemas kvieši sēti pēc melnās papuves ar izsējas normu 400 dīgtspējīgas sēklas uz 1 m<sup>2</sup>. Pamatmēslojumā reizē ar sēju iestrādāts P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 70 kg ha<sup>-1</sup> un K<sub>2</sub>O – 90 kg ha<sup>-1</sup>. Slāpekļa (N) papildmēslojums N60, N90, N120 un N150 dots pavasarī, pēc veģetācijas atjaunošanās, kad ziemas kvieši bija 25–32 AE.

Ziemas kviešu 1000 graudu masa noteikta pēc standarta LVS EN ISO 520: „Graudaugi un pākšaugi. 1000 graudu masas noteikšana”, savukārt tilpummasa – LVS 275 „Labība. Analīžu metodes. Graudu tilpummasas noteikšana”.

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 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 izmēģinājuma gados 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 divu faktoru dispersijas analīzi, aprēķināts gada, slāpekļa mēslojuma un šo faktoru mijiedarbības ietekmes relatīvais īpatsvars kopējā dispersijā ( $\eta^2$  %). Statiskās stabilitātes izvērtēšanai aprēķināts variācijas koeficients.

### Rezultāti un diskusijas

Izmēģinājuma rezultāti liecina, ka vidēji trīs gados, lietojot dažādas slāpekļa papildmēslojuma devas, ziemas kviešu šķirnes ‘Zentos’ graudu vidējā 1000 graudu masa bija 43.6 g, bet ‘Bussard’ graudiem 43.4 g ar variācijas koeficientu (V%) attiecīgi 4.5 un 4.1. Vidējā graudu tilpummasa šķirnes ‘Zentos’ graudiem bija 795.8 g L<sup>-1</sup>, savukārt šķirnes ‘Bussard’ graudiem 791.7 g L<sup>-1</sup> ar variācijas koeficientu attiecīgi 2.6 un 2.2.

Datu statistiskajā apstrādē noskaidrots, ka abu izmēģinājumā iekļauto šķirņu ‘Bussard’ un ‘Zentos’ 1000 graudu masu ar būtiskuma līmeni  $p < 0.05$  ietekmē gan izmēģinājuma gadi, gan slāpekļa mēslojums, gan šo faktoru mijiedarbība.

1. tabula *Table 1*

Gada ietekme uz ziemas kviešu graudu fizikālajiem rādītājiem  
*Influence of the investigation year on winter wheat grain physical indices*

| Gads<br>Year (Y)                       | ‘Bussard’         |                         | ‘Zentos’          |                          |
|--|-------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------|
|  | TGM TKW, g        | TM VW g L <sup>-1</sup> | TGM TKW, g        | TM VW, g L <sup>-1</sup> |
| 2010                                   | 41.7 <sup>a</sup> | 771.0 <sup>a</sup>      | 41.4 <sup>a</sup> | 772.0 <sup>a</sup>       |
| 2011                                   | 45.1 <sup>c</sup> | 794.8 <sup>b</sup>      | 45.0 <sup>c</sup> | 796.5 <sup>b</sup>       |
| 2012                                   | 43.6 <sup>b</sup> | 809.3 <sup>c</sup>      | 44.3 <sup>b</sup> | 812.8 <sup>c</sup>       |
| Rs <sub>0.05</sub> LSD <sub>0.05</sub> | 0.3               | 3.2                     | 0.2               | 7.0                      |

TGM / TKW 1000 graudu masa *1000 kernel weight*, TM / VW tilpummasa *volume weight*,  
<sup>abc</sup> rādītājiem ar dažādiem augšrakstiem ir statistiski ticama atšķirība ( $p < 0.05$ ) *the means in columns marked with the same letter did not differ significantly ( $p < 0.05$ )*.

Augstāka 1000 graudu masa abām izmēģinājumā iekļautajām šķirnēm iegūta 2011. gadā, kad graudu nogatavošanās periodā bija siltāki laika apstākļi un nokrišņu daudzums bija mazāks, salīdzinot ar pārējiem izmēģinājuma gadiem, bet zemāka tā bija nokrišņiem bagātajā 2010. gadā, jo lietainā laikā 1000 graudu masa samazinās (Cantamutto *et al.*, 1986).

Pārtikas kviešu graudus pēc graudu tilpummasas iedala 5 klasēs: Elites (E) un A klases graudiem tilpummasai jābūt  $> 780$  g L<sup>-1</sup>, I klasei atbilstoši graudi ir ar tilpummasu  $> 770$  g L<sup>-1</sup>, savukārt II un III klasei attiecīgi  $> 750$  g L<sup>-1</sup> un  $< 730$  g L<sup>-1</sup>. Izmēģinājumā iekļauto šķirņu graudu tilpummasa (1. tab.) 2011. un 2012. gadā novāktiem graudiem bija augsta – atbilstoši E un A klases prasībām, un tā pārsniedza  $> 780$  g L<sup>-1</sup>, bet 2010. gadā, sakarā ar lielo nokrišņu daudzumu, tikai II kvalitātes klasei.

Trīs gadu rezultāti liecina, ka, palielinot slāpekļa mēslojuma normas, abām šķirnēm 1000 graudu masa būtiski samazinājās (2. tab.). Šķirnes ‘Bussard’ 1000 graudu masa pie slāpekļa

mēslojuma normas N60 (44.4 g) un N90 (44.1 g) būtiski nemainījās, bet tā samazinājās, palielinot slāpekļa mēslojuma normu virs N90, šķirnes 'Zentos' 1000 graudu masa bija augstāka pie N60 (44.9 g), bet ar katru nākamo N mēslojuma normu tā samazinājās. Līdzīgi rezultāti iegūti arī citos izmēģinājumos, kur ziemas kvieši augstāko 1000 graudu masu uzrādīja pie zemākas N mēslojuma normas (N60 un N90), bet N mēslojuma normu palielinot uz N120–N150, TGM samazinājās par 1–2 g (Protic *et al.*, 2007a).

Šķirnes 'Bussard' graudiem augstāka tilpummasa konstatēta pie slāpekļa mēslojuma normas N60, to palielinot, tilpummasa būtiski samazinājās, bet šķirnes 'Zentos' graudu tilpummasa pie dažādām slāpekļa devām būtiski nemainījās.

2. tabula Table 2

Slāpekļa mēslojuma ietekme uz ziemas kviešu graudu fizikālajiem rādītājiem  
*Influence of nitrogen fertilizer on winter wheat grain physical indices*

| Slāpekļa (N) norma<br><i>Nitrogen (N) norm</i> | 'Bussard'         |                         | 'Zentos'          |                          |
|--|-------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------|
|  | TGM TKW, g        | TM VW g L <sup>-1</sup> | TGM TKW, g        | TM VW, g L <sup>-1</sup> |
| N60  | 44.4 <sup>c</sup> | 797.0 <sup>c</sup>      | 44.9 <sup>d</sup> | 792.3 <sup>a</sup>       |
| N90  | 44.1 <sup>c</sup> | 791.7 <sup>b</sup>      | 43.8 <sup>c</sup> | 797.7 <sup>a</sup>       |
| N120   | 43.2 <sup>b</sup> | 792.0 <sup>b</sup>      | 43.0 <sup>b</sup> | 797.7 <sup>a</sup>       |
| N150   | 42.1 <sup>a</sup> | 786.0 <sup>a</sup>      | 42.6 <sup>a</sup> | 795.3 <sup>a</sup>       |
| Rs <sub>0.05</sub> LSD <sub>0.05</sub>         | 0.3               | 3.7                     | 0.2               | 8.1                      |

TGM / TKW 1000 graudu masa *1000 kernel weight*, TM / VW tilpummasa *volume weight*

<sup>abc</sup> rādītājiem ar dažādiem augšrakstiem ir statistiski ticama atšķirība ( $p < 0.05$ ) *the means in columns marked with the same letter did not differ significantly ( $p < 0.05$ )*.

Izmēģinājumā iegūtie rezultāti saskan ar četru ziemas kviešu šķirņu trīs gadu pētījumos Serbijā noskaidroto (Protic *et al.*, 2007b), ka, lietojot slāpekļa mēslojumu līdz N60, salīdzinot ar N0, tilpummasa palielinājās, bet slāpekļa mēslojuma normu palielinot (N120–N150), tilpummasa dažām šķirnēm būtiski nemainījās, bet citām tā samazinājās. Arī izmēģinājumos Polijā (Stankowski *et al.*, 2006), ziemas kviešiem dodot slāpekļa mēslojumu N90, N120, N150 un N180, noskaidrots, ka gan 1000 graudu masa, gan tilpummasa būtiski nemainījās.

Kā liecina ar t–testu veiktie vidējo rādītāju salīdzināšanas rezultāti, būtiskas atšķirības starp abu izmēģinājumā iekļauto šķirņu 1000 graudu masas un tilpummasas vidējiem rādītājiem netika konstatētas ( $t_{\text{fakt}} < t_{\text{krit}}$ ).

Ziemas kviešu 1000 graudu masu šķirnei 'Bussard' un 'Zentos' visvairāk ietekmēja gada meteoroloģiskie apstākļi, šī faktora ietekmes īpatsvars attiecīgi 67.0% un 70.0%, slāpekļa mēslojums attiecīgi 27.2% un 21.8%, savukārt abu faktoru mijiedarbības ietekme ir attiecīgi 4.7% un 7.9%.

Izmēģinājumu rezultātu statistiskā apstrāde liecina, ka graudu tilpummasu šķirnei 'Bussard' būtiski ietekmēja ne tikai gada meteoroloģiskie apstākļi (faktora ietekmes īpatsvars ir 87.3%), bet arī slāpekļa mēslojums (5.3%) un gada un slāpekļa mēslojuma mijiedarbība (5.9%). Savukārt šķirnes 'Zentos' graudu tilpummasu būtiski ietekmēja tikai gada meteoroloģiskie apstākļi – 90.2%. Četru gadu pētījumā Igaunijā ar 14 ziemas kviešu šķirnēm (Koppel, Ingver, 2008) iegūti līdzīgi rezultāti, noskaidrots, ka ziemas kviešu 1000 graudu masu un tilpummasu visvairāk ietekmē gada meteoroloģiskie apstākļi, attiecīgi 70.6% un 77.8%.

Novērota būtiska pozitīva sakarība ( $n = 12$ ,  $\alpha_{0.05} = 0.708$ ) starp 1000 graudu masu un tilpummasu šķirnes 'Bussard' graudiem  $r = 0.654^*$ . Jo graudi ir lielāki, palielinās arī graudu tilpummasa, tomēr sakarība starp šiem graudu fizikālajiem rādītājiem šķirnes 'Zentos' graudiem bija zemāka ( $r = 0.557$ ) un tā nebija būtiska. Kā noskaidrots izmēģinājumā Serbijā, sakarības starp ziemas kviešu 1000 graudu masu un tilpummasu dažādām šķirnēm ne vienmēr ir būtiskas, tās mainās meteoroloģisko apstākļu ietekmē un dažkārt novērotas arī būtiski negatīvas korelācijas starp šiem rādītājiem (Protic, Jankovic, 1999), jo tilpummasa atkarīga ne tikai no 1000 graudu masas un graudu formas, bet arī no graudu struktūras (Varga *et al.*, 2003).

### Secinājumi

1. Ziemas kviešu 1000 graudu masu būtiski ietekmē gada meteoroloģiskie apstākļi, mazāka ietekme ir slāpekļa mēslojumam un šo faktoru mijiedarbībai. Palielinot slāpekļa mēslojuma normu, 1000 graudu masa būtiski samazinās.
2. Šķirnes 'Bussard' graudu tilpummasu vairāk ietekmē gada meteoroloģiskie apstākļi, slāpekļa mēslojums, kā arī šo faktoru mijiedarbība, bet šķirnes 'Zentos' graudu tilpummasu būtiski ietekmē tikai gada meteoroloģiskie apstākļi.
3. Starp 1000 graudu masu un tilpummasu šķirnes 'Bussard' graudiem noteikta būtiska pozitīva sakarība.

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

### Izmantotā literatūra

1. Cantamutto M. A., Mockel F. E., Dean M. O., Gullace G. D. (1986). Timing, amount and repetition of rainfall as determinants of leaching of wheat grain and its effects upon commercial and industrial quality. *Revista de la Facultad de Agronomia*, Universidad de Buenos Aires, Vol. 7, No. 1, p. 45–53.
2. Kleijer G., Schwaerzel R., Fossati D., Brabant C. (2007). Hektolitergewicht und Qualitätsparameter beim Weizen. *Agrar Forschung, Pflanzen*, No. 14 (11–120), S. 548–553.
3. Knapowski T., Ralcewicz M. (2004). Evaluation of qualitative features of Mikon cultivar winter wheat grain and flour depending on selected agronomic factors. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, Vol. 7, Issue 1: [Tiešsaiste] [skatīts: 2014. g. 9. aug.]. Pieejams: <http://www.ejpau.media.pl/volume7/issue1/agronomy/art-01.html>
4. Koppel R., Ingver A. (2008). A comparison of the yield and quality traits of winter and spring wheat. *Latvian Journal of Agronomy*, Vol. 11, p. 83–89.
5. Maccaferri M., Corneti S., Stefanelli S., Tuberosa R., Vecchi S., Sanguineti M. C. (2006). Comparative analysis of durum wheat cultivars at different levels of nitrogen availability. *In: Book of proceeding: "IX ESA Congress"*, held in Warszawa, Poland, September 4–7, 2006. *Bibliotheca Fragmenta Agronomica*, Vol. 11, Part I, p. 159–160.
6. Peltonen S. P., Peltonen J. (1993). Stability of quality traits in spring cereals cultivated under the growing condition of southern Finland. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil and Plant Science*, Vol. 43, No. 1, p. 45–52.
7. Protic R., Jovin P., Protic N., Janvovic S., Jovanovic Ž. (2007a). Mass of 1,000 grains in several winter wheat genotypes at different dates of sowing and rates of nitrogen fertilizer. *Romanian Agricultural Research*, No. 24, p. 39–42.
8. Protic R., Miric M., Protic N., Jovanovic Z., Jovin P. (2007b). The test weight of several winter wheat genotypes under various sowing dates and nitrogen fertilizer rates. *Romanian Agricultural Research*, No. 24, p. 43–46.
9. Protic R., Jankovic S. (1999). The importance of agro technological methods for a high wheat grain yield. *Romanian Agricultural Research*, No. 11–12, p. 89–94.
10. Panozzo J. F. (2000). Cultivar and environmental effect on quality characters in wheat. II Protein. *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol. 51, p. 629–636.
11. Stankowski S., Smagacz J., Pacewicz K., Ulasik S. (2006). The effect of nitrogen fertilization on baking quality of winter wheat cultivars. *Bibliotheca Fragmenta Agronomica*, 11 (II), p. 481–482.
12. Varga B., Svecnjak Z., Jurkovic, Z., Kovacevic, J., Jukic, Z. (2003). Wheat grain and flour quality as affected by cropping intensity. *Food Technology and Biotechnology*, Vol. 41 (4), p. 321–329.