

## MITYBOS AZOTU ĮTAKA ŽIEMINIŲ KVIETRUGIŲ PRODUKTYVUMUI

Daiva JANUŠAUSKAITĖ, Sigitas LAZAUSKAS

Lietuvos žemdirbystės institutas  
Akademija, Kėdainių rajonas  
El. p. daiva.janusauskaite@gmail.com

### Santrauka

2000–2004 metais Lietuvos žemdirbystės institute, Dotnuvoje lengvo priemolio giliau karbonatingame sekliai glėjiškame rudžemyje – *Endocalcari - Epihypogleyic Cambisols*, daryti žieminių kvietrugių lauko bandymai. Siekiant nustatyti optimalias Vidurio Lietuvos dirvožemiuose auginamų žieminių kvietrugių mitybos azotu sąlygas bei įvertinti azoto trąšų efektyvumą, atsižvelgiant į mineralinio azoto kiekį dirvožemyje, penkerių metų tyrimų duomenys analizuoti taikant koreliacijos ir regresijos metodus.

Nustatyta, kad azoto trąšos ne visais metais buvo efektyvios, skyrėsi ir grūdų derliaus kitimo nuo trąšų dėsningumai. Nuo azoto trąšų žieminių kvietrugių grūdų derlius padidėjo 19,5–24,0 %. Tyrimuose nustatyta optimali  $N_{90}$  azoto trąšų norma žieminiams kvietrugiams. Pateiktas trąšų efektyvumas kilogramais – vidutiniais duomenimis, žieminius kvietrugių tręšiant  $N_{60}$ ,  $N_{90}$  ir  $N_{120}$ , nuo 1 kg trąšų azoto gauta atitinkamai 19,9±7,46 kg, 16,5±6,00 kg ir 12,7±5,02 kg grūdų.

Papildomas kvietrugių tręšimas efektyvus buvo tik normalaus drėgnumo metais.

Žieminius kvietrugių patręšus  $N_{90}$  ir  $N_{120}$ , palankiais ligoms plisti 2000–2001 metais nuo fungicido gautas esminis derliaus priedas.

Taip pat straipsnyje pateikiamas įvertintas grūdų derliaus koreliacinis ryšys su azoto trąšų norma ir suminiu trąšų ir dirvožemio mineralinio bei nitratinio azoto suminiu kiekiu; procentiniu derliumi išreikšto trąšų efektyvumo priklausomumas nuo dirvožemio  $N-NO_3$  ir  $N_{min}$  įvairiuose dirvožemio sluoksniuose.

Reikšminiai žodžiai: žieminiai kvietrugiai, derlius, azoto trąšos, azoto trąšų efektyvumas.

### Įvadas

Žieminiai kvietrugiai – turintys didelį derliaus potencialą, perspektyvūs augalai. Pastaruoju metu šalyje didėja šių augalų plotai ir tai lemia naujai sukuriamos didelio derlingumo, gerai žiemojančios, storašiaudės, pakankamai gerai ištvėriantčios sausras ir atsparios ligoms veislės. Žieminiai kvietrugiai derliumi beveik prilygsta daugeliui derlingų žieminių kviečių veislių. Kvietrugių grūdų cheminė sudėtis lemia gana plačias jų naudojimo galimybes. Šių javų grūdai naudojami maisto pramonėje /Seguchi ir kt., 2000/. Miltai naudojami konditerijoje, alui, spiritui bei krakmolui gaminti. Jų grūdų baltymuose aminorūgščių kiekio santykis tinkamas gyvuliams šerti /Kuzeev, Tafarov, 1997; Alaru ir kt., 2003/. Dėl biomaseje sukauptos energijos, auginant tiek monokultūrą, tiek mišinyje su avižomis ar miežiais, tinka javainiams gaminti /Mikulionienė, Stanke-

vičius, 2002/. Kvietrugiai yra puiki žaliava besiplečiančioje bioetanolio pramonėje ekologiškai švariems degalams gaminti.

Žieminiai kvietrugiai gerai dera įvairios granulometrinės sudėties dirvožemiuose, juos auginti racionalu ne tik derlingumo, bet ir dirvožemio optimalių fizikinių ir cheminių savybių palaikymo požiūriu /Petraitis, Maikštėnienė, 2002; Malecka ir kt., 2004/.

Azoto trąšos – viena iš svarbiausių ir efektyviausių priemonių derliui didinti, derliaus formavimosi eigai reguliuoti ir derliaus kokybei gerinti.

Literatūroje nurodoma skirtingos azoto trąšų normos žieminiam kvietrugiams. P<sub>100</sub>K<sub>100</sub> fone optimali azoto norma nurodoma 80 kg ha<sup>-1</sup> /Paponov ir kt., 1999/, vėlesniuose tyrimuose gausiausių derlių žieminiai kvietrugiai brandino nuo ne mažesnės kaip 120 kg ha<sup>-1</sup> /Malecka ir kt., 2004/, kitų tyrėjų duomenimis, reikėtų tręšti nuo 60 iki 120 kg ha<sup>-1</sup> /Bulavina, 1993/, 160 kg ha<sup>-1</sup> ar net 180 kg ha<sup>-1</sup> azoto /Cimrin ir kt., 2004; Mut ir kt., 2005/.

Lig šiol Lietuvos sąlygomis auginamų šių javų technologijoje beveik netyrinėta tręšimo grandis, siekiant kuo geriau išnaudoti genetinį derlingumo potencialą. Taip pat nebuvo daryta tyrimų, kuriuose būtų įvertintas dirvožemio mineralinio azoto vaidmuo žieminų kvietrugių mityboje ir nustatytas derliaus, jo priedo ir trąšų efektyvumo priklausomumas nuo mineralinio azoto (N<sub>min</sub>).

Tyrimų tikslas – nustatyti optimalias Vidurio Lietuvos dirvožemiuose auginamų žieminų kvietrugių mitybos azotu sąlygas bei įvertinti azoto trąšų efektyvumą atsižvelgiant į mineralinio azoto kiekį dirvožemyje.

### Tyrimų sąlygos ir metodika

*Tyrimų vieta.* Lauko bandymai daryti 1999–2004 m. Lietuvos žemdirbystės institute, Dotnuvoje.

*Dirvožemis.* Bandymas darytas lengvo priemolio giliau karbonatingame sekliai glėjiškame rudžemyje tradiciniu lauko bandymo metodu. Bandymų dirvožemio agrocheminiai rodikliai nustatyti LŽI priimtais analizių metodais: pH nustatytas potenciometriniu, humuso kiekis – Tiurino, bendrasis azotas – Kjeldalio, judriųjų fosforo ir kalio kiekiai – A-L metodais, mineralinis azotas (N-NO<sub>3</sub>+N-NH<sub>4</sub>): N-NO<sub>3</sub> – jonometriškai, N-NH<sub>4</sub> – spektrofotometriškai.

Pagal agrocheminių rodiklių vertes dirvožemis tyrimų metais buvo nuo neutralo iki artimo neutraliam rūgštumo, nuo vidutinio iki didelio fosforingumo, vidutinio kalingumo ir kalingas, nuo mažo iki vidutinio humusingumo bei azotingumo (1 lentelė).

### 1 lentelė. Dirvožemio agrocheminės savybės

**Table 1. Soil agrochemical properties**

Metai Year	pH <sub>KCl</sub>	Humusas % Humus %	N <sub>bendras</sub> % N <sub>total</sub> %	Judrieji / Available	
				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
				mg kg <sup>-1</sup>	
2000	6,3	1,9	0,12	206	172
2001	6,0	2,0	0,12	129	140
2002	6,0	2,1	0,14	142	146
2004	7,0	1,8	0,13	140	201

Bandymų dirvožemis pagal mineralinio azoto kiekį 0–40 cm gylyje buvo mažo azotingumo (nuo 38,0±0,73 iki 55,2±0,93) (2 lentelė). Tyrimų duomenimis, pavasarį, žieminių kvietrugių vegetacijos pradžioje, N<sub>min.</sub> kiekis 0–40 cm dirvožemio sluoksnyje, iš kurio augalai vegetacijos pradžioje intensyviausiai naudoja maisto medžiagas, svyravo nuo 38,0 iki 55,2 kg ha<sup>-1</sup>, esant nedidelei arba vidutinei variacijai (V = 8,7–17,3 %). Susumavus 0–40 ir 40–60 cm dirvožemio sluoksniuose esantį N<sub>min.</sub>, jo kiekis atskirais metais svyravo nuo 55 iki 70 kg ha<sup>-1</sup> (V = 7,3–10,9 %). Dirvožemio profilyje N<sub>min.</sub> kiekis buvo pasiskirstęs taip: 0–40 cm gylyje nustatyta vidutiniškai 68–78 %, 40–60 cm gylyje – likusieji 22–32 % viso 0–60 cm gylyje esančio N<sub>min.</sub> kiekio.

**2 lentelė.** Mineralinio azoto kiekis dirvožemyje kvietrugių vegetacijos pradžioje kg ha<sup>-1</sup> (x± Sx - vidurkis ir vidurkio vidutinė kvadratinė paklaida)

**Table 2.** The content of mineral nitrogen in the soil (kg ha<sup>-1</sup>) at the beginning of triticale growing season (x± Sx – mean and standard error of the mean)

Metai Year	N-NO <sub>3</sub>		N-NH <sub>4</sub>		N <sub>min.</sub>		
	0–40 cm	40–60 cm	0–40 cm	40–60 cm	0–40 cm	40–60 cm	0–60 cm
2000	26,6±0,63	10,4±0,32	16,6±0,61	7,2±0,21	43,4±0,94	17,4±0,36	60,7±1,14
V %	11,0	14,5	17,3	13,9	10,2	9,8	8,8
2001	37,0±0,76	8,3±0,28	18,2±0,43	7,2±0,17	55,2±0,93	15,6±0,37	70,6±1,10
V %	9,6	15,7	11,1	11,2	7,9	11,2	7,3
2002	20,8±0,55	9,4±0,57	17,2±0,37	7,6±0,25	38,0±0,73	17,1±0,71	55,1±1,28
V %	12,3	28,3	10,1	15,3	9,0	19,4	10,9
2003	27,2±0,99	13,6±0,47	16,7±0,31	7,3±0,16	43,9±1,01	20,9±0,52	64,8±1,31
V %	17,0	16,1	8,7	10,4	10,8	11,6	9,5
2004	25,7±0,81	9,2±0,23	21,9±0,51	6,7±0,26	47,9±1,13	16,1±0,29	64,1±1,15
V %	14,8	11,7	11,0	18,1	11,1	8,5	8,4

Nitratinis azotas (N-NO<sub>3</sub>) dirvožemio profilyje buvo pasiskirstęs panašiai kaip N<sub>min.</sub>: 0–40 cm dirvožemio sluoksnyje buvo 67–82 % augalų lengvai pasisavinamo N-NO<sub>3</sub> kiekio, kiti 18–33 % buvo pasiskirstę gilesniame 40–60 cm sluoksnyje.

Amoniakinis azotas (N-NH<sub>4</sub>) skirtingais tyrimų metais sudarė nuo 33 iki 46 % 0–40 cm gylyje esančio mineralinio azoto kiekio.

*Tyrimų schema:*

1. Netręšta (N<sub>0</sub> P<sub>0</sub> K<sub>0</sub>).
2. P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> (fonas F).
3. N<sub>60</sub> pavasarį (BBCH 25–29).
4. F+N<sub>30</sub> rudenį+N<sub>60</sub> pavasarį (BBCH 25–29).
5. F+ N<sub>60</sub> pavasarį (BBCH 25–29).
6. F+ N<sub>90</sub> pavasarį (BBCH 25–29).
7. F+ N<sub>60</sub> pavasarį (BBCH 25–29) + N<sub>30</sub> bamblėjimo tarpsniu (BBCH 30–32).
8. F+ N<sub>120</sub> pavasarį (BBCH 25–29).
9. F+ N<sub>90</sub> pavasarį (BBCH 25–29) + N<sub>30</sub> bamblėjimo tarpsniu (BBCH 30–32).
10. F+ N<sub>90</sub> pavasarį (BBCH 25–29) + tiltas (BBCH 47–59).
11. F+ N<sub>120</sub> pavasarį (BBCH 25–29) + tiltas (BBCH 47–59).

2 ir 4–11 variantų tręšimo fosforu ir kaliumu lygis buvo vienodas – P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>.

Dviejų variantų (10 ir 11) laukeliuose auginti kvietrugiai BBCH 47–59 tarpsniu purkšti fungicidu tiltu (0,5 l ha<sup>-1</sup>) pagal tyrimų schemą.

Priešsėlis žieminiams kvietrugiams buvo II naudojimo metų daugiametės žolės. Dirva kvietrugių sėjai ruošta pagal LŽI priimtas žieminių javų technologijas.

Krūmijimosi pabaigoje pavasarį kvietrugių pasėlis buvo purškiamas herbicidų ir augimo reguliatorių mišiniu, insekticidai naudojami pagal reikalą.

Bandyme 2000 ir 2001 metų derliui sėta žieminių kvietrugių veislė ‘Tewo’, ją išėmus iš Nacionalinio žemės ūkio augalų veislių sąrašo, 2002–2004 metų derliui sėti kvietrugiai ‘Tornado’.

Žieminiai kvietrugiai, pasiekę kietąją brandą, kulti mažagabaritiniu kombainu „Sampo 500“. Grūdų derliaus duomenys perskaičiuoti į 15 % drėgnumą.

*Meteorologinės sąlygos*, fiksuotos Dotnuvos agrometeorologinės stoties, tyrimų metais buvo skirtingos. Iš penkerių tyrimų metų dveji buvo itin sausi ir šiltesni nei įprastai, treji buvo normalaus drėgnumo.

1999 metų žiemos periodu kritulių buvo arti daugiametės normos. 2000 metai išsiskyrė šiltu ir sausu pavasariu – balandžio mėnesį vidutinė oro temperatūra buvo +5,7 °C aukštesnė už vidutinę daugiametę, o kritulių teiškrito 19 % vidutinės daugiametės normos – 7,6 mm. Intensyvaus augimo ir vystymosi laikotarpiu – gegužės ir birželio mėnesiais drėgmės buvo arti normos, o liepos mėnesį iškrito beveik 2 kartus daugiau kritulių – 185 % vidutinės daugiametės normos. Per 4 vegetacijos periodo mėnesius iškrito 14 % daugiau kritulių nei daugiametė norma.

2000–2001 metų žiemos periodo meteorologinės sąlygos buvo artimos daugiametėms vidurkiams. 2001 m. balandžio mėnuo buvo kiek šiltesnis nei įprasta, tačiau dirvoje drėgmės pakako. Per visą vasaros vegetacijos periodą kritulių kiekis atitiko vidutinį daugiametį, tačiau jų pasiskirstymas buvo labai netolygus – liepos mėnesį iškrito 45 % viso vegetacijos periodo kritulių kiekio. Be to, liepos mėnesio vidutinė oro temperatūra buvo 3,5 °C aukštesnė už vidutinę daugiametę.

Per pirmuosius 2002 metų mėnesius iškrito nuo 22 iki 53 ir net 91 % daugiau daugiametės kritulių normos. Tokie gausūs krituliai galėjo turėti įtakos kiek mažesniai mineralinio azoto kiekiui dirvožemyje 2002 m. pavasarį. 2002 m. vegetacijos orai buvo šilti, netgi karšti, vidutinę daugiametę atskirų mėnesių oro temperatūrą lenkiantys nuo 2,3 °C iki 3,2 °C. Balandžio mėnesio orai augalus stresavo dideliais temperatūros svyravimais (nuo -5,5 °C iki +19,2 °C ir drėgmės stoka, nes iškrito tik apie pusę (56 %) vidutinės daugiametės normos. Birželio ir liepos mėnesių kai kuriomis dienomis oro temperatūra pasiekdavo iki +34–35 °C. Vasaros vegetacijos periodo kritulių kiekis tesudarė 57 % visos to laikotarpio vidutinės daugiametės normos.

2002 metais pasėjus žieminius kvietrugius, spalio mėnesį iškrito rekordinis kritulių kiekis – 2,5 karto daugiau už daugiametę normą. Žiemos periodas buvo su kiek mažesniu kritulių kiekiu nei įprasta. 2003 m. buvo kiek sausesni nei norma, vegetacijos metu kritulių iškrito 80 % vidutinės daugiametės normos. Iš vasaros vegetacijos laikotarpio išsiskyrė karšta liepa, kai vidutinė paros oro temperatūra buvo 3 °C aukštesnė nei vidutinė daugiametė.

2003–2004 metų žiemos periodas meteorologiniais rodikliais mažai tesiskyrė nuo daugiametėjų vidurkių. 2004 m. vegetacijos periodo oro temperatūra buvo maždaug

1 °C žemesnė nei vidutinė daugiametė. Beveik visas sezonas buvo sausas – balandžio, gegužės ir birželio mėnesiais teiškrito atitinkamai tik 29, 53 ir 70 % vidutinės daugiametės kritulių normos. Liepos mėnesį lijo kiek gausiau. Per vegetacijos periodą iškritusių kritulių suma siekė 72 % daugiametės normos.

Statistinis duomenų apdorojimas. Statistinis grūdų derliaus duomenų apdorojimas atliktas dispersinės analizės metodu. Koreliaciniai ryšiai tarp grūdų derliaus, jo priedo skirtingomis išraiškomis ir azoto trąšų normų bei mineralinio azoto nustatyti ir regresinės lygtys išskaičiuotos kaip nurodoma specialioje literatūroje /Litl, Chilz, 1981; Tarakanovas, Raudonius, 2003/. Darbe vartoti simboliai: \* ir \*\* žymėjimas reiškia: statistiškai patikima, esant atitinkamai 95 % ir 99 % tikimybės lygiui;  $R_{05}$  – patikimo skirtumo riba esant 95 % tikimybės lygiui;  $S_x$  – vidurkio vidutinė kvadratinė paklaida;  $V\%$  – variacijos koeficientas.

### Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Azoto trąšų efektyvumas 2001–2004 metais buvo pakankamai didelis, nuo jų gautas grūdų derliaus priedas buvo esminis (3 lentelė). Išsiskyrė tik 2000 metai, kai azoto trąšos derliaus nedidino, tačiau grūdų net kontroliniame variante prikulta 8,34 t ha<sup>-1</sup>. Tai galėjo lemti priešsėlis – II naudojimo metų daugiametės žolės, kurių sudėtyje buvo gana daug dobilų, o jų fiksuotas ir dirvoje sukauptas atmosferos azotas galėjo sumažinti azoto trąšų poveikį kvietrugių derliui. Pasėlio išgulimas 2000 metais taip pat galėjo būti viena mažo azoto trąšų efektyvumo priežasčių.

**3 lentelė.** Tręšimo ir fungicidų įtaka grūdų derliui t ha<sup>-1</sup>

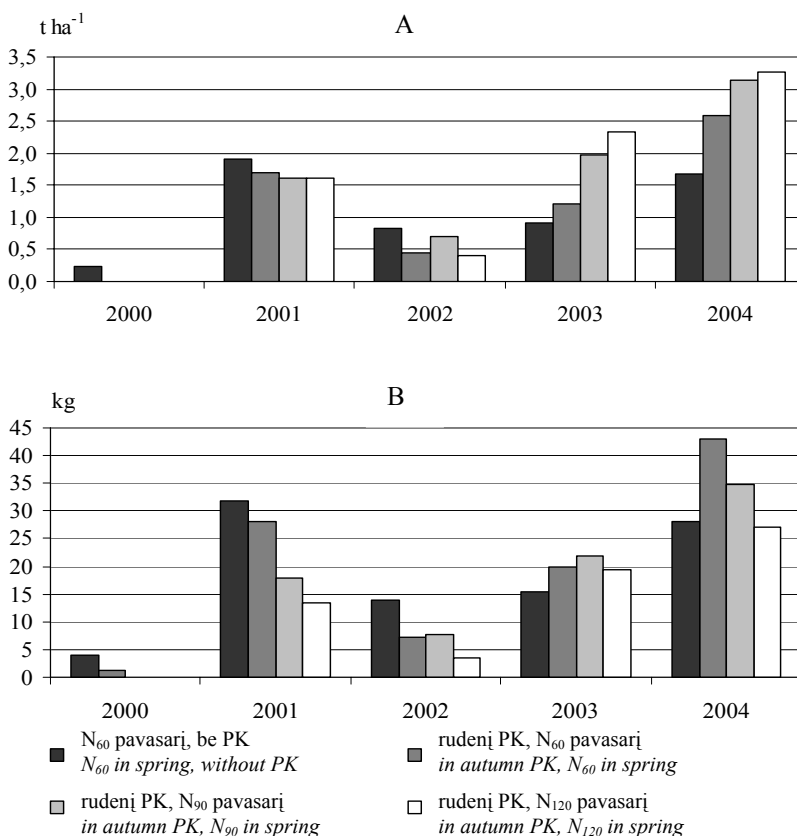
**Table 3.** The effect of fertilization and fungicides on grain yield t ha<sup>-1</sup>

Variantas <i>Treatment</i>	Metai / Year					Vidurkis / Mean	
	2000	2001	2002	2003	2004	t ha <sup>-1</sup>	santyk. sk. <i>relative values</i>
Netręšta / <i>Not fertilized</i>	8,34	3,86	7,30	4,01	5,78	5,86	100
$P_{60}K_{60}$ (fonas F) / $P_{60}K_{60}$ ( <i>background F</i> )	8,59	4,46	7,32	3,94	4,73	5,81	99,1
$N_{60}$ pavasarį / $N_{60}$ <i>in spring</i>	8,58	5,76	8,13	4,93	7,46	6,97	119,0
$F+N_{30}$ rudenį+ $N_{60}$ pavasarį $F+N_{30}$ <i>in autumn</i> + $N_{60}$ <i>in spring</i>	8,53	5,85	7,64	5,84	7,53	7,08	120,8
$F+N_{60}$ pavasarį / $F+N_{60}$ <i>in spring</i>	8,66	6,15	7,76	5,14	7,31	7,00	119,5
$F+N_{90}$ pavasarį / $F+N_{90}$ <i>in spring</i>	8,56	6,08	8,01	5,92	7,87	7,29	124,4
$F+N_{60}$ pavasarį + $N_{30}$ bamb. per. (BBCH 30–32) / $F+N_{60}$ <i>in spring</i> + $N_{30}$ <i>at booting stage (BBCH 30–32)</i>	8,20	5,95	8,04	5,79	8,20	7,24	123,5
$F+N_{120}$ pavasarį / $F+N_{120}$ <i>in spring</i>	7,89	6,08	7,73	6,27	7,99	7,19	122,7
$F+N_{90}$ pavasarį + $N_{30}$ bamb. per. (BBCH 30–32) / $F+N_{90}$ <i>in spring</i> + $N_{30}$ <i>at booting stage (BBCH 30–32)</i>	7,81	6,28	7,99	5,78	8,46	7,26	124,0
$F+N_{90}$ pavasarį+tiltas (BBCH 47–59) $F+N_{90}$ <i>in spring</i> +tilt (BBCH 47–59)	9,34	6,99	8,91	5,70	7,95	7,78	132,7
$F+N_{120}$ pavasarį+tiltas (BBCH 47–59) $F+N_{120}$ <i>in spring</i> +tilt (BBCH 47–59)	9,21	7,12	7,72	6,13	8,58	7,75	132,3
$R_{05} / LSD_{05}$	0,676	0,447	0,839	0,669	0,962	0,727	

Vidutiniais penkerių tyrimų metų duomenimis, be trąšų auginti kvietrugiai subrandino 5,86 t ha<sup>-1</sup> grūdų derlių, o nuo azoto trąšų gautas 19,5–24,0 % didesnis derlius lyginant su be trąšų augintais.

Derliaus priedas PK fone nuo vienkartinės pavasarį išbertos azoto 60, 90 ir 120 kg ha<sup>-1</sup> normos tyrimų metais buvo skirtingas ir, lyginant visus tyrimų metus, labai varijavo – skirtingų tręšimo lygių siekė net iki 81–88 %. 2001 ir ypač šiltais 2002 metais derliavo didėjo atitinkamai iki 90 kg ha<sup>-1</sup> azoto normos. 2003 ir 2004 m. azoto trąšos buvo efektyviausios – didinant per vieną kartą tręšiama norma iki 120 kg ha<sup>-1</sup>, derlius didėjo (1 pav., A). Vidutiniais duomenimis, 60, 90 ir 120 kg ha<sup>-1</sup> azoto normos davė atitinkamai 1,20±0,447 t ha<sup>-1</sup>, 1,49±0,540 t ha<sup>-1</sup> ir 1,52±0,602 t ha<sup>-1</sup> grūdų derliaus priedą.

Trąšų efektyvumas, išreikštas kg grūdų už 1 kilogramą trąšų azoto, didžiausias ir panašaus pobūdžio buvo 2001 ir 2004 metais. Kitais tyrimų metais trąšų efektyvumo kitimo dėsningumai buvo nelabai išreikšti ir priešingi įprastiniams (1 pav., B). Vidutiniais duomenimis, žeminius kvietrugius tręšiant N<sub>60</sub>, N<sub>90</sub> ir N<sub>120</sub>, 1 kg trąšų azoto padidina derlių atitinkamai 19,9±7,46 kg, 16,5±6,00 kg ir 12,7±5,02 kg grūdų.



**1 paveikslas.** Grūdų derliaus priedas nuo vienkartinės N normos A (t ha<sup>-1</sup>) ir trąšų efektyvumas B (kg) nuo 1 kg trąšų azoto

**Figure 1.** Grain yield increase through single N rate A (t ha<sup>-1</sup>) and fertilizer efficacy B (kg) from 1 kg of fertilizer nitrogen

Remiantis tyrimų duomenimis, matematiškai įvertintas žieminių kvietrugių grūdų derliaus ryšys su skirtinguose dirvožemio sluoksniuose (0–40 cm ir 0–60 cm) esančiais mineralinio ir nitratinio azoto kiekiais. Nustatyta, kad tiek nitratinio, tiek ir mineralinio azoto kiekis dirvožemio 0–40 cm ir 0–60 cm dirvožemio sluoksniuose panašiai koreliavo su kvietrugių grūdų derliaus duomenimis. Atskirų tyrimų metų duomenimis,  $\frac{3}{4}$  tirtųjų atvejų (75 %) koreliacija buvo silpna ir 95 % tikimybės lygyje statistiškai neesminė. Vidutiniais penkerių tyrimų metų duomenimis, derliaus ryšys su 0–60 cm sluoksnyje esančiu N-NO<sub>3</sub> bei mineralinio azoto kiekiais buvo vidutinis ir statistiškai esminis. Kiek silpnesnis, tačiau artimas vidutinio stiprumo koreliacijai, derliaus priklausomumas buvo nuo 0–40 cm dirvožemio sluoksnyje esančių augalams prieinamų formų azoto kiekių (4 lentelė).

**4 lentelė.** Žieminių kvietrugių grūdų derliaus ( $y$ , t ha<sup>-1</sup>) ir skirtinguose dirvožemio sluoksniuose esančių mineralinio ir nitratinio azoto kiekių ( $x$ ) koreliacijos koeficientai  
**Table 4.** Correlation coefficients of winter triticale grain yield ( $y$ , t ha<sup>-1</sup>) and mineral and nitrate nitrogen contents ( $x$ ) present in different soil layers

Metai Year	Nitratinis azotas (N-NO <sub>3</sub> ) Nitrate nitrogen		Mineralinis azotas (N <sub>min.</sub> ) Mineral nitrogen	
	0–40 cm	0–60 cm	0–40 cm	0–60 cm
2000	0,31	0,50	0,31	0,37
2001	0,39	0,37	0,32	0,33
2002	0,20	-0,016	0,37	0,04
2003	-0,66	-0,59	-0,61	-0,56
2004	-0,72*	-0,61*	-0,40	-0,33
Vidurkis / Mean	-0,49**	-0,58**	-0,41**	-0,53**

Koreliacijos metodu įvertinto žieminių kvietrugių derliaus ryšio su azoto trąšų norma rezultatai pateikti 5 lentelėje. Koreliacijos ryšio stiprumas varijavo nuo silpno ir statistiškai nepatikimo, esant 95 % tikimybės lygiui ( $\eta = 0,35$ , 2002 m.) iki stipraus ir patikimo pačiame didžiausiame – 99 % tikimybės lygyje ( $\eta = 0,92$ , 2001 m.). Atskirais tyrimų metais azoto trąšos lėmė nuo 13 % iki 84 % derliaus duomenų variacijos. Tačiau vidutiniais penkerių metų duomenimis, su azoto trąšų norma buvo susieta tik 11 % derliaus variacijos.

Skaičiuojant azoto trąšų efektyvumo priklausomumą nuo azoto kiekio dirvožemyje ir azoto trąšų normos, kaip tinkamiausias azoto gausumą dirvožemyje nusakantis rodiklis imtas nitratinio ir mineralinio azoto kiekis, esantis 0–60 cm gylyje, kadangi vegetacijos pradžioje, prieš pagrindinį pavasarinį tręšimą nemaža dalis dirvoje esančio mineralinio azoto – apie 30 % buvo rasta 40–60 cm gylyje. 2000 metais grūdų derliaus ryšio tarp minėtų rodiklių nenustatyta. 2001–2004 metų duomenimis, panašus derliaus ryšys stiprumu ir patikimumu nustatytas tiek sumuojant nitratinio, tiek mineralinio azoto kiekį su trąšų azoto kiekiu (5 lentelė). Koreliacija buvo vidutinė arba stipri, 60 % tirtųjų atvejų – statistiškai patikima 99 % tikimybės lygyje. Tyrimų metais 0–60 cm dirvožemio sluoksnyje esančio N-NO<sub>3</sub> bei N<sub>min.</sub> ir su trąšomis įterpto azoto suma lėmė atitinkamai nuo 24 % iki 88 % ir nuo 24 % iki 93 % derliaus. Vidutiniais penkerių tyrimų metų

duomenimis, koreliacija tarp derliaus ir suminio dirvožemio mineralinio azoto formų ir trąšų azoto kiekio buvo silpna, tačiau statistiškai patikima ( $r = 0,31^*$ ).

**5 lentelė.** Derliaus ( $y$ , t ha<sup>-1</sup>) ryšys su azoto trąšų norma ( $x_1$ , kg ha<sup>-1</sup>) ir su dirvožemio bei trąšų azoto sumomis ( $x_2$  ir  $x_3$ , kg ha<sup>-1</sup>)

**Table 5.** Yield ( $y$ , t ha<sup>-1</sup>) relationship with nitrogen fertilizer rate ( $x_1$ , kg ha<sup>-1</sup>) and with soil and fertilizer nitrogen sums ( $x_2$  and  $x_3$ , kg ha<sup>-1</sup>)

(2000-2004 m. ir vidut. 5 m. duomenys)

(data from 2000-2004 and averaged over 5 years)

Metai Year	Fakt. r/ arba $\eta$ Fact. r/ or $\eta$	dxy	F <sub>Fišerio</sub>	$\bar{x} \pm s \bar{x}$
<i>x<sub>1</sub> - azoto trąšų norma / nitrogen fertilizer rate</i>				
$\eta$				
2000	0,50*	0,25	5,1	77±7,5
2001	0,92**	0,84	134,8	77±7,5
2002	0,35	0,13	3,7	77±7,5
2003	0,73**	0,54	30,4	77±7,5
2004	0,75**	0,57	34,2	77±7,5
Vidurkis Mean	0,32**	0,11	16,5	77±3,3
<i>x<sub>2</sub> - 0-60 cm dirvožemio sluoksnyje esančio N-NO<sub>3</sub> ir trąšų azoto suma</i> <i>x<sub>2</sub> - N-NO<sub>3</sub> and fertilizer nitrogen sum in 0-60 cm soil layer</i>				
$r$				
2000	0,05	0,002	0,02	114±12,8
2001	0,88**	0,77	31,2	122±13,2
2002	0,49	0,24	2,8	107±12,7
2003	0,96**	0,92	110,8	118±12,2
2004	0,94**	0,88	65	111±12,7
Vidurkis Mean	0,31*	0,09	5,6	114±5,5
<i>x<sub>3</sub> - 0-60 cm dirvožemio sluoksnyje esančio N<sub>min</sub> ir trąšų azoto suma</i> <i>x<sub>3</sub> - N<sub>min</sub> and fertilizer nitrogen sum in 0-60 cm soil layer</i>				
2000	0,04	0,002	0,02	137±12,6
2001	0,87**	0,76	29,1	147±13,2
2002	0,49	0,24	2,82	131±12,8
2003	0,97**	0,93	122,6	141±12,2
2004	0,93**	0,86	57,1	140±12,8
Vidurkis Mean	0,31*	0,10	5,8	139±5,5

Atliekant augalų mitybos diagnostikos tyrimus, azoto trąšų efektyvumas apibūdinamas derliaus priedu arba išskaičiuotu dydžiu – procentiniu derliumi. Jis apskaičiuojamas kiekvieno bandymų laukelio derlių dalinant iš didžiausio bandyme išauginto derliaus. Nustatytas žeminių kvietrugių atskirų tyrimų metų ir procentinio derliaus ryšys su 0–40 ir 0–60 cm gylyje esančiu dirvožemio azotu – nitratiniumi ir mineraliniu (6 lentelė). Daugeliu atvejų ryšį tarp minėtų rodiklių geriausiai aprašė antrojo laipsnio para-



**6 lentelė.** Procentinio derliaus (y) priklausomumas nuo  $N_{\min.}$  bei  $N-NO_3$  0–40 ir 0–60 cm dirvožemio sluoksniuose (2000–2004 m. ir vidutiniai duomenys)

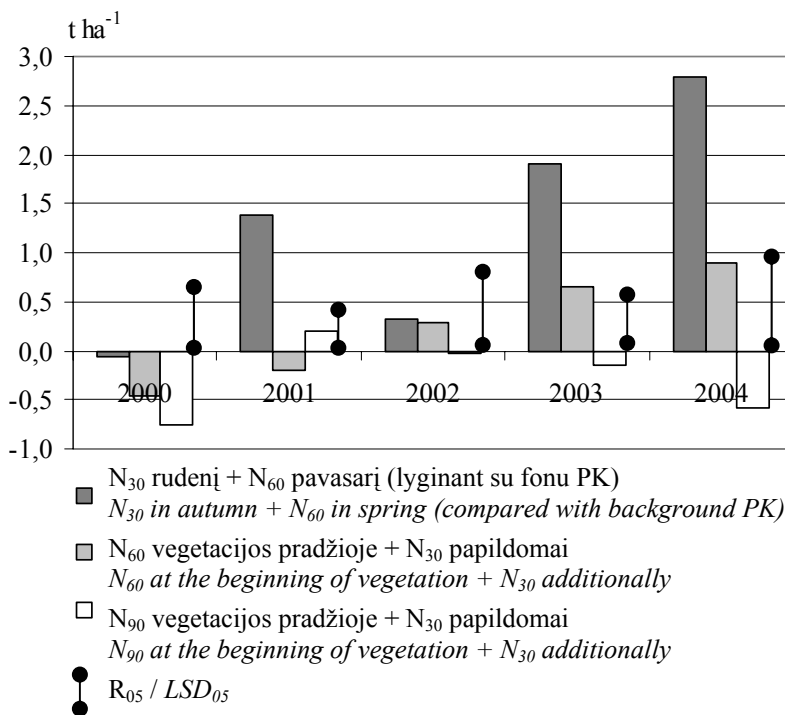
**Table 6.** The relationship between the yield expressed in per cent (y) and  $N_{\min.}$  and  $N-NO_3$  in 0–40 and 0–60 cm soil layers (the data from 2000–2004 and averaged over this period)

Metai Year	Požymio x pavadinimas Trait x denomination	Lygtis Equation	r/ η	dxy	$F_{\text{Fišerio}}$
2000	N-NO <sub>3</sub> 0–40 cm	$y=-25,28+1,4134x-0,0191x^2$	0,63	0,40	3,3
2001		$y=-3,07+0,3016x-0,0056x^2$	0,70*	0,50	6,4
2002		$y=-3,86+0,4495x-0,0103x^2$	0,64	0,41	4,9
2003		$y=-1,68+0,2165x-0,0044x^2$	0,84*	0,71	7,4
2004		$y=2,18-0,0513x$	0,71*	0,5	9,4
Vidurkis Mean		$y=-1,78-0,0523x+0,0007x^2$	0,54	0,29	2,8
2000	N-NO <sub>3</sub> 0–60 cm	$y=-2,69+0,1888x-0,0024x^2$	0,61	0,37	1,5
2001		$y=-3,40+0,1728x-0,0017x^2$	0,38	0,14	0,1
2002		$y=-4,57+0,3499x-0,0054x^2$	0,65*	0,42	5,8
2003		$y=-3,43+0,2273x-0,0029x^2$	0,79*	0,62	5,6
2004		$y=2,32-0,0415x$	0,61*	0,38	5,4
Vidurkis Mean		$y=1,28-0,0099x$	0,50**	0,23	15,9
2000	$N_{\min.}$ 0–40 cm	$y=-2,74+0,01640x-0,0018x^2$	0,70*	0,49	5,5
2001		$y=-42,00+1,5463x-0,0139x^2$	0,55	0,30	2,3
2002		$y=-7,41+0,4367x-0,0056x^2$	0,51	0,26	1,3
2003		$y=-13,57+0,6851x-0,0081x^2$	0,90**	0,81	17,7
2004		$y=10,35-0,3734x+0,036x^2$	0,47	0,22	0,6
Vidurkis Mean		$y=1,34-0,0096x$	0,5**	0,25	17,7
2000	$N_{\min.}$ 0–60 cm	$y=-5,39+0,2004x-0,0016x^2$	0,69	0,47	5,0
2001		$y=-50,49+1,4507x-0,0102x^2$	0,57	0,33	3,2
2002		$y=-16,09+0,6058x-0,0053x^2$	0,72*	0,52	8,7
2003		$y=-14,61+0,4950x-0,0039x^2$	0,84*	0,71	10,9
2004		$y=9,96-0,2679x+0,0020x^2$	0,39	0,15	0,4
Vidurkis Mean		$y=1,54-0,0101x$	0,51	0,26	18,6

bolė, tačiau ne visais atvejais iš tirtųjų ryšys buvo statistiškai patikimas. 0–40 cm dirvožemio gylyje esantis tiek  $N-NO_3$ , tiek ir  $N_{\min.}$  kiekis beveik vienodai koreliavo su procentiniu derliumi, koreliacija buvo nuo vidutinės iki stiprios. 0–60 cm gylyje stipresnis procentinio derliaus ryšys nustatytas su dirvožemio  $N_{\min.}$ , nei su  $N-NO_3$ , tačiau statistiškai patikimas jis buvo tik 40 % atvejų. Vidutinius procentinio derliaus priklausomumo nuo dirvožemio azoto penkerių metų duomenis dažniausiai atitiko tiesinė lygtis, nurodanti atvirkštinį vidutinio stiprumo koreliacijos ryšį ( $r = -0,50-0,51$ ), tačiau statistiškai patikimą tik pusėje tirtųjų atvejų. Tokios koreliacijos reikšmės panašios į anksčiau

nustatytas žiemiųjų kviečių tyrimuose – azoto trąšos geriausiai veikė dirvožemiuose, kuriuose  $N_{min}$  buvo labai mažai – iki  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  0–40 cm dirvožemio sluoksnyje. Didėjant  $N_{min}$  kiekiui, mažėjo nuo trąšų gautas derliaus priedas /Pliupelytė ir kt., 1995; Lazauskas ir kt., 1998/.

Tręšiant žiemiuosius kvietrugius papildomai  $N_{30}$  norma javų bambėjimo viduryje, kai vegetacijos pradžioje tręšta  $60$  ir  $90 \text{ kg ha}^{-1}$  azoto, daugeliu atvejų gautas nedidelis ir neesminis derliaus priedas. 2003 ir 2004 metais  $N_{60}$  tręšties kvietrugiams papildomas tręšimas buvo kiek efektyvesnis – grūdų prikulta atitinkamai  $0,65$  ir  $0,89 \text{ t ha}^{-1}$  daugiau, nei tręštų vieną kartą  $N_{60}$ , ir derliaus priedas esminis kiek žemesniame nei  $95\%$  tikimybės lygyje (2 pav.). Papildomai tręšti  $N_{30}$  norma pavasarį tręštus kvietrugius  $N_{90}$  nenaudinga, nes dvejais tyrimų metais labai trūko drėgmės, greitai subręsdavo grūdai, todėl, paspartėjus brandai ir papildomai patręšus azotu, jis liko neišnaudotas.

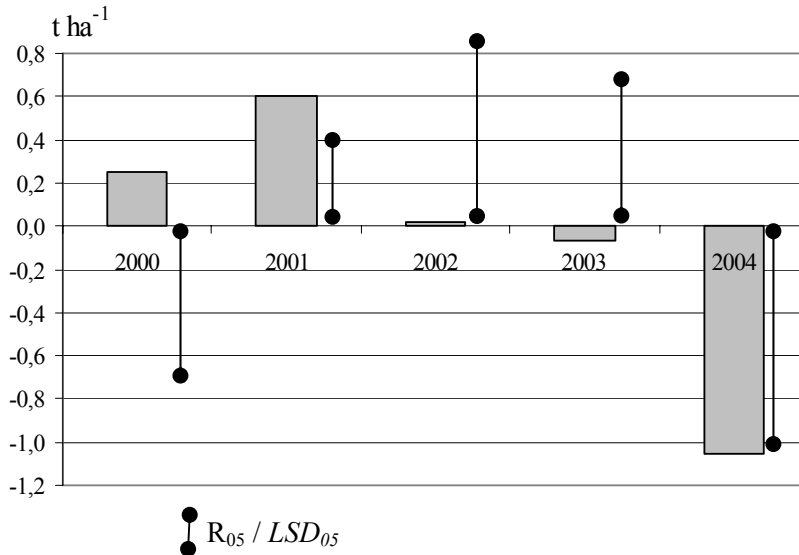


**2 paveikslas.** Grūdų derliaus priedas nuo papildomo tręšimo  $N_{30}$

**Figure 2.** Grain yield increase through additional fertilization with  $N_{30}$

Žiemiiniai kvietrugiai, kuriems iš rudens tręšti  $N_{30}$ , o pavasarį –  $N_{60}$ , lyginant su fosforo ir kalio fone be azoto trąšų augusiais, subrandino beveik visais atvejais didesnį derlių – derliaus priedas varijavo nuo  $0,32$  iki  $2,80 \text{ t ha}^{-1}$  ir trim iš penkių atvejų buvo esminis.

Nuo fosforo ir kalio trąšų tik 2001 metais gautas esminis derliaus priedas –  $0,60 \text{ t ha}^{-1}$ , kai bandymų dirvožemis buvo vidutiniškai fosforingas bei kalingas. Kitais atvejais, esant gausniam dirvožemio apsirūpinimui judriaisiais fosforu ir kaliu, PK trąšos derliaus nedidino (3 pav.).

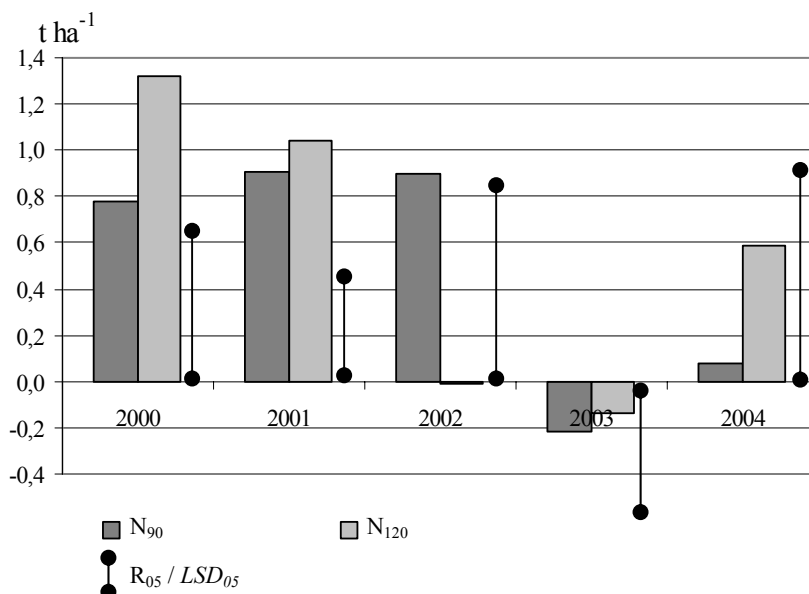


**3 paveikslas.** Grūdų derliaus priedas nuo PK trąšų

**Figure 3.** Grain yield increase through PK fertilizers

Derlių ir azoto trąšų efektyvumą gali riboti nepakankamai efektyvi auginimo technologija ir nepakankamas arba nesavalaikis augalų apsaugos priemonių naudojimas, meteorologinės sąlygos. Fungicido reikšmė padidėja drėgnais, ligoms plisti palankiais metais. Antai 2000 ir 2001 metais, kai per vasaros vegetacijos periodą kritulių iškrito arti daugiametės normos (atitinkamai 114,2 % ir 98 %) ir vyravo šilti orai, susidarė palankios sąlygos ligoms plisti, fungicidai veikė efektyviai.  $N_{90}$  ir  $N_{120}$  tręšti ir tiltu purkšti kvietrugiai subrandino statistiškai patikimą derliaus priedą – atitinkamai  $0,78\text{--}0,91$  ir  $1,32\text{--}1,04 \text{ t ha}^{-1}$  lyginant su taip pat tręštais, bet fungicidu nepurkštais javais. Didesniame tręšimo azotu lygyje fungicidas davė didesnę derliaus priedą (4 pav.). 2002 metais nuo fungicido derlius iš esmės padidėjo davė tik  $N_{90}$  tręštų kvietrugių, kurie buvo mažiau išguldyti lietaus, nei tręšti  $N_{120}$ .

Tyrimų metais žieminių kvietrugių derliui ir azoto trąšų efektyvumui įtakos turėjo pasėlio išgulimas. 2003 ir 2004 metais kvietrugiai buvo neišgulę. Javų išgulimas, vertintas 10 balų sistema 2000–2002 metais bei vidutiniais trejų metų duomenimis, koreliavo su azoto norma. Koreliacija tiesinė teigiama, nuo silpnos iki stiprios, patikima 95 ir 99 % tikimybės lygyje (7 lentelė).



**4 paveikslas.** Grūdų derliaus priedas nuo fungicido

**Figure 4.** Grain yield increase through the fungicide application

**7 lentelė.** Žieminių kvietrugių išgulimo (y, balais) ryšys su azoto trąšų norma (x, kg ha<sup>-1</sup>)

**Table 7.** The relationship between winter triticale lodging (y, in points) with nitrogen fertilizer rate (x, kg ha<sup>-1</sup>)

Metai / Year	Regresijos lygtis Regression equation	r	r <sup>2</sup>	F <sub>Fiserio</sub>
2000	$y=2,37+0,0808x$	0,88*	0,78	31,9
2001	$y=-0,44+0,0240x$	0,63*	0,40	6,03
2002	$y=-0,53+0,0379$	0,81**	0,65	16,7
Vidurkis / Mean	$y=0,46+0,0476x$	0,47**	0,22	8,74

### Išvados

1. Lengvo priemolio giliau karbonatingame sekliai glėjiškame vidutinio ar didelio fosforingumo, vidutinio kalingumo ar kalingame, mažo azotinguo rudžemyje azoto trąšos žieminiams kvietrugiams 2001–2004 metais buvo efektyvios ir grūdų derlius padidėjo iš esmės – vidutiniškai 19,5–24,0 %.

2. Atskirais tyrimų metais pavasarį vegetacijos pradžioje patręšus N<sub>60</sub>, N<sub>90</sub> ir N<sub>120</sub>, gautas skirtingas, plačiose ribose varijuojantis derliaus priedas – skirtinguose tręšimo lygiuose V = 81–88 %. Vidutiniais duomenimis, PK fone nuo N<sub>60</sub>, N<sub>90</sub> ir N<sub>120</sub> grūdų derliaus priedas gautas atitinkamai 1,20±0,447 t ha<sup>-1</sup>, 1,49±0,540 t ha<sup>-1</sup> ir 1,52±0,602 t ha<sup>-1</sup>.

3. Papildomas žieminių kvietrugių tręšimas buvo efektyvus normalaus drėgnumo metais; sausi atskirų tyrimų metų orai buvo nepalankūs asimiliuoti papildomai išbertą trąšų azotą, todėl gautas neesminis derliaus priedas.

4. Įvertinus žieminių kvietrugių grūdų derliaus priklausomumą nuo azoto trąšų normų, daugeliu atvejų – penkiais iš šešių – nustatytas statistiškai patikimas, vidutinio stiprumo arba stiprus koreliacinis ryšys ( $\eta = 0,5^*-0,92^{**}$ ), azoto trąšos lėmė 13–84 % kvietrugių derliaus variacijos.

5. Nustatytas ryšys tarp žieminių kvietrugių derliaus ir suminio azoto trąšų bei 0–60 cm dirvožemio gylyje esančio nitratinio ( $N-NO_3$ ) ir mineralinio azoto ( $N_{min}$ ) kiekio. Koreliacija stiprumu ir patikimumu mažai skyrėsi lyginant nitratinį ir mineralinį azotą ir 60 % tirtų atvejų buvo statistiškai patikima 99 % tikimybės lygyje.

6. Trąšų efektyvumą įvertinus procentiniu derliumi, nustatytas kiek stipresnis jo ryšys su mineralinio azoto kiekiu 0–60 cm dirvožemio sluoksnyje nei tokiaame pat gylyje rasto nitratinio azoto kiekiu. Didėjant mineralinio azoto kiekiui dirvožemyje, mažėjo azoto trąšų efektyvumas.

7. Fungicidų efektyvumas išryškėjo palankiais ligoms plisti 2000–2001 metais – gautas esminis derliaus priedas 0,78–0,91 ir 1,32–1,04 t ha<sup>-1</sup> atitinkamai  $N_{90}$  ir  $N_{120}$  tręštų kvietrugių pasėlyje.

Gauta 2007 08 06

Pasirašyta spaudai 2007 09 24

## LITERATŪRA

1. Alaru M., Laur Ü., Jaama E. Influence of nitrogen and weather conditions on the grain quality of winter triticale // *Agronomy Research*. – 2003, vol. 1, No. 1, p. 3–10

2. Bulavina T.M. Technologija proizvodstva zerna ozimogo tritikale 'Dar Belarusi': avtoref. diss. ... s. ch. nauk. – Žodino, 1993. – 29 s. – Rus.

3. Cimrin K., Bozkurt M., Sekeroglu N. Effect of nitrogen fertilization on protein yield and nutrient uptake in some triticale genotypes // *Journal of Agronomy*. – 2004, vol. 3, No. 4, p. 268–272

4. Kuzeev E.M., Tafarov R.N. Vozdelyvanie tritikale na korm // *Kormoproizvodstvo*. – 1997, No. 7, s. 19–22. – Rus.

5. Lazauskas S., Vaišvila Z., Mažvila J. ir kt. Dirvožemio mineralinio azoto ir azoto trąšų įtaka žieminiams kviečiams // *Žemdirbystė: mokslo darbai / LZI, LZŪU*. – Akademija (Kėdainių r.), 1998, t. 63, p. 82–97

6. Littl T., Chillz F. Sel'skochozjajstvennoe opytnoe delo. Planirovanie i analiz. – Moskva, 1981. – 318 s. – Rus.

7. Malecka I., Bleharczyk A., Sawinska Z. Wplyw sposobow uprawy roli i nawozenia azotem na plonowanie pszenżyta ozimogo // *Annales. Universitatis M. Curie - Sklodovska*. – 2004, vol. 59, No. 1, Sec. E, p. 259–267

8. Mikulionienė S., Stankevičius R. Žolinių pašarų konservantų ir siloso cheminė sudėtis, maistinė vertė ir virškinamumas // *Veterinarija ir zootechnika*. – 2002, t. 18(40), p. 94–100

9. Mut Z., Sezer I., Gulumser A. Effect of different sowing rates and nitrogen levels on grain yield, yield components and some quality traits of triticale // *Asian Journal of Plant Sciences*. – 2005, vol. 4, No. 5, p. 533–539

10. Paponov I. A., Lebedinskai S., Koshkin E.I Growth analysis of solution culture – grown winter rye, wheat and triticale at different relative rates of nitrogen supply // Annals of Botany. – 1999, vol. 84, p. 467–473

11. Petraitis V., Maikštėnienė S. Žieminiai ir vasariniai kvietrugiai. – Akademija (Kėdainių r.), 2002. – 63 p.

12. Pliupelytė E., Lazauskas S., Vaišvila Z., ir kt. Žiemkenčių derliaus priklausomumas nuo dirvoje esančio mineralinio azoto ir azoto trąšų normų // Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI. – Dotnuva-Akademija (Kėdainių r.), 1995, t. 44, p. 143–154

13. Seguchi M., Ishihara C., Yoshino Y. et al. Breadmaking properties of triticale flour with wheat flour and relationship to amylase activity // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2000, vol. 64, No. 4, p. 582–586

14. Tarakanovas P., Raudonius S. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT iš paketo „Selekcija“. – Akademija (Kėdainių r.), 2003. – 60 p.

ISSN 1392–3196

Zemdirbyste / Agriculture, vol. 94, No. 3 (2007), p. 33–46

UDK 633.112.9“324“:631.84:631.559

## THE EFFECT OF NITROGEN NUTRITION ON THE PRODUCTIVITY OF WINTER TRITICALE

D. Janušauskaitė, S. Lazauskas

### Summary

During the period 2000–2004 field trials with winter triticale were conducted at the Lithuanian Institute of Agriculture in Dotnuva on a light loam *Endocalcari - Epihypogleyic Cambisol*. Seeking to determine optimal conditions for winter triticale nitrogen nutrition in the soils of Central Lithuania and to estimate nitrogen fertilizer efficacy taking into account mineral nitrogen content in the soil, the data from the five experimental years were analysed by applying correlation and regression methods.

Our experimental evidence suggests that nitrogen fertilizers were effective not every year, the regularities of grain yield variation through fertilizers also differed. A grain yield increase of 19.5–24.0 % was obtained through nitrogen fertilizer application. A rate of N<sub>90</sub> was found to be optimal for winter triticale in our trials. Fertilizer efficacy is presented in kilos – averaged data suggest that when winter triticale had received N<sub>60</sub>, N<sub>90</sub> and N<sub>120</sub>, 1 kg of fertilizer nitrogen produced 19.9±7.46 kg, 16.5±6.00 kg and 12.7±5.02 kg of grain, respectively.

Additional fertilization of triticale was effective only in the normally wet years.

Having fertilized winter triticale with N<sub>90</sub> and N<sub>120</sub>, in the years conducive to the spread of diseases (2000–2001), a significant yield increase was obtained through fungicide application.

The present paper also provides the correlation of grain yield with nitrogen fertilizer rate and total amount of fertilizer and soil mineral and nitrate nitrogen, the relationship of fertilizer efficacy expressed as yield percent and soil N-NO<sub>3</sub> and N<sub>min</sub> in various soil layers.

Key words: winter triticale, yield, nitrogen fertilizers, efficacy of nitrogen fertilizers.