

# VIDEI DRAUDZĪGAS SLĀPEKĻA MINERĀLMĒSLU LIETOŠANAS IESPĒJAS ZIEMĀJU GRAUDAUGIEM, IEVĒROJOT MINERĀLĀ SLĀPEKĻA SATURU AUGSNĒ

## *Environmentally Friendly Nitrogen Fertilizers Application for Winter Cereals Considering the Mineral Nitrogen Content in Soil*

**R. Timbare, M. Bušmanis**

BO Valsts SIA "Agroķīmisko pētījumu centrs",  
Strukturu ielā 14a, Rīga, LV-1039, tālr. 7 5529966, e-pasts:  
[agrokimisko.petijumu.centrs@tec2000.lv](mailto:agrokimisko.petijumu.centrs@tec2000.lv), fakss: 7 551272

### **Abstract**

*In order to improve nitrogen fertilizers application recommendations for cereals, the soil mineral nitrogen ( $N_{min}$ ) investigations (1995 – 2000) were carried out on sod – podzolic and brown – lesssive loamy sand and loamy soils in co-operation with other research institutions. The soil samples for determination of  $NO_3 - N$  and  $NH_4 - N$  were taken in depth 0 - 20, 21 – 40 and 41 – 60 cm in spring before the start of growth on winter cereals fields, but in 2001, 2002- also in autumn before the sowing of winter cereals. Data on soil properties, the amount of precipitation in autumn (August 1 until the first decade with the average temperature below 5 °C), preceding crops and the use of organic fertilizers at sites of investigations were considered. The determination of  $NO_3 - N$  and  $NH_4 - N$  content was carried out in wet soil samples using for extraction 1 M KCl. Statistical analysis of data obtained in spring has been carried out using MS EXCEL function CORREL, CORRELATION, REGRESSION and SPSS 8.0 for Windows (GLM procedure). According to this analysis the following model ( $R^2 = 0,527$ ) was elaborated:*

$$y = 103.513 - 13.515|_{X1=1} - 0.247 \cdot X3 - 27.069|_{X2=0} - 42.945|_{X2=1} - 39.044|_{X2=2} - 16.022|_{X2=3} - 44.212|_{X2=4} + 0.104 \cdot X3|_{X2=0} + 0.181 \cdot X3|_{X2=1} + 0.187 \cdot X3|_{X2=2} + 0.117 \cdot X3|_{X2=3} + 0.175 \cdot X3|_{X2=4}$$
*where y- predicted  $N_{min}$  content in spring in 0- 40 cm soil layer,  $kg\ ha^{-1}$ ; 103.513 – intercept;  $X3$  – amount of precipitation in autumn, mm;  $X1$  – soil texture;  $X1=1$  – loamy sand soils,  $X2$  – predecessor;  $X2=0$  – cereals;  $X2=1$  – perennial grass;  $X2=2$  – tilled crops;  $X2=3$  – legumes;  $X2=4$  – green manure crops;  $X2=5$  – fallow.*

*On the basis of this model and data on meteorological conditions at different sites of Latvia the recommendations on correction N top - dressing application rates for winter cereals in spring were prepared.*

**Keywords:** soil, mineral nitrogen, modelling, N fertilizers, recommendations.

### **Ievads**

Lai samazinātu ūdenstilpju un gruntsūdeņu piesārņojumu ar augiem neizmantotajiem slāpekļa savienojumiem lauksaimnieciskās darbības rezultātā, daudzās valstīs pēta  $N_{min}$  saturu augsnē un iespējas izmantot šos datus slāpekļa mēslojuma devu aprēķinos kultūraugiem. Visplašāk šādi pētījumi tiek veikti graudaugu un īpaši ziemāju laukos. Liela loma graudu produkcijas konkurētspējas paaugstināšanā ir slāpekļa mēslojuma optimizācijai katrā laukā, ņemot vērā augiem izmantojamā slāpekļa krājumus augsnē. Tā ka praktiski nav iespējams noņemt un izanalizēt augnes paraugus minerālā slāpekļa ( $N_{min}$ ) noteikšanai ap 69 tūkst. saimniecību graudaugu laukos, tad pētījumu mērķis bija: izstrādāt minerālā slāpekļa satura prognozi augsnē dažādos graudaugu audzēšanas apstākļos un uz tās pamata sagatavot rekomendācijas slāpekļa mēslojuma devu precizēšanai. Šim mērķim izmantoti visā pētījumu periodā iegūtie dati par minerālā slāpekļa saturu augsnē un konstatētās sakarības starp  $N_{min}$  un to ietekmējošiem faktoriem [2 - 5], kā arī citās valstīs veikto pētījumu rezultāti [6 - 10].

### **Pētījumu metodika**

Augsnes minerālā slāpekļa saturs un tā izmaiņas dažādu faktoru ietekmē 1995 – 2002. gadā pētīts dažādu zinātnisko institūciju (Agroķīmisko pētījumu centra, LLU Augkopības katedras, Stendes un Priekuļu selekcijas staciju, Skrīveru ZC, Latgales lauksaimniecības zinātnes centra) zinātnieku un LLKC speciālistu ierīkotajos lauka mēslošanas izmēģinājumos,

galvenokārt mālsmilts vai smilšmāla velēnu podzolaugsnēs un smilšmāla lesivētās brūnaugsnēs. Ņemti augsnes paraugi 0 – 20, 21 – 40 un 41 – 60 cm dziļumā pavasarī, atsākoties ziemāju graudaugu veģetācijai; pirms ziemāju sējas rudenī (Stendes selekcijas stacijas un LLU Augkopības katedras izmēģinājumos 2001 – 2002. gadā), kā arī vasaras – rudens periodā ik pēc 7 dienām, ziemāju sējai paredzētajos laukos pēc zaļmēslojuma iearšanas augsnē (Stendē), līdz ziemāju sējai. Veiktas augsnes paraugu ķīmiskās analīzes pēc nozares standartu metodēm [11]. Uzskaitīti lauku vēstures dati, augsnes īpašības un meteoroloģiskie apstākļi pētījumu vietās. Pētījumos iegūto datu apstrāde veikta ar matemātiskās statistikas metodēm, izmantojot MS EXCEL funkciju CORREL, datu analīzes rīku Correlation, Regression un SPSS 8.0 for Windows programmu. Katra faktora un to mijiedarbības ietekme uz  $N_{\min}$  saturu augsnē un ietekmes būtiskums pie varbūtības līmeņa 99 vai 95% noskaidrots ar dispersiju analīzi (ANOVA, programmā SPSS 8.0).

### Pētījumu rezultāti

Izmantojot visā pētījumu periodā iegūtos datus par minerālā slāpekļa saturu augsnē pavasarī, atsākoties ziemāju veģetācijai, un konstatētās sakarības starp  $N_{\min}$  un to ietekmējošiem faktoriem, izstrādāts modelis  $N_{\min}$  prognozei augsnē pavasarī ( $R^2 = 0,527$ ):

$$y = 103,513 - 13,515|_{X1=1} - 0,247 \cdot X3 - 27,069|_{X2=0} - 42,945|_{X2=1} - 39,044|_{X2=2} - 16,022|_{X2=3} - 44,212|_{X2=4} + 0,104 \cdot X3|_{X2=0} + 0,181 \cdot X3|_{X2=1} + 0,187 \cdot X3|_{X2=2} + 0,117 \cdot X3|_{X2=3} + 0,175 \cdot X3|_{X2=4},$$

kur  $y$  - prognozētais  $N_{\min}$  0 – 40cm augsnes slānī,  $\text{kg ha}^{-1}$ ; 103,513 – brīvais loceklis;  $X3$  – nokrišņu daudzums rudenī, mm;  $X1$  – augsnes granulometriskais sastāvs;  $X1=1$  – mālsmilts,  $X2$  – priekšaugi;  $X2=0$  – graudaugi;  $X2=1$  – zālāji;  $X2=2$  – rušināmaugi;  $X2=3$  – tauriņzieži;  $X2=4$  – zaļmēslojuma kultūras;  $X2=5$  – melnā papuve.

Konstatēts, ka uz vienāda pārējo faktoru fona  $N_{\min}$  daudzums smilšmāla augsnēs ir lielāks nekā mālsmilts augsnēs (1. tabula). Pie vidēja nokrišņu daudzuma (185 mm) rudens periodā, visvairāk  $N_{\min}$  augsnē pavasarī ir, audzējot graudaugus pēc tauriņziežiem un melnās papuves, vismazāk – pēc zaļmēslojuma kultūrām un daudzgadīgiem zālājiem. Palielinoties nokrišņu daudzumam rudenī par katriem 30 mm,  $N_{\min}$  saturs augsnē pavasarī pēc zālājiem, rušināmaugiem un zaļmēslojuma augiem samazinās par  $2 \text{ kg ha}^{-1}$ , pēc graudaugiem un tauriņziežiem – par  $4 \text{ kg ha}^{-1}$ , bet vēl lielākā mērā tas samazinās pēc melnās papuves – par  $7 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Analizējot nokrišņu daudzumu rudens periodā (no 1. augusta līdz pirmajai rudens mēneša dekādei, kad gaisa vidējā  $t^\circ$  ir zemāka par  $+5^\circ\text{C}$ ), noskaidrojām, ka tas dažādos agroklimatiskajos rajonos ir ļoti atšķirīgs (2. tabula). Visvairāk nokrišņu minētajā periodā ir bijis Kurzemes agroklimatiskajā rajonā (vidēji 242 mm 1994. – 2000. gadā), vismazāk – Latgalē (155 mm). Piejūras un Vidzemes agroklimatiskajos rajonos nokrišņu daudzums 7 gadu laikā ir samērā līdzīgs (190 un 197 mm), bet atsevišķos gados (piemēram, 1997., 1999.g.) arī šajos rajonos atšķirības tomēr pastāv. No iepriekšminētā esam secinājuši, ka slāpekļa virsmēslojuma kopējā norma jākorrigē agroklimatisko rajonu (Piejūra, Kurzeme, Vidzeme, Latgale) robežās.

Pamatojoties uz minerālā slāpekļa prognozes modeli un sešu gadu datiem par meteoroloģiskajiem apstākļiem Latvijas dažādās vietās, izstrādāti ieteikumi slāpekļa kopējās virsmēslojuma normas korekcijai (samazināšanai vai palielināšanai) pavasarī ziemāju graudaugiem.

Slāpekļa kopējās virsmēslojuma normas korekcija (samazināšana vai palielināšana) veidota pēc formulas :

$N_{\text{virsm}} = N_{\min}$  bāzes –  $N_{\min}$  progn., kur

$N_{\text{virsm}}$  – slāpekļa kopējās virsmēslojuma normas korekcija ziemājiem, N darbīgā viela  $\pm \text{kg ha}^{-1}$ .

$N_{\min}$  bāzes – vidējais  $N_{\min}$  saturs 0 – 40 cm augsnes slānī visā datu izlasē, no kuras izstrādāts  $N_{\min}$  prognozes modelis ( $46 \text{ kg ha}^{-1}$ );

$N_{\min}$  progn. – konkrētajos audzēšanas apstākļos prognozētais  $N_{\min}$  saturs.

Saskaņā ar slāpekļa virsmēslējuma kopējās normas korekcijas koncepciju 1. un 2. attēlā parādīts konkrēta ražas līmeņa iegūšanai plānotās slāpekļa virsmēslējuma normas samazinājums vai palielinājums mālsmilts un smilšmāla augsnēs liela (263 mm) un maza (155 mm) rudens nokrišņu daudzuma ietekmē. Mālsmilts augsnēs pie liela nokrišņu daudzuma rudens periodā slāpekļa virsmēslējums pēc dažādiem priekšaugiem jādod par 6 līdz  $21 \text{ kg ha}^{-1}$  N vairāk nekā plānots pēc vidējām mēslošanas normām konkrēta ražas līmeņa iegūšanai, bet pie maza nokrišņu daudzuma – atkarībā no priekšauga jāpalielina par 4 līdz  $12 \text{ kg ha}^{-1}$  N vai jāsamazina par 6 līdz  $7 \text{ kg ha}^{-1}$  N. Smilšmāla augsnēs lielākoties slāpekļa norma jāsamazina ( $3$  līdz  $21 \text{ kg ha}^{-1}$  N), bet pēc mitra rudens un atsevišķiem priekšaugiem jāpalielina par 3 līdz  $7 \text{ kg ha}^{-1}$  N.

2003. gada pavasarī tiks dotas slāpekļa virsmēslējuma normas korekcijas ziemāju ražošanas sējumos agroklimatiskajos rajonos, ņemot vērā nokrišņu daudzumu 2002. gada rudens periodā, augsnes granulometrisku sastāvu un ziemāju priekšaugu.

Pirmoreiz iegūta arī informācija par slāpekļa režīmu mālsmilts velēnu podzolaugsnē (dziļāk par aramkārtu- smilšmāls) vasaras- rudens periodā, pirms ziemāju sējas pēc dažāda veida priekšaugiem, īpaši pēc zaļmēslojuma iestrādes. Veicot ik pēc 7 dienām noņemto augsnes paraugu ķīmiskās analīzes laukos, kur iestrādāts zaļmēslojums, konstatēts, ka karstā laikā un pietiekoša mitruma apstākļos jau nedēļu pēc zaļmēslojuma iearšanas augsnē ievērojami palielinās nitrātu slāpekļa saturs (3.tabula). Turpmākajā periodā 0 – 20 cm slānī tas paliek apmēram tādā pašā palielinātā daudzumā, turklāt palielinās vēl arī 21 – 40 un pat 41 – 60 cm slānī. Trūkstot mitrumam (kā 2002. gada augustā), zaļmēslojuma organiskās vielas mineralizējas lēni. Turpinot šos pētījumus, varēs noteikt optimālāko zaļmēslojuma iestrādes laiku ziemāju sējai paredzētajos laukos, kā arī sniegt priekšlikumus par slāpekļa pamatmēslojuma nepieciešamību ziemājiem atkarībā no to priekšauga.

## Secinājumi

1. Izstrādāts modelis minerālā slāpekļa ( $N_{\min}$ ) satura prognozei augsnes 0 – 40 cm slānī pavasarī. Ar modelī ietvertajiem faktoriem - nokrišņu daudzumu rudenī, augsnes granulometrisku sastāvu, ziemāju priekšaugu un to mijiedarbību ir izskaidrojami 53% ( $R^2 = 0,527$ ) no kopējās  $N_{\min}$  variācijas ziemāju laukos pavasarī.
2. Pamatojoties uz minerālā slāpekļa prognozes modeli un sešu gadu datiem par meteoroloģiskajiem apstākļiem Latvijas dažādās vietās, izstrādātas pagaidu rekomendācijas zemnieku saimniecībām slāpekļa kopējās virsmēslējuma normas korekcijai (samazināšanai vai palielināšanai) ziemāju graudaugiem agroklimatisko rajonu (Piejūra, Kurzeme, Vidzeme, Latgale) robežās 2002. gada pavasarī.
3. Pirmoreiz iegūta informācija par slāpekļa režīmu augsnē rudenī, pirms ziemāju sējas pēc dažāda veida priekšaugiem, īpaši pēc zaļmēslojuma iestrādes.

## Literatūra

1. Lauksaimniecības gada ziņojums (2001). Latvijas Republikas Zemkopības ministrija, Rīga, -47.- 49.lpp.
2. Timbare R., Reinfelds L., Beināre A., Vītoliņš U. (1996) Minerālā slāpekļa pētījumi augsnē un slāpekļa diagnostika ziemājiem/ Zinātniskās konferences (1996.g. 7. un 8. februārī) raksti, LLMZA, LLU LF, Jelgava, LLU, - 116. lpp.
3. Timbare R., Bušmanis M., Reinfelds L. (1998) Priekšauga, mēslojuma un meteoroloģisko apstākļu ietekme uz minerālā slāpekļa saturu augsnē/Valsts zinātniskās ražošanas uzņēmuma «Ražība» Gadagrāmata '97. - Rīga, 25. - 31. lpp.
4. Timbare R., Bušmanis M. (2000) Augsnes minerālā slāpekļa satura pētījumu rezultāti/ BO VSIA Agroķīmisko pētījumu centra Gadagrāmata '99.- Rīga, 21. - 27. lpp.
5. Timbare R., Bušmanis M. Reinfelds L. u.c. (2001) Pētījumi augsnes minerālā slāpekļa satura izmaiņu prognozēšanai/ BO VSIA Agroķīmisko pētījumu centra Gadagrāmata 2000.- Rīga, 13.- 23. lpp.

6. Black Ch. A. (1993) Soil fertility evaluation and control/ Lewis publishers Boca Raton – Ann Arbor – London – Tokyo, p.p. 384 – 385.
7. Jensen C., Stougaard B., Ostergaard H. (1996) The performance of the Danish simulation
8. Sippola J. (2000) Estimation of soil nitrate in the spring as a basis for adjustment of nitrogen fertiliser rates/ Agricultural and food science in Finland, Vol.9., p.p. 71 - 77.
9. Vaišvila Z.J.(1996) Dirvožemio mineralinio azoto, jiedriuju fosforu ir kalio vaidmuo žemes ūkio augalu mityboje/Habilitacinis darbas Agrariniai mokslai, agronomija (IA)- agrochemija, Dotnuva – Akademija, 205.
10. Хомяков Д. М. (1991) Оптимизация системы удобрений и агрометеорологические условия/ изд. Масковского Университета, - 85 с.
11. LV ST ZM 90 – 97 Augšnes kvalitāte – Minerālā slāpekļa noteikšana (1997) Augšņu agroķīmisko analīžu metodes/ Nozares standarti. Latvijas Republikas Zemkopības ministrija, -63. – 69. lpp.