

ŽIEMINIŲ RUGIŲ DERLIAUS IR GRŪDŲ KOKYBĖS PRIKLAUSOMUMAS NUO AZOTO TRĄŠŲ IR OPTIMALIOS JŲ NORMOS

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 Dotnuvoje 1998 ir 1999 m. daryti žieminių rugių lauko bandymai bei laboratoriniai cheminės sudėties ir kokybės tyrimai, kurių tikslas – įvertinti Lietuvoje auginamų rugių veislių derliaus bei grūdų kokybės rodiklių priklausomumą nuo azoto trąšų ir nustatyti optimalias šių trąšų normas. Dirvožemis giliau karbonatingas sekliai glėjiškas rudžemis (RDg8-k2). Agrocheminiai rodikliai: humusas – 2,1-2,5 %, pH_{KCl} – 5,6-6,8, N_{min} – 42 kg ha⁻¹, P_2O_5 – 146-150 mg kg⁻¹, K_2O – 123-146 mg kg⁻¹.

Trąšos veikė efektyviai, tačiau nustatyti trąšų efektyvumo skirtumai atskirose veislėse. Tiek derliaus dydį, tiek trąšų efektyvumą riboja nepakankamas augalų apsaugos priemonių naudojimas palankiais ligoms plisti metais. Derliaus duomenų variacija, kurią lėmė skirtingos tyrimų metų sąlygos, buvo nedidelė arba vidutinė – 5,4-15,1 %.

Vidutiniais duomenimis, žieminių rugių grūdų derlius didėjo azoto normą didinant iki 119 kg ha⁻¹, o didžiausią pagal antros eilės parabolę apskaičiuotą pilną rugiai būtų davę patęšti 91 kg ha⁻¹ azoto norma.

Vidutiniais duomenimis, baltymingumas didėjo tręšiant didesnėmis nei N_{60} normomis: nuo N_{90} ir N_{120} pasiektas atitinkamai 9,6±0,37 % ir 9,8±0,34 % grūdų baltymingumas, arba 1,1 ir 1,3 proc. vnt. priedas. Grūdų kokybei turėjo įtakos meteorologinės sąlygos tyrimų metais.

Reikšminiai žodžiai: žieminiai rugiai, derlius, tręšimas, azoto normos, baltymai, kritimo skaičius.

Įvadas

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 /Šiuliauskas, 1995; Ponkratenkova, 1996; Špaar ir kt., 1998; Lapa ir kt., 2000; Petraitis ir kt., 2001; Repečkienė ir kt., 2001; Švedas, Janušauskaitė, 2002; Mašauskienė ir kt., 2004/. Lietuvoje atliktų bandymų duomenimis, nuo 1 kg azoto, išberta kartu su fosforo ir kalio trąšomis, žieminių rugių derlius padidėja 11,2 kg /Adomavičiūtė, Urbelionis, 1973/.

Maistinė ir pašarinė grūdų vertė priklauso nuo baltymų kiekio ir jų biologinės vertės, kurią lemia baltymų frakcinė bei aminorūgščių sudėtis. Pastaroji priklauso nuo augalo genetinių ypatybių, tačiau didele dalimi jai įtaką daro ir augalų mityba. Daugiamečių

tręšimo bandymų duomenys liudija, jog ilgalaikis amonio salietros ir kalio chlorido naudojimas nekalkintame velėniniame jauriniame dirvožemyje mažino žieminių rugių grūdų biologinę vertę: azoto ir kalio trąšos rūgščiame dirvožemyje mažino albuminų ir globulinų kiekį grūduose /Gomonova, 1999/. Panašūs tyrimai daryti Lietuvoje, identifikuojant atsarginių baltymų frakcijas pagal skirtingą molekulinę masę ir tų frakcijų pasiskirstymą bendrame baltymų kiekyje. Nustatyta skirtingų azoto normų įtaka frakcijų kiekybinei sudėčiai /Repečkienė ir kt., 2001/.

Kaip priemonė žieminių rugių grūdų baltymingumui didinti rekomenduojama papildomas tręšimas skystomis kompleksinėmis trąšomis (SKT). Papildomai patręšus SKT plaukėjimo tarpsniu (20 kg ha^{-1} v. m.), 'Čiulpan' veislės grūdų derlius padidėjo $0,4\text{--}1,0 \text{ t ha}^{-1}$, o baltymų kiekis – $0,5\text{--}1,0 \%$ /Šiuliauskas, 1995/.

Šiuolaikinės veislės, turėdamos didelį derliaus potencialą, geriau išnaudoja dirvožemio ir trąšų maisto medžiagas. Dėl to keičiasi ir joms tręšti reikalingos trąšų normos. Dotnuvoje bandymuose auginant tetraploidinę vidutinio vėlyvumo stambiagrūdę rugių veislę 'Rūkai' nustatyta, kad netręšiant azotu rugių derlius svyravo nuo $1,83$ iki $4,24 \text{ t ha}^{-1}$ ($V = 39 \%$). Didžiausias vidutinis derliaus priedas ($0,93\text{--}1,88 \text{ t ha}^{-1}$) gautas tręšiant 120 kg ha^{-1} azoto trąšų norma. Be to, rugiams 'Rūkai' skirtas azoto trąšų normas neverta skirstyti dalimis – geriau jas išberti optimaliu laiku – vegetacijai atsinaujinant /Švedas, Janušauskaitė, 2000/. Tyrimais nustatyta, kad rugių derliaus dydį lemia ne vien tręšimas, jis labai glaudžiai susietas su per metus iškritusių kritulių suma, aktyvių temperatūrų, didesnių už $+5^\circ\text{C}$, suma ($\text{ATS} > 5^\circ\text{C}$), saulės spinduliuotės trukme ir kiek silpniau – su aktyvių temperatūrų, didesnių už $+10^\circ\text{C}$, suma ($\text{ATS} > 10^\circ\text{C}$) /Švedas, Janušauskaitė, 2002/.

Kaip optimalią ($\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ arba $\text{P}_{90}\text{K}_{120}$ fone) vegetacijos pradžioje atiduoti 120 kg ha^{-1} azoto normą akcentuoja ir kiti vykdytojai, darę bandymus su veisle 'Veresen' /Golub, 1996; Repečkienė ir kt., 2001/. Kaimyninių šalių tyrėjai nurodo kiek mažesnes azoto trąšų normas. Gausiai fosforu ir kaliu ($\text{P}_{225}\text{K}_{225}$) patręštame velėniniame jauriniame dirvožemyje didžiausias derlius – $4,47 \text{ t ha}^{-1}$ – išaugo patręšus N_{90} /Ponkratenkova, 1996/. Tuo tarpu didelio fosforingumo ir kalingumo dirvožemyje $\text{P}_{70}\text{K}_{120}$ fone 60 kg ha^{-1} azoto norma leidžia subrandinti $4\text{--}5 \text{ t ha}^{-1}$ grūdų derlių /Lapa ir kt., 2000/. Kituose tyrimuose vėlgi ekonomiškai ir efektyviausia rugiuose buvo N_{60} , išberta vegetacijai atsinaujinant /Nadežina, 1995/.

Tręšimas didelėmis bei vienkartinėmis azoto trąšų normomis skatina javų ligų plitimą. Todėl siekiant gausaus ir kokybiško grūdų derliaus, būtina derinti augalų mitybos ir apsaugos nuo ligų priemones. Augalų apsaugos priemonės sudaro sąlygas augalams geriau išnaudoti klimato, dirvožemio ir augalų potencialą. Šiuolaikiniais tyrimais įrodyta, kad kompleksinis azoto trąšų ir augalų apsaugos priemonių naudojimas derliaus priedą didina $50\text{--}70 \%$, o palankiais javams augti metais – net 80% /Pasyнков, Ladonin, 1996/. Derliaus priedo formavimosi procesą bei derliaus dydį trąšos įtakoja $55\text{--}77 \%$, o pesticidai – $13\text{--}27 \%$ /Novoselov ir kt., 1997/.

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

Tyrimų sąlygos ir metodai

Žieminių rugių lauko bandymai LŽI Dotnuvoje daryti tradiciniu lauko bandymų metodu. Bandymų dirvožemis buvo rūgštokas arba artimos neutraliai reakcijos, vidutinio fosforingumo ir vidutinio kalingumo lengvas priemolis, giliau karbonatingas sekliai glėjiškas rudžemis (RDg8-k2). Pagal mineralinio azoto (N_{min}) kiekį dirvožemis buvo mažai azotingas.

Pagrindiniai tręšimo azoto trąšomis variantai bandymų schemose buvo vienodi: žieminiai rugiai (iš viso 6 bandymai) tręšti 60, 90, 120, 90+30 kg/ha azoto normomis. Pavasarį azotu tręšta vegetacijos pradžioje (BBCH 23-25), papildomai – bamblėjimo pabaigoje (BBCH 49-51). Žieminiams rugiams bandymuose išbertos fosforo normos įvairavo 0-63, kalio – 0-96 kg ha⁻¹ ribose.

Bandymų dirvožemių agrocheminiai rodikliai nustatyti LŽI priimtais analizių metodais: humusas – Tiurino metodu, pH_{KCl} – potenciometriniai, N_{min.} – kolorimetriškai, P₂O₅ ir K₂O – A-L. Javų grūdų kokybiniai rodikliai nustatyti tokiais metodais: bendrojo azoto kiekis (N) – Kjeldalio metodu (LST 1523); baltymai apskaičiuoti N_{bendrojo} kiekį, nustatytą Kjeldalio metodu, padauginus iš koeficiento 5,7 (rugiams) (LST 1523); 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, Chilz, 1981; Tarakanovas, Raudonius, 2003/. Darbe vartoti simboliai * ir **, kurių žymėjimas reiškia, kad statistiškai patikima esant atitinkamai 95 % ir 99 % tikimybės lygiui; S_x – vidurkio vidutinė kvadratinė paklaida; V% – variacijos koeficientas; F – purkšta funkcidu.

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

Derlius ir trąšų efektyvumas. Azoto trąšos veikė efektyviai, tačiau ne visas veisles vienodai. Rugius tręšiant 60-120 kg ha⁻¹, 1998 metais nuo 1 kg trąšų azoto veislės ‘Duoniai’ grūdų gauta vidutiniškai 21,6 kg, ‘Motto’ – 18,6 kg, ‘Hacada’ – 17,5 kg veislės rugių grūdų. 1999 metais N₆₀₋₁₂₀ tręšimo lygyje trąšų efektyvumas minėtų veislių rugiuose buvo atitinkamai 9,2-21,5 %, 12,4-40,7 % ir 42,9-45,3 % didesnis nei 1998 metais.

Vidutiniais 6 bandymų duomenimis, azoto trąšos patikimai didino žieminių rugių grūdų derlių. Nuo N₆₀, N₉₀ ir N₁₂₀ normų gautas atitinkamai vidutinis 1,65±0,108 t ha⁻¹ (V = 16,0 %), 1,93±0,149 t ha⁻¹ (V = 18,9 %) ir 2,09±0,147 t ha⁻¹ (V = 17,2 %) derliaus priedas, tuo tarpu be azoto trąšų auginti rugiai subrandino 3,61±0,222 (V = 15,1 %) t ha⁻¹ grūdų derlių (1 lentelė). Papildomai tręšti rugiai subrandino 5,80±0,168 t ha⁻¹ derlių, o derliaus priedas nuo papildomo tręšimo siekė 0,26±0,071 t ha⁻¹ ir pasižymėjo be galo didele duomenų variacija – V = 66,7 %.

Derlių ir azoto trąšų efektyvumą riboja nepakankamas augalų apsaugos priemonių naudojimas. Tačiau tai lemia ir meteorologinės sąlygos. Fungicido reikšmė padidėja drėgnais, palankiais ligoms plisti metais. Tokie buvo 1998 metai. Rugius tręšiant N₁₂₀, dėl fungicido naudojimo veislių ‘Duoniai’, ‘Motto’ ir ‘Hacada’ gautas atitinkamai 0,95, 0,84 ir 0,79 t ha⁻¹ derliaus priedas (vidutiniškai veislėse 0,86±0,047 t ha⁻¹). Azoto trąšų veiksmingumą fungicidas padidino vidutiniškai 7,2±0,38 kg kg⁻¹. 1999 metai buvo ne tokie palankūs ligoms plisti, todėl naudojant fungicidą, derliaus priedo negauta.

Dėl skirtingų tyrimų metų sąlygų vienodame tręšimo lygyje derliaus duomenų variacija buvo maža arba vidutinė – 5,4-15,1 %.

1 lentelė. Azoto trąšų įtaka žieminių rugių derliui
Table 1. Effects of nitrogen fertilizers on winter rye

Metai Year	Veislė Variety	Vietovė Location	Derlius t ha ⁻¹ tręšiant N kg ha ⁻¹ Grain yield t ha ⁻¹ at fertilization kg ha ⁻¹ N					
			0	60	90	120	90+30	120+F
1998	‘Duoniai’	Dotnuva	3,96	5,65	5,80	5,91	6,31	6,86
1998	‘Motto’	Dotnuva	3,94	5,29	5,64	5,68	6,06	6,52
1998	‘Hacada’	Dotnuva	4,20	5,63	5,55	5,84	5,83	6,63
Vid. 1998 metų		x±Sx	4,03±	5,52±	5,66±	5,81±	6,07±	6,67±
Avrg. 1998 year			0,084	0,117	0,073	0,068	0,139	0,100
		V %	3,6	3,7	2,2	2,0	4,0	2,6
1999	‘Duoniai’	Dotnuva	2,75	4,60	5,02	5,13	5,15	5,03
1999	‘Motto’	Dotnuva	3,20	4,72	5,41	5,65	5,52	5,41
1999	‘Hacada’	Dotnuva	3,62	5,66	5,82	6,01	5,93	6,11
Vid. 1999 metų		x±Sx	3,19±	4,99±	5,42±	5,60±	5,53±	5,52±
Avrg. 1999 year			0,251	0,335	0,231	0,255	0,225	0,316
		V %	13,6	11,6	7,4	7,9	7,0	9,9
Vid. 1998-1999 metų		x±Sx	3,61±	5,26±	5,50±	5,70±	5,80±	6,09±
Avrg. 1998-1999 year			0,222	0,198	0,121	0,127	0,168	0,298
		V %	15,1	9,2	5,4	5,5	7,1	12,0

Derliaus duomenų ryšį su azoto trąšų normomis beveik visais atvejais aprašė II laipsnio polinomas (2 lentelė). Ryšys visais atvejais buvo stiprus ir statistiškai patikimas. Pagal lygtį apskaičiuota optimali azoto trąšų norma, kai užauginamas didžiausias grūdų derlius, skirtingoms veislėms nėra vienoda. Nustatyta, kad rugių ‘Hacada’ ir ‘Duoniai’ derliaus maksimumas pasiekiamas tręšiant ir mažesne trąšų norma – 105-121 kg ha⁻¹, o ‘Motto’ derliaus kreivė viršūnę pasiektų tik nuo 137-150 kg ha⁻¹ azoto normos. Vidutiniais duomenimis, augintų veislių rugių derlius didėjo azoto normą didinant iki 119 kg ha⁻¹.

Pelno vidutinių duomenų priklausomumą nuo azoto trąšų normos aprašė antros eilės parabolė: $y = 184,87 + 11,4215x - 0,0631x^2$, $\eta = 0,67^{**}$. Didžiausią pagal lygtį apskaičiuotą pelną žieminiai rugiai būtų davę patręšti 91 kg ha⁻¹ azoto norma.

Tarp azoto trąšų efektyvumo ir azoto trąšų kiekio nustatytas tiesinis atvirkštinis stiprus, tačiau daugeliu atvejų patikimas mažesniame nei 95 % tikimybės lygyje ryšys (3 lentelė). Didėjant azoto normai trąšų efektyvumas mažėja. Vidutinius duomenis atspindėjo lygtis $y = 36,36 - 0,1562x$ ($r = 0,95^*$), pagal kurią apskaičiuota, kad rugius tręšiant N₆₀, N₉₀ ir N₁₂₀, 1 kilogramas trąšų azoto duoda atitinkamai 27,0 kg, 22,3 kg ir 17,6 kg grūdų, t.y. mažėja 4,7 kilogramo žingsneliu.

Žieminiai rugiai – augalai, turintys pakankamai ilgą šiaudą, todėl patręšti didesne azoto norma jie išgula. Bandymuose auginti rugiai išgulė tik 1998 metais. Liepos mėnesį nusistovėjus lietingiems ir vėsesniems orams (kritulių išlijo 2,7 karto daugiau, vidutinė oro temperatūra buvo 1,2°C žemesnė už daugiamečius vidurkius), išgulė net ir 60 kg ha⁻¹ azoto norma tręšti visų trijų veislių rugiai. Neišgulė tik be trąšų auginti rugiai ‘Duoniai’. Nustatytas pasėlio išgulimo ryšys su azoto trąšų kiekiu. Visais atvejais jis stiprus tiesinis teigiamas ($r = 0,87-0,93$) ir statistiškai patikimas.

2 lentelė. Žieminių rugių derliaus ($y \text{ t ha}^{-1}$) ryšys su azoto trąšų normomis ($x \text{ kg ha}^{-1}$)
Table 2. The relationship between winter rye yield ($y \text{ t ha}^{-1}$) and nitrogen fertilizer rates ($x \text{ kg ha}^{-1}$)

Metai Year	Vietovė Location	Veislė Variety	Regresijos lygtis Regression equation	x opt. x opt.	η	dxy %
1998	Dotnuva	‘Duoniai’	$y=3,98+0,0347x-0,000143x^2$	121	0,98*	97
1998	Dotnuva	‘Motto’	$y=3,94+0,0283x-0,000103x^2$	137	0,99*	97
1998	Dotnuva	‘Hacada’	$y=4,23+0,0286x-0,000129x^2$	111	0,98*	96
		Vid. 1998 metų Aavg. 1998 year	$y=4,05+0,0305x-0,000125x^2$	122	0,98**	96
1999	Dotnuva	‘Duoniai’	$y=2,75+0,0415x-0,000180x^2$	115	1,00**	99
1999	Dotnuva	‘Motto’	$y=3,19+0,0336x-0,000112x^2$	150	0,99**	99
1999	Dotnuva	‘Hacada’	$y=3,64+0,0450x-0,000215x^2$	105	0,99**	99
		Vid. 1999 metų Aavg. 1998 year	$y=3,19+0,0400x-0,000169x^2$	118	0,99**	99
		Vid. 1998-1999 metų Aavg. 1998-1999 year	$y=3,62+0,0352x-0,000147x^2$	119	0,98**	96

3 lentelė. Azoto trąšų efektyvumo (kg kg^{-1}) ryšys su azoto trąšų kiekiu ($x \text{ kg ha}^{-1}$)
Table 3. The relationship between effects of nitrogen fertilizers (kg kg^{-1}) and nitrogen fertilizer rates ($x \text{ kg ha}^{-1}$)

Metai Year	Vietovė Location	Veislė Variety	Regresijos lygtis Regression equation	η	dxy %
1998	Dotnuva	‘Duoniai’	$y=36,99-0,1627x$	-0,93	86
1998	Dotnuva	‘Motto’	$y=28,68-0,1055x$	-0,92	84
1998	Dotnuva	‘Hacada’	$y=31,92-0,1579x$	-0,93	86
		Vid. 1998 metų Aavg. 1998 year	$y=32,31-0,1412x$	-0,93*	86
1999	Dotnuva	‘Duoniai’	$y=41,62-0,1812x$	-0,99**	99
1999	Dotnuva	‘Motto’	$y=31,85-0,0970x$	-0,93	87
1999	Dotnuva	‘Hacada’	$y=47,09-0,2327x$	-0,98*	97
		Vid. 1999 metų Aavg. 1998 year	$y=40,35-0,1724x$	-0,97*	94
		Vid. 1998-1999 metų Aavg. 1998-1999 year	$y=36,36-0,1562x$	0,95*	90

Grūdų kokybės rodikliai. Rugių grūduose buvo nustatytas kritimo skaičius, rodantis krakmolą skaldančių amilazių grupės fermentų aktyvumą bei sąlygojantis rugių grūdų paskirtį. Šis rodiklis yra svarbus superkant rugius, kuriems kritimo skaičius turi būti ne mažesnis kaip 100 s. 1998 metais rugiai ‘Duoniai’ turėjo mažą kritimo skaičių – 71-95 s (4 lentelė). Tam įtakos turėjo stiprus pasėlio išgulimas ir tokiam pasėlyje susidaręs mikroklimatas. Veislių ‘Motto’ ir ‘Hacada’ rugiai, nors buvo taip pat stipriai išgulę, turėjo didesnę kritimo skaičių. 1999 metais sausesni ir saulėti orai grūdų brendimo ir derliaus nuėmimo metu bei neišguldymas pasėlis sudarė sąlygas subrandinti didelį kritimo skaičių turinčius grūdus.

4 lentelė. Azoto trąšų įtaka kritimo skaičiui

Table 4. Effects of nitrogen fertilizers on winter rye grain falling number

Metai Year	Veislė Variety	Vietovė Location	Kritimo skaičius s tręšiant N kg ha ⁻¹ Falling number s at fertilization kg ha ⁻¹ N					
			0	60	90	120	90+30	120+F
1998	‘Duoniai’	Dotnuva	78	95	79	75	69	71
1998	‘Motto’	Dotnuva	105	117	112	97	87	87
1998	‘Hacada’	Dotnuva	119	176	150	139	140	106
Vid. 1998 metų Avrg. 1998 year		x±Sx	101±	129±	114±	104±	99±	88±
			12	24	21	19	21	10
		V %	20,7	32,0	31,3	31,4	37,4	19,9
1999	‘Duoniai’	Dotnuva	159	175	144	171	171	182
1999	‘Motto’	Dotnuva	255	299	279	296	298	299
1999	‘Hacada’	Dotnuva	284	300	295	293	292	284
Vid. 1999 metų Avrg. 1999 year		x±Sx	232±	258±	239±	253±	254±	255±
			38	41	48	41	41	37
		V %	28,1	27,9	34,6	28,1	28,2	25,0
Vid. 1998-1999 metų Avrg. 1998-1999 year		x±Sx	167±	194±	176±	178±	176±	172±
			34	36	36	39	40	41
		V %	50,6	45,4	50,6	53,7	56,2	58,6

Azoto trąšų įtaka atskirais metais kritimo skaičiui buvo nevienoda. 1998 metais nedidelės azoto normos – N₆₀ ir N₉₀ ši rodiklį didino, didesnė norma bei papildomas tręšimas – mažino. Kitais tyrimų metais azoto trąšų įtaka kritimo skaičiui buvo nedėsninga. Apie neesminę azoto trąšų įtaką kritimo skaičiui byloja ir kitų tyrėjų naujais duomenys. Didžiausias rugių derlius gautas tręšiant N₁₅₀P₁₂₀K₁₂₀, tačiau trąšų normų didinimas iki tokios ribos neturėjo esminės įtakos kritimo skaičiui. Jis labiau keitėsi dėl meteorologinių sąlygų įtakos /Repečkienė ir kt., 2001/.

Tarp azoto trąšų ir kritimo skaičiaus nustatyta tiesinė koreliacija, tik jos pobūdis tyrimų metais buvo skirtingas. 1998 metais koreliacija buvo atvirkštinė silpna arba vidutinė, o 1999 metais – tiesioginė nuo silpnos iki stiprios.

Baltymų kaupimuisi rugių grūduose nemažą reikšmę turėjo tyrimų metų meteorologinės sąlygos. Baltymingesnius grūdus rugiai subrandino 1999 metais, kai liepos mėnesį grūdų brandimo metu vidutinė oro temperatūra buvo 2,6°C aukštesnė, o saulės apšvitos trukmė buvo 102,6 valandomis ilgesnė nei šių rodiklių daugiamečiai vidurkiai. Vienodomis azoto trąšų normomis tręštų rugių kasmetinė baltymų kiekio variacija 1998 metais buvo kiek mažesnė (7,9-9,8 %) nei 1999 metais (8,8-10,7 %).

Rugius tręšiant 60 kg ha⁻¹ azoto, baltymingumas nedidėjo arba net buvo mažesnis nei be trąšų augintų rugių. Išberiant 90 arba 120 kg ha⁻¹ azoto trąšų normą, baltymų kiekis grūduose beveik visais atvejais didėjo (5 lentelė). Baltymų priedas nuo minėto rugių tręšimo 1998 metais buvo atitinkamai 1,2 ir 1,0 proc. vnt., o 1999 metais – 1,0 ir 1,5 proc. vnt.

Grūdų baltymingumą didino rugiams baigiant bamblėti papildomai išberta N₃₀ norma. Papildomai tręšti rugiai 1998 metais subrandino 0,4 proc.vnt., 1999 metais – 0,8 proc.vnt. baltymingesnius grūdus, lyginant su tręštais vienkartinę N₉₀ norma.

N₁₂₀ tręštus rugius nupurškus fungicidu, baltymingumas kiek padidėjo 1998 metais veislių ‘Motto’ ir ‘Hacada’ grūduose (atitinkamai 0,9 ir 0,6 proc. vnt.).

5 lentelė. Azoto trąšų įtaka žieminių rugių grūdų baltymingumui

Table 5. Effects of nitrogen fertilizers on winter rye grain protein content

Metai Year	Veislė Variety	Vietovė Location	Baltymų % grūduose tręšiant N kg ha ⁻¹ Protein content % at fertilization kg ha ⁻¹ N					
			0	60	90	120	90+30	120+F
1998	‘Duoniai’	Dotnuva	8,2	8,6	9,0	9,6	10,1	9,5
1998	‘Motto’	Dotnuva	8,3	7,8	8,4	8,8	9,4	9,7
1998	‘Hacada’	Dotnuva	8,2	7,4	10,8	9,1	9,9	9,7
Vid. 1998 metų Avg. 1998 year		x±Sx	8,2±	7,9±	9,4±	9,2±	9,8±	9,6±
		V %	0,03	0,35	0,72	0,23	0,21	0,07
			0,7	7,7	13,3	4,4	3,7	1,2
1999	‘Duoniai’	Dotnuva	9,1	9,3	10,5	11,1	11,5	10,4
1999	‘Motto’	Dotnuva	8,8	8,7	9,8	10,0	10,6	10,4
1999	‘Hacada’	Dotnuva	8,7	8,5	9,4	10,2	10,0	9,9
Vid. 1999 metų Avg. 1999 year		x±Sx	8,9±	8,8±	9,9±	10,4±	10,7±	10,2±
		V %	0,12	0,24	0,32	0,34	0,43	0,17
			2,3	4,7	5,6	5,6	7,0	2,8
Vid. 1998-1999 metų Avg 1998-1999 year		x±Sx	8,5±	8,4±	9,6±	9,8±	10,2±	9,9±
		V %	0,15	0,28	0,37	0,34	0,29	0,16
			4,4	8,1	9,4	8,4	7,0	3,8

Vidutiniais duomenimis, nuo N₉₀ ir N₁₂₀ pasiektas atitinkamai 9,6±0,37 % ir 9,8±0,34 % grūdų baltymingumas, arba 1,1 ir 1,3 proc. vnt. priedas. Papildomai patręšus N₃₀ rugių bambklėjimo pabaigoje, sukaupia 10,2±0,29 % baltymų, t.y. 0,6 proc. vnt. daugiau nei tręšiant N₉₀ vegetacijos pradžioje arba 1,7 proc. vnt. daugiau nei kontrolėje.

Tarp rugių grūdų baltymingumo ir azoto trąšų nustatytas tiesinis teigiamas ir daugeliu atvejų patikimas koreliacinis ryšys (r = 0,60-0,92**). Silpniausiai šie rodikliai koreliavo rugiuose ‘Hacada’.

Žieminių rugių grūduose sukaupto bendrojo azoto kiekis proporcingai didėjo didinant azoto normą (6 lentelė). Vidutiniais duomenimis, N₆₀ norma bendrojo azoto derlių padidino 41 %, N₉₀ – 74%, N₁₂₀ – 80 %, N₉₀₊₃₀ – 91 %. Papildomas tręšimas davė 10 % azoto derliaus priedą. Palankiais ligoms plisti metais panaudojus fungicidą gautas vidutiniškai 17 kg ha⁻¹ bendrojo azoto priedas arba 21 % daugiau nei fungicido nenaudojant.

6 lentelė. Azoto trąšų įtaka bendrojo azoto derliui

Table 6. Effects of nitrogen fertilizers on the total nitrogen yield winter rye grain

Metai Year	Veislė Variety	Vietovė Location	Bendrojo azoto derlius kg/ha tręšiant N kg ha ⁻¹ Total nitrogen yield kg ha ⁻¹ at fertilization N kg ha ⁻¹					
			0	60	90	120	90+30	120+F
1998	‘Duoniai’	Dotnuva	49	72	78	84	96	97
1998	‘Motto’	Dotnuva	49	62	71	74	85	95
1998	‘Hacada’	Dotnuva	51	62	89	79	86	96
1999	‘Duoniai’	Dotnuva	37	64	79	85	88	78
1999	‘Motto’	Dotnuva	42	61	79	85	87	84
1999	‘Hacada’	Dotnuva	47	72	82	91	89	90
Vid. 1998-1999 metų Avg. 1998-1999 year		x±Sx	46±2,2	65±2,1	80±2,4	83±2,4	88±1,6	90±3,1
		V %	11,6	7,8	7,3	7,0	4,4	8,5

Grūduose sukaupto bendrojo azoto priklausomumą nuo azoto trąšų normos aprašė tiesinė lygtis (7 lentelė). Nustatytas stiprus tiesinis teigiamas ir patikimas, esant 95 % ar 99 % tikimybės lygiui, koreliacinis ryšys. Vidutiniais duomenimis, azoto trąšų normą padidinus 10 kg/ha, bendrojo azoto sukaupiama 3,5 kg, arba 5,3 % daugiau nuo pradinio kiekio, o bendrojo azoto derliaus priedas padidėja 16,3 %.

7 lentelė. Sukaupto bendrojo azoto derliaus (y kg ha⁻¹) ryšys su azoto trąšų kiekiu (x kg ha⁻¹)
Table 7. The relationship between the total nitrogen content accumulated in rye grain yield (y kg 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>	r	dxy %
1998	Dotnuva	‘Duoniai’	$y = 48,63 + 0,3594x$	0,96**	93
1998	Dotnuva	‘Motto’	$y = 46,15 + 0,3098x$	0,91*	82
1998	Dotnuva	‘Hacada’	$y = 50,15 + 0,3188x$	0,89*	79
1999	Dotnuva	‘Duoniai’	$y = 39,18 + 0,3869x$	0,98**	96
1999	Dotnuva	‘Motto’	$y = 42,47 + 0,3496x$	0,98**	95
1999	Dotnuva	‘Hacada’	$y = 48,33 + 0,3518x$	0,99**	99
Vid. 1998, 1999 metų Avrg. 1998, 1999 year			$y = 45,82 + 0,3461x$	0,95**	90

Išvados

Remiantis 1998, 1999 metais LŽI Dotnuvoje lengvo priemolio giliau karbonatiniame sekliame glėžiškame rudžemyje darytų žieminių rugių lauko bandymų duomenimis, padarytos tokios išvados:

1. Azoto trąšos veikė efektyviai, tačiau jų efektyvumas atskirais tyrimų metais buvo nevienodas. Daugeliu atvejų jų ribojimo nepalankios meteorologinės sąlygos arba nepakankamas augalų apsaugos priemonių naudojimas palankiais ligoms ir kenkėjams plisti metais. Dėl skirtingų tyrimų metų sąlygų, lėmusių derliaus duomenų įvairovę, vienodame tręšimo azotu lygyje nustatyta nedidelė arba vidutinė – 5,4-15,1 % žieminių rugių derliaus duomenų variacija.

2. Tręšiant N₆₀, N₉₀ ir N₁₂₀ normomis, buvo gautas atitinkamai vidutinis 1,65±0,108; 1,93±0,149 ir 2,09±0,147 t ha⁻¹ derliaus priedas, tuo tarpu be azoto trąšų auginti rugiai subrandino 3,61±0,285 t ha⁻¹ grūdų derlių. Patręšus papildomai, gautas 0,43±0,129 t ha⁻¹ derliaus priedas.

3. Pagal derliaus duomenų ryšį su azoto normomis atitinkančią antros eilės parabolės lygtį apskaičiuota optimali azoto trąšų norma, nuo kurios būtų pasiekiamas didžiausias žieminių rugių derlius, yra 119 kg ha⁻¹, o pagal tokio pat tipo lygtį apskaičiuotą didžiausią pelną būtų davę 91 kg ha⁻¹ tręšti rugiai.

4. Žieminių rugių baltymingumas buvo vidutiniškai nuo 8,5±0,15 iki 10,2±0,29 % ir pradėjo didėti tręšiant N₉₀₋₁₂₀ norma. Tarp rugių grūdų baltymingumo ir azoto trąšų nustatytas tiesinis teigiamas ir daugeliu atvejų statistiškai patikimas koreliacinis ryšys ($r = 0,60-0,92^{**}$).

5. Kritimo skaičiaus pokyčiams didesnės įtakos turėjo tyrimų metų meteorologinės sąlygos nei tręšimas azoto trąšomis. Drėgnais metais N_{90-120} normos bei papildomas tręšimas tendencingai mažino kritimo skaičiaus reikšmes, t.y. blogino grūdų kokybę.

6. Azoto trąšos žieminių rugių grūdų derliuje sukauptą bendrąjį azotą padidino 41-91 %, o papildomas tręšimas – dar 10 %.

Gauta 2004 10 19
Pasirašyta spaudai 2004 12 02

LITERATŪRA

1. Adomavičiūtė J., Urbelionis J. Augalų mityba ir derliai. - Vilnius, 1973. - 35 p.
2. Golub I.A. Vlijanie azotnych udobrenij na dinamiku formirovanija urožajnosti ozimych // *Zernovyje kul'tury*. - 1996, No.2, s.17-19
3. Gomonova N.F. Vlijanie dlitel'nogo primenenija mineral'nych udobrenij na raznych agrochimičeskich fonach na kačestvo ozimoj rži // *Agrochimija*. - 1999, No.9, s.37-46
4. Lapa V.V., Bosak V. N., Staver S. V. Vlijanie azotnych udobrenij na urožajnost' ozimoj rži na raznych fosforno - kalijnych fonach na dernovo-podzolistoj legkosuglinistoj počve // *Agrochimija*. - 2000, No.10, s.34-37
5. Littl T., Chillz F. Sel'skochozjajstvennoe opytnoe delo. Planirovanie i analiz. - Moskva, 1981. - 318 s.
6. Mašauskienė A., Tripolskaja L., Baniūnienė A. Duoninių javų grūdų derliaus ir kokybės priklausomumas nuo mineralinių azoto trąšų išplautžemiuose // *Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU*. - Akademija, 2004, t. 85, p.42-55
7. Nadežina N.V. Effektivnost' KSAAS dlja nekornevych podkormok sel'skochozjajstvennyh kul'tur// *Aktual'nyje problemy nauki v s.-ch. / Tez. dokl. naučno - praktičeskoj konferencii*. - Ivanovo, 1995, s. 68
8. Novoselov S.I., Zavalin A.A., Gordeev T.CH. Vlijanie sredstv chimizacii i obrabotki počv na urožajnost' ozimoj rži i mikrobocenoz dernovo-podzolistoj suglinistoj počvy // *Agrochimija*. - 1997, No.8, s.31-36
9. Pasyнков A.V., Ladonin V.F. Effektivnost' sredstv chimizacii i energetičeskaja ocenka ich primenenija pri vzdelyvanii ozimoj rži // *Agrochimija*. - 1996, No.6, s.63-70
10. 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
11. Ponkratenkova I.V. Vlijanie različnyh doz i sočetanij udobrenij na urožajnost' ozimoj rži // *Naučnyje trudy. Smolenskij NII s.ch.* - 1996, No.2, s.29-32
12. Repečkienė A., Juodeikienė G., Šiuliauskas A. Agrochemijos priemonių reikšmė rugių auginimui ir jų kokybei // *Žemdirbio vasara 2001. Šiuolaikinės augalininkystės technologijos: mokslinių straipsnių rinkinys*. - Akademija, 2001, p.127-135
13. Šiuliauskas A. Papildomo žieminių rugių tręšimo skystomis kompleksinėmis trąšomis įtaka // *Žemės ūkio mokslai*. - 1995, Nr.3, p.24-27
14. Špaar D., Postnikov A., Kracš G. Vozdelyvanie zernovyh. - Moskva, 1998, s.31-46
15. Švedas A., Janušauskaitė D. Agronominių priemonių ir meteorologinių veiksnių įtaka rugių derliui // *Žemės ūkio mokslai*. - 2002, Nr.3, p.14-21
16. Švedas A., Janušauskaitė D. Rugių derliaus priklausomumas nuo dirvožemio ir aplinkos sąlygų // *Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU*. - Akademija, 2000, t.71, p.99-119
17. Tarakanovas P., Raudonius S. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT. - Akademija, 2003. - 57 p.

WINTER RYE YIELD AND GRAIN QUALITY IN RELATION TO NITROGEN FERTILIZERS AND THEIR OPTIMAL RATES

D. Janušauskaitė, V. Mašauskas

S u m m a r y

Winter rye field experiments and laboratory tests of grain chemical composition and quality were conducted at the Lithuanian Institute of Agriculture in Dotnuva during the period 1998-2000. The objective of the study was to estimate the relationship between grain yield and quality indicators of the Lithuania-grown rye varieties and nitrogen fertilizers and their distribution and to identify optimal nitrogen rates. The soil Endocalcari-Epihypogleyic Cambisols (CMg-p-w-can), agrochemical characteristics were as follows: humus 2.3 ± 0.29 % (V% = 12.3), pH_{KCl} 6.2 ± 0.64 (V% = 10.3), N_{min} 42 ± 2.8 kg ha^{-1} (V% = 6.7), P_2O_5 164 ± 39.2 mg kg^{-1} (V% = 23.9), K_2O 153 ± 56.8 mg kg^{-1} (V% = 37.1).

In general, the fertilizers were effective, however, differences in fertilizer efficacy were observed for individual varieties. Both, the size of yield and fertilizer efficacy were limited by the insufficient use of plant protection means in the years conducive to the disease occurrence. Average yield data variation, which was determined by different years' conditions, ranged from 5.4 to 15.1%.

Averaged data suggest that winter rye grain increased while increasing nitrogen rate up to 119 kg ha^{-1} , and the highest income calculated using parabola of the second line could have been produced by barley fertilized with 91 kg ha^{-1} nitrogen rate.

Averaged data suggests that protein content increased while fertilizing with higher than N_{60} rates: application of N_{90} and N_{120} resulted in 9.6-0.37 % and 9.8-0.34 % grain protein content, respectively, or in an increase of 1.1 and 1.3 percentage units. The weather conditions had a greater effect on the variation of falling number, compared with the effect of nitrogen fertilizers.

Key words: winter rye, yield, fertilization, nitrogen rates, proteins, falling number.