

SLĀPEKĻA MĒSLOJUMA EFEKTIVITĀTE ZIEMAS KVIEŠU IZMĒĢINĀJUMOS

Nitrogen Fertilizer Use Efficiency in Winter Wheat Trials

A. Ruža, Dz. Kreita¹, M. Krotovs², S. Maļecka², V. Stramkale³

Lielā iela 2, Jelgava tel. 3005629, fakss 3005629, aruza@cs.llu.lv, dzintrak@cs.llu.lv

²P/n Dižstende, Talsu rajons, tel. 3292289, fakss 3281288, stende.selekcija@apollo.lv

³Viļāni, Rēzeknes rajons, tel. 9465004, strzin@apollo.lv

Anotācija

The field experiments with ten diverse varieties of winter wheat were laid down according to uniform scheme during 2001 – 2002 at three locations having different soils and agroclimatic conditions: study and research farm “Pēterlauki” of the Latvia University of Agriculture on sod – calcareous medium loam soils, humus content 19 – 21 g kg⁻¹ of soil; at the Stende Plant Breeding Station on sod – podzolio soils, humus content 18 - 19 g kg⁻¹ of soil and at Latgale Science Centre in Viļāni on humus – podzolic gley soils, humus content 65 – 95 g kg⁻¹ of soil. There was observed sharp variation in meteorological conditions during experimental years and quite variable weather conditions between the trial sites.

The average results obtained in the experiments suggest that stable increase of winter wheat grain yield was reached increasing fertilizer N rates from N₉₀ to N₁₂₀ (split application) thus ensuring grain yield increase 1 to 20 kg per 1 kg N applied. The crude protein yield 2,8 – 3,47 kg per 1 kg N applied was obtained from trial plots at the study and research farm “Pēterlauki” and at the Stende Plant Breeding Station.

The mineral N use efficiency was considerably lower in humus – rich soils in Viļāni. The increase of fertilizer N rate up to N₁₈₀ (split application) resulted in gradual decrease of nitrogen use efficiency, and utilization coefficient was to a great extent depended on meteorological conditions during vegetation period.

Keywords: *winter wheat, yield, nitrogenfertilizer, protein.*

Ievads

Pēdējos gados Latvijā pēc straujā ziemas kviešu platību samazinājuma 1994. gadā (72.9 tūkst. ha) vērojams pakāpenisks platību pieaugums – 1999.g. 95.0 tūkst. ha, 2000. gadā 117.4 tūkst. ha un 2001. gadā 131.3 tūkst. ha. Lai gan ražības rādītāji nav īpaši izmainījušies (attiecīgi 2.77; 2.01; 2.86; 2.79 t ha⁻¹), kviešu graudu kopievākums ievērojami palielinājās (attiecīgi 151.1, 247.9, 336.0 un 366.2 tūkst. t). To, galvenokārt, ietekmējusi Latvijas apstākļiem piemērotu intensīvu ziemas kviešu šķirņu izvēle un tām atbilstošu audzēšanas tehnoloģiju izmantošana. Ļoti būtiski graudu ražības un kvalitātes rādītāju paaugstināšanos ietekmē atbilstoša mēslojuma un augu aizsardzības līdzekļu pielietojums. Pie tam visu barības elementu nodrošinājumam jābūt sabalansētam t.i., pareizās attiecībās, pietiekošā daudzumā plānotās ražas un kvalitātes ieguvei, kā arī ziemas kviešiem izmantojamā veidā visos intensīvas uzņemšanas periodos. Barības elementu trūkumu nekādi citi agrotehniskie pasākumi nespēj kompensēt. Graudu ražības palielināšanas un vajadzīgās kvalitātes nodrošināšanas būtisks faktors ir slāpekļa mēslojums, it īpaši papildmēslojums pavasarī laikā no ziemas kviešu veģetācijas atjaunošanās līdz vārpošanas fāzei. Tāpēc daudzu valstu zinātnieki pēta slāpekļa ietekmi uz ziemas kviešu ražas un tās kvalitātes izmaiņām, it īpaši nokrišņiem bagātos reģionos [1-7]. Jāatzīmē, ka slāpekļis ir viens no dinamiskākajiem barības elementiem, tādēļ iespējami arī tā zudumi no augu sakņu zonas.

Daudzos pētījumos pierādīts, ka slāpekļa mēslojuma lietošana būtiski palielina ziemas kviešu ražu, iestrādājot mēslojuma normu dalītā veidā, dažādās, it īpaši agrīnās augu attīstības fāzēs. Savukārt mēslojums vārpošanas fāzes sākumā, ražas lielumu ietekmē salīdzinoši mazāk, bet palielina galvenokārt graudu kvalitāti. [1, 2, 5, 8, 9]

Proteīna saturs kviešu graudos var svārstīties robežas no 7 – 20 %. To nosaka gan šķirnes ģenētiskās īpašības, gan audzēšanas tehnoloģija, kā arī meteoroloģiskie apstākļi, īpaši graudu veidošanās un nogatavošanās laikā. Proteīna saturs ir rādītājs, kuru izmanto, lai

noteiktu graudu piemērotību atbilstošam izmantošanas veidam [3]. Maizes cepšanai piemēroti graudi, kuros proteīna saturs ir ap 12 – 13 %, graudus ar augstāku proteīna saturu izmanto kā uzlabotājus zemākas kvalitātes graudiem. Konditorijas izstrādājumiem vēlamais proteīna saturs graudos ir 8 – 10 % robežās, bet lopbarībai izmantojami dažāda proteīna satura kviešu graudi, taču vērtīgāki ir ar augstākiem rādītājiem. Daudzos izmēģinājumos konstatēts, ka proteīna saturs kviešu graudos ievērojami palielinās, pieaugot slāpekļa mēslojuma normai [3, 10, 11, 12]. Proteīna uzkrāšanos graudos sekmē arī augstākas temperatūras un mitruma deficīts veģetācijas perioda otrajā pusē [1, 13]. Ievērojams proteīna satura pieaugums graudos novērots, ja mēslojums dots vēlākās attīstības fāzēs (stiebrošanas beigās – vārpošana), kad augi visintensīvāk uzņem barības vielas [1, 10, 14]. Pētījumi liecina, ka augstražīgām šķirnēm, atbilstoši to prasībām zemāka mēslojuma apstākļos ir zemāks arī proteīna saturs, salīdzinot ar vidēji ražīgām šķirnēm. Taču pie augstākām slāpekļa normām un optimālos augšanas apstākļos proteīna saturs graudos ir mazāk atšķirīgs [3, 4, 15].

Slāpekļa mēslojuma efektivitāti, kā atzīmēts daudzu pētīnieku publikācijās, ietekmē ne tikai agroklimatiskie apstākļi, mēslojuma došanas normas un laiks, bet arī augsnes iekultivēšanas pakāpe. Labi iekultivētas augsnes ir ar labākām agroķīmiskām un agrofiziskām īpašībām, kas sekmē mēslojuma efektīvāku izmantošanu. V. Kidīns konstatējis, ka slāpekļa mēslojuma efektivitāte pieaug, ja slāpekļa mēslojuma iestrādes laiks sakrīt ar periodu, kad augos norisinās intensīva slāpekļa uzņemšana. Pārāk agrīna vai novēlota mēslojuma lietošana mazina auga iespējas to izmantot. Slāpekļa mēslojuma izmantošanas koeficientu ietekmē arī mēslojuma normas lielums, iestrādes laiks un mēslojuma forma. Augstāku izmantošanas koeficientu var panākt, mēslojot ziemas kviešus dalīti – pavasarī no veģetācijas atjaunošanās līdz stiebrošanas fāzei. Palielinot slāpekļa mēslojuma normu virs optimālās, parasti samazinās augsnes slāpekļa izmantošana ziemas kviešu graudu ražas un kvalitātes formēšanā. Optimālos augšanas apstākļos mēslojuma izmantošanas koeficients ir salīdzinoši augsts, taču samazinās paaugstinātas gaisa temperatūras un mitruma deficīta (apgrūtināta uzņemšana) vai bagātīgu nokrišņu (notiek N izskalošanās) ietekmē. Slāpekļa izmantošanas koeficients ir tieši atkarīgs no slāpekļa kopējās iznesas ar ražu.

Daudzu iepriekšējo gadu pētījumos Latvijā ar vidēji intensīvām šķirnēm noskaidrots, ka ziemas kviešiem nepieciešamais slāpekļa mēslojums ir vismaz N_{90} kg ha⁻¹, taču pēdējos gados Latvijā arvien vairāk ienāk Rietumeiropas intensīva vai ļoti intensīva tipa šķirnes ar augstām vai pat ļoti augstām rekomendētām slāpekļa mēslojuma normām.

Tāpēc mūsu izmēģinājumos viens no uzdevumiem bija skaidrot palielinātu slāpekļa mēslojuma normu un devu efektivitāti, dažādos augsnes un agroklimatiskos apstākļos audzētu ziemas kviešu sējumos.

Metodika

Lauka izmēģinājumi ar ziemas kviešiem pēc vienotas shēmas tika iekārtoti agroklimatiski un augšņu ziņā trijās atšķirīgās vietās - LLU mācību pētījumu saimniecībā "Pēterlauki" Jelgavas rajonā (LLU), Stendes selekcijas izmēģinājumu saimniecībā Talsu rajonā (Stende) un Latgales lauksaimniecības zinātnes centrā Rēzeknes rajonā (Viļāni).

LLU augsnes ir vidēji smags smilšmāls raksturīgs ziemas kviešu galvenajam audzēšanas reģionam – Zemgales zonai. Trūdvielu saturs – 19 – 21 mg kg⁻¹ augsnes, vidējs līdz augsts fosfora un kālija nodrošinājums, pH_{KCl} – 6,9 – 7,1. Stendē izmēģinājums iekārtots velēnu podzolētā un velēnu gleja smilšmāla augsnēs, trūdvielu saturs – 18 – 19 mg kg⁻¹ augsnes, pH_{KCl} – 6,6 – 6,9, vidējs līdz augsts fosfora un vidējs kālija nodrošinājums. Viļānos izmēģinājumu laukā ir trūdaina podzolētā glejaugsne ar Latvijas apstākļiem neraksturīgi augstu trūdvielu saturu – 65 – 95 mg kg⁻¹, augsnes pH_{KCl} – 7,2 un vidēju līdz augstu fosfora un kālija nodrošinājumu.

Visās vietās abos gados ziemāju sēja veikta septembra pirmajā pusē ar izsējas normu 500 dīgtspējīgas kodinātas sēklas uz 1 m², četros atkārtojumos. Pirms sējas iestrādāts kompleksais minerālmēslojums NPK 6:20:30 2,5 – 3,0 c ha⁻¹, papildmēslojumā iestrādāts amonija nitrāts (N₃₄) atbilstoši shēmai:

1. reizi – veģetācijai atjaunojoties visām šķirnēm reizē N₉₀;
2. reizi – cerošanas fāzes beigās – stiebrošanas sākumā (29.- 31.etapi), N₉₀₊₃₀ (N₁₂₀);
3. reizi – stiebrošanas beigās – vārpošanas sākumā (49. – 51. etapi).

Slāpekļa mēslojuma kopējā norma N₁₅₀ un N₁₈₀ pa gadiem bija nedaudz atšķirīgā, taču visās izmēģinājumu vietās vienādā kombinācijā.

Izmēģinājumā lietoti retardanti cikocels – 26. – 29.etapā un terpals 45. – 49.etapā, herbicīdi un divas reizes fungicīdi, attiecīgi alegro un tango super.

Aprēķinos iekļauti visās izmēģinājumu vietās vienādu desmit ziemas kviešušķirņu vidējie rādītāji.

Meteoroloģiskie apstākļi ziemāju veģetācijas periodā bija krasi atšķirīgi ne tikai pa gadiem, bet arī dažādās audzēšanas vietās. Galvenokārt tas izpaudās nevienādā nokrišņu sadalījumā pa ģeogrāfiskām zonām attiecīgās augu attīstības fāzēs. Taču, pateicoties salīdzinoši agrajam veģetācijas atjaunošanās laikam pavasarī, it īpaši 2002.gadā, augi varēja labi izmantot pavasara augsnes produktīvo mitrumu un gala rezultātā nodrošināt salīdzinoši augstas graudu ražas.

Rezultāti

Labi iekultivētās augsnēs, kādas tās ir veikto izmēģinājumu vietās, abos gados iegūtās ziemas kviešu dažādu šķirņu vidējās graudu ražas bija no 6,35 līdz 10,31 t ha⁻¹.

2001.gadā LLU MPS “Pēterlaukos” slāpekļa mēslojuma normas palielināšana no N₉₀ uz N₁₂₀ graudu ražu palielināja par 0,47 t ha⁻¹ jeb 15,7 kg graudu uz 1 kg izlietotā slāpekļa (1.tab.)

1.tabula

Slāpekļa mēslojuma efektivitāte MPS “Pēterlauki”

Rādītāji	2001.g.				2002.g.			
	N ₉₀	N ₁₂₀	N ₁₅₀	N ₁₈₀	N ₉₀	N ₁₂₀	N ₁₅₀	N ₁₈₀
Graudu raža, t ha ⁻¹	6.35	6.82	6.80	7.03	8.55	9.15	9.35	9.74
Iegūts graudu, kg uz 1 kg izlietotā N	70.6	56.8	45.3	39.1	95.0	76.3	62.3	54.1
Iegūts graudu, kg uz 1 kg N palielinājumu	-	15.7	-0.7	7.7	-	20.0	6.7	13.0
Proteīna saturs, %	13.37	13.68	13.75	13.95	12.50	12.70	13.30	13.60
Proteīna ieguve, kg ha ⁻¹	849	933	935	981	1069	1162	1244	1323
Iegūts proteīns, kg uz 1 kg izlietotā N	9.43	7.78	6.23	5.45	11.88	9.68	8.29	7.37
Iegūts proteīns, kg uz 1 kg N palielinājuma	-	2.80	0.07	1.53	-	3.10	2.73	2.71
N pieauguma izmantošanas koeficients	-	0.49	0.01	0.27	-	0.54	0.48	0.47

Taču tālāks slāpekļa mēslojuma normas pieaugums jūtami ražas lielumu neietekmēja. Zināmā mērā tas skaidrojams ar neraksturīgi bagātīgo nokrišņu daudzumu maijā, jūnijā un jūlijā, kad atsevišķās vietās uz lauka bija vērojama sējumu applūšana, kā rezultātā, acīmredzot, notika arī slāpekļa izskalošanās no augsnes. Līdzīga sakarība graudu ražībā vērojama arī Stendē. Slāpekļa mēslojuma normas palielinājums no N₉₀ uz N₁₂₀ paaugstināja

graudu ražu par 0,46 t ha⁻¹ jeb 15,3 kg graudu uz 1 kg slāpekļa, taču turpmākais slāpekļa normas pieaugums, arī Stendē, ražas lielumu vairs būtiski neietekmēja (2.tab.).

2.tabula

Slāpekļa mēslojuma efektivitāte Stendes SIS

Rādītāji	2001.g.				2002.g.			
	N ₉₀	N ₁₂₀	N ₁₅₀	N ₁₈₀	N ₉₀	N ₁₂₀	N ₁₅₀	N ₁₈₀
Graudu raža, t ha ⁻¹	6.94	7.40	7.56	7.58	7.17	7.66	8.10	8.08
Iegūts graudu, kg uz 1 kg izlietotā N	77.1	61.7	50.4	42.1	79.7	73.8	54.0	44.9
Iegūts graudu, kg uz 1 kg N palielinājumu	-	15.3	5.3	0.7	-	16.3	14.7	-0.7
Proteīna saturs, %	11.3	12.0	12.7	13.4	11.8	12.3	12.9	13.6
Proteīna ieguve, kg ha ⁻¹	784	888	960	1016	846	942	1045	1099
Iegūts proteīns, kg uz 1 kg izlietotā N	8.71	7.40	6.40	5.64	9.40	7.85	6.97	6.11
Iegūts proteīns, kg uz 1 kg N palielinājuma	-	3.47	2.40	1.87	-	3.20	3.43	1.80
N pieauguma izmantošanas koeficients	-	0.61	0.42	0.33	-	0.56	0.60	0.32

Nedaudz atšķirīga situācija veidojās Viļānos, kur sējums vairāk izjuta mitruma deficītu, nevis tā pārbagātību. Slāpekļa mēslojuma normas pieaugums no N₉₀ uz katriem nākošajiem N₃₀ palielināja graudu ražu par 0,34 – 0,43 t ha⁻¹. Līdz ar to uz katru papildus izlietotā slāpekļa kilogramu tika iegūti 11,3 – 14,3 kg graudu (3.tab.).

2002.gadā veģetācijas periods raksturojās ar salīdzinoši mazāku nokrišņu daudzumu it īpaši veģetācijas sākumā un beigās un augstām gaisa temperatūrām, kā rezultātā augi dažkārt izjuta mitruma deficītu. Taču kopumā veģetācijas periods bija labvēlīgs ziemas kviešu augstu ražu ieguvei. LLU, atkarībā no mēslojuma, vidējās ražas bija robežās no 8,55 (N₉₀) līdz 9,74 (N₁₈₀) t ha⁻¹. Augstākais ražas palielinājums iegūts paaugstinot slāpekļa mēslojuma normu no N₉₀ uz N₁₂₀ – 0,60 t ha⁻¹ jeb 20 kg graudu uz 1 izlietotā slāpekļa kg. Tālāks slāpekļa normas palielinājums tā efektivitāti samazināja. Stendē slāpekļa mēslojuma pieaugums no N₉₀ līdz N₁₅₀, palielināja ražu uz katriem nākošajiem N₃₀ par 0,49 un 0,44 t ha⁻¹ graudu vai attiecīgi 16,3 un 14,7 kg graudu uz 1 kg N. Tālāka slāpekļa normas palielināšana līdz N₁₈₀ pozitīvu rezultātu nedeva. Viļānos, trūdvielām ļoti bagātās augsnes, jau slāpekļa mēslojuma N₉₀ nodrošināja ļoti augstu graudu ražu – 9,86 t ha⁻¹. Tālāka slāpekļa mēslojuma normas palielināšana, graudu ražu palielināja vidēji vairs tikai par 0,15 t ha⁻¹ uz katriem nākošajiem 30 kg slāpekļa mēslojuma vai 5 kg graudu uz 1 izlietoto slāpekļa kg.

Slāpekļa mēslojuma efektivitāte Latgales lauksaimniecības zinātnes centrs (Viļāni)

Rādītāji	2001.g.				2002.g.			
	N ₉₀	N ₁₂₀	N ₁₅₀	N ₁₈₀	N ₉₀	N ₁₂₀	N ₁₅₀	N ₁₈₀
Graudu raža, t ha ⁻¹	8.51	8.85	9.20	9.63	9.86	10.03	10.14	10.31
Iegūts graudu, kg uz 1 kg izlietotā N	94.6	73.7	61.3	53.5	109.6	83.6	67.6	57.3
Iegūts graudu, kg uz 1 kg N palielinājumu	-	11.30	11.70	14.30	-	5.67	3.67	5.67
Proteīna saturs, %	-	-	-	-	14.4	14.5	15.0	15.0
Proteīna ieguve, kg ha ⁻¹	-	-	-	-	1420	1454	1521	1546
Iegūts proteīns, kg uz 1 kg izlietotā N	-	-	-	-	15.78	12.12	10.14	8.59
Iegūts proteīns, kg uz 1 kg N palielinājuma	-	-	-	-	-	1.13	2.23	0.83
N pieauguma izmantošanas koeficients	-	-	-	-	-	0.20	0.39	0.15

Slāpekļa mēslojuma efektivitāti lielā mērā var raksturot ar iegūtā proteīna daudzumu no platības vienības. Kā liecina 1 tabulā apkopotā informācija LLU iegūtā raža 2001.gadā bija ar salīdzinoši labu proteīna saturu 13,37% (N₉₀) līdz 13,95 % (N₁₈₀). 2002.gadā proteīna saturs graudos bija nedaudz zemāks (12,5 – 13,6%), taču, tāpat kā iepriekšējā gadā, vērojama līdzīga sakarība, pieaugot slāpekļa mēslojuma normai, palielinās proteīna saturs graudos. Proteīna saturs un ražas lielums nosaka kopējo proteīna ieguvu no platības vienības. Lai gan proteīna saturs 2002.gadā bija nedaudz zemāks salīdzinot ar iepriekšējo gadu, taču pateicoties augstākām ražām arī proteīna ieguve bija augstāka un abos gados pieaugoša līdz ar slāpekļa normas palielināšanu. Tajā pat laikā proteīna ieguve uz 1 kg izlietotā slāpekļa samazinās līdz ar slāpekļa nomas palielināšanu: 2001.gadā no 9,43 (N₉₀) līdz 5,45 (N₁₈₀), bet 2002.gadā no 11,88 (N₉₀) līdz 7,37 (N₁₈₀) kg proteīna uz 1 kg izlietotā slāpekļa.

Gandrīz pilnīgi identiskas sakarības konstatētas arī Stendē iegūtajos rezultātos, tikai ar nedaudz atšķirīgām skaitliskām vērtībām (2.tab.). Viļānos proteīna saturs graudos noteikts tikai 2002.gadā un vidējie rādītāji ir ļoti augsti – 14,4 – 15,0 % (3.tab.). Līdz ar to arī proteīna ieguve no 1 ha pārsniedz pat 1,5 t. Taču slāpekļa mēslojuma izmantošanas kopējās sakarības ir līdzīgas iegūtajām LLU un Stendes izmēģinājumos.

Secinājumi

1. Lielāks ziemas kviešu graudu ražas pieaugums ir slāpekļa mēslojuma normu palielinot līdz N₁₂₀. Ar katru nākošo palielinājuma pakāpi slāpekļa mēslojuma atdeve samazinās.
2. Proteīna saturs un tā ieguve uz platības vienību pieaug līdz ar slāpekļa mēslojuma normas palielināšanos, taču pakāpeniski samazinās iegūtā proteīna daudzuma uz patērētā minerālā slāpekļa vienību.
3. Minerālā slāpekļa izmantošanas koeficients lielā mērā atkarīgs no meteoroloģiskās situācijas veģetācijas periodā, taču pieaugot slāpekļa mēslojuma normai slāpekļa izmantošanas koeficients samazinās.
4. Iekoptās augsnes, atkarībā no veģetācijas perioda rakstura, slāpekļa mēslojuma normu virs N₁₂₀ – 150 (LLU, Stende), bet augsnes ar ļoti augstu trūdvielu saturu (Viļāni) virs N₉₀ lietošana praktiski neattiecas – strauji samazinās iegūto graudu un proteīna daudzums uz patērētā minerālā slāpekļa vienību un samazinās slāpekļa izmantošanas koeficients.

Literatūra

1. Кидин В. В., Замараев А. Г., Дмитриев Н. Н., Урожайность озимой пшеницы и коэффициент использования азота удобрения в зависимости от срока подкормки аммиачной селитрой, Известие ТСХА, выпуск 2, 1990, с. 55 – 61.
2. Baethgen W. E., Alley M. M., Optimizing Soil and Fertilizer Nitrogen Use by Intensively Managed Winter Wheat. I. Crop Nitrogen Uptake, Agronomy Journal, Vol. 81, January - February, 1989, p. 116 – 120.
3. Terman G. L., Yields and Content Of Wheat Grain as Affected by Cultivar, N, and Enviromental Growth Factors, Agronomy Journal, Vol. 71, May – June, 1979, p. 437 – 440.
4. Cox M. C., Qualset C. O., Rains D. W., Genetic Variation for Nitrogen Assimilation and Translocation in Wheat. I. Dry Matter and Nitrogen Accumulation, Crop Science, Vol. 25, May – June, 1985, p. 430 – 435.
5. Z. Gaile, J. Kopmanis, Pētījumi par ziemas kviešu graudu ražību un kvalitāti atkarībā no slāpekļa papildmēslojuma veida un normas (1999. – 2001.), Agronomijas vēstis, Nr. 4, LLU, Jelgava, 2002, 74 – 78 lpp.
6. Ruža A., Katamadze M., Liniņa A., Krotovs M., Maļeckā S., Beināre A., Vītoliņš U. Ziemas kviešu slāpekļa virsmēslojuma diagnostikas vērtējums/Agronomijas Vēstis, Nr.2.-2000.-48.-56.lpp.
7. Ruža A. Linina A. Influence of nitrogen fertilizers on winter wheat varieties zeleny sedimentation volume. Book of proceedings. VII Congress of the European Society for Agronomy. Spain. 2002.- p.371.-374.
8. Strazdina V., S.Malecka, M.Krotovs, A Ruza, Dz.Kreita, A.Linina, M.Katamadze. Winter wheat productivity and grain quality in Latvian agro-climatical conditions. Agriculture Research works of biomedical sciences, agronomy. Lithuanian University of Agriculture.- 2002.-p 35.- 41.
9. Augkopība // Rokasgrāmata / A.Ružas redakcijā.-Latvijas Lauksaimniecības konsultāciju un izglītības atbalsta centrs.-2001.-324 lpp.
10. Johnson J. W., Hargrove W. L., Touchton J. T., Yamazaki W. T., Influence of N Fertilization on Wheat Milling and Baking Quality, Crop Science, Vol. 24, September – October, 1984, p. 904 – 906.
11. G. D. Jackson, J. R. Sims, Comprehensive Nitrogen Fertilizer Management Model for Winter Wheat, Agronomy Journal, Vol. 69, May – June, 1977, p. 373 – 376.
12. V. A. Johnson, A. F. Dreier, P. H. Grabouski, Yield and Protein Responses to Nitrogen Fertilizer of Two Winter Wheat Varieties Differing in Inherent Protein Content of Their Grain, Agronomy Journal, Vol. 65, March – April, 1973, p. 259 – 263.
13. Кидин В. В., Замараев А. Г., Дмитриев Н. Н., Влияние окультуренности почвы и внесения удобрений на урожай и качество зерна озимой пшеницы, Известие ТСХА, выпуск 4, 1991, с. 12 – 16.
14. Cochran V. L., Warner R. L., Papendick R. I., Effect of Depth and Application Rate on Yield, Protein Content, and Quality of Winter Wheat, Agronomy Journal, Vol. 70, November – December, 1978, p. 964 – 968.