

7. Vucāns A. (1990). Par augšņu sakārtas blīvuma vēlamajiem parametriem. *Informatīvais biļetens: Agra*, Nr. 2, Rīga: Latvijas Zemkopības ZPM, 32. – 35. lpp.
8. Пупонин А.И. (1984). *Обработка почвы в интенсивном земледелии*. Москва: Колос. 184 с.

**ZIEMAS KVIEŠU SLĀPEKĻA PAPILDMĒSĻOŠANAS VEIDU SALĪDZINĀJUMS
INTEGRĒTĀ AUDZĒŠANAS SISTĒMĀ
COMPARISON OF WINTER WHEAT NITROGEN ADDITIONAL FERTILIZER FORM
WITHIN THE INTEGRATED PLANT NUTRIENT MANAGEMENT**

Ilze Skudra¹, Antons Ruža²

¹SIA „Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs”, ²Latvijas Lauksaimniecības universitāte
ilze.skudra@llkc.lv

Abstract. Starting from 2014 the farmers in Latvia will implement the Integrated Plant Nutrient Management the aims of which include the use of nutrients in a more rational way (yield-targeted, site and soil specific), the understanding of the interrelation of different nutrients, the use of the combinations of mineral and organic fertilizers, the provision of nutrients on a cropping-system/rotation basis. A field experiment of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) variety ‘Kranich’ was designed to study the effect of different additional top dressing nitrogen fertiliser rates and forms on grain yield and quality within the integrated nutrient management system. The field experiment was carried out in cultivation loam soil of the Research and Training Farm “Vecauce” of the Latvia University of Agriculture. There were 6 variants with different nitrogen fertilizer rates: N0, N85, N153, N175 with sulphur 18 kg ha⁻¹, N180 (rates determined by nitrogen tester) and N187 kg ha⁻¹. The highest winter wheat yield (7.84 t ha⁻¹) was obtained in the variant N175 with sulphur. The increase of yield was obtained by nitrogen fertilizer up to norm N152. Further increase of nitrogen fertilizer did not ensure a significant increase of yield. The obtaining of grain that would meet the requirements set for the food grain quality was ensured by the nitrogen fertilizer norm starting from 175 kg ha⁻¹.

Keywords: winter wheat, nitrogen, fertilizers

Ievads

Sākot ar 2014. gadu, Latvijā jāievieš kultūraugu integrētas audzēšanas principi, kas nosaka lauksaimniecības produktu ražošanu ar vidi saudzējošām metodēm, samazinot un optimizējot augu aizsardzības līdzekļu un minerālmēsli lietošanu. Kultūraugu integrētā audzēšanā būtiski ir nodrošināt augam nepieciešamās barības vielas optimālas ražas ieguvei, lietojot sabalansētu mēslojumu noteiktā augu attīstības stadijā. Integrētā mēslošanas sistēma pamatojas uz augu barības vielu izmantošanu racionālā veidā, t. i., optimāla ražas līmeņa nodrošināšana, audzēšanas vietas un augšņu īpatnību ievērošana, dažādu barības elementu mijiedarbības izpratne, barības elementu izmantošana, ievērojot augu maiņu (Roy *et al.*, 2006).

Audzējot ziemas kviešus, viens no būtiskākajiem ražu ietekmējošiem faktoriem ir minerālmēslojums, it īpaši slāpekļa mēslojums. Dažādos apkārtnēs vides apstākļos arī slāpekļa mēslojuma iedarbība uz augu ir atšķirīga. Tā ir viegli pamanāma jau drīz pēc mēslojuma lietošanas. Augu ārējo pazīmju izmaiņas liecina arī par augos notiekošo procesu pārvērtībām. Barības elementu deficīta vizuālās pazīmes vislabāk var novērot vien veģetatīvās augšanas periodā, kā arī reproduktīvās augšanas fāzē, kad vārpās veidojas graudi. Pēc vairāku autoru datiem, fotosintēzes pigmentu daudzums lapās zināmā mērā raksturo auga apgādi ar minerālelementiem (Barraclough, 2001; Marschner, 1995). Cieša korelācija konstatēta starp slāpekļa un hlorofila saturu auga lapās (Shadchina and Dmitrieva, 1995), līdz ar to hlorofils ir būtisks rādītājs slāpekļa uzņemšanā no augsnes. Viens no veidiem, kā operatīvi diagnosticēt slāpekļa nepieciešamību augā, ir izmantot slāpekļa testeru „SPAD-502”, kura darbības princips pamatojas uz attiecību starp slāpekļa un hlorofila saturu augā (Markwell *et al.*, 1995).

Graudu ražas lielumu un kvalitāti nosaka deficītā esošais barības elements. No makroelementiem graudaugiem visbiežāk trūkst sēra. Tā izskalošanās zudumi no augsnes ir lielāki pat par slāpekļa zudumiem. Agrāk ar skābajiem lieti Latvijā augsnes nonāca līdz 10 kg ha⁻¹ sēra, bet pašreiz tā daudzums nesasniedz pat 4 kg ha⁻¹. Savukārt ar graudu ražu 6 t ha⁻¹ no viena hektāra tiek iznests minimāli 10 kg sēra, neskaitot izskalošanās zudumus (Nollendorfs, 2010). Sēra un slāpekļa uzņemšana augos ir cieši saistīti procesi, un augstas kvalitātes ražas rādītāju ieguvei ir būtiska abu šo elementu savstarpējā attiecība augsnē. Šajā pētījumā vērtēta sēru saturošu slāpekļa mēslojumu lietošanas efektivitāte ziemas kviešu sējumos.

Pētījuma mērķis bija salīdzināt dažādus slāpekļa papildmēslojuma veidus, izmantojot ekspresmetodi slāpekļa vajadzības noteikšanai, kā arī augus papildus nodrošinot ar sēru augstas un kvalitatīvas ziemas kviešu ražas ieguvei.

Materiāli un metodes

Ziemas kviešu izmēģinājums ierīkots LLU MPS „Vecauce” 2012./2013. gadā smilšmāla kultūraugsnē ar pH KCl 6.6, organiskās vielas saturu 23 g kg⁻¹, vidēju kālija, augstu fosforu un zemu sēra saturu. Priekšaugu ziemas rapsis. Izmantota ziemas kviešu šķirne ‘Kranich’, izsējot 450 dīgspējīgas sēklas uz 1 m², sēja veikta 2012. gada 21. septembrī. Pamatmēslojums pirms sējas: N – 15, P₂O₅ – 45, K₂O – 75 kg ha⁻¹. Slāpekļa papildmēslojums dots atbilstoši variantiem amonija nitrāta (N – 34.4%) veidā (1. tabula). 2., 3. un 6. variantā papildmēslojuma norma un devas izvēlētas atbilstoši lauksaimnieku lietotajai praksei dažādas intensitātes ziemas kviešu sējumos ar ražas līmeni 6 – 7 t ha⁻¹. 4. variantā AS 32 un AS 51 papildmēslojums dots amonija nitrāta ar sulfātu veidā (N : S – 30 : 6%). 5. variantā otrā un trešā slāpekļa papildmēslojuma deva noteikta, izmantojot N-testeri (Markwell *et. al.*, 1995). Izmēģinājums ierīkots 4 atkārtojumos, lauciņi izvietoti randomizēti, lauciņa platība 20 m².

1. tabula Table 1

Slāpekļa papildmēslojuma došanas laiks, deva (N, kg ha⁻¹) un veids
Application of Nitrogen Additional Fertilizer: Time, Dosage (N, kg ha⁻¹) and Form

Nr.	Variants Variant	Veģetācijai atjaunojoties Early period of vegetation	Attīstības stadija 32 Growth stage 32	Attīstības stadija 51 Growth stage 51
1.	N0	–	–	–
2.	N85	85	–	–
3.	N153	85	68	–
4.	N175+S18	85	60 + 12S*	30 + 6S*
5.	N180	85	50 **	45**
6.	N187	85	68	34

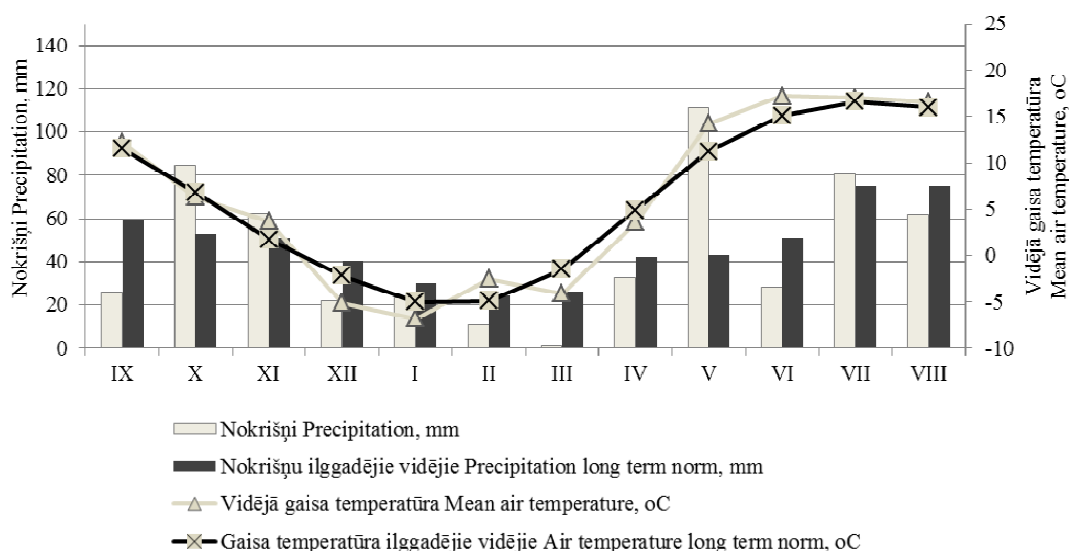
* slāpekļa papildmēslojums tiek dots amonija nitrāta ar sulfātu veidā / additional nitrogen fertilizer is applied in the form of ammonium nitrate with sulfate (N:S – 30:6%)

** pēc N testera mērījuma / according to N tester readings

Sējumos nezāļu ierobežošanai 14. maijā lietots herbicīds Biathlon 4D (tritosulfurons, 714 g kg⁻¹, florasulams, 54 g kg⁻¹) – 70 g ha⁻¹ ar virsmaktīvo vielu Dash – 0.5 L ha⁻¹, turklāt lietoti augu augšanas regulatori: 3. maijā – Cikocels 750 š.k. (hlormekvāta hlorīds, 750 g L⁻¹) – 1.0 L ha⁻¹; 4. jūnijā – Terpal (mepikvāta hlorīds, 350 g L⁻¹, etefons, 155 g L⁻¹) – 1.0 L ha⁻¹. Slimību ierobežošanai 15. maijā lietots fungicīds Capalo (metrafenons, 75 g L⁻¹, epoksikonazols, 62.5 g L⁻¹, fenpropimorfs, 200 g L⁻¹) – 1.0 L ha⁻¹ un 17. jūnijā – Opera N (piraklostrobīns, 85.0 g L⁻¹, epoksikonazols, 62.5 g L⁻¹) – 1.0 L ha⁻¹.

Ziemas kviešus novāca 6. augustā. Graudu kvalitātes analīzēm no katra atkārtojuma noņēma vidējo paraugu (atbilstoši standartam LVS 270). Raža (t ha⁻¹) pārrēķināta uz 14% mitrumu un 100s% tīrību. Latvijas Lauksaimniecības universitātes Lauksaimniecības fakultātes Graudu un sēklu mācību zinātniskajā laboratorijā ar graudu analizatoru *Infratec 1241 Grain Analyzer* noteikts līpekļa saturs (%), proteīna saturs (%) un tilpummasa (kg hL⁻¹). Savukārt krišanas skaitlis noteikts pēc Hagberga – Pertena metodes LVS EN ISO 3093:2007. Vienā gadā iegūto datu matemātiskā apstrāde veikta, izmantojot dispersijas analīzi.

Meteoroloģiskie apstākļi ziemas kviešu ziemošanai bija labvēlīgi, veģetācijas beigas 2012. gada rudenī iestājās novembra pirmajā nedēļā, mēneša vidū sākās pastāvīga sala periods. Martā un aprīlī salīdzinot ar ilggadējiem vidējiem rādītājiem gaisa temperatūra bija attiecīgi par 2.6 un 1.3 °C zemāka (1. attēls). Veģetācija atjaunojās aprīļa beigās, kas, salīdzinot ar citiem gadiem, ir ļoti vēl. Savukārt maijā augi attīstījās ļoti strauji, ko veicināja siltie un mitrie laikapstākļi – gaisa temperatūra bija par 3 °C augstāka nekā ilggadēji vidējā, savukārt nokrišņu daudzums bija tuvu 300% salīdzinājumā ar ilggadējiem rādītājiem. Ziemājos šādi laikapstākļi pasliktināja fitosanitāro stāvokli. Jūnijā gaisa temperatūra bija salīdzinoši augsta un par 2.1 °C pārsniedza ilggadējos vidējos rādītājus, taču nokrišņi bija tikai puse no ilggadējiem vidējiem. Ražas nogatavošanās laikā – jūlijā un augustā – siltums un mitrums bija normas robežās.

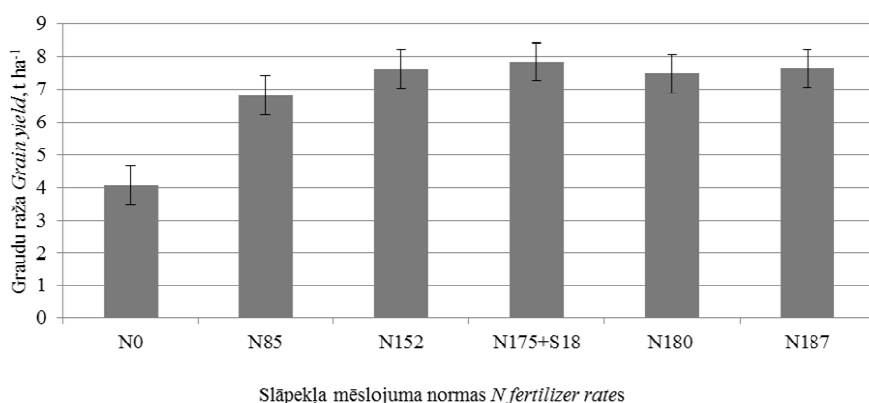


1. att. Vidējā gaisa temperatūra un nokrišņu daudzums, Vecauce, 2012./2013.

Fig. 1. Mean Air Temperature and Precipitation Quantity, Vecauce, 2012/2013

Rezultāti un diskusijas

Slāpekļa mēslojuma ietekmē ziemas kviešu graudu ražas palielinājās par 67 – 92%, salīdzinot ar kontroles variantu (N0). Augstāko ziemas kviešu graudu ražu – 7.84 t ha⁻¹ – uzrādīja variants N175+S18 (N:S – 30:6%) (2. attēls). Pēc literatūras datiem (Zhao, Hawkesford, McGrath, 1999), sērs kviešiem vislabāk uzņemams laikā no veģetācijas atjaunošanās līdz stiebrošanas fāzei, tā deva 15 – 20 kg ha⁻¹. Augsnē viss augiem pieejamais minerālais sērs ir anjonu veidā (SO₄⁻), kas augsnē nesaistās un viegli izskalojas, bet minerālais slāpeklis ir katjonu (NH₄⁺) un anjonu (NO₃⁻) formās. Anjoni izskalojas, bet katjoni saistās augsnē, neizskalojas, ir augiem pieejami (Freney *et al.*, 1978), līdz ar to augiem ir nepieciešams papildus nodrošināt vajadzīgo sēra daudzumu.



2. att. Ziemas kviešu graudu raža atkarībā no slāpekļa mēslojuma normas un veida
Fig. 2. Winter Wheat Grain Yield Depending on Nitrogen Fertilizer Rate and Form

Dispersijas analīze liecina, ka 2013. gada meteoroloģiskajos apstākļos graudu raža būtiski palielinājās līdz slāpekļa mēslojuma normai N152 (Fišera kritērijs: $F_{\text{fact}} = 85.31 > F_{0.05} = 2.90$). Turpmākais slāpekļa mēslojuma pieaugums būtisku ražas pieaugumu nenodrošināja. Līdzīgi rezultāti iegūti arī citur Latvijā veiktajos pētījumos (Liniņa, Kunkulberga, Ruža, 2012).

No izmēģinājumā analizētiem variantiem pārtikas graudu kvalitātes prasības attiecībā uz proteīna saturu (MK noteikumi..., 2010) nodrošināja slāpekļa mēslojuma varianti N175+S18 un N187 (2. tabula) – proteīna saturs kviešos bija virs 12.5%, attiecīgi 12.5 un 12.6%. Lai gan variantā ar N180, kur slāpekļa papildmēslojums tika dots otro reizi – 50 kg ha⁻¹, bet trešo reizi – 45 kg ha⁻¹, kā arī tika nodrošināts optimāls slāpekļa daudzums augstas ražas ieguvei, tomēr meteoroloģisko apstākļu un barības elementu savstarpējās mijiedarbības rezultātā graudos neveidojās pārtikas graudu prasībām atbilstošs proteīna saturs.

Proteīna kvalitātes rādītājs ir sedimentācijas vērtība jeb *Zeleny indekss*, kas pārtikas graudu kvalitātei bija atbilstošs izmēģinājuma variantos ar papildmēslojuma normu virs 152 kg ha⁻¹, un atkarībā no mēslojuma varianta bija no 35.5 – 42.8 ml.

Nozīmīgs maizes cepamīpašību rādītājs ir lipekļa saturs kviešu graudos. Maizes cepšanai piemēroti kviešu graudi, kuros lipekļa saturs ir augstāks par 23%. Nepieciešamo lipekļa saturu graudos spēja nodrošināt tikai slāpekļa mēslojuma norma N175 un augstāka (lipekļa saturs 24.4 – 26.0%). Pārtikas graudu kvalitātei atbilst graudi ar krišanas skaitli virs 220 sekundēm. Izmēģinājumā visi varianti atbilda pārtikas graudu kvalitātei – to krišanas skaitlis bija 341 – 371 sekunde. Krišanas skaitli būtiski ietekmē meteoroloģiskie apstākļi graudu veidošanās laikā, 2013. gada jūnijs bija sauss – nokrišņu daudzums bija gandrīz uz pusi mazāks nekā ilggadēji novērots, kā arī gaisa temperatūra bija par 2.1°C augstāka nekā ilggadēji vidējā.

2. tabula Table 2

Ziemas kviešu ‘Kranich’ graudu kvalitātes rādītāji, 2013. g.
Grain Quality Indications of Winter Wheat ‘Kranich’, 2013

Variant Variant	Proteīna saturs Protein content, %	Lipekļa saturs Gluten content, %	Tilpummasa Volume weight, kg hL ⁻¹	Zeleny indekss Zeleny index, ml	Krišanas skaitlis Falling number, s
N0	9.1	16.1	78.5	20.3	371
N85	9.7	17.7	78.6	23.8	341
N152	11.4	22.7	79.5	35.5	379
N175 + S18	12.5	25.7	80.5	41.9	364
N180	12.0	24.4	79.6	39.7	364
N187	12.6	26.0	80.6	42.8	370
RS LSD _{0.05}	0.39	1.29	0.52	2.91	19.36

Pēc graudu pārstrādātāju noteiktajiem kritērijiem pārtikas graudu prasībām atbilst kvieši, kuriem graudu tilpummasa ir virs 74.0 kg hL⁻¹. Izmēģinājumā visi varianti atbilda pārtikas graudu prasībām un bija no 78.5 līdz 80.6 kg hL⁻¹. Pārtikas graudu prasībām atbilstošu graudu ieguvē būtiska nozīme ir slāpekļa papildmēslojumam, tā optimālai sabalansēšanai ar sēru, kā arī mēslojuma devu apjomam.

Secinājumi

Augu sabalansēts nodrošinājums ar sēru būtiski ietekmē augstu kviešu ražu un pārtikas graudu kvalitātei atbilstošu graudu iegūšanu.

Pētījumā iegūtā graudu raža būtiski atšķiras starp mēslojuma variantiem pēc Fišera kritērija, kur $F_{\text{fact}} = 85.31 > F_{0.05} = 2.90$.

2013. gada apstākļos ziemas kviešu ‘Kranich’ graudu raža palielinājās līdz slāpekļa papildmēslojuma normai N152 kg ha⁻¹, turpmākā slāpekļa mēslojuma normas palielināšana būtisku ražas kāpinājumu nenodrošināja.

Pārtikas graudu kvalitātes prasībām atbilstošu graudu ieguvi nodrošināja slāpekļa papildmēslojuma norma, sākot no N175 kg ha⁻¹.

Izmantotā literatūra

1. Barraclough P.B., Kyte J. (2001). Effect of Water Stress on Chlorophyll Meter Readings in Winter Wheat. *In: Plant Nutrition – Food Security and Sustainability of Agro-Ecosystems*. Ed. by W. J. Horst et al. Kluwer Academic Publishers, p. 722 – 723.
2. Freney J.R., Spencer K., Jones M.B. (1978). The Diagnosis of Sulphur Deficiency in Wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol. 29(4), p. 727 – 738.
3. Linina A., Kunkulberga D., Ruža A. (2012). Slāpekļa mēslojuma ietekme uz ziemas kviešu graudu kvalitāti un cepamīpašībām. *No: Zinātne Latvijas lauksaimniecības nākotnei: pārtika, lopbarība, šķiedra un enerģija*: LLU LF, LAB un LLMZA zinātniski praktiskās konferences Raksti (2012. gada 23. – 24. februāris), Jelgava: LLU, 33. – 37. lpp.
4. Markwell J., Osterman J. C., Mitchell J.L. (1995). Calibration of the Minolta SPAD-502 Leaf Chlorophyll Meter. *Photosynthesis Research*, Vol. 46, p. 467 – 472.
5. Marschner H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Second Edition. Academic Press: San Diego, London, p. 184 – 190.
6. MK noteikumi Nr. 663 (2010). Prasības pārtikas kvalitātes shēmām, to ieviešanas, darbības, uzraudzības un kontroles kārtība [Tiešsaiste] [skatīts 2013.g. 29. okt.] Pieejams: <http://likumi.lv/doc.php?id=180014>
7. Nollendorfs V. (2010). Ziemas kviešu mēslošana. *Saimnieks LV*, Nr.8 (74), 34. – 35. lpp.
8. Roy R.N., Finck A., Blair G.J., Tandon H.L.S. (2006). Plant Nutrition for Food Security – A Guide for Integrated Nutrient Management. *In: FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin* No.16., FAO Rome, 366 p.
9. Zhao F.J., Hawkesford M.J., McGrath S.P. (1999). Sulphur Assimilation and Effects on Yield and Quality of Wheat. *Journal of Cereal Science*, Vol. 30, Issue 1, p. 1 – 17.

METEOROLOĢISKO APSTĀKĻU IETEKME UZ ZIEMAS KVIEŠU GRAUDU RAŽU UN PROTEĪNA SATURU INFLUENCE OF METEOROLOGICAL CONDITIONS ON THE WINTER WHEAT GRAIN YIELD AND PROTEIN CONTENT

Anda Linīņa, Antons Ruža

Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Agrobiotehnoloģijas institūts
anda.linina@llu.lv; antons.ruza@llu.lv

Abstract. Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) is the most common crop in Latvia. The aim of the research was to identify the variation of grain yield and protein content depending on weather conditions, different rates of nitrogen (N) fertilizer amounts applied (N60, N90, N120, N150), and cultivar. The field trial with winter wheat cultivars ‘Bussard’ and ‘Zentos’ was carried out at the Latvia University of Agriculture, Study and Research Farm “Peterlauki” during the growing seasons 2009/2010, 2010/2011 and 2010/2012. Meteorological conditions had a major impact on the winter wheat grain yield; less effect had nitrogen fertilizer and the interaction between both factors. Nitrogen fertilizer had highly significant effect on the grain protein content. When the growing conditions were warmer compared with the mean of the long-term period, the grain protein content was the highest. The grain of the cultivar ‘Bussard’ had higher protein content and lower grain yield than cultivar ‘Zentos’. The average data of both cultivars proved that there was a significant negative correlation between the grain yield and the protein content.

Keywords: winter wheat, grain yield, protein content, nitrogen fertilizer.

Ievads

Ziemas kviešu graudu ražu un kvalitāti ietekmē gaisa temperatūra, nokrišņu daudzums un augsnes mitrums visā veģetācijas periodā, bet īpaši graudu veidošanās un nobriešanas laikā (Gooding *et al.*, 1997; Malecka *et al.*, 2005; Skudra, Linina, 2011), jo olbaltumvielu sintēze ir saistīta ar lielu patērēto enerģiju un no tās atkarīga graudu kvalitāte. Ziemas kviešu graudu raža un proteīna saturs tajos ievērojami palielinās, lietojot slāpekļa papildmēslojumu (Gooding *et al.*, 1997;