

VASARAS KVIEŠU SĒKLU RAŽAS KVALITĀTES FIZIOLOGISKIE ASPEKTI ATKARĪBĀ NO MINERĀLELEMENTU PIEGĀDES CAUR LAPĀM

PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF WHEAT YIELD QUALITY IN DEPENDENCE ON MINERAL SUPPLY THROUGH LEAVES

Veneranda Stramkale, Aldis Stramkalis

Latgales Lauksaimniecības zinātnes centrs

Kultūras laukums 1a, Viļāni, Rēzeknes rajons, LV 4650

Tālr.: +371 4628140, +371 29465004, e-pasts: strzin@apollo.lv

Gatis Pakarna, Māra Vikmane

Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultāte

Kronvalda bulvāris 4, Rīga, LV 1010

Tālr.: +371 7034864, +371 29364133, e-pasts: mara.vikmane@lu.lv

Abstract. *Spring wheat is a significant crop in Latvia. The fertilisation influences the crop yield and the quality greatly.*

The main task of experiments: to test the effect of micronutrients (DDMn) and macronutrients (Phosific) supplied through leaves for the modeling environment protecting high yield and grain quality technology. The grain yield, the quality and the physiological activity were detected.

The mineral supply through leaves during the wheat heading phase increased yield for more than 0.2 – 0.4 t ha⁻¹ in comparison with the control. The physiological activity of grains is higher, but there is no significant influence on the quality of grains.

Key words: *fertilisation through leaves, spring wheat, yield, seed germination.*

Ievads

Kvieši (*Triticum* L.) Latvijā ir nozīmīga graudaugu kultūra. Kvalitatīvus kviešu graudus izmanto galvenokārt pārtikā miltu ražošanai.

Vasaras kviešu ražības un ražas kvalitātes formēšanā līdzās meteoroloģiskajiem un augsnes apstākļiem nozīmīgs faktors ir mēslojums. Augiem barības elementu nepieciešamību parasti nodrošina ar organisko un minerālmēslojumu, to iestrādājot augsnē. Tā kā augiem minerālelementu izmantošanas efektivitāte nav augsta, racionāla mēslojuma pielietošana ir viens no patlaban aktuālākajiem šīs problēmas risinājumiem.

Viena no tādām pieejām, kas ļauj piegādāt minerālelementus ātrāk un palielina minerālmēsļu izmantošanas efektivitāti, ir to miglošana caur lapām. Minerālelementi lapas audos iekļūst caur kutikulas hidrofiliskajām porām, kuru diametrs ir mazāks par 1nm [1], nonāk apoplastā, tad pa plazmodesmām iekļūst šūnās, pa simplastu pārvietojas uz citām lapas parenhīmas šūnām un iesaistās metabolismā vai nonāk vadaudos [1, 2].

Vielu uzņemšanu caur lapām ietekmē auga ontogēzes etaps, lapu anatomiskā uzbūve, mēslošanas līdzekļa ķīmiskās īpašības un koncentrācija, meteoroloģiskie apstākļi un citi faktori [2, 3, 4, 5].

Kaut arī minerālelementu uzņemšana caur lapām nevar aizstāt augu minerālo barošanos no augsnes caur saknēm, tomēr tai ir priekšrocības [5, 2]: iespējams ātri piegādāt augiem tieši attiecīgajā attīstības periodā visvairāk nepieciešamos elementus un tādā veidā regulēt augšanas un attīstības procesus; ātri un efektīvi novērst fizioloģiskos traucējumus, kuri radušies minerālelementu trūkuma rezultātā; vajadzīgs neliels daudzums attiecīgo savienojumu; samazinās augsnes piesārņošana ar ķimikālijām.

Pētījuma mērķis: dodot lapu mēslojumu, izveidot videi nekaitīgu vasaras kviešu audzēšanas tehnoloģiju augstu un kvalitatīvu graudu ražu ieguvei.

Pētījuma objekts un metodes

Pētījums veikts Latgales Lauksaimniecības zinātnes centrā un Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultātē 2005. un 2006.gadā.

Pētījuma objekts - vasaras kviešu šķirne 'Jasna'.

Izmēģinājumos izmantots lapu mēslojums *DDMn* (mikroelementi) un *Phosific* (makroelementi). Lapu mēslojuma sastāva patents pieder Somijas firmai *Kemira GrowHow* un *Fortum Oil and Gas*. Mikroelementu mēslojums *DDMn* ir pulverveida viela, viegli šķīst ūdenī, ar ķīmisko sastāvu Mn:Zn:Cu:Mo:B = 4:0,010:0,020:0,001:0,010. Makroelementu mēslojums *Phosific* ir šķidrās mēslojums ar ķīmisko sastāvu $\text{NH}_4\text{NO}_3:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}:\text{SO}_3 = 10:15:5:30$, pH – 1,8-2. Masa – 1,333 kg l⁻¹.

Lauka izmēģinājums iekārtots pēc randomizēto bloku metodes 4 atkārtojumos. Laučiņa kopējā platība 2 m × 10 m = 20 m². Uzskaites platība 1,6 m × 10 m = 16 m². Izolācija starp variantiem 0,4 m, starp atkārtojumiem – 0,5 m. Izmēģinājuma kopējā platība – 1600 m².

Lauks ir drenēts, reljefs izlīdzināts, augsnes novērtējums – 48 balles. Lauka izmēģinājums iekārtots trūdainā podzolētā glejaugsnē. Augsnes pH_{KCl} – 6,45, organisko vielu saturs – 5,2%. Minerālelementu saturs augsnē (mg l⁻¹): N – 100, P – 730, K – 140, Ca – 13625, Mg – 2500, S – 23, Fe – 2800, Mn – 125, Zn – 5, Cu – 8,5, Mo – 0,08, B – 1,20. Nodrošinājums ar fosforu, kalciju, magniju un dzelzi ir ļoti augsts; ar slāpekli, varu, molibdēnu – augsts; ar mangānu, cinku, boru – optimāls un ar sēru un kāliju – zems.

Priekšaugi – lini. Pamatmēslojumā kompleksie minerālmēsli 5:10:25 3 c ha⁻¹ un papildmēslojumā amonija salpētis – 1 c ha⁻¹.

Augsnes apstrāde un mēslošana. Rudenī lauks uzarts. Pavasarī veikta augsnes sagatavošana sējai ar kombinēto apstrādes agregātu *Laumetris*. Kompleksais minerālmēslojums iestrādāts augsnē dienu pirms sējas kultivācijas laikā, devas – saskaņā ar metodiku. Pirms sējas lauks pievelts.

Sēja veikta 3.maijā ar sējmašīnu *SN-16*. Izsējas norma 250 kg ha⁻¹. Pēc sējas lauks pievelts.

Sējumu kopšana. Trešajā jūnijā veikta miglošana ar fungicīdu *Mentors* – 0,35 l ha⁻¹ + *Cikocels* – 1 l ha⁻¹ + *Arats* – 150 ml ha⁻¹ + *Kemivits* – 100 ml ha⁻¹. Slimību apkarošanai 29.jūnijā lietots fungicīds *Tango Super* – 1,5 l ha⁻¹, kaitēkļu apkarošanai lietots *Fastaks* – 150 ml ha⁻¹. Septītajā jūnijā dots slāpekļa papildmēslojums 60 kg ha⁻¹. Pirmajā jūlijā kviešu vārpošanas sākumā dots lapu mēslojums *DDMn* – 0,6 kg ha⁻¹ un *Phosific* – 2 kg ha⁻¹. Vasaras kvieši novākti ar kombainu *Sampo-130* 31.augustā.

Meteoroloģisko apstākļu raksturojums: 2005.gada maijā gaiss iesila pamazām. Maija 1.dekādē gaisa vidējā temperatūra 2,4°C zemāka par normu, bet nokrišņu daudzums 4,9 reizes pārsniedza normu. Arī maija 2.dekādē laika apstākļi bija līdzīgi. Laika apstākļi pozitīvi ietekmēja kviešu dīgšanu un augu attīstību. Jūnija vidējā gaisa temperatūra 14°C jeb 0,9°C zemāka par normu. Nokrišņu daudzums – 65 mm jeb 87% no normas. Jūlijā bija silts laiks, vidējā diennakts temperatūra par 1,7°C pārsniedza normu un nokrišņu daudzums – 65 mm jeb 80% no normas. Laika apstākļi labvēlīgi ietekmēja augu augšanu un attīstību. Augustā vidējā diennakts temperatūra bija tuvu normai, bet nokrišņu daudzums 1.dekādē 4,6 reizes pārsniedza normu. Pārmērīgais mitrums negatīvi ietekmēja graudu kvalitāti.

AS "Rīgas Dzirnātnieks" laboratorijā ar *Infratex 1241* noteikta graudu kvalitāte, proteīnu, lipekļa un cietes saturs, *Zeleny* indekss un krišanas skaitlis.

Laboratorijas izmēģinājumos sēklas dīdētās 20°C temperatūrā. Sēklas ievietotas starp filtrpapīra lapām *Petri* traukos un novietotas tumsā. Lai sēklas neizzūtu, katra *Petri* trauka filtrpapīra ripa ar papīra tiltiņu savienota ar destilēta ūdens trauku. Ūdens iztvaikošanu ierobežo *Petri* traukam uzliktais vāciņš, atstājot spraugu gaisa ventilācijai. Sēklu dīgšana noteikta ik pēc 6 stundām. Atkārtojumu skaits – 4. Katrā atkārtojumā 100 sēklas.

Sēklu dīgšanas dinamika noteikta, uzskaitot normāli sadīgušās sēklas dīgšanas laikā.

Dīgšanas enerģija noteikta, apskatot sēklu dīgšanas līkni, kurā atrod dīgšanas maksimuma punktu (visvairāk sadīgušās sēklas laika vienībā) un dīgšanas beigu punktu. Abu šo rādītāju attiecība (%) ir dīgšanas enerģija. Sēklu dīgtpēja izteikta procentos, normāli sadīgušo sēklu skaitu attiecinot pret kopējo dīgtpējas analizē iekļauto sēklu skaitu [6, 7].

Datu matemātiskā apstrāde (standartklūda, robežstarpības aprēķini) un attēlu izveide veikta ar datorprogrammu *MS Excel*.

Rezultāti un to izvērtējums

Vasaras kviešu graudu raža parādīta 1.tabulā. Veicot ražas datu statistisko apstrādi, noskaidrots, ka, neskatoties uz izmēģinājuma lauka potenciāli augsto auglību, lapu mēslojums ir nodrošinājis būtiskas ražas izmaiņas (1.tabula).

1.tabula

Vasaras miežu 'Jasna' graudu raža

Mēslojuma varianti	Graudu raža			1000 sēklu masa
	t ha ⁻¹	+ t ha ⁻¹	%	g
1. Kontrole	8,43	-	100	40,4
2. <i>DDMn</i>	8,63	0,20	103	40,8
3. <i>Phosific</i>	8,83	0,40	105	43,2
	$\gamma_{0.05}=0,17$			

Vārpošanas sākuma fāzē, kviešus miglojot ar mikroelementiem *DDMn*, graudu raža palielinājusies par 3%, sasniedzot 8,63 t ha⁻¹, bet makroelementu *Phosific* ietekmē – par 5%, sasniedzot 8,83 t ha⁻¹.

Liels nokrišņu daudzums augustā iespējams ir veicinājis minerālelementu izskalošanos no augsnes un apgrūtinājis to uzņemšanu caur augu saknēm. Tāpēc sabalansēts ārpussakņu mēslojums pozitīvi ietekmējis metabolisma procesu norisi kviešu lapās, kā arī sekmējis sintezēto organisko vielu atplūdi uz ģeneratīvajiem orgāniem. Pēc vairāku autoru domām, augstu graudaugu ražu ieguvē liela nozīme ir visu barības elementu koncentrāciju sabalansētībai, tas ir, vienlaicīgi visu elementu optimuma nodrošināšanai augam [8, 2, 9, 10, 11].

Mikroelementu lapu mēslojums būtiski nav ietekmējis 1000 graudu masu. Makroelementu ietekmē 1000 graudu masa palielinājusies par 6,9%. Makroelementi augos ir organisko vielu sastāvā, bet mikroelementiem mangānam, cinkam, varam, molibdēnam un boram ir katalītiskas funkcijas augos [8,2]. Tāpēc mūsu pētījumā *Phosific* mēslojumam ir tieša ietekme uz graudu masu, bet *DDMn* mēslojuma ietekme izpaužas netieši, ietekmējot metabolisma procesu norisi augā.

Graudu kvalitāte. Kviešu ražai noteikti graudu kvalitātes rādītāji, kas svarīgi to izmantošanā pārtikā: proteīna, līpekļa un cietes saturs, *Zeleny* indekss, krišanas skaitlis un tilpummasa (2.tabula).

2.tabula

Kviešu šķirnes 'Jasna' graudu kvalitātes rādītāji atkarībā no lapu mēslojuma

Varianti	<i>Proteīns</i>	<i>Lipeklis</i>	<i>Zeleny indekss</i>	<i>Ciete</i>	<i>Krišanas skaitlis</i>	<i>Tilpummasa</i>
	%	%	ml	%	s	kg ht ⁻¹
1. Kontrole	14,0 ± 0,06	26,2 ± 0,06	55,4 ± 0,07	63,6 ± 0,09	312 ± 5,25	82,6 ± 0,06
2. <i>DDMn</i>	13,6 ± 0,03	25,4 ± 0,07	52,9 ± 0,06	63,7 ± 0,03	310,5 ± 3,75	81,6 ± 0,03
3. <i>Phosific</i>	13,9 ± 0,06	26,0 ± 0,06	56,1 ± 0,09	64,0 ± 0,06	311 ± 6,00	82,1 ± 0,07

Būtiska nozīme kviešu graudu kvalitātes raksturošanai ir proteīna saturam. Literatūrā ir norādes, ka proteīna saturs kviešu graudos var svārstīties no 7-8% līdz pat 18-20%. Jo augstāks proteīna saturs graudos, jo kvalitāte ir labāka [12].

Mūsu pētījumā lapu mēslojums proteīna saturu nav būtiski ietekmējis. Vērojama tendence, ka lapu mēslojuma ietekmē proteīna saturs pat nedaudz samazinājies (2.tabula).

Lipekļa saturs graudos lapu mēslojuma ietekmē nav būtiski mainījies. Izmēģinājumā iegūto graudu lipekļa saturs ir augsts – ~26%. Uzskata, ka maizes un maizes produktu ražošanai izmantojamais kviešu graudos optimālais lipekļa saturs ir 22-28% [13, 12].

Zeleny indekss raksturo graudu proteīna kvalitāti. Izmēģinājumā iegūto kviešu graudu *Zeleny* indekss ir augsts. Lapu mēslojuma ietekme uz *Zeleny* indeksu nav būtiska. Literatūrā ir norādes, ka viszemākais *Zeleny* indeksa rādītājs, ar kuru kviešu miltus vēl var izmantot cepšanai, ir 20 [12].

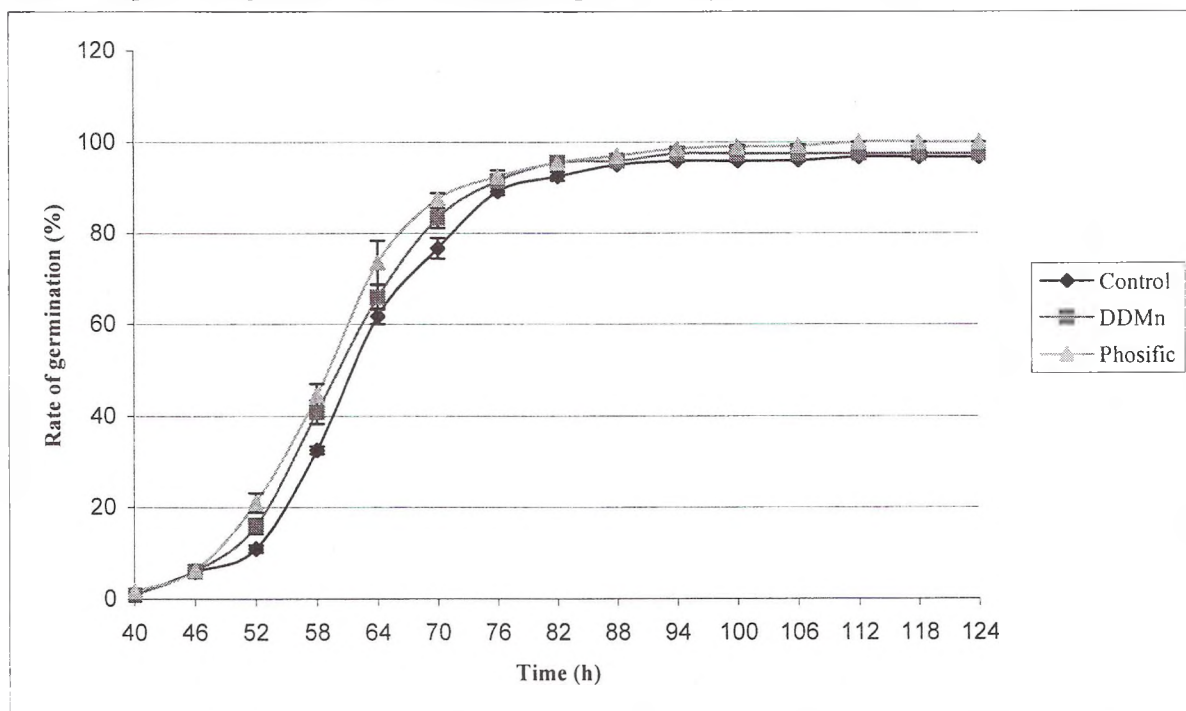
Būtiska nozīme kviešu graudu raksturošanai ir cietes saturam tajos. Cietes saturs izmēģinājumos iegūtajiem graudiem ir 63,6-64,0%. Lapu mēslojuma ietekme nav konstatējama.

Cietes skaldīšanās procesu intensitāti raksturo krišanas skaitlis. Krišanas skaitlis izmēģinājumos iegūtajiem graudiem pārsniedz optimālo 220-260 sekunžu robežu. Visaugstākā krišanas skaitļa vērtība graudiem ir kontroles variantā.

Specifisks graudu kvalitātes rādītājs ir tilpummasa. Lielāka tilpummasa nodrošina lielāku miltu iznākumu pārstrādes procesā. Kviešu graudu tilpummasa izmēģinājumos iegūtajiem graudiem ir augsta 81,6-82,6 kg hl⁻¹.

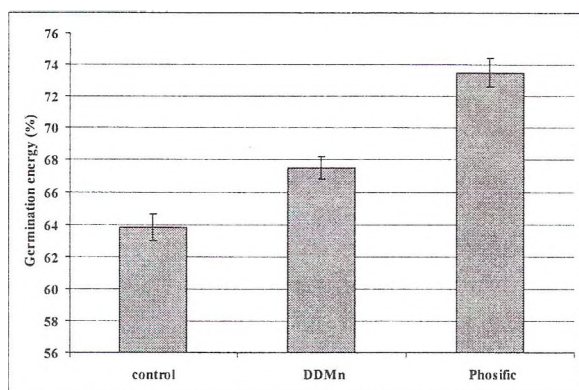
Pēc vairāku autoru domām [2, 14, 10], sēkļu kvalitāti bez mēslojuma būtiski ietekmē arī visi augsnes agroķīmiskie un meteoroloģiskie apstākļi. Augustā kviešu vārpošanas un nogatavošanās fāzē nokrišņu daudzums 4,6 reizes pārsniedza normu. Pārmērīgs mitrums negatīvi ietekmēja graudu nogatavošanos un kvalitāti.

Sēkļu fizioloģiskās īpašības – dīgšanas ātrums, dīgtspēja, dīgšanas enerģija – ir būtiski graudu kvalitātes rādītāji. Kviešu sēklas, kas iegūtas no augiem ar dažādu lapu mēslojumu, dīdēja laboratorijas apstākļos. Sēklas sāka dīgt 40.stundā pēc eksperimenta iekārtošanas (1.attēls). Pozitīva lapu mēslojuma ietekme uz sēkļu dīgšanu vērojama visā eksperimenta gaitā.

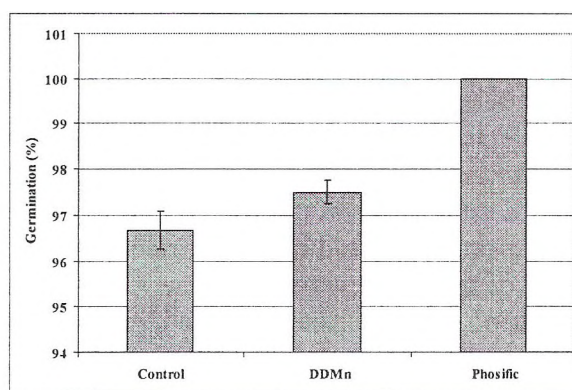


1.attēls. Kviešu sēkļu dīgšanas dinamika atkarībā no lapu mēslojuma

Ekspērimētā novērots, ka lapu mēslojums būtiski ietekmē nākamās paaudzes sēkļu dīgšanas enerģiju un dīgtspēju (2., 3.attēls).



2.attēls. Lapu mēslojuma ietekme uz kviešu sēklu dīgšanas enerģiju



3.attēls. Lapu mēslojuma ietekme uz sēklu dīgtspēju

Visaugstākā dīgšanas enerģija ir sēklām, kas iegūtas no augiem, kuri vārpošanas fāzē migloti ar makroelementiem. Makroelementu lapu mēslojums pozitīvi ietekmējis arī sēklu dīgtspēju. *Phosific* varianta sēklu dīgtspēja ir 100%.

Secinājumi

1. Lapu mēslojuma *DDMn* (mikroelementi) un *Phosific* (makroelementi) ietekmē vasaras kviešu šķirnes 'Jasna' graudu raža palielinās par 0,2-0,4 t ha⁻¹.
2. 1000 graudu masu mikroelementu lapu mēslojums būtiski neietekmē, bet makroelementu ietekmē tā palielinās par 6,9%.
3. Kviešu graudu kvalitāte (proteīna, lipekļa, cietes saturs, *Zeleny* indekss, krišanas skaitlis un tilpummasa) lapu mēslojuma ietekmē būtiski nemainās.
4. Lapu mēslojums pozitīvi ietekmē sēklu dīgšanas dinamiku, dīgšanas enerģiju un dīgtspēju.
5. Lapu mēslojuma izmantošana kviešu sējumos ir efektīva: palielinās graudu raža un sēklu fizioloģiskā aktivitāte, tiek sekmēta minerālelementu uzņemšana augos un notiek vides saudzēšana.

Summary

Wheat (*Triticum* L.) is utilised mostly for food. Characteristic qualitative indices for wheat crop are the physiological activity of grains and protein, gluten and starch content in the grains.

Field tests and laboratory tests were carried out with wheat variety 'Jasna'. During the heading phase plants were sprayed with solution of micronutrients – *DDMn* (Mn:Zn:Cu:Mo:B = 4:0.010:0.020:0.001:0.010) and solution of macronutrients – *Phosific* (NH₄NO₃:P₂O₅:K₂O:SO₃ = 10:15:5:30).

The field tests were carried out in the Latgale Scientific Agricultural Centre in Eastern Latvia, but the laboratory tests in the Department of Plant Physiology the faculty of Biology the University of Latvia.

Field tests were performed in the year 2005. The field tests were organised according to the method of random blocks with 4 repetitions. The total area for a block was 2 m × 10 m = 20 m². The total space of the test was 1600 m². There was humus podzolic gley soil. The content of organic substances in the soil was 5.2%, pH_{KCl} – 6.45. Micronutrients in soil (mg l⁻¹): N – 100, P – 730, K – 140, Ca – 13625, Mg – 2500, S – 23, Fe – 2800, Mn – 125, Zn – 5, Cu – 8.5, Mo – 0.08, B – 1.20. Pre-plant was flax. As a basic fertiliser "*Kemira Grow How*" complex mineral nutrition 5:10:25 3 c ha⁻¹, mineral supplement was ammonium nitrate – 1 c ha⁻¹ (the recommendations of the supplier). In field tests the yield of wheat was determined.

The wheat was cropped according to the grain ripening phase by grain combine harvester *Sampo-130*.

Grain quality indices – protein, gluten and starch content, *Zeleny* index and Falling number – were detected in the laboratory of „Rīgas Dzirnavnieks” with *Infratex 124*.

In the laboratory (in the year 2006) tests the grain were germinated in dark at 20°C in a Petri dish. The percentage of germinated grain was determined every 6 hours. A grain with at least 1 mm of protruded radicle was detected as germinated. The number of repetitions – 4. The number of grain in every repetition was 100. In the laboratory experiments were determined germination, germination power and germination energy.

As a result the mineral supply through leaves during the heading phase increases grain yield for 3-5%. Macronutrients *Phosific* 0.4 t ha⁻¹ were the most effective. There was no significant influence of the fertilisation through leaves on the quality of grain, but germination, germination energy and germination power were greatly increased. The rational use of the nutrients has a positive effect on the environment.

Literatūra

1. Schonherr, I. (1976). Water permeability of isolated cuticular membranes: the effect of cuticular waxes on diffusion of water. *Planta* 131: 159-164.
2. Marschner, H. (1999). Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London, 1-889.
3. Levy, Y., Horesh, I. (1984). Importance of penetration through stomata in the correction of chlorosis with iron salts and low – surface – tension surfactants. *J. Plant Nutr.* 7, 279-281.
4. Tyree, M.T., Scherbatskoy, T.D., Tabor, C.A. (1900). Leaf cuticles behave as asymmetric membranes. Evidence from the measurement of diffusion potentials. *Plant Physiol.* 92 : 1.3-109.
5. Bowman, D.C., Paul, J.L. (1992). Foliar absorption of urea, ammonium and nitrate by perennial ryegrass turf. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 117 : 75-79.
6. LV ST ZM 39-95. (1995). Sēklu dīgspējas noteikšana. Nozares standarts Rīga: LLU Augkopības katedra. 1-28.
7. Hartmann, T.H., Kester, E.D., Davies, T.F., Geneve, L.R. (2002). *Plant Propagation: Principles and Practices*. Prentice Hall, New Jersey. 1-880.
8. Riņķis G., Ramane H. (1989). Kā barojas augi. R. “Avots”, 1-152
9. Gilroy, S., Jones, D.L. (2000). Through from function: root hair development and nutrient uptake. *Trends in Plant Science*, 5: 56-60.
10. Livmanis, J., Vucāns, R., Līpenīte, I. (2003). Vasaras kviešu ‘Eta’ graudu kvalitātes rādītāju izmaiņas mēslojuma ietekmē. *Agronomijas vēstis*, Nr. 5: 196-202
11. Stramkale, V., Špīsa, D., Vikmane, M. (2006). Slāpekļa mēslojuma ietekme uz alus miežu ražu un sēklu kvalitāti. International conference "Opportunities and problems of economic development", March 24, 2006, Rēzekne, 462-468.
12. Ruža, A. (2002). Kviešu graudu kvalitātei jauni rādītāji. *Agrotops*, Nr. 5: 4-5
13. Ruža, A. (1998). Pārtikas graudu kvalitāte. Latvijas Lauksaimniecības konsultāciju un izglītības atbalsta centrs. LLU. 1-17.
14. Ruža, A., Kreita, Dz., Liriņa, A. (2000). Slāpekļa mēslojuma iestrādes veidu ietekme uz miežu šķirņu ražību un ražas kvalitāti. *Agronomijas vēstis*, Nr. 2: 57-60