

## Slāpekļa mēslojuma normu ietekme uz augu barības vielu izmantošanās rādītājiem vasaras miežiem

### *The Impact of Nitrogen Fertilizer Norm on the Indicators of Nutrient Use for Spring Barley*

Antons Ruža<sup>1</sup>, Dzintra Kreita<sup>1</sup>, Merabs Katamadze<sup>1</sup>, Ilze Skrabule<sup>2</sup>, Aija Vaivode<sup>2</sup>, Solveiga Maļeckā<sup>3</sup>

<sup>1</sup>LLU Lauksaimniecības fakultāte, <sup>2</sup>Valsts Priekuļu laukaugu Selekcijas institūts,

<sup>3</sup>Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūts

E-pasts: antons.ruza@llu.lv

**Abstract.** Optimum rates of the nitrogen (N) fertilizer in spring barley *Tocada* sowings were studied in field trials established at the Research and Study Farm „Peterlauki” of the Latvia University of Agriculture (LLU), State Stende Cereals Breeding Institute and State Priekuli Field Crops Breeding Institute over the period 2008 – 2012. Fertilizer treatments: N0P0K0 – control (unfertilized); PK fertilizer was equal in all N treatments: N0, N30, N60, N90, N120, N150, N180, N210. The increase of yield was obtained by nitrogen fertilizer N90 – 120 following the increase of nitrogen was not effective. The plant nutrient removal with yield depends on the crop yield level and nutrient content in basic products (grain) and by-products (straw). The nitrogen removal is associated with the yield increase as affected by N fertilizer and with the increase of N content in grain and straw. The increase in P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> associated almost only with the increase in grain yield. The difference between the minimum and maximum value of K<sub>2</sub>O removed was more than two times greater. The utilization coefficients of plant nutrients depended, to a great extent, on the meteorological situation in the growing season. On average, the mineral N utilization coefficient was the highest with nitrogen fertilizer rate N90 – N120 – 0.50 – 0.51, keeping constant relationship that utilization coefficient gradually decreases with each succeeding N fertilizer rate. The utilization indices of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> were comparatively small; however the increase in N fertilizer rate resulted in the increase of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> removal.

**Keywords:** spring barley, N uptake, Nitrogen utilization efficacy.

### Ievads

Lai iegūtu augstas miežu ražas, augsnē jānodrošina atbilstošs barības vielu krājums visam veģetācijas periodam. Visefektīvāk ražas pieaugumu nodrošina slāpekļa mēslojums, tomēr, izvēloties mēslojuma normu, jāņem vērā augsnes auglība, iepriekšējos gados laukā pielietotais mēslojuma daudzums, šķirnes potenciāls, meteoroloģiskie apstākļi veģetācijas periodā un citi apstākļi (Moreno et al., 2003; Abeledo et al., 2003), ieskaitot augsnes īpašības. Pārlietu liela mēslojuma norma, iespējams, apdraud apkārtējo vidi, jo augu neizmantojie slāpekļa savienojumi var piesārņot augsni, īpaši ūdenskrātuves, tāpēc Eiropas Savienībā tiek izstrādāti pasākumi, lai ierobežotu slāpekli saturošu mēslojumu iestrādi augsnē (Padomes direktīva, 1991).

Eiropas Komisija, izvērtējot Nitrātu direktīvas ieviešanas procesu Latvijā laikposmā no 2004. līdz 2007. gadam (Komisijas ziņojums..., 2010), uzskata, ka, nosakot maksimālās minerālmēsļu normas dažādiem kultūraugiem un minerālmēsļu lietošanas ierobežojumus, ir jāpamatojas uz zinātniskiem pētījumiem un atzinumiem. Tā kā atšķirīgo augšņu, agroklimatisko un citu neregulējamo, bet augu dzīvi ietekmējošo faktoru dēļ ārzemju pieredzi šajos jautājumos pārņemt nevaram, Latvijā īpaši aktuāls ir jautājums, kādas maksimālās slāpekļa mēslojuma normas atšķirīgos augsnes un agroklimatiskos apstākļos ir ekonomiski izdevīgas un līdz kādam līmenim varam atļauties palielināt lietojamā slāpekļa mēslojuma daudzumu, nekaitējot apkārtējai videi. Līdz ar to Zemkopības ministrijas pasūtītajam projektam „Minerālmēsļu maksimālo normu noteikšana kultūraugiem” ir izvirzīts mērķis: balstoties uz vairāku gadu pēc vienotas metodikas dažādās Latvijas vietās (atšķirīgos augšņu un agroklimatiskos apstākļos) veiktajiem lauka izmēģinājumu rezultātiem, noteikt minerālmēslojuma, galvenokārt

slāpekļa mēslojuma, pieļaujamās un ekonomiski pamatotās normas un to izmantošanās rādītājus.

### **Materiāli un metodes**

Lauka izmēģinājumi ar vasaras miežiem veikti ģeogrāfiski dažādās vietās ar atšķirīgām augsnēm un agrometeoroloģiskiem apstākļiem: Valsts Priekuļu LSI, Valsts Stendes GSI un LLU MPS „Pēterlauki”.

Lauka izmēģinājumus visās vietās iekārtoja pēc vienotas shēmas četros atkārtojumos ar 9 mēslojuma variantiem: N0P0K0 – kontrole (bez mēslojuma), N0PK – PK mēslojums turpmākajos N variantos vienāds, N30PK, N60PK, N90PK, N120PK, N150PK, N180PK, N210PK. Slāpekļa mēslojuma varianti izvēlēti no nulles līdz ekstrēmi lielām normām, lai noskaidrotu galējās robežas un iespējamo to lietošanas nelietderību.

Fosfora un kālija mēslojuma daudzumu katrā pētījumu vietā noteica atbilstoši šo barības vielu saturam augsnē konkrētā laukā un iestrādāja pamatmēslojumā pirms vasaras miežu sējas. Sējai visās vietās izmantoja vienas šķirnes un vienas izcelsmes sēklas materiālu un vienādu izsējas normu optimālos sējas laikos. Veģetācijas periodā tika veikti visi nepieciešamie agrotehniskie pasākumi – sējumu apstrāde ar herbicīdiem, fungicīdiem, papildmēslošana, kā arī fenoloģiskie novērojumi.

Raža tika novākta no katra lauciņa, uzskaitot pamatprodukcijas (graudu) un blakusprodukcijas (salmu) ražu. Pēc ražas novākšanas tika noteikti pamatprodukcijas kvalitātes rādītāji, pamatprodukcijas un blakusprodukcijas ķīmiskais sastāvs, kā arī aprēķināta augu barības vielu iznese, bilance un barības vielu izmantošanās koeficienti. Ražas rādītāji un ar tiem saistītie aprēķinu rezultāti uzrādīti uz ražas standartmitrumu – 14%.

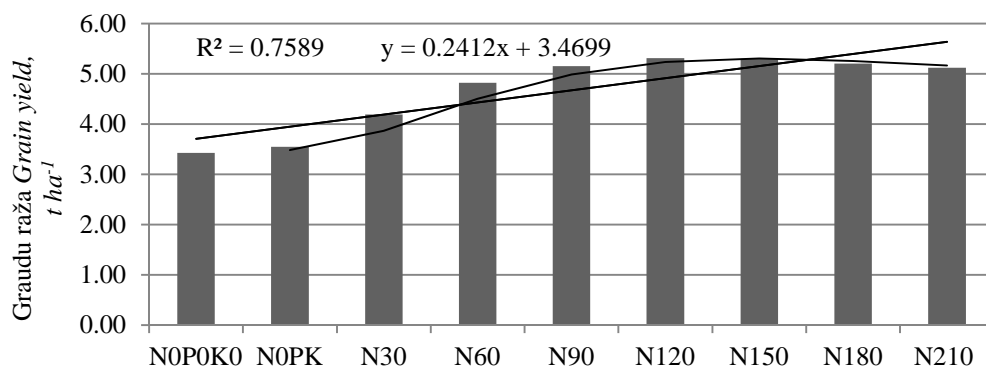
Kopslāpekklis noteikts pēc Kjeldāla metodes, fosfors un kālijs augu pelnu izviljumā – attiecīgi kolorimetriski un ar liesmu fotometru. Augu barības vielu iznese aprēķināta, ņemot vērā atsevišķo ražas komponentu masu un NPK koncentrāciju tajā. Augu barības elementu izmantošanās koeficientu aprēķināja, lietojot starpību metodi (Montemurro et al., 2007).

Lai ievērotu dažādās vietās veikto lauka izmēģinājumu vienīgās atšķirības principu (augsnes tips, gada meteoroloģiskā situācija) un rezultāti būtu savstarpēji salīdzināmi, visu paraugu attiecīgās analīzes tika veiktas vienā laboratorijā – LLU Agronomisko analīžu laboratorijā, nosakot N, P un K saturu graudos un salmos; LLU LF Graudu un sēkļu mācību-zinātniskajā laboratorijā noteikti graudu kvalitātes rādītāji, bet augsnes paraugu analīzes veiktas Valsts augu aizsardzības dienesta (VAAD) Agroķīmijas departamenta Agroķīmijas laboratorijā.

### **Rezultāti un diskusija**

Meteoroloģiskie apstākļi izmēģinājumu veikšanas periodā bija ievērojami atšķirīgi ne tikai pētījumu gados, bet arī izmēģinājumu vietās. Atkarībā no meteoroloģiskās situācijas veģetācijas periodā veidojās arī graudu ražu svārstības pa gadiem. Graudu ražu svārstības pa gadiem, kā arī pētījumu vietām vairāk bija izteiktas variantos bez mēslojuma vai ar nelielu slāpekļa mēslojuma normu. Apkopotie vidējie rādītāji (1. attēls) liecina, ka salīdzinoši stabili miežu graudu raža Latvijas apstākļos palielinās līdz slāpekļa mēslojuma normai N90. Līdz ar to ir lietderīgi iestrādāt pirmo minerālā slāpekļa mēslojuma devu, nepārsniedzot N90 kg ha<sup>-1</sup>. Tālākā slāpekļa vajadzība jānosaka atkarībā no veģetācijas perioda rakstura un augu stāvokļa, nepieciešamības gadījumā normu var palielināt vēl par N30 papildmēslojuma veidā. Tālāka slāpekļa mēslojuma normas palielināšana nevienā izmēģinājumu vietā parliecinošu pozitīvu efektu nedeva. Citās valstīs veiktajos pētījumos atkarībā no klimatiskās zonas un augšņu īpatnībām vasaras miežu augstākās ražas iegūtas, lietojot N60 – N120 kg ha<sup>-1</sup> (Delogu et al., 1998; Kaš et al., 2010). Mūsu, kā arī citu valstu

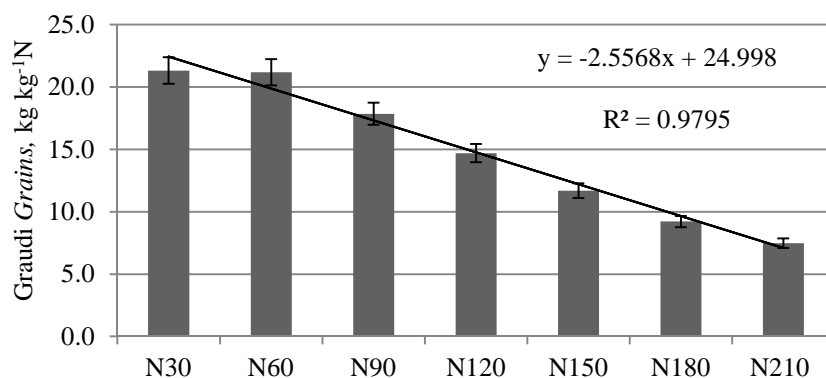
pētnieku iegūtie pētījumu rezultāti liecina, ka tālāka slāpekļa mēslojuma normas palielināšanas ietekme uz ražas lielumu vairāk ir atkarīga no veģetācijas perioda īpatnībām (Moreno et al., 2003).



1. att. Graudu raža vidēji izmēģinājumu gados un vietās, t ha<sup>-1</sup>.

Fig.1. Mean Grain Yield according to Years and Places of Trials, t ha<sup>-1</sup>.

Nozīmīgs rādītājs ir slāpekļa lietošanas efektivitāte jeb iegūtais graudu daudzums uz patērētā slāpekļa mēslojuma vienību (Brauer, Barry, 2010). Kā liecina 2. attēlā apkopotā informācija, visaugstākā atdeve no slāpekļa mēslojuma – 21.3 kg graudu uz 1 kg patērētā slāpekļa, ir iegūta ar vismazāko slāpekļa mēslojuma normu – N30. Ar katru nākamo mēslojuma normu slāpekļa lietošanas efektivitāte pakāpeniski samazinās; starp mazāko un lielāko slāpekļa mēslojuma normu samazinājums ir 65%. Līdzīgi rezultāti iegūti arī Itālijā (Delogu et al., 1998) un Čehijā (Kaš et al., 2010), kas apstiprina to ka, palielinot slāpekļa mēslojuma normu, tā lietošanas efektivitāte samazinās. Arī datu matemātiskā apstrāde liecina, ka slāpekļa lietošanas efektivitāte ir tieši atkarīga no slāpekļa mēslojuma normas –  $R^2 = 0.9795$ .



2. att. Iegūto graudu daudzums, kg kg<sup>-1</sup> N.

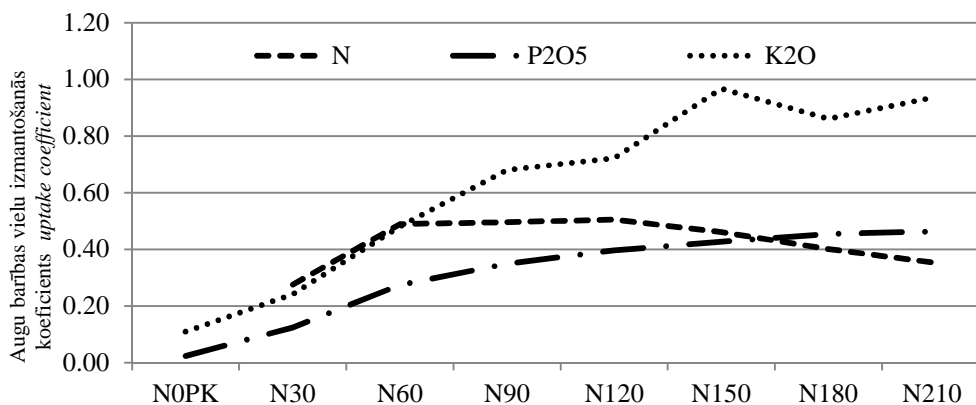
Fig.2. Obtained Grain Yield, kg kg<sup>-1</sup> N.

Par pamatu ņemot iegūto graudu daudzumu uz patērētā slāpekļa vienību, var vienkārši aprēķināt, no cik lielas mēslojuma normas tās palielināšana vairs nav saimnieciski izdevīga.

Augu barības vielu iznese ar ražu ir atkarīga no ražas lieluma un barības vielu satura pamatprodukcijā (graudos) un blakus produkcijā (salmos). Slāpekļa iznese ir saistīta ar ražas pieaugumu slāpekļa mēslojuma ietekmē un slāpekļa satura palielināšanos kā graudos, tā arī salmos. Ja mēslojuma normas ir lielāka par N90 – 120 kg ha<sup>-1</sup>, slāpekļa izneses pieaugumu nosaka tikai slāpekļa satura pieaugums graudos un salmos.

Augu barības vielu izmantošanās koeficienti jeb agronomiskā efektivitāte lielā mērā ir atkarīgi no veģetācijas perioda meteoroloģiskās situācijas, līdz ar to pa atsevišķiem gadiem tie ievērojami atšķirās.

Slāpekļa izmantošanās koeficienti no minerālmēslojuma atkarībā no izmēģinājumu vietas un gada rakstura svārstījās no 0.20 līdz 0.70 ar izteiktu tendenci, ka, palielinoties slāpekļa mēslojuma normai līdz N90 – N120, slāpekļa agronomiskā efektivitāte vairumā gadījumu palielinās, taču tālākai slāpekļa mēslojuma normas palielināšanai jau bija negatīvs efekts. Vidēji visos gados un vietās augstākie minerālā slāpekļa izmantošanās koeficienti konstatēti ar slāpekļa mēslojuma normām N60 – 0.49, N90 – 0.50, N120 – 0.51, saglabājot sakarību, ka ar katru nākamo slāpekļa mēslojuma normu izmantošanās koeficients pakāpeniski samazinās (3. attēls).



3. att. N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> un K<sub>2</sub>O izmantošanās koeficienti.

*Fig.3. N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O Uptake Coefficient.*

Palielinot slāpekļa mēslojuma normu, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> izmantošanās koeficients palielinās. Tas ir saistīts sākotnēji ar graudu un salmu ražas pieaugumu, bet jau no slāpekļa mēslojuma normas N90 – N120 – ar salmu īpatsvara palielināšanos kopējā ražas masā. Slāpekļa mēslojuma normas palielināšana būtiski ietekmē K<sub>2</sub>O izmantošanos. Jau sākot ar pirmo slāpekļa mēslojuma normu N30 salīdzinājumā ar NOPK un arī turpmāk līdz N150 uz katru nākamo N mēslojuma soli K<sub>2</sub>O izmantošanās koeficients palielinās par 0.20, sasniedzot 0.97. Tas ir saistīts ar salmu īpatsvara palielināšanos kopējā produkcijas masā un galvenokārt ar kālija satura straujo pieaugumu salmos.

### Secinājumi

1. Miežu graudu raža Latvijas apstākļos salīdzinoši stabili palielinās līdz slāpekļa mēslojuma normai N90. Tālākā slāpekļa vajadzība jānosaka atkarībā no veģetācijas perioda rakstura un augu stāvokļa, nepieciešamības gadījumā normu var palielināt vēl par N30 papildmēslojuma veidā.
2. Visaugstākā atdeve uz 1 kg patērētā slāpekļa ir vismazākajai slāpekļa mēslojuma normai – N30. Ar katru nākamo mēslojuma normu slāpekļa lietošanas efektivitāte pakāpeniski samazinās un starp mazāko un lielāko (N210) slāpekļa mēslojuma normu samazinājums ir 65%.
3. Palielinot slāpekļa mēslojuma normu līdz N90 – N120, slāpekļa agronomiskā efektivitāte vairumā gadījumu pieaug, taču tālākai slāpekļa mēslojuma normas palielināšanai jau bija negatīvs efekts.

4. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> saturu kā graudos, tā arī salmos slāpekļa mēslojuma normas lielums neietekmē un tā izmantošanās rādītāju palielināšanās ir saistīta ar ražas pieaugumu, kā arī ar pamatprodukcijas un blakusprodukcijas attiecības izmaiņām kopējā ražas masā.
5. Palielinot slāpekļa mēslojuma normu, strauji palielinās K<sub>2</sub>O saturs salmos, līdz ar to arī kālija iznese ar ražu.

### Literatūra

1. Abeledo L.G., Calderini D.F., Slafer G.A. (2003). Genetic improvement of yield responsiveness to nitrogen fertilization and its physiological determinants in barley. *Euphytica*, Vol. 133, Issue 3, p. 291 – 298.
2. Brauer E.K., Barry J.S. (2010). Nitrogen use efficiency: re-consideration of the bioengineering approach. *Botany*, Vol. 88, No. 2, p. 103 – 109.
3. Delogu G., Cattivelli L., Pecchioni N., De Falcis D., Maggiore T., Stanca A.M., (1998). Uptake and agronomic efficiency of nitrogen in winter barley and winter wheat. *European Journal of Agronomy*, Vol. 9, Issue 1, p. 11 – 20.
4. Kaš M., Haberle J., Matejkova S. (2010). Crop productivity under increasing nitrogen rates and different fertilization systems in a long-term IOSDV experiment in the Czech Republic. *Archives of Agronomy and Soil Science*, Vol. 56, Issue 4, p. 451 – 461.
5. Komisijas ziņojums Eiropas Parlamentam un Padomei par to, kā īstenota Padomes direktīva 91/676/EEK attiecībā uz ūdeņu aizsardzību pret piesārņojumu, ko rada lauksaimnieciskas izcelsmes nitrāti, laikposmā no 2004. līdz 2007. gadam, pamatojoties uz dalībvalstu sniegtajiem ziņojumiem. <http://eur-law.eu/LV/Komisijas-zinojums-Eiropas-Parlamentam-Padomei-to-istenota-Padomes,412360,d> – Resurss apraksts 2012. gada 11. septembrī.
6. Montemurro F., Convertini G., Ferri D. (2007). Nitrogen application in winter wheat grown in Mediterranean Conditions: Effects on nitrogen uptake, utilization efficiency, and soil nitrogen deficit. *Journal of Plant Nutrition*, Vol. 30, No. 10, p. 1681 – 1703.
7. Moreno A., Moreno M.M., Ribas F., Cabello M.J. (2003). Influence of nitrogen fertilizer on grain yield of barley (*Hordeum vulgare* L.) under irrigated conditions. *Spanish Journal of Agricultural Research*, Vol. 1, No. 1, p. 91 – 100.