

ŽIEMINIŲ IR VASARINIŲ KVIEČIŲ DERLIAUS IR GRŪDŲ KOKYBĖS PRIKLAUSOMUMAS NUO AZOTO TRĄŠŲ NORMŲ

Daiva JANUŠAUSKAITĖ^{1,2}, Vytas MAŠAUSKAS²

¹Lietuvos žemės ūkio konsultavimo tarnyba
Akademija, Dotnuva, Kėdainių rajonas
El. p. daiva.janusauskaite@lzukt.lt

²Lietuvos žemdirbystės institutas
Akademija, Dotnuva, Kėdainių rajonas
El. p. agrochemija@lzi.lt

Santrauka

Lietuvos žemdirbystės institute ir jo padalinuose 1998-2001 m. daryti žieminių ir vasarinių kviečių lauko bandymai bei laboratoriniai cheminės sudėties ir kokybės tyrimai, kurių tikslas – įvertinti grūdų kokybės rodiklių priklausomumą nuo azoto trąšų bei jų paskirstymo ir nustatyti optimalias normas. Bandymai daryti lengvo priemolio karbonatingame glėjiškame rudžemyje (RDg8-k2), sunkaus priemolio karbonatingame glėjiškame rudžemyje (RDg4-k2), lengvo priemolio karbonatingame glėjiškame išplautžemyje (IDg4-k) ir lengvo priemolio nepasotintajame balkšvažemyje (JIn2).

Azoto trąšų efektyvumas beveik visuose javų bandymuose buvo didelis, tačiau nevienodas atskirais metais ir skirtinguose dirvožemiuose. Daugeliu atvejų jį riboja nepalankios meteorologinės sąlygos arba nepakankamas augalų apsaugos priemonių naudojimas palankiais ligoms ir kenkėjams plisti metais. Dėl skirtingų dirvožemio ir meteorologinių sąlygų, lėmusių derliaus duomenų įvairovę tyrimų metais, vienodame tręšimo azotu lygyje nustatyta didelė – 20,1-34,1 % žieminių kviečių ir maža arba vidutinė – 3,0-18,0 % vasarinių kviečių derliaus duomenų variacija.

Straipsnyje pateikiamos iš regresijos lygties, atitinkančios derliaus duomenų ryšį su azoto normomis, apskaičiuotos optimalios azoto trąšų normos, nuo kurių būtų pasiekiamas didžiausias žieminių bei vasarinių kviečių derlius. Taip pat nustatytas koreliacinis ryšys tarp azoto normų ir grūdų kokybės rodiklių bei kokybės rodiklių tarpusavio koreliaciniai ryšiai.

Reikšminiai žodžiai: žieminiai ir vasariniai kviečiai, derlius, azoto trąšos, baltymai, glitimas, glitimo deformacijos indeksas (GDI), kritimo skaičius, sedimentacija.

Įvadas

Lietuvos gamtinės sąlygos yra palankios žemės ūkiui, tačiau šalyje jos gerokai skiriasi dirvožemių įvairumu, nevienodu reljefu, meteorologiniais rodikliais. Tačiau tai netrukdo grūdų ūkio plėtrai, kadangi šalyje yra gilios javų auginimo tradicijos ir patirtis bei gamybinis potencialas. Žemės ūkio ir kaimo plėtros strategijoje numatoma, kad vidutinis javų derlingumas turėtų didėti nuo 3,7 t ha⁻¹ 2004 metais iki 5,5 t ha⁻¹ 2015 metais, mažinant jų plotus nenašiose žemėse ir taikant intensyvias auginimo technologijas specializuotuose našių žemių ūkiuose. Prognozuojamas javų derlingumas sietinas su gera grūdų kokybe. Norint apsaugoti vidaus rinką nuo grūdų importo, reikia ieškoti grūdų cheminę sudėtį ir technologines savybes gerinančių būdų. Svarbu parinkti tinkamas veisles, kurios mūsų šalies sąlygomis subrandintų geresnės kokybės grūdus. Būtina tobulinti registruotų veislių auginimo technologijas, užtikrinančias geresnę grūdų kokybę. Derlingumo didinimui ir kokybės

gerinimui, be agrotechnikos sąlygų, poveikį daro tręšimas, nes trąšos lemia 22-30 % derliaus pokyčių, tuo tarpu sėjomaina – 5-12 %, dirvos paruošimas, cheminė augalų apsauga – 12-24 % /Petraitis ir kt., 2001/.

Daugelyje tyrimų tiek mūsų šalyje, tiek užsienyje nustatyta, kad azoto trąšos – viena iš svarbiausių ir efektyviausių priemonių derliui didinti, kokybei gerinti bei derliaus formavimosi eigai reguliuoti /Rjachovskij, 1995; Demotes-Mainard ir kt., 1999; Ewert, Honermeier, 1999; Šiuliauskas ir kt., 2000/. Tačiau įrodyta, kad azoto trąšų efektyvumas priklauso nuo daugelio veiksnių: meteorologinių sąlygų, dirvožemio turtingumo maisto medžiagų, trąšų formos, naudojimo laiko ir tręšimo kokybės /Vaišvila, 1996; Lapa ir kt., 1998; McKenzie ir kt., 2001; Daniel, Triboi, 2002/. Didelę įtaką azoto trąšų efektyvumui turi žiemos laikotarpis bei nuo vegetacijos atsinaujinimo iki plaukėjimo tarpsnis išlytų kritulių kiekis /Ežerinskienė, 1996/. Kadangi neįmanoma nuspėti pavasarinio tręšimo metu iškrisiančių kritulių kiekio, rekomenduojama, kad pirmoji trąšų norma nebūtų mažesnė už N_{60} , o tolesnė tręšimo azotu taktika turi būti nustatoma pagal dirvožemio ir augalų analizes /Vaišvila, 1996/. Labai daug priklauso nuo auginamos veislės, nes neretai labai derlinga veislė neturi geros grūdų kokybės potencialo. Be to, žinoma, kad skirtingų veislių reakcija į tręšimą bei kitas agrotechnines priemones gali būti skirtinga /Metho ir kt., 1999; Šip ir kt., 2000/.

Didesnes azoto trąšų normas ekonomiškai ir ekologiškai yra išberti per kelis kartus, o vėlesniais tarpsniais tręšti per lapus /Janušauskaitė, 1997; Vizgirdaitė, Šiuliauskas, 1999/. Tręšiant per lapus, intensyviau vyksta fotosintezės procesas, augalai greičiau pasisavina trąšų azotą /Kriščenko, 1992; Rjachovskij, 1995/. Tyrimais nustatyta, kad papildomi tręšimai vėlesniais vystymosi tarpsniais gerina kokybinius rodiklius, kurie sąlygoja grūdų vertę ir panaudojimą /Sylvester-Bradley ir kt., 1997; Lomako, 1998; Saryčeva, 1998; Daniel ir kt., 2000/. Tai baltymai, glitimas ir glitimo kokybės rodiklis – glitimo deformacijos indeksas (GDI), sedimentacija, kritimo skaičius, natūrinis grūdų svoris. Tarp daugelio iš jų yra nustatytas stipresnis ar silpnesnis koreliacinis ryšys /Šip ir kt., 2000; Mašauskienė, 2001; Vagusevičienė, Jakubauskienė, 2002/. Vadinasi, tręšimas azoto trąšomis, turėdamas didesnės ar mažesnės įtakos, keičia visų minėtų kokybinių rodiklių reikšmes. Be abejo, tam įtakos vėlgi turi meteorologinės sąlygos.

Taigi optimali azoto trąšų norma yra labai dinamiška. Kiekvienu atskiru atveju ji gali būti vis kitokia. Šių tyrimų tikslas – įvertinti žieminių ir vasarinių kviečių derlingumo ir grūdų kokybės rodiklių priklausomumą nuo azoto trąšų ir nustatyti optimalias normas vidutinio sunkumo dirvožemiuose.

Tyrimų sąlygos ir metodai

Lauko bandymai LŽI ir jo padaliniuose daryti tradiciniu lauko bandymų metodu. Bandymų dirvožemis Dotnuvoje buvo lengvo priemolio giliau karbonatingas sekliai glėjiškas rudžemis (RDg8-k2), kurio pH buvo 5,5-6,8, humuso – 2,0-2,5 %, P_2O_5 – 124-171 mg kg^{-1} , K_2O – 123-146 mg kg^{-1} (bandymus darė D. Janušauskaitė ir V. Mašauskas). Joniškėlyje bandymų dirvožemis – sunkaus priemolio giliau karbonatingas giliau glėjiškas rudžemis (RDg4-k2), kurio pH buvo 6,4, humuso – 1,3 %, P_2O_5 – 110-145 mg kg^{-1} , K_2O – 215-245 mg kg^{-1} (bandymus darė V. Bagdonienė, I. Krištaponytė). Rumokuose bandymų dirvožemis – lengvo priemolio karbonatingas giliau glėjiškas išplautžemis (IDg4-k), kurio pH buvo 6,7-7,2, humuso – 1,3-2,7 %, P_2O_5 – 137-272 mg kg^{-1} , K_2O – 165-355 mg kg^{-1} (bandymus darė Z. Brazienė). Vėžaičiuose bandymų dirvožemis – lengvo priemolio tipingas nepasotintasis balkšvažemis (JIn2), kurio pH buvo 5,5, humuso – 2,1 %, P_2O_5 – 280 mg kg^{-1} , K_2O – 196 mg kg^{-1} (bandymus darė N. Ežerinskienė). Visų bandymų dirvožemiai pagal

mineralinio azoto kiekį 0-40 cm gylyje buvo mažo azotingumo (28-55 kg ha⁻¹), išskyrus Rumokuose darytų bandymų vidutinio azotingumo dirvožemius (64-73 kg ha⁻¹).

Pagrindiniai tręšimo azoto trąšomis variantai bandymų schemose buvo vienodi: žieminiai kviečiai (iš viso 18 bandymų) – 60, 90, 90+30, 120, 90+30+30, 120+30 kg ha⁻¹; vasariniai kviečiai (iš viso 3 bandymai) – 60, 90, 90+30, 120 ir 120+30 kg ha⁻¹. Žiemkenčiai pavasarį tręšti vegetacijos pradžioje (BBCH 23-25). Žieminiai kviečiai papildomai tręšti bamblėjimo pradžioje (BBCH 31-33), o baigiant bamblėti (BBCH 39-49) buvo purškama 15 % karbamido tirpalu. Vasariniams kviečiams pagrindinė azoto norma atiduota prieš sėją, papildomai tręšta bamblėjimo (BBCH 32-33) tarpsniu. Beveik visuose bandymuose pagal reikalą buvo naudoti herbicidai, insekticidai ir fungicidai.

Bandymų dirvožemių agrocheminiai rodikliai nustatyti LŽI priimtais analizių metodais: humusas – Tiurino metodu, pH_{KCl} – potenciometriniai, N_{min.} – kolorimetriškai, P₂O₅ ir K₂O – A-L metodu. Javų grūdų kokybiniai rodikliai nustatyti tokiais metodais: bendrojo azoto kiekis (N) – Kjeldalio metodu (LST 1523); baltymai apskaičiuoti bendrojo azoto kiekį, nustatytą Kjeldalio metodu, padauginus iš koeficiento 5,7 (kviečiams) (LST 1523); šlapiasis glitimas išplautas rankomis (LST 1522); GDI išmatuotas prietaisu IDK-1M (LST 1522); sedimentacija – Zeleny metodu (LST 1498 ir LST 1517); kritimo skaičius – prietaisu „Falling Number 1600“ (LST ISO 3093). Statistinis grūdų derliaus bei produkcijos kokybės rodiklių įvertinimas bei koreliaciniai ryšiai nustatyti kaip nurodoma specialioje literatūroje /Littl, Chillz, 1981/. Darbe vartoti simboliai: * ir **, jų žymėjimas reiškia: statistiškai patikima esant atitinkamai 95 % ir 99 % tikimybės lygiui; Sx – vidurkio vidutinė kvadratinė paklaida; V% - variacijos koeficientas; F – purkšta fungicidu.

Žieminiams kviečiams bandymuose išbertos fosforo normos įvairavo 0-154, kalio – 0-96 kg ha⁻¹ ribose, vasariniams kviečiams – atitinkamai po 60 ir 60 kg ha⁻¹.

Ekonominiai skaičiavimai atlikti pagal LŽŪM Darbo ekonomikos ir mokymo metodikos tarnybos mechanizuotus agroserviso darbų įkainius. Auginimo išlaidoms bei gautam pelnui skaičiuoti naudotos tyrimų metų trąšų, pesticidų bei bazinių kondicijų grūdų kainos.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Azoto trąšų efektyvumas beveik visuose kviečių bandymuose buvo pakankamai didelis, tačiau nevienodas atskirais metais ir skirtingose vietovėse. Daugeliu atvejų jį riboja nepalankios meteorologinės sąlygos arba nepakankamas augalų apsaugos priemonių naudojimas palankiais ligoms ir kenkėjams plisti metais. Dėl skirtingų dirvožemio, agrotechnikos ir meteorologinių sąlygų, lėmusių derliaus duomenų įvairovę tyrimų metais, vienodame tręšimo azotu lygyje nustatyta didelė – 20,1-34,1 % žieminių kviečių ir maža arba vidutinė – 3,0-18,0 % vasarinių kviečių derliaus duomenų variacija.

Žieminių kviečių pasėlyje nuo N₆₀, N₉₀ ir N₁₂₀ normų gautas atitinkamai vidutinis 1,58±0,146 t ha⁻¹ (V = 39 %), 1,74±0,175 t ha⁻¹ (V = 43 %) ir 2,06±0,197 t ha⁻¹ (V = 41 %) derliaus priedas, kai tuo tarpu be azoto trąšų auginti kviečiai subrandino vidutiniškai 4,15±0,334 t ha⁻¹ (V = 34 %) grūdų derlių (1 lentelė).

Papildomas tręšimas N₃₀ kviečiams pradėjus bamblėti, kai vegetacijos pradžioje buvo išberta N₉₀, matyt, stabdė šalutinių stiebų redukciją ir dėl to kviečių grūdų derlius padidėjo vidutiniškai tik 0,33±0,084 t ha⁻¹ (V = 107 %). Didelė priedo nuo papildomo tręšimo variacija leidžia spręsti, kad tam įtakos turėjo skirtingos dirvožemio bei meteorologinės sąlygos. Vegetacijos pradžioje gausiau – N₁₂₀ – tręštiems kviečiams papildomas tręšimas derliaus dydžiui didesnės įtakos neturėjo.

Palankiais ligoms plisti metais grūdų derlių ir trąšų veiksmingumą įtakoja fungicidų naudojimas.

Žieminių kviečių derliaus ryšį su azoto trąšų normomis visais atvejais aprašė II laipsnio polinomas. Pagal lygtį apskaičiuota skirtingoms veislėms optimali azoto trąšų norma, nuo kurios būtų pasiektas didžiausias grūdų derlius, svyravo nuo 103 kg ha⁻¹ iki 173 kg ha⁻¹, vidutiniais duomenimis buvo 128 kg ha⁻¹, o didžiausias apskaičiuotas vidutinis pelnas būtų gautas patrešus 124 kg ha⁻¹ azoto norma (2 lentelė).

Palankiais ligoms plisti metais grūdų derlių ir trąšų veiksmingumą įtakoja fungicidų naudojimas.

Azoto trąšų efektyvumo priklausomumą nuo azoto trąšų kiekio aprašė atvirkštinė tiesinė lygtis: $y = 33,91 - 0,1374x$; $r = -0,89$. Pagal trejų metų duomenis atitinkančią lygtį apskaičiuota, kad žieminius kviečius tręšiant N₆₀, N₉₀ ir N₁₂₀, 1 kilogramas trąšų azoto duoda atitinkamai 25,7 kg, 21,5 kg ir 17,4 kg grūdų, t.y. mažėja po 4,2-4,1 kilogramo žingsnelį.

Vieni iš svarbiausių grūdų kokybės rodiklių – tai grūdų baltymingumas, miltų sedimentacija ir šlapijojo glitimo kiekis. Nuo baltymų kiekio grūde priklauso ne tik jų maistinė vertė, bet ir technologinės savybės. Iš baltymingų grūdų gaunami geros kokybės miltai bei tešla, iki tam tikrų ribų padidėja duonos tūris ir poringumas. Tyrimuose su keturiomis žieminių kviečių veislėmis nustatyta, kad tarp baltymų kiekio ir duonos tūrio egzistuoja statistiškai patikimas koreliacinis ryšys – $r = 0,65$, pasireiškiantis tais atvejais, kai javai tręšti azotu – NK, NP, NPK ir NPK su mikroelementais /Metho ir kt., 1999/. Superkant maistinius žieminių kviečių grūdus, baltymingumas yra vienas iš rodiklių, pagal kuriuos grūdai priskiriami vienai ar kitai konkrečiai kokybės klasei.

Žinoma, kad daug glitimo turintys grūdai ne visada pasižymi geromis technologinėmis savybėmis. Tam įtakos turi į glitimo sudėtį įeinančių baltymų - α -, β -, γ - bei ω -gliadinų santykis. Gliadinai sudaro apie 40 % visų grūdo baltymų, todėl jų proporcijos grūdo glitime yra labai svarbios. Kaip ir kitiems baltymams, taip ir gliadinams didelį poveikį daro aplinkos sąlygos – oro temperatūra kviečiams peržydėjus, drėgmės režimas bei tręšimas azotu /Triboi, Triboi-Blondel, 2001; Daniel, Triboi, 2002/. Literatūroje nurodoma, kad didėjant temperatūrai ir azoto normai, didėja baltymų, tarp jų ir gliadinų, procentas miltuose; tačiau jų kiekis grūduose buvo skirtingai įtakojamas temperatūros ir azoto trąšų: aukšta temperatūra mažino, o azoto trąšos didino baltymų, taigi ir gliadinų, kiekį grūduose. Nevienodai temperatūra ir azoto trąšos veikia anksčiau minėtų α -, β -, γ - bei ω - gliadinų proporcijas bendrame jų kiekyje /Daniel, Triboi, 2000/. Tai galima paaiškinti tuo, jog pakankamai daug glitimo turintys grūdai pasižymi skirtingomis technologinėmis savybėmis – glitimo kokybe ir sedimentacija.

1 lentelė. Azoto trąšų įtaka žieminių kviečių derliui
Table 1. Effects of nitrogen fertilizers on winter wheat yield
 1998-2001 m.

Metai Year	Veislė Variety	Vietovė Location	Grūdų derlius (t ha ⁻¹) tręšiant N kg ha ⁻¹ Grain yield (t ha ⁻¹) at fertilization N kg ha ⁻¹					
			0	60	90	120	90+30	120+30
1998	‘Zentos’	Dotnuva	3,95	6,27	6,61	6,74	7,29	7,47 ¹⁾
	‘Širvinta’	Dotnuva	3,48	5,55	5,89	6,52	6,60	6,95 ¹⁾
	‘Jubiliatka’	Dotnuva	3,55	6,16	6,69	7,47	7,50	7,76 ¹⁾
	‘Portal’	Dotnuva	4,35	6,57	6,93	7,09	7,59	7,83 ¹⁾
1998		x ± Sx	3,83±	6,14±	6,53±	6,96±	7,24±	7,50¹⁾±
			0,201	0,214	0,334	0,208	0,224	0,200
		V %	10,5	7,0	6,9	6,0	6,2	5,3
1999	‘Zentos’+F	Dotnuva	6,10	6,47	6,27	6,44	6,40	6,39
	‘Zentos’	Dotnuva	3,14	4,34	4,46	4,79	4,80	4,90 ¹⁾
	‘Zentos’	Joniškėlis	2,44	4,42	4,82	4,84	5,03	4,79
	‘Zentos’+F	Rumokai	3,69	5,74	5,61	6,12	6,42	5,92
	‘Širvinta’	Dotnuva	4,00	5,06	5,42	5,60	5,62	5,58 ¹⁾
	‘Jubiliatka’	Dotnuva	3,32	4,58	5,43	5,55	5,03	5,22 ¹⁾
	‘Portal’	Dotnuva	3,53	4,49	4,93	5,01	4,69	5,14 ¹⁾
	‘Maskovskaja nizk.’+F	Vėžaičiai	3,46	4,65	4,89	5,18	5,14	4,86
1999		x ± Sx	3,71±	4,97±	5,23±	5,44±	5,39±	5,49±
			0,378	0,268	0,201	0,213	0,243	0,396
		V %	28,8	15,3	10,9	11,1	12,7	14,4
		x ± Sx						5,21¹⁾±0,141
		V %					5,4	
2000	‘Zentos’+F×3+I	Dotnuva	7,37	9,18	8,84	9,07	9,61	8,69
	‘Zentos’+F	Rumokai	4,07	5,08	4,87	5,14	4,92	4,99
	‘Zentos’+F	Joniškėlis	3,9	5,2	5,1	5,7	5,3	5,6
2000		x ± Sx	5,11±	6,49±	6,27±	6,64±	6,61±	6,43±
			1,129	1,347	1,287	1,227	1,504	1,145
		V %	38,3	36,0	35,5	32,0	39,4	30,9
2001	‘Zentos’+F×3k+I	Dotnuva	7,62	8,58	8,63	8,75	8,93	9,13
	‘Zentos’+F	Rumokai	3,19	5,47	5,13	5,61	5,16	5,45
	‘Bussard’+F	Joniškėlis	3,6	5,3	5,5	6,1	6,0	5,9
2001		x ± Sx	4,80±	6,45±	6,42±	6,82±	6,70±	6,83±
			1,413	1,066	1,110	0,975	1,143	1,159
		V %	51,0	28,6	30,0	24,8	29,6	29,4
1998-2001		x ± Sx	4,15±	5,73±	5,89±	6,21±	6,22±	6,17±
			0,334	0,318	0,295	0,294	0,343	0,485
		V %	34,1	23,5	21,2	20,1	23,4	24,8
		x ± Sx						6,36¹⁾±0,448
		V %					19,9	

P a s t a b a . ¹⁾ – tręšta N₁₂₀, purkšta fungicidais ir retardantais
 Note . ¹⁾ – fertilized by N₁₂₀, sprayed with fungicides and retardants

2 lentelė. Žieminių kviečių derliaus (y , t ha⁻¹) ryšys su azoto trąšų normomis (x , kg ha⁻¹)

Table 2. The relationship between winter wheat yield (y , t ha⁻¹) and nitrogen fertilizer rates (x , kg ha⁻¹)

Metai <i>Year</i>	Vietovė <i>Location</i>	Veislė <i>Variety</i>	Regresijos lygtis <i>Regression equation</i>	x opt. <i>x opt.</i>	η	dx_y , %
1998	Dotnuva	‘Zentos’	$y=3,97+0,0481x-0,000191 x^2$	126	0,99**	97
1998	Dotnuva	‘Širvinta’	$y=3,50+0,0385x-0,000111 x^2$	173	0,99**	99
1998	Dotnuva	‘Jubiliatka’	$y=3,57+0,0495x-0,000143 x^2$	173	0,99**	99
1998	Dotnuva	‘Portal’	$y=4,36+0,0495x-0,000225 x^2$	110	0,99**	99
		Vid. metų <i>Avg. year</i>	$y=3,85+0,0464x-0,000168x^2$	138	0,99**	98
1999	Dotnuva	‘Zentos’+F	$y=6,12+0,0052x-0,000024 x^2$	108	0,81	65
1999	Dotnuva	‘Zentos’	$y=3,16+0,0230x-0,000079 x^2$	146	0,99*	99
1999	Joniškėlis	‘Zentos’	$y=2,45+0,0430x-0,000184 x^2$	117	0,99**	99
1999	Rumokai	‘Zentos’+F	$y=3,71+0,0405x-0,000169 x^2$	120	0,97*	94
1999	Dotnuva	‘Širvinta’	$y=4,00+0,0223x-0,000073 x^2$	153	0,99**	99
1999	Dotnuva	‘Jubiliatka’	$y=3,29+0,0325x-0,000128 x^2$	127	0,96	92
1999	Dotnuva	‘Portal’	$y=3,52+0,0240x-0,000106 x^2$	113	0,97*	95
1999	Vėžaičiai	‘Mask. nizk.+F	$y=3,44+0,0278x-0,000119 x^2$	117	0,99**	98
		Vid. metų <i>Avg. year</i>	$y=3,61+0,0281x-0,000114 x^2$	123	0,96**	92
2000	Dotnuva	‘Zentos’+F+H	$y=7,40+0,0362x-0,000175 x^2$	103	0,92*	85
2000	Rumokai	‘Zentos’+F	$y=4,14+0,0141x-0,000048 x^2$	147	0,87*	76
2000	Joniškėlis	‘Zentos’+F	$y=3,93+0,0236x-0,0000897 x^2$	133	0,95**	90
		Vid. metų <i>Avg. year</i>	$y=5,17+0,0250x-0,000106 x^2$	118	0,91**	83
2001	Dotnuva	‘Zentos’+F×3k	$y=7,65+0,0172x-0,000059 x^2$	146	0,95**	91
2001	Rumokai	‘Zentos’+F	$y=3,29+0,0403x-0,000183 x^2$	110	0,94*	89
2001	Joniškėlis	‘Bussard’+F	$y=3,60+0,0352x-0,00013 x^2$	135	0,99**	98
		Vid. metų <i>Avg. year</i>	$y=4,80+0,0308x-0,000123 x^2$	125	0,96**	92
Vid. 1998-2001 metų <i>Avg. 1998-2001 year</i>			$y=4,10+0,0325x-0,000127 x^2$	128	0,96**	92

Šiuose tyrimuose grūdų kokybė buvo nulemta ne vien tik tręšimo, bet ir meteorologinių sąlygų – šilumos ir drėgmės režimų bei saulės apšvitos trukmės. Baltymingiausias ir daugiausiai glitimo turinčius grūdus kviečiai subrandino 1999 ir 2001 metais, kadangi liepos mėnesį grūdų nokimo metu buvo daugiau saulėtų dienų, o vidutinė oro temperatūra buvo keliais laipsniais aukštesnė nei šių rodiklių daugiamečiai vidurkiai. Vidutiniais duomenimis, dėl skirtingų dirvožemio, agrotechnikos bei meteorologinių sąlygų vienodomis azoto trąšų normomis tręštų kviečių baltymų kiekio variacijos laipsnis buvo vidutinis – 9,2-12,7 %.

Azoto trąšos beveik visais atvejais didino grūdų baltymingumą. Vidutiniškai nuo 60, 90 ir 120 kg ha⁻¹ azoto normų baltymingumas padidėjo atitinkamai 0,9±0,14, 1,7±0,18 ir 2,6±0,18 proc. vnt., glitimas – 2,9±0,59, 5,3±0,59 ir 8,9±0,70 proc. vnt. Papildomas

tręšimas N₃₀ bamblių pradžioje, palyginus su vegetacijos pradžioje N₉₀ ir N₁₂₀ tręštais kviečiais, baltymingumą padidino vidutiniškai po 0,7±0,13 proc. vnt., o glitimą – 0,7-2,8 proc. vnt. (3 lentelė).

3 lentelė. Azoto trąšų įtaka žieminių kviečių grūdų kokybės rodikliams

Table 3. Effects of nitrogen fertilizers on winter wheat grain quality indicators 1998-2001 m.

Metai Year	Vidurkis ± vid. paklaida Average mean arear	Tręšta N kg ha ⁻¹ / Fertilization N kg ha ⁻¹					
		0	60	90	120	90+30	120+30
Baltymų kiekis % / Protein content %							
1998	x ± Sx	8,9±0,17	9,6±0,25	10,4±0,25	11,3±0,05	11,1±0,12	11,6±0,35
	V %	3,8	5,4	4,8	0,9	2,2	6,1
1999	x ± Sx	10,2±0,32	11,4±0,40	12,3±0,39	13,3±0,32	13,2±0,35	13,6±0,52
	V %	9,1	10,0	8,9	6,8	7,6	7,6
2000	x ± Sx	9,4±0,83	10,3±0,98	11,3±0,90	12,4±1,08	12,1±0,64	12,8±1,13
	V %	15,4	16,5	13,9	15,2	9,1	15,3
2001	x ± Sx	11,7±0,48	11,9±0,06	12,0±0,33	12,8±0,12	12,8±0,45	13,5±0,47
	V %	7,1	0,8	4,8	1,6	6,1	6,0
Vid. 3 m.	x± Sx	10,0±0,30	10,9±0,30	11,7±0,29	12,6±0,28	12,4±0,27	13,3±0,39
Avg. 3 years	V %	12,7	11,8	10,6	9,4	9,4	9,2
Glitimas % / Gluten %							
1998	x ± Sx	14,8±0,85	17,9±1,04	19,4±0,52	23,4±0,44	22,9±0,40	23±1,03
	V %	11,5	11,7	5,4	3,8	3,5	8,6
1999	x ± Sx	18,9±1,09	22,6±1,40	25,3±1,21	28,9±0,97	28,1±1,01	28,8±1,62
	V %	16,4	17,6	13,5	9,4	10,2	11,2
2000	x ± Sx	15,0±1,85	17,9±2,60	21,6±2,13	24,9±2,91	24,7±2,02	25,2±2,00
	V %	21,5	25,2	17,1	20,3	14,2	13,7
2001	x ± Sx	21,0±1,33	21,5±0,57	23,2±0,76	26,2±0,68	24,9±0,83	28,1±0,22
	V %	11,0	4,6	5,7	4,5	5,8	1,3
Vid. 3 m.	x± Sx	17,7±0,82	20,6±0,91	23,0±0,84	26,6±0,81	25,8±0,75	27,5±0,93
Avg. 3 years	V %	19,6	18,7	15,5	13,0	12,2	10,7
Sedimentacija cm ³ / Sedimentation cm ³							
1998	x ± Sx	19±1,9	23±3,3	26±4,1	31±5,0	31±5,2	33±5,3
	V %	19,6	28,8	32,1	32,2	33,6	31,9
1999	x ± Sx	32±3,6	40±5,2	47±5,6	54±5,7	53±5,8	55±6,7
	V %	31,9	36,5	33,4	29,8	30,3	24,7
2000	x ± Sx	32±3,7	40±5,5	47±8,3	55±8,0	54±8,1	56±7,7
	V %	19,9	23,8	30,8	24,9	25,9	23,6
2001	x ± Sx	39±2,9	41±3,6	47±5,0	53±6,2	55±5,8	60±4,9
	V %	12,8	15,2	18,7	20,0	18,2	14,2
Vid. 3 m	x± Sx	30±2,3	36±3,0	42±3,6	49±3,8	49±3,8	57±3,5
Avg. 3 years	V %	32,6	35,3	35,9	33,0	33,1	19,5

Papildomas tręšimas per lapus N_{30} (15 % karbamido tirpalu), kviečiams baigiant bamblėti, davė didžiausią, tačiau labai skirtingą atskirais metais ir skirtingose dirvožemio bei klimatinėse sąlygose tiek baltymų, tiek glitimo priedą, palyginus su netręštais kviečiais – atitinkamai $0,44 \pm 0,15$ proc. vnt. ir $2,1 \pm 0,61$ proc. vnt.

Dėl skirtingų klimatinių, agrotechninių sąlygų bei auginamų veislių GDI variacija tiek atskirų metų, tiek vidutiniais duomenimis, buvo nedidelė arba vidutinė. Nuo tręšimo azoto tręšomis GDI kiek blogėjo, tačiau visos rodiklio reikšmės buvo mažesnės už kokybės reikalavimą neviršyti 100 vnt.

Vidutiniais duomenimis, be azoto tręšų augintų kviečių sedimentacija siekė $30 \pm 2,3$, o dėl skirtingų veislių bei meteorologinių sąlygų duomenų variacija buvo labai didelė – $V=32,6$ %. Tręšimas azoto tręšomis šį rodiklį didino. Nuo N_{60} , N_{90} ir N_{120} sedimentacija padidėjo vidutiniškai 6, 12 ir 19 cm^3 . Skirtinguose tręšimo lygiuose išliko didelė sedimentacijos duomenų variacija ir siekė 33,0-35,9 % (3 lentelė).

Dar vienas svarbus grūdų kokybės rodiklis – kritimo skaičius. Superkamiems kviečių grūdams kritimo skaičius turi būti ne mažiau kaip 200 sekundžių. Tyrimų metais kritimo skaičius visų veislių grūduose atitiko standarto keliamus reikalavimus – buvo didesnis nei 200 s. Atskirų metų bei vidutinių duomenų variacija buvo vidutinė. Tyrimuose Anglijoje nustatyta, kad 67,1 % kritimo skaičiaus reikšmių variacijos priklauso nuo neigiamos rugpjūčio mėn. kritulių kiekio įtakos ir teigiamos birželio bei rugpjūčio mėn. vidutinės temperatūros įtakos, taip pat ir nuo augalų tręšimo azotu /Smith, Gooding, 1996/. Tręšiant azoto tręšomis, pailgėja vegetacijos trukmė, o tai gali įtakoti amilazių grupės fermentų veiklą, t. y. kritimo skaičių.

Šiuose bandymuose be tręšų augintų kviečių kritimo skaičius buvo mažiausias. Azoto tręšos jį didino, tačiau ne visais atvejais proporcingai jų normoms.

Koreliacijos metodu įvertintas žieminių kviečių kokybės rodiklių ryšys su azoto tręšų normomis (4 lentelė). Tarp žieminių kviečių kokybės rodiklių ir azoto tręšų normų nustatyta tiesinė priklausomybė, nes antrojo laipsnio parabolės lygties kvadratinio nario regresijos koeficientai buvo labai nedideli arba patikimi žemesniame nei 95 % tikimybės lygyje. Baltymų, glitimo ir sedimentacijos rodiklių koreliacija su azoto tręšomis daugeliu atvejų buvo stipri ir patikima 95 % arba 99 % tikimybės lygyje, tuo tarpu GDI ir kritimo skaičiaus verčių koreliacija su azoto normomis daugeliu atvejų buvo mažesnio stiprumo bei patikimumo. Vidutiniais ketverių metų duomenimis, azoto tręšos lėmė 44 % baltymų, 49 % glitimo ir 26 % sedimentacijos duomenų variacijos, tuo tarpu glitimo kokybės ir kritimo skaičiaus – atitinkamai tik 4 % ir 7 %.

Nustatyta bandymuose augintų veislių žieminių kviečių grūdų kokybės rodiklių tarpusavio koreliacija (5 lentelė). Baltymų ir glitimo kiekio koreliacija tiek atskiruose bandymuose, tiek vidutinių metų duomenų buvo tiesioginė ir stipri bei daugumoje atvejų patikima 99 % tikimybės lygyje. Panašaus stiprumo ir patikimumo tiesioginis koreliacinis ryšys buvo tarp grūdų baltymingumo ir sedimentacijos rodiklio. Didesnį baltymų kiekį sukaupę grūdai pasižymi didesne miltų sedimentacija. Vidutiniais duomenimis, nuo grūdų baltymingumo priklauso 66 % sedimentacijos reikšmių variacijos. Koreliacija tarp grūdų baltymingumo ir kritimo skaičiaus savo stiprumu buvo labai įvairi (nuo silpnos iki stiprios), 50 % tirtų atvejų – statistiškai nepatikima. Vidutiniais duomenimis, ryšys buvo silpnas, tačiau patikimas – $r = 0,24^*$.

4 lentelė. Žieminių kviečių baltymingumo, glitimo kiekio, glitimo kokybės, kritimo skaičiaus ir sedimentacijos rodiklių tiesinės koreliacijos su azoto trąšų normomis koeficientai

Table 4. *Coefficients of linear correlations of winter wheat protein, gluten content, gluten quality, falling number and sedimentation indicators with nitrogen fertilizer rates*

Metai <i>Year</i>	Vietovė <i>Location</i>	Veislė <i>Variety</i>	Rodikliai / <i>Indicators</i>				
			baltymai % <i>protein</i> %	glitimas % <i>gluten</i> %	glitimo kokybė GDI vnt <i>gluten</i> <i>quality</i> <i>GDI</i> <i>units</i>	sedimen- tacija cm ³ <i>sedimen-</i> <i>tation</i> <i>cm³</i>	kritimo skaičius <i>s</i> <i>falling</i> <i>number</i> <i>s</i>
1998	Dotnuva	‘Zentos’	0,92*	0,92*	-0,12	0,96**	0,16
1998	Dotnuva	‘Širvinta’	0,93*	0,90*	0,93*	0,94*	0,85
1998	Dotnuva	‘Jubiliatka’	0,96**	0,97**	0,68	0,80	0,92*
1998	Dotnuva	‘Portal’	0,97**	0,98**	-0,25	0,95*	0,97**
Vid. metų / <i>Avg. year</i>			0,92**	0,91**	0,10	0,52*	0,26
1999	Dotnuva	‘Zentos’ + F	0,97**	0,95**	0,77	0,88*	0,93**
1999	Dotnuva	‘Zentos’	0,97**	0,98**	0,28	0,98**	0,99**
1999	Joniškėlis	‘Zentos’	0,94**	0,97**	0,17	0,94**	0,96*
1999	Rumokai	‘Zentos’ + F	0,98**	0,99**	0,84*	0,91*	0,94**
1999	Dotnuva	‘Širvinta’	0,96**	0,99**	0,006	0,96**	0,94*
1999	Dotnuva	‘Jubiliatka’	0,99**	0,98**	0,98**	0,99**	0,92*
1999	Dotnuva	‘Portal’	0,98**	0,99**	0,18	0,98**	0,35
1999	Vėžaičiai	‘Mask.nizk.’+F	0,98**	0,94**	0,96**	0,92**	0,94**
Vid. metų / <i>Avg. year</i>			0,77**	0,76**	0,25	0,52**	0,31*
2000	Dotnuva	‘Zentos’+ F+I	0,96**	0,96**	0,73	0,97*	0,61*
2000	Rumokai	‘Zentos’+ F	0,96**	0,90*	0,89*	0,90*	0,83*
2000	Joniškėlis	‘Zentos’+ F	0,97**	0,96**	0,90*	0,98**	0,81*
Vid. metų / <i>Avg. year</i>			0,66**	0,75**	0,63**	0,65**	0,61**
2001	Dotnuva	‘Zentos’+F×3k.+I	0,83*	0,96**	0,93**	0,97*	0,17
2001	Rumokai	‘Zentos’+ F	0,64	0,73	-0,32	0,87*	0,92*
2001	Joniškėlis	‘Bussard’+ F	0,92*	0,86*	0,27	0,89*	0,70
Vid. metų / <i>Avg. year</i>			0,70**	0,84**	0,19	0,69**	0,32
Vid. 1998-2001 metų <i>Avg. 1998-2001 year</i>			0,66**	0,70**	0,20*	0,51**	0,26**

Sedimentacija puikiai koreliuoja ir su glitimo kiekiu grūduose (6 lentelė). Ryšys tarp minėtų rodiklių tiesioginis ir beveik visais atvejais patikimas aukštesniame nei 95 % tikimybės lygyje.

Čekų tyrimų duomenys su septyniomis žieminių kviečių veislėmis taip pat patvirtina tai, jog Zeleny metodu nustatytos sedimentacijos reikšmės dėl azoto trąšų poveikio patikimai teigiamai koreliuoja su baltymų ir glitimo kiekiu /Šip ir kt., 2000/. Tačiau palyginti mažesni koreliaciniai ryšiai tyrėjai nustatė tarp kritimo skaičiaus reikšmių, 1000 grūdų masės ir kitų grūdų kokybės savybių.

5 lentelė. Žieminių kviečių grūdų baltymingumo ryšio tarp glitimo kiekio, sedimentacijos ir kritimo skaičiaus tiesinės koreliacijos koeficientai

Table 5. Linear correlation coefficients of winter wheat grain protein content relationship between gluten, content, sedimentation and falling number

Metai Year	Vietovė Location	Veislė Variety	Ryšys tarp / Relationship between		
			baltymų (%) ir glitimo (%) protein (%) and gluten (%)	baltymų (%) ir sedimentacijos (cm ³) protein (%) and sedimentation (cm ³)	baltymų (%) ir kritimo skaičiaus (s) protein (%) and falling number (s)
1998	Dotnuva	‘Zentos’	1,00**	0,99**	0,04
1998	Dotnuva	‘Širvinta’	0,95*	0,95*	0,66
1998	Dotnuva	‘Jubiliatka’	0,93*	0,83	0,99**
1998	Dotnuva	‘Portal’	0,99**	0,91*	0,93*
Vid. metų / Avg. year			0,96**	0,48*	0,23
1999	Dotnuva	‘Zentos’ + F	0,98**	0,90*	0,88*
1999	Dotnuva	‘Zentos’	0,91*	0,98**	0,92*
1999	Joniškėlis	‘Zentos’	0,99**	0,99**	0,86*
1999	Rumokai	‘Zentos’ + F	0,99**	0,95**	0,87*
1999	Dotnuva	‘Širvinta’	0,99**	0,94*	0,96**
1999	Dotnuva	‘Jubiliatka’	0,95*	1,00**	0,95*
1999	Dotnuva	‘Portal’	0,97**	0,99**	0,27
1999	Vėžaičiai	‘Mask.nizk.’+F	0,98**	0,97**	0,88*
Vid. metų / Avg. year			0,92**	0,80**	0,25
2000	Dotnuva	‘Zentos’ F+I	0,99**	0,96**	0,52
2000	Rumokai	‘Zentos’ + F	0,98**	0,92**	0,76
2000	Joniškėlis	‘Zentos’ + F	0,96**	0,96**	0,90*
Vid. metų / Avg. year			0,96**	0,96**	0,80**
2001	Dotnuva	‘Zentos’+F×3k.+I	0,92**	0,80*	0,34
2001	Rumokai	‘Zentos’+ F	0,91*	0,93**	0,59
2001	Joniškėlis	‘Bussard’+ F	0,95**	0,98**	0,40
Vid. metų / Avg. year			0,78**	0,45	-0,11
Vid. 1998-2001 metų Avg. 1998-2001 year			0,93**	0,81**	0,24*

Sedimentacijos ryšys su glitimo deformacijos indeksu buvo nuo silpno iki stipraus, tačiau daugeliu atvejų mažesniame nei 95 % tikimybės lygyje. 1/3 atvejų, taip pat ir vidutiniai duomenys rodo atvirkštinį ryšį. Vidutiniais duomenimis, šį ryšį nusako koreliacijos koeficientas $r = -0,23^*$. Vadinasi, tampresnį ir elastingesnį glitimą (su mažiau GDI vienetų) turės didesne sedimentacija pasižymintys kviečiai.

Glitimo kiekio ir jo kokybės ryšys buvo nuo silpno iki stipraus, dviem atvejais atvirkštinis, visais kitais – tiesioginis, tačiau tik 8 atvejais (arba 36,4 %) statistiškai patikimas (6 lentelė). Vidutiniais duomenimis, ryšys buvo patikimas 95 % tikimybės lygyje, tačiau labai silpnas – $r = 0,20^*$.

6 lentelė. Žieminių kviečių grūdų kokybės rodiklių tarpusavio ryšio koreliacijos koeficientai
Table 6. Correlation coefficients of the relationship between winter wheat grain quality indicators

Metai Year	Vietovė Location	Veislė Variety	Ryšys tarp / Relationship between		
			sedimentacijos (cm ³) ir glitimo (%) <i>sedimentation (cm³) and gluten (%)</i>	sedimentacijos (cm ³) ir glitimo kokybės GDI (vnt.) <i>sedimentation (cm³) and gluten quality GDI (vnt.)</i>	glitimo (%) ir glitimo kokybės GDI (vnt.) <i>gluten (%) and gluten quality GDI (units)</i>
1998	Dotnuva	‘Zentos’	0,99**	0,02	0,10
1998	Dotnuva	‘Širvinta’	0,99**	0,91*	0,89*
1998	Dotnuva	‘Jubiliatka’	0,87*	0,53	0,71
1998	Dotnuva	‘Portal’	0,94*	-0,36	-0,19
Vid. metų / Avg. year			0,42	-0,62**	0,19
1999	Dotnuva	‘Zentos’ + F	0,95**	0,55	0,76
1999	Dotnuva	‘Zentos’	0,95*	0,29	0,44
1999	Joniškėlis	‘Zentos’	0,99**	0,27	0,26
1999	Rumokai	‘Zentos’ + F	0,89*	0,77	0,91*
1999	Dotnuva	‘Širvinta’	0,96**	-0,24	-0,04
1999	Dotnuva	‘Jubiliatka’	0,95*	0,95*	0,97**
1999	Dotnuva	‘Portal’	0,98**	0,01	0,20
1999	Vėžaičiai	‘Mask.nizk.’+F	0,97**	0,89*	0,87*
Vid. metų / Avg. year			0,66**	-0,30*	0,24
2000	Dotnuva	‘Zentos’ F+I	0,97**	0,71	0,82*
2000	Rumokai	‘Zentos’ + F	0,94**	0,69	0,67
2000	Joniškėlis	‘Zentos’ + F	0,99**	0,85*	0,82*
Vid. metų / Avg. year			0,97**	0,51*	0,56*
2001	Dotnuva	‘Zentos’+F×3k.+I	0,93**	0,84*	0,96**
2001	Rumokai	‘Zentos’+ F	0,92**	-0,14	0,20
2001	Joniškėlis	‘Bussard’+ F	0,95**	0,23	0,48
Vid. metų / Avg. year			0,80**	0,55*	0,43
Vid. 1998-2001 metų Avg. 1998-2001 year			0,72**	-0,23*	0,20*

Vidutiniais duomenimis, netręšti azoto trąšomis žieminiai kviečiai sukaupe 63±5,6 kg ha⁻¹ bendrojo azoto. Daugiausiai N_{bendrojo} sukaupe 120 kg ha⁻¹ azoto norma tręšti kviečiai – 116±4,6 kg ha⁻¹. Vidutinis bendrojo azoto derliaus priedas nuo N_{60,90,120} siekė atitinkamai 29±2,1, 39±2,8 ir 53±3,2 kg ha⁻¹, t.y. azoto trąšos žieminių kviečių grūdų derliuje sukauptą bendrąją azotą padidino 46-84 %. N_{bendrojo} derliaus priedo verčių variacija tyrimų metais buvo didelė ir siekė 25,5-30,5 %. Papildomas tręšimas labiau įtakojo N_{bendrojo} sukauptimą derliuje tuo atveju, kai vegetacijos pradžioje kviečiai buvo tręšti 90 kg ha⁻¹ azoto norma – gautas 14 kg ha⁻¹ priedas, arba 4-14 % daugiau. Grūduose sukaupto bendrojo azoto priklausomumą nuo azoto trąšų normos aprašė tiesinė lygtis (vidutinius duomenis – y = 65,27+0,4059x). Tarp azoto trąšų normos ir N_{bendrojo} visais atvejais nustatyta stipri

tiesioginė koreliacija, patikima 99 % tikimybės lygyje. Vidutiniais duomenimis, azoto trąšų normą padidinus 10 kg ha⁻¹, bendrojo azoto sukaupiama 4,1 kg, arba 4,6 % daugiau nuo pradinio kiekio.

Pelno vidutinių duomenų priklausomumą nuo azoto trąšų normos aprašė antros eilės parabolė: $y = 280,71 + 11,5031x - 0,0462 x^2$, $\eta = 0,58^{**}$. Didžiausią pagal lygtį apskaičiuotą pilną žieminiai kviečiai būtų davę patrešti 124 kg ha⁻¹ azoto norma.

Vasarinių kviečių bandymai daryti Joniškėlio bandymų stotyje, mažo rūgštumo arba neutralokame, mažo azotingumo ir fosforingumo, tačiau didelio kalingumo dirvožemyje. Auginti 'Nandu' veislės kviečiai. Augalų apsaugos nuo kenkėjų priemonės naudotos tik 2001 metais. Azoto trąšos visais atvejais patikimai didino grūdų derlių, tačiau jų veiksmingumas tyrimų metais buvo nevienodas. Didžiausias jis buvo 1999 metais. 2001 metais trąšų veiksmingumas buvo 33-51 %, o 2000 metais – 44-57 % mažesnis. Mažiausią derliaus priedą ir trąšų efektyvumą 2000 metais galėjo lemti vegetacijos metu netolygiai pasiskirstęs kritulių kiekis: gegužės mėnesį iškrito 54 %, o birželio – tik 30 % kritulių daugiamečio vidurkio. Tokios sąlygos galėjo padidinti šalutinių stiebų bei grūdų užuomazgų varpose redukciją.

Azotu netrešti vasariniai kviečiai išaugino vidutinį 2,61±0,27 t ha⁻¹ grūdų derlių. Derlius patikimai didėjo tik nuo N₆₀ ir N₉₀ – gautas vidutinis derliaus priedas – atitinkamai 0,93±0,26 t ha⁻¹ (V = 49 %) ir 1,40±0,28 t ha⁻¹ (V = 35 %) (7 lentelė). Papildomas tręšimas N₃₀ kviečiams bambelėjant grūdų derliaus nedidino.

7 lentelė. Azoto trąšų įtaka vasarinių kviečių derliui

Table 7. Effects of nitrogen fertilizers on spring wheat yield
1999-2001 m.

Metai Year	Derlius t ha ⁻¹ tręšiant N kg ha ⁻¹ / Yield t ha ⁻¹ at fertilization N kg ha ⁻¹					
	0	60	90	90+30	120	120+30
1999	2,07	3,53	4,03	4,00	4,03	3,90
2000	2,81	3,44	3,85	3,72	3,91	3,71
2001	2,94	3,65	4,16	4,20	4,25	4,11
x ± Sx	2,61±0,27	3,54±0,06	4,01±0,09	3,97±0,14	4,06±0,10	3,91±0,12
V %	18,0	3,0	3,9	6,1	4,2	5,1

Pagal antrojo laipsnio parabolės lygtį, atitinkančią vasarinių kviečių derliaus ryšį su azoto trąšų norma, apskaičiuota vidutinė trąšų norma, kuria tręšiant pasiekiamas didžiausias derlius, buvo 116 kg ha⁻¹ (8 lentelė), o didžiausias pagal lygtį $y = -129,51 + 7,1531x - 0,0304 x^2$; ($\eta = 0,87^{**}$) apskaičiuotas pilnas būtų gautas tręšiant beveik tokia pat – 118 kg ha⁻¹ azoto norma.

Azoto trąšų efektyvumo ryšį su trąšų kiekiu aprašė tiesinė lygtis $y=24,46-0,0364x$; $r = -0,90^*$. Koreliacinis ryšys buvo atvirkštinis ir stiprus, tik vienu atveju patikimas žemesniame nei 95 % tikimybės lygyje. Pagal trejų metų duomenis atitinkančią lygtį apskaičiuota, kad vasarinius kviečius tręšiant N₆₀, N₉₀ ir N₁₂₀, už 1 kilogramą trąšų azoto gauta atitinkamai 22,3 kg, 21,2 kg ir 20,1 kg grūdų, t.y. skirtinguose tręšimo lygiuose trąšų veiksmingumas mažėja 1,1 kg grūdų už kg trąšų azoto.

Tręšimas azoto trąšomis nevienodai įtakoją grūdų kokybės rodiklius. Azoto trąšos didino grūdų baltymingumą, glitimą ir sedimentaciją. Tręšiant N_{60,90} ir N₁₂₀, baltymų sukaupta daugiau atitinkamai 0,8±0,37, 1,0±0,31 ir 1,4±0,84 proc.vnt., glitimo – 1,6±0,75, 2,5±0,33 ir 4,1±1,71 proc.vnt., sedimentacijos – 4, 7 ir 14 cm³ (9 lentelė). Papildomas

tręšimas N₃₀ efektyvus minėtų rodiklių atžvilgiu buvo tik tuomet, kai pavasarį kviečiai buvo tręšti N₉₀ ir nuo jo baltymingumas padidėjo 0,8±0,44 proc. vnt., glitimas – 2,0±0,32 proc. vnt. ir sedimentacija – 7±2,3 cm³.

8 lentelė. Vasarinių kviečių derliaus (y, t/ha) ryšys su azoto trąšų normomis (x, kg/ha)

Table 8. The relationship between spring wheat yield (y, t ha⁻¹) and nitrogen fertilized rates (x, kg ha⁻¹)

1999-2000 m.

Metai Year	Regresijos lygtis Regression equation	x opt. x opt.	η	dxy, %
1999	y=1,98+0,0357x-0,000153 x ²	117	0,99**	87
2000	y=2,46+0,0186x-0,0000874 x ²	106	0,96*	91
2001	y=2,87+0,0215x-0,000086 x ²	125	0,98**	97
3 metų 3 years	y=2,46+0,0257x-0,0001105x ²	116	0,98**	96

9 lentelė. Azoto trąšų įtaka vasarinių kviečių grūdų kokybės rodikliams

Table 9. Effects of nitrogen fertilizers on spring wheat grain quality indicators

1999-2001 m.

Metai Year	Tręšimas azotu kg ha ⁻¹ / Nitrogen fertilization kg ha ⁻¹					
	0	60	90	90+30	120	120+30
Baltymai % / Protein %						
1999	14,9	15,0	15,3	15,8	14,6	16,0
2000	11,8	13,1	13,0	13,3	13,5	13,0
2001	12,2	13,3	13,6	15,3	15,1	15,0
x ± Sx	13,0±0,97	13,8±0,60	14,0±0,69	14,8±0,76	14,4±0,47	14,7±0,88
V %	13,0	7,6	8,5	8,9	5,7	10,4
Glitimas % / Gluten %						
1999	33,2	33,0	34,6	36,1	34,0	36,3
2000	23,7	26,2	27,2	29,8	30,2	28,9
2001	19,7	22,1	22,1	24,2	24,7	26,6
x ± Sx	25,5±4,0	27,1±3,2	28,0±3,6	30,0±3,4	29,6±2,7	30,6±2,9
V %	27,2	20,3	22,5	19,8	15,8	16,6
Glitimo deformacijos indeksas GDI vnt. / Gluten deformation index GDI units						
1999	118	120	119	117	110	109
2000	103	98	99	103	106	106
2001	85	83	75	80	82	93
x ± Sx	102±10	100±11	98±13	100±11	99±9	103±5
V %	16,2	18,5	22,6	18,7	15,2	8,2
Sedimentacija cm ³ / Sedimentation cm ³						
1999	37	36	36	39	40	39
2000	39	46	53	61	62	62
2001	43	49	51	62	61	59
x ± Sx	40±2	44±4	47±5	54±8	54±7	53±7
V %	7,7	15,5	19,9	24,0	22,9	23,4

Azoto trąšos neturėjo dėsningos įtakos kritimo skaičiui ir glitimo kokybei GDI.

Nuo azoto trąšų vasarinių kviečių derliuje sukauptas bendrojo azoto kiekis padidėjo 51-83 %, o nuo papildomo tręšimo – dar 5 %. Grūduose sukaupto bendrojo azoto ir jo priedo priklausomumą nuo azoto trąšų normos aprašė tiesinė lygtis $y = 52,56 + 0,2692x$; $r = 0,89^*$. Koreliacija – stipri tiesioginė, patikima 95 % tikimybės lygyje. Pagal lygtį apskaičiuota, jog azoto trąšų normą padidinus 10 kg ha⁻¹, bendrojo azoto sukaupiama vidutiniškai 2,7 kg, arba 3,9 % daugiau nuo pradinio kiekio.

Įvertintas vasarinių kviečių baltymų, glitimo kiekio, glitimo kokybės, sedimentacijos ir kritimo skaičiaus koreliacinis ryšys su azoto trąšų normomis. Visais atvejais ši ryši geriausiai atitiko tiesinė regresijos lygtis (10 lentelė). Baltymų, glitimo ir sedimentacijos koreliacija su azoto trąšų normomis buvo tiesioginė, o koreliacinis ryšys beveik visais atvejais buvo stiprus ir patikimas 95 % arba 99 % tikimybės lygyje. Glitimo kokybės ir kritimo skaičiaus priklausomumą nuo azoto trąšų nusakantis koreliacinis ryšys buvo įvairaus stiprumo – nuo silpno iki stipraus, nedidelio patikimumo, kartais netgi priešingo pobūdžio, t.y. atvirkštinis. Iš to galima spręsti, kad pastarųjų dviejų rodiklių reikšmes didesne dalimi lėmė ne tręšimas azotu, o veislės savybės ir meteorologinės sąlygos.

10 lentelė. Vasarinių kviečių ‘Nandu’ baltymingumo, glitimo kiekio, glitimo kokybės, kritimo skaičiaus ir sedimentacijos rodiklių tiesinės koreliacijos su azoto trąšų normomis bei grūdų kokybės rodiklių tarpusavio ryšio koreliacijos koeficientai

Table 10. Correlation coefficients of linear correlation between spring wheat variety ‘Nandu’ protein, gluten content, gluten quality, falling number sedimentation indicators and nitrogen fertilizer rates and grain quality indicators

Metai <i>Year</i>	Ryšys tarp kokybės rodiklių ir N normų <i>Relationship between quality indicators and N rates</i>				
	baltymai % <i>protein %</i>	glitimas % <i>gluten %</i>	glitimo kokybė GDI vnt. <i>gluten quality GDI units</i>	sedimenta- cija cm ³ <i>sedimenta- tion cm³</i>	kritimo skaičius s <i>falling number s</i>
1999	0,56	0,80*	-0,68	0,65	0,77
2000	0,81*	0,93**	0,46	0,97**	-
2001	0,94**	0,96**	0,19	0,92**	-0,24
Vid.3 metų Aavg. 3 years	0,49**	0,35*	-0,01	0,53*	0,03
Ryšys tarp / <i>Relationship between</i>					
	baltymų (%) ir glitimo (%) <i>protein (%) and gluten (%)</i>	baltymų (%) ir kritimo skaičiaus (s) <i>protein (%) and falling number (s)</i>	sedimenta- cijos (cm ³) ir glitimo (%) <i>sedimentation (cm³) and gluten (%)</i>	baltymų (%) ir sedimenta- cijos (cm ³) <i>protein (%) and sedimen- tation (cm³)</i>	sedimenta- cijos (cm ³) ir GDI (vnt.) <i>sedimenta- tion (cm³) and GDI, (units)</i>
1999	0,88*	0,28	0,54	0,16	-0,84*
2000	0,88*	-	0,98**	0,81*	0,56
2001	0,92**	-0,54	0,89*	1,00**	0,09
Vid. 3 metų Aavg. 3 years	0,65**	0,47	-0,42	-0,18	-0,55*

Nustatyta grūdų kokybės rodiklių tarpusavio koreliacija (10 lentelė). Tarp baltymų ir glitimo kiekio koreliacija buvo stipri tiesinė teigiama ir patikima esant 95 % arba 99 % tikimybės lygiui.

Glitimo ir baltymų koreliacija su sedimentacijos rodikliu dviem atvejais iš tirtųjų buvo stipri ir statistiškai patikima. Tuo tarpu 1999 metais – nuo silpnos iki vidutinės ir nepatikima, iškreipusi ir vidutinius duomenis, kuomet nustatyta atvirkštinė silpna ir nepasiekianti 95 % tikimybės lygio koreliacija.

Koreliacija tarp baltymų ir kritimo skaičiaus bei sedimentacijos ir GDI buvo įvairaus stiprumo bei pobūdžio ir retais atvejais pasiekianti aukštą tikimybės lygį.

Išvados

Remiantis 1998-2001 metais LŽI Dotnuvoje, Joniškėlyje, Rumokuose ir Vėžaičiuose darytų lauko bandymų su žieminiiais ir vasariniais kviečiais duomenimis, padarytos tokios išvados:

1. Azoto trąšų efektyvumas beveik visuose skirtingų javų bandymuose buvo pakankamai didelis, tačiau nevienodas atskirais metais ir skirtingose vietovėse. Daugeliu atvejų jį riboja nepalankios meteorologinės sąlygos arba nepakankamas augalų apsaugos priemonių naudojimas palankiais ligoms ir kenkėjams plisti metais.

2. Dėl skirtingų dirvožemio, agrotechnikos ir meteorologinių sąlygų, lėmusių derliaus duomenų įvairovę tyrimų metais, vienodame tręšimo azotu lygyje nustatyta didelė – 20,1-34,1 % žieminių kviečių ir maža arba vidutinė – 3,0-18,0 % vasarinių kviečių derliaus duomenų variacija.

3. Pagal derliaus duomenų ryšį su azoto normomis atitinkančią antros eilės parabolės lygtį apskaičiuota optimali azoto trąšų norma, nuo kurios būtų pasiekiamas didžiausias derlius žieminiams kviečiams yra 128 kg ha⁻¹, vasariniams kviečiams – 116 kg ha⁻¹. Didžiausią pagal antros eilės parabolę apskaičiuotą pelną žieminiai kviečiai būtų davę tręšii 124 kg ha⁻¹, vasariniai kviečiai – 118 kg ha⁻¹ azoto norma.

4. Azoto trąšos didino žieminių ir vasarinių kviečių grūdų baltymingumą, glitimo kiekį, sedimentaciją, tačiau tendencingai prastino glitimo kokybę – didino GDI reikšmes.

5. Nustatytas tiesinis koreliacinis ryšys tarp azoto normų ir grūdų kokybės rodiklių. Stipriausiai ir patikimai 95 % arba 99 % tikimybės lygyje su azoto normomis koreliavo baltymų, glitimo ir sedimentacijos rodiklių reikšmės. GDI ir kritimo skaičiaus ryšys su azoto trąšomis buvo mažesnio stiprumo ir patikimumo.

6. Azoto trąšos žieminių kviečių grūdų derliuje bendrąjį azotą padidino 46-84 %, vasarinių kviečių – 51-83 %. Nuo papildomo tręšimo žieminiai kviečiai sukauptė 4-14 %, o vasariniai kviečiai – 5 % bendrojo azoto daugiau.

7. Javų grūdų kokybę įtakojo ne vien tręšimas, bet ir meteorologinės sąlygos – šilumos ir drėgmės režimai, o grūdų pildymosi bei nokimo metu – ypatingai saulės apšvitos trukmė.

Gauta 2004 06 10
Pasirašyta spaudai 2004 12 02

LITERATŪRA

1. Daniel C., Triboui E. Changes in wheat protein aggregation during grain development: effects of temperatures and water stress // *European Journal of Agronomy*. - 2002, No.16, p.1-12
2. Daniel C., Triboui E. Effects of temperature and nitrogen nutrition on the grain composition of winter wheat: effects on gliadin content and composition // *Journal of Cereal Science*. - 2000, No.32, p.45-56
3. Demotes - Mainard S., Jeuffroy M.-H., Robin S. Spike dry matter and nitrogen accumulation before anthesis in wheat as affected by nitrogen fertilizer: relationship to kernel per spike // *Field Crops Research*. - 1999, vol. 64, No.3, p.249-259
4. Ewert F., Honermeier B. Spikelet initiation of winter triticale and winter wheat in response to nitrogen fertilization // *European Journal of Agronomy*. - 1999, No.11, p.107-113
5. Ežerinskienė N. Azoto trąšų efektyvumo žieminiuose kviečiuose priklausomumas nuo kritulių Vakarų Lietuvoje // *Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI*. - Dotnuva - Akademija, 1996, t.55, p.152-163
6. Janušauskaitė D. Papildomo žieminių kviečių tręšimo amonio salietra, karbamidu ir karbamido tirpalu efektyvumo palyginimas // *Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI*. - Dotnuva - Akademija, 1997, t.57, p.43-55
7. Kriščenko V.P. Biochemičeskie osnovy polučeniya zerna vysokogo kačestva pri intensivnykh tehnologijach vozdeľnyvanija i covremennye metody ego kontrolja // *Dis. doktora biol.n.v forme naučn. doklada*. - Minsk, 1992. - 95 s.
8. Lapa V.V., Bosak V.N., Germanovič T.M. i dr. Vlijanie azotnykh udobrenij na produktivnost' i kačestvo zerna ozimoj pšenicy na vysokookul'turennoj dernovo-podzolistoj legkosuglinistoj počve // *Agrochimija*. - 1998, No.12, s.32-35
9. Littl T., Chillz F. Sel'skochozjajstvennoe opytnoe delo. Planirovanie i analiz. - Moskva, 1981. - 318 s.
10. Lomako E.I. Vlijanie doz i srokov provedeniya azotnykh podkormok na urožaj i kačestvo ozimoj pšenicy // *Agrochimija*. - 1998, No.11, s. 31-38
11. Mašauskienė A. Žieminių kviečių veislių ir selekcinės medžiagos grūdų kokybės rodiklių tarpusavio priklausomumas // *Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU*. - Akademija, 2001, t.75, p. 72-83
12. McKenzie R.H., Middleton A.B., Zhang M. Optimal time and placement of nitrogen fertilizer with direct and conventionally seeded winter wheat // *Canadian Journal of Soil Science*. - 2001, vol.81, No.5, p.613-621
13. Metho L.A., Taylor J.R.N., Hammes P.S. et al. Effects of cultivar and soil fertility on grain protein yield, grain protein content, flour yield and breadmaking quality of wheat // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. - 1999, No.79, p.1823-1831
14. Petraitis V., Magyla A., Mašauskas V. ir kt. Konkurencingo grūdų ūkio perspektyvos Lietuvoje // *Konkurencingas žemės ūkis ir jo svarba šalies ekonomikai*. - Vilnius, 2001, p.105-117
15. Rjachovskij A.V. Soderžanie belka v zerne jarovoj i ozimoj pšenicy v zavisimosti ot urovnja i charaktera mineral'nogo pitaniya // *Agrochimija*. - 1995, No.1, s.11-19
16. Saryčeva A.A. Formirovanie agregacionnykh svojstv zapasnykh belkov zerna pšenicy v period sozrevaniya v zavisimosti ot mineral'nogo pitaniya // *Agrochimija*. - 1998, No.8, s.21-25
17. Sylvester-Bradley, Davies D.B., Dyer C. et al. The value of nitrogen applied to wheat during early development // *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. - 1997, vol.47, No.2, p.173-180
18. Smith G.P., Gooding M.J. Relationship of wheat quality with climate and nitrogen application in regions of England (1974-1993) // *Annals of Applied Biology*. - 1996, vol.129, No.1, p.97-108
19. Šip V., Škorpik M., Chrpova J. et al. Effects of cultivar and cultural practices on grain yield and bread-making quality of winter wheat // *Rostlinna vyroba*. - 2000, vol.46, No 4, p.159-167

20. Šiuliauskas A., Liakas V., Paltanavičius V. Žieminių kviečių augimo ir derliaus formavimosi ypatumai skirtingai juos tręšiant // Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU. - Akademija, 2000, t.70, p.79-85

21. Triboi E., Triboi-Blondel A.M. Environmental effects on wheat grain growth and composition // Aspects of Applied Biology. Wheat quality. - 2001, No.64, p.91-101

22. Vagusevičienė I., Jakubauskienė L. Žieminių kviečių cheminės sudėties ir technologinių savybių įvertinimas // Vagos: mokslo darbai / LŽŪU. - Kaunas, 2002, t.55(8), p.67-71

23. Vaišvila Z.-J. Dirvožemio mineralinio azoto, judriųjų fosforo ir kalio vaidmuo žemės ūkio augalų mityboje: habilitacinis darbas / LŽI. - Dotnuva - Akademija, 1996. - 206 p.

24. Vaizgirdaitė I., Šiuliauskas A. Papildomo tręšimo per lapus įtaka žieminių ir vasarinių kviečių derliui bei grūdų kokybei // Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU. - Akademija, 1999, t.68, p.35-49

ISSN 1392-3196

Agriculture. Scientific Articles, 2004, 4, 88, 48-64

UDK 633.11 : 631.84 : 631.559 : 581.19

GRAIN YIELD AND QUALITY OF WINTER AND SPRING WHEAT IN RELATION TO NITROGEN FERTILIZER RATES

D. Janušauskaitė, V. Mašauskas

S u m m a r y

Field experiments and laboratory tests of chemical composition and quality of winter and spring wheat were carried out at the Lithuanian Institute of Agriculture and its subdivisions during the period of 1998-2001. The objective of the experiments was to estimate grain quality parameters in relation to nitrogen fertilizers and their distribution and identify optimal rates. The trials were conducted on the five types of the soil: Endocalcari-Epithypogleyic Cambisols (CMg-p-w-can) light loam, Endocalcari-Epithypogleyic Cambisols (CMg-n-w-can) heavy loam, Calc(ar)i-Endohypogleyic Luvisols (LVg-n-w-cc) light loam, Orthidystic Albeluvisols (ABd-o) light loam.

Nitrogen fertilizer efficacy was high almost in all the experiments, however, it differed between years and soil types. In most cases fertilizer efficacy was limited by unfavourable weather conditions or insufficient use of plant protection measures in the years conducive to the spread of diseases and pests. The different soil and weather conditions determined a great diversity of yield data during the experimental years. At the same nitrogen fertilisation level a high variation of 20.1-34.1 % of winter wheat yield data and a low or medium variation of 3.0-18.0 % of spring wheat yield data were identified.

The article presents optimal nitrogen fertilizer rates, securing the maximum winter and spring wheat yield, calculated from the regression equation describing the relationship between yield data and nitrogen fertilizer rates. A correlation between nitrogen rates and quality indicators, as well as a correlation between quality parameters were identified.

Key words: winter and spring wheat, yield, nitrogen fertilizers, protein gluten, gluten deformation index, falling number, sedimentation.