

## AZOTO TRĄŠŲ EFEKTYVUMO ŽIEMINIUOSE KVIEČIUOSE PRIKLAUSOMUMAS NUO METEOROLOGINIŲ SĄLYGŲ VIDURIO LIETUVOJE

Daiva JANUŠAUSKAITĖ<sup>1,2</sup>, Gvidas ŠIDLAUSKAS<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Lietuvos žemdirbystės institutas  
Akademija, Dotnuva, Kėdainių rajonas  
El. p. gvidas@lzi.lt

### Santrauka

1990-1993 m., 1998-2001 m. Lietuvos žemdirbystės institute, Dotnuvoje lengvo priemolio giliau karbonatingame sekliai glėjiškame rudžemyje – *Endocalcari - Epihypogleyic Cambisols* daryti žieminių kviečių lauko bandymai. Siekiant įvertinti trąšų efektyvumą ir nustatyti grūdų derliaus bei grūdų kokybės rodiklių ryšį su Vidurio Lietuvoje vyraujančiomis meteorologinėmis sąlygomis, aštuonerių metų tyrimų duomenys analizuoti taikant koreliacijos ir regresijos metodus. Nustatyta, kad azoto trąšų efektyvumas tyrimų metais buvo nevienodas ir labai priklausė nuo pavasario-vasaros periodo drėgmės ir šilumos sąlygų. N trąšos efektyviausios buvo drėgnais metais, normalaus drėgnumo metais jų efektyvumas sumažėjo 30-46 %, o sausais – 35-62 %. Skirtingai nei grūdų derliaus, mažiausiai glitimo (13,1-22,4 %) kviečiai sukaupė drėgnais metais, daugiausiai (22,9-35,8 %) vidutiniškai drėgnais.

Straipsnyje išanalizuotas grūdų derliaus, glitimo bei derliuje sukaupto bendrojo azoto ryšys su meteorologiniais veiksniais – kritulių kiekiu, aktyvių temperatūrų, aukštesnių už 5°C (ATS>5°C) ir 10°C (ATS>10°C), suma, saulės apšvitos trukme ir HTK skirtingais kviečių augimo laikotarpiais.

Reikšminiai žodžiai: žieminiai kviečiai, derlius, N trąšų efektyvumas, glitimas, derliuje sukauptas bendrasis azotas, krituliai, aktyvių temperatūrų suma, saulės apšvitos trukmė, hidroterminis koeficientas.

### Įvadas

Efektyvus žemės ūkio augalų derlingumo potencialo išnaudojimas dažnai ribojamas nepalankių meteorologinių sąlygų. Teigiama, kad vegetacijos periodo orai gali lemti nuo 44 % iki 55 % derliaus svyravimo amplitudės /Golberg ir kt., 1988/. Augalų derlingumo, taip pat ir cheminės sudėties svyravimams didžiausią įtaką turi šilumos ir drėgmės režimai /Fedoseev, 1985; Antanaitis, Švedas, 2000; Kargin ir kt., 2001/. Meteorologinių sąlygų įtaka žemės ūkio augalams fragmentiškai aptariama daugelyje su agronominiais tyrimais susietų publikacijų, tačiau dažniausiai apsiribojama bendrais teiginiais apie vegetacijos orų nukrypimus nuo vidutinių sąlygų bei jų bendru poveikiu augalams. Dėl skirtingų meteorologinių sąlygų vienodo našumo netreštuose laukeliuose žieminių kviečių derlius svyravo nuo 3,71±0,143 t ha<sup>-1</sup> iki 5,57±0,390 t ha<sup>-1</sup>, variacijos koeficientas buvo apie 20 % /Antanaitis, Švedas, 2000 a/. Stinga duomenų, nusakančių koreliacinius - regresinius ryšius tarp meteorologinių rodiklių skirtingais vegetacijos periodais ir augalų derliaus, o ypač – jo kokybės. Vakarų Lietuvoje daryti tyrimai padėjo atskleisti žieminių kviečių

derliaus priedo priklausomumą nuo kritulių, iškritusių nuo vegetacijos atsinaujinimo iki plaukėjimo bei vaškinės brandos tarpinių /Ežerinskienė, 1995; Ežerinskienė, 1996/. Žinia, kad meteorologinių sąlygų įtaka augalams, esant nevienodai geografinei padėčiai, skirtingai dirvožemių kilmei bei granulimetrinei sudėčiai gali būti skirtinga /Švedas ir kt., 1999; Švedas, Pirogovskaja ir kt., 2001; Janušauskaitė, 2002/. Vegetacijos periodo hidroterminės sąlygos glaudžiai siejasi su augalų pasisavinamomis mineralinėmis azoto formomis /Christenko ir kt., 2001/. Meteorologinės sąlygos neišvengiamai lemia ir augalų cheminės sudėties pokyčius /Daniel, Triboi, 2000; Švedas, Janušauskaitė, 2000/. Lietuvos Vidurio žemumos centriniam rajone darytų tyrimų duomenimis, iš žieminių kviečių grūdų cheminės sudėties rodiklių dėl meteorologinių sąlygų kitimo labiausiai varijavo azotingumo duomenys –  $V\% = 21-29$ , kiek mažiau – fosforingumo –  $V\% = 11-15$  ir mažiausiai – kalingumo –  $V\% = 3-7$  /Antanaitis, Švedas, 2000 a/.

Tyrimų tikslas – nustatyti azoto trąšų efektyvumo bei žieminių kviečių grūdų kokybės rodiklių ryšį su Vidurio Lietuvoje vyraujančiomis meteorologinėmis sąlygomis.

### Tyrimų sąlygos ir metodai

Bandymai su žieminiiais kviečiais daryti 1990-1993 m., 1998-2001 m. Lietuvos žemdirbystės institute, Dotnuvoje lengvo priemolio giliau karbonatingame sekliai glėjiškame rudžemyje – *Endocalcari - Epiphyogleyic Cambisols* (pagal seną klasifikaciją – velėninis glėjiškas dirvožemis) tradiciniu lauko bandymų metodu. Bandymų dirvožemių agrocheminiai rodikliai nustatyti LŽI priimtais analizų metodais: humusas –  $2,06 \pm 0,299\%$  ( $V\% = 14,5$ ) (Tiurino metodu),  $N_{\text{bendrasis}} = 0,14 \pm 0,022$  ( $V\% = 15,4$ ) (Kjeldalio),  $\text{pH}_{\text{KCl}} = 6,6 \pm 0,71$  ( $V\% = 10,7$ ) (potenciometriniai),  $N_{\text{min.}} = 50 \pm 9,1 \text{ kg ha}^{-1}$  ( $V\% = 18,1$ ) (kolorimetriškai),  $\text{P}_2\text{O}_5 = 166 \pm 35,2 \text{ mg kg}^{-1}$  ( $V\% = 21,3$ ) ir  $\text{K}_2\text{O} = 138 \pm 11,4 \text{ mg kg}^{-1}$  ( $V\% = 8,3$ ) (A-L). Tyrimų metais auginti 'Širvinta 1', 'Zentos', 'Jubiliatka' ir 'Portal' veislių žieminiai kviečiai. Grūdų kokybiniai rodikliai nustatyti: bendrojo azoto kiekis (N) – Kjeldalio metodu (LST 1523); baltymai apskaičiuoti  $N_{\text{bendrojo}}$  kiekį, nustatytą Kjeldalio metodu, padauginus iš koeficiento 5,7 (kviečiams) (LST 1523); šlapiasis glitimas išplautas rankomis (LST 1522).

Statistinis grūdų derliaus, produkcijos kokybės įvertinimas, koreliaciniai ryšiai tarp meteorologinių veiksnių ir derliaus bei kokybės rodiklių nustatyti ir regresinės lygtys išskaičiuotos kaip nurodoma specialioje literatūroje /Litl, Chilz, 1981/. Daugeliu atvejų nustatyti koreliaciniai ryšiai buvo patikimi 60-90 % tikimybės lygyje. 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;  $S$  – standartinis kvadratinis nukrypimas;  $V\%$  – variacijos koeficientas.

Tyrimų metais meteorologinės sąlygos, fiksuotos Dotnuvos agrometeorologinės stoties, buvo skirtingos. Pagal G. Seleninovo formulę apskaičiuotas hidroterminis koeficientas meteorologines sąlygas charakterizuoja taip:  $\text{HTK} < 0,4$  – labai didelė sausra,  $0,4-0,5$  – didelė sausra,  $0,6-0,7$  – vidutinė sausra,  $0,8-0,9$  – nedidelė sausra,  $1,0-1,5$  – normaliai drėgna,  $1,6-2,0$  – drėgna,  $> 2,0$  – šlapia /Spravočnik agronoma ..., 1986/.

### Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Tyrimų metai skyrėsi meteorologinėmis sąlygomis. Per laikotarpį nuo vegetacijos pradžios pavasarį iki pjūties atskirų metų hidroterminis koeficientas buvo nuo 0,49 (t.y. didelė sausra – 1992 m.) iki 2,16 (šlapia – 1998 m.). Aštuonerių metų duomenimis, azoto

trašų efektyvumas žieminių kviečių pasėlyje buvo nevienodas. Didele dalimi jis priklausė nuo pavasario – vasaros periodo drėgmės ir šilumos sąlygų.

Analizuojant pagal vegetacijos periodo drėgnumą sugrupuotus duomenis, galima pasakyti, jog didžiausią grūdų derlių žieminiai kviečiai subrandino bei azoto trašos efektyviausios buvo drėgnais metais (1 lentelė). Tikėtina, kad tai susiję su didesne augalo mase, didesniu fotosintezėje aktyviu augalo paviršiaus plotu. Pažymėtina, kad labai panašūs derliaus kitimo dėsningumai buvo nustatyti ir Vidurio Lietuvos sąlygomis atliktuose tyrimuose su rapsais /Šidlauskas, Švedas, 2001; Šidlauskas, Bernotas, 2003/. Tuo tarpu bulvių gumbų derlius lengvos granulometrinės sudėties dirvožemyje didėjo kritulių kiekiui per vegetaciją didėjant iki 489,3 mm /Kupčinskas ir kt., 2003/.

**1 lentelė.** Žieminių kviečių derlius nuo azoto trašų normų skirtingo vegetacijos drėgnumo periodu (HTK už laikotarpį nuo vegetacijos pradžios pavasarį iki pjūties) 1990-1993 m. ir 1998-2001 m.

**Table 1.** Winter wheat yield in relation to nitrogen fertilizer rates during the growing period differing in humidity (HTC for the period from the beginning of growing season to harvesting), 1990-1993 and 1998-2001

Metai pagal HTK Year according to HTC	Rodikliai Indicators	N kg ha <sup>-1</sup>							
		N <sub>0</sub>	N <sub>30</sub>	N <sub>60</sub>	N <sub>90</sub>	N <sub>120</sub>	N <sub>60+30</sub>	N <sub>60+30+30</sub>	N <sub>90+30</sub>
Sausi Dry	Derlius t ha <sup>-1</sup> Yield t ha <sup>-1</sup>	3,95	4,74	4,74	5,34	5,41	5,61	5,6	5,04
	Derliaus priedas t ha <sup>-1</sup> Yield increase t ha <sup>-1</sup>	-	0,34	0,79	1,39	1,47	1,21	1,20	1,54
	Santyk. sk. % Rel. values %	100	108	110-132	128-145	127-150	128	128	144
Vidutinio drėgnumo Moderately wet	Derlius t ha <sup>-1</sup> Yield t ha <sup>-1</sup>	5,32	5,33	6,76	6,60	6,78	6,23	7,47	8,93
	Derliaus priedas t ha <sup>-1</sup> Yield increase t ha <sup>-1</sup>	-	0,78	1,44	1,28	1,46	1,68	1,92	1,31
	Santyk. sk. % Rel. values %	100	105-142	113-176	113-167	113-186	123-186	126-198	117
Drėgni Wet	Derlius t ha <sup>-1</sup> Yield t ha <sup>-1</sup>	5,60	-	7,66	7,69	8,02	-	-	8,43
	Derliaus priedas t ha <sup>-1</sup> Yield increase t ha <sup>-1</sup>	-	-	2,06	2,09	2,42	-	-	2,83
	Santyk. sk. % Rel. values %	100	-	125-160	120-170	123-182	-	-	130-189
Derliaus V% dėl metų meteorologinių sąlygų V% of yield due to the meteorological conditions of the year		34,4	18,0	25,9	22,8	22,0	10,7	10,6	26,4

Mūsų tyrimuose vidutinio drėgnumo metais subrendo nuo 5 iki 15 % mažesnis derlius, o azoto trąšų, išbertų tiek vegetacijos pradžioje vienu kartu, tiek per du kartus, efektyvumas buvo 30-40 % mažesnis. Esant sausam vegetacijos periodui, trąšų efektyvumas sumažėjo 35-62 %, palyginus su jų efektyvumu drėgnais metais.

Vegetacijos metu didėjant kritulių kiekiui, glitimo derliuje sukauptama mažiau dėl to, kad suformuojama daugiau produktyvių stiebų ploto vienetė, tačiau grūdo formavimosi bei užsipildymo metu jau nepakanka drėgmės, o daugeliu atvejų – ir azoto /Pirogovskaja ir kt., 2001/. Matyt, tai lėmė, kad atliktuose tyrimuose skirtingai nei grūdų derliaus, mažiausiai glitimo kviečiai sukauptė drėgnais metais, daugiausiai – vidutiniškai drėgnais (2 lentelė). Vegetacijos periodo drėgmės režimo įtaka ypatingai išryškėjo kviečių netrešiant azotu – vidutiniškai drėgnais metais glitimo buvo vidutiniškai 22,9 %, tuo tarpu drėgnais – 9,8 proc. vnt. mažiau. Tokios pačios tendencijos išliko ir trėštuose laukeliuose – drėgnais metais glitimo sukaupta 10,2-11,1 proc. vnt. mažiau. Tuo tarpu vegetacijos metu esant sausrai, kuomet HTK buvo 0,49 ar 0,87, glitimo kiekis buvo nuo 1,7 iki 8,0 proc. vnt. mažesnis nei normalaus drėgnumo metais.

Reikia paminėti, kad nuo papildomai išbertų azoto trąšų, kviečiams bambklėjant, jie daugiau glitimo sugeba sukaupti vidutinio drėgnumo nei sausais metais. Tai susiję su azoto pasisavinimo procesais, kurių intensyvumas mažesnis vyraujant sausiems orams /Golberg ir kt., 1988; Antanaitis, Švedas, 2000 a/.

**2 lentelė.** Žieminių kviečių glitimo kiekis nuo azoto trąšų normų skirtingo vegetacijos drėgnumo periodu (HTK už laikotarpį nuo vegetacijos pradžios pavasarį iki pjūties) 1990-1993 m. ir 1998-2001 m.

**Table 2.** Winter wheat grain gluten content in relation to nitrogen fertilizer rates during the growing season differing in humidity (HTC for the period from the beginning of the growing season in spring to harvesting), 1990-1993 and 1998-2001

Metai pagal		N kg ha <sup>-1</sup>							
HTK	Rodikliai								
Year	Indicators	N <sub>0</sub>	N <sub>30</sub>	N <sub>60</sub>	N <sub>90</sub>	N <sub>120</sub>	N <sub>60+30</sub>	N <sub>60+30+30</sub>	N <sub>90+30</sub>
according to HTC									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sausi Dry	Glitimas %	20,3	17,8	22,5	27,0	29,5	28,9	29,5	29,5
	Gluten %								
	Glitimo priedas proc. vnt.	-	-2,6	2,2	6,7	9,2	8,5	9,1	9,3
	Gluten increase percentage units								
Vidutinio drėgnumo Moderately wet	Santyk. sk. %	100	87	101-121	131-135	140	142	145	146
	Rel. values %								
	Glitimas %	22,9	25,8	26,4	30,1	32,7	30,6	35,8	24,5
	Gluten %								
	Glitimo priedas proc. vnt.	-	1,6	3,5	7,3	9,9	6,4	11,5	5,7
	Gluten increase percentage units								
	Santyk. sk. %	100	93-119	103-126	118-149	118-169	105-142	125-167	130
	Rel. values %								

**2 lentelės tęsinys**  
**Table 2 continued**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Glitimas % <i>Gluten %</i>	13,1	-	16,0	19,0	22,5	-	-	22,4
Drėgni <i>Wet</i>	Glitimo priedas proc. vnt. <i>Gluten increase percentage units</i>	-	-	2,9	5,9	9,4	-	-	9,3
	Santyk. sk. % <i>Rel. values %</i>	100	-	121-123	131-162	158-189	-	-	155-192
	Glitimo kiekio V % dėl metų meteorologinių sąlygų <i>V% of yield due to the meteorological conditions of the year</i>	25,5	18,2	23,1	20,9	17,6	5,1	9,4	13,7

Cheminės derliaus analizės rodo, kad vidutinio drėgnumo metais susidarydavo palankesnės sąlygos bendrajam azotui derliuje kauptis (3 lentelė). Vegetacijos eigoje vyraujant sausiesiems orams, azotą neturėję žieminiai kviečiai sukauptė 32 %, o drėgnais metais – 22 % mažiau baltymų hektare nei normalaus drėgnumo metais. Panašios tendencijos išliko ir tręšiant azotą: sausringais metais  $N_{\text{bendrojo}}$  sukaupta 19-39 %, o drėgnais – 1-23 % mažiau, nei esant vidutiniam drėgmės režimui. Sausringais metais patiriami didesni grūdų nuostoliai /Švedas ir kt., 1999; Antanaitis, Švedas, 2000 a/. Nepaisant to, sausi orai palankesni baltyminiams medžiagoms grūduose kauptis. Atliktuose tyrimuose sausringais metais išryškėjo ir didesni bendrojo azoto derliaus nuostoliai.

Didžiausia nuo metų meteorologinių sąlygų priklausanti grūdų derliaus, glitimo bei sukaupto  $N_{\text{bendrojo}}$  duomenų variacija buvo azoto trąšomis neturėtų kviečių. Variacijos koeficientai buvo atitinkamai 34,4 %, 25,5 % ir 37,1 %. Azoto trąšos kiekis sumažino minėtų rodiklių variaciją nuo meteorologinių sąlygų, tačiau  $N_{60}$ ,  $N_{90}$  ir  $N_{120}$  tręšimo variantuose daugeliu atvejų ji išliko gana didelė ir buvo didesnė nei 20 %. Vienoduose variantuose su papildomu tręšimu minėtų rodiklių reikšmių variacija nuo meteorologinių sąlygų daugeliu atvejų buvo nedidelė. Tai lėmė mažiau įvairuojančios tyrimų metų meteorologinės sąlygos.

Remiantis tyrimų eigoje sukauptais duomenimis, nustatyti koreliaciniai ryšiai tarp derliaus priedo skirtinguose tręšimo azotu lygiuose, atsižvelgiant į skirtingais laikotarpiais iškritusių kritulių kiekį. Koreliacinės priklausomybės geriausiai aprašė kvadratinės lygtys. Statistinė analizė rodo, kad vegetacijos pradžioje išbertų azoto trąšų efektyvumas labiausiai priklauso nuo žiemos laikotarpio, t.y. nuo vegetacijos pabaigos rudenį iki atsinaujinimo pavasarį, iškritusių kritulių kiekio (4 lentelė). Koreliaciniai ryšiai tarp derliaus priedo ir kritulių kiekio žiemos laikotarpiu visais atvejais buvo stiprūs ( $\eta = 0,72-0,98$ ), tačiau dėl didelės žiemos laikotarpiu iškritusių kritulių kiekio variacijos ( $V = 22-23$  %) bei nedidelio tirtų atvejų skaičiaus ( $n = 8$ ) gauti koreliacijos koeficientai statistškai patikimi buvo kiek mažesnio nei 95 % tikimybės lygio. Tyrimų metais žiemos periodo krituliai skirtinguose tręšimo azotu lygiuose lėmė nuo 52 % ( $N_{60}$ ) iki 96 % ( $N_{30}$ ) grūdų derliaus priedo variacijos. Tuo tarpu kritulių, iškritusių nuo vegetacijos atsinaujinimo iki kviečių bambulėjimo pabaigos, įtaka derliaus priedui buvo žymiai mažesnė – 4-18 % ( $N_{60-120}$ ). Silpnėsiu buvo ir koreliacinis ryšys tarp šių rodiklių.

**3 lentelė.** Žeminių kviečių derliuje sukauptas bendrojo azoto kiekis nuo azoto trąšų normų skirtingo vegetacijos drėgnumo periodu (HTK už laikotarpį nuo vegetacijos pradžios pavasarį iki pjūties) 1990-1993 m. ir 1998-2001 m.

**Table 3.** The content of total nitrogen accumulated in winter wheat yield in relation to nitrogen fertilization during the growing period differing in humidity (HTC for the period from the beginning of growing season to harvesting), 1990-1993 and 1998-2001

Metai pagal HTK Year according to HTC	Rodikliai Indicators	N kg ha <sup>-1</sup>							
		N <sub>0</sub>	N <sub>30</sub>	N <sub>60</sub>	N <sub>90</sub>	N <sub>120</sub>	N <sub>60+30</sub>	N <sub>60+30+30</sub>	N <sub>90+30</sub>
Sausi Dry	N <sub>bendrojo</sub> derlius kg ha <sup>-1</sup> Yield of total N kg ha <sup>-1</sup>	60	62	75	97	104	95	100	101
	N <sub>bendrojo</sub> derliaus priedas kg ha <sup>-1</sup> Yield increase of total N kg ha <sup>-1</sup>	-	-2	15	37	44	31	36	45
	Santyk. sk. % Rel. values %	100	97	108-145	152-173	159-188	148	156	180
Vidutinio Drėgnumo Moderately wet	N <sub>bendrojo</sub> derlius kg ha <sup>-1</sup> Yield of total N kg ha <sup>-1</sup>	87	88	118	121	132	116	129	158
	N <sub>bendrojo</sub> derliaus priedas kg ha <sup>-1</sup> Yield increase of total N kg ha <sup>-1</sup>	-	17	32	34	60	43	56	29
	Santyk. sk. % Rel. values %	100	100-163	119-200	116-221	124-265	131-247	145-281	122
Drėgni Wet	N <sub>bendrojo</sub> derlius kg ha <sup>-1</sup> Yield of total N kg ha <sup>-1</sup>	68	-	103	114	131	-	-	140
	N <sub>bendrojo</sub> derliaus priedas kg ha <sup>-1</sup> Yield increase of total N kg ha <sup>-1</sup>	-	-	36	46	64	-	-	73
	Santyk. sk. % Rel. values %	100	-	139-176	148-202	171-234	-	-	187-242
N <sub>bendrojo</sub> derliaus V % dėl metų meteorologinių sąlygų V % of N total due to the meteorological conditions of the year		37,1	24,4	26,6	17,5	18,4	12,9	13,9	21,2

**4 lentelė.** Azoto trąšų normų įtaka žieminių kviečių derliaus priedui ( $y \text{ t ha}^{-1}$ ) priklausomai nuo skirtingais laikotarpiais iškritusių kritulių ( $x \text{ mm}$ ) 1990-1993 m. ir 1998-2001 m.

**Table 4.** Effect of nitrogen fertilizer rates on winter wheat yield increase ( $y \text{ t ha}^{-1}$ ) in relation to the precipitation ( $x \text{ mm}$ ) during different periods, 1990-1993 and 1998-2001

Tręšimo azotu norma Nitrogen fertilization rate	Regresijos lygtis Regression equation	$x \pm S$	V%	$\eta$	$x \text{ opt.}$
<i>x</i> – krituliai, iškritę nuo vegetacijos pabaigos rudenį iki atsinaujinimo pavasarį <i>x</i> – precipitation, during the period from the end of growing season to resumption of vegetative growth					
N <sub>30</sub>	$y=11,97-0,1163x+0,000288x^2$	199±44	22	0,98	202
N <sub>60</sub>	$y=2,53-0,0218x+0,000081x^2$	188±44	23	0,72	135
N <sub>90</sub>	$y=1,73-0,0125x+0,000057x^2$	188±44	23	0,79	110
N <sub>120</sub>	$y=3,53-0,0324x+0,000115x^2$	188±44	23	0,81	141
<i>x</i> – krituliai, iškritę nuo vegetacijos atsinaujinimo iki augalų bambėjimo pabaigos <i>x</i> – precipitation, during the period from the resumption of vegetative growth to the end of booting					
N <sub>30</sub>	$y=0,75+0,0198x-0,000340x^2$	46±33	72	0,87	29
N <sub>60</sub>	$y=1,80-0,0211x+0,00021x^2$	49±30	61	0,21	50
N <sub>90</sub>	$y=1,87-0,0348x+0,00042x^2$	49±30	61	0,43	41
N <sub>120</sub>	$y=2,23-0,0410x+0,00046x^2$	49±30	61	0,35	45
<i>x</i> – krituliai, iškritę nuo vegetacijos atsinaujinimo iki vaškinės brandos <i>x</i> – precipitation, during the period from the resumption of vegetative growth to wax maturity					
N <sub>30</sub>	$y=1,24-0,0143x+0,0000638x^2$	148±55	37	0,82	112
N <sub>60</sub>	$y=-2,45+0,0403x-0,000094x^2$	169±55	33	0,77	214
N <sub>90</sub>	$y=0,89+0,0032x-0,0000026x^2$	169±55	33	0,37	615
N <sub>120</sub>	$y=0,83+0,0037x+0,0000079x^2$	169±55	33	0,44	234

Kad derlių lemia visų metų mėnesių atskirų dešimtadienių oro temperatūra ir kritulių kiekis, nustatyta ir matematiškai įvertinta buvo 36 metų trukmės tyrimuose /Švedas ir kt., 1999/. Tyrėjų duomenimis, žiemos orų įtaka jaučiama ne tik žiemkenčių, bet ir vasarinių augalų derliui. Kol kas sunkoka tai paaiškinti, tačiau galima spėti, jog kritulių įtakos tiek žiemkenčiams, tiek vasarajui mechanizmas glūdi ištisus metus vykstančiuose dirvodaros procesuose.

Tyrimų metais nuo vegetacijos atsinaujinimo iki vaškinės brandos iškrisdavo vidutiniškai 148-169±55 mm kritulių. Šio periodo krituliai lėmė 67 %, 59 %, 14 % ir 19 % derliaus priedo skirtinguose tręšimo azotu lygiuose duomenų variacijos.

Reikia paminėti, kad, nepriklausomai nuo to, kuriame periode krituliai iškritę, daugiausiai jie turėjo įtakos mažiausios kviečiams išbertos – N<sub>30</sub> – normos efektyvumui: atitinkamai 96 %, 76 % ir 67 % skirtingais laikotarpiais. Didinant azoto normas, kiek mažėjo kritulių įtaka azoto trąšų efektyvumui.

Statistinė analizė rodo, kad kritulių kiekis papildomo tręšimo efektyvumui turi dar didesnės įtakos nei vienkartiniam tręšimui vegetacijos pradžioje (5 lentelė). Koreliacija tarp analizuojamų parametrų visais atvejais buvo stipri ar net pilna. Krituliai, iškritę netgi žiemos laikotarpiu, glaudžiai koreliavo su nuo papildomo tręšimo azotu gautu derliaus priedu. Kritulių kiekis iki bambėjimo pabaigos lėmė 61-96 %, o iki vaškinės brandos gali sąlygoti net 100 % nuo papildomo tręšimo gautą derliaus priedą.

**5 lentelė.** Papildomo tręšimo azotu įtaka žieminių kviečių derliaus priedui ( $y \text{ t ha}^{-1}$ ), priklausomai nuo kritulių ( $x \text{ mm}$ ), iškritusių skirtingais laikotarpiais 1990-1993 m. ir 1998-2001 m.  
**Table 5.** The effect of additional nitrogen fertilization on winter wheat yield increase ( $y \text{ t ha}^{-1}$ ) in relation to precipitation during different growth periods, 1990-1993 and 1998-2001

Azoto norma Nitrogen rate	Regresijos lygtis Regression equation	$x \pm S$	V%	$\eta$	$x \text{ opt.}$
<i>x</i> – krituliai, iškritę nuo vegetacijos pabaigos rudenį iki atsinaujinimo pavasari <i>x</i> – precipitation, during the period from the end of growth in the autumn to the resumption of vegetation in spring					
N <sub>60+30</sub>	$y=8,20-0,0773x+0,000213x^2$	199±44	22	1,00	181
N <sub>60+30+30</sub>	$y=11,24-0,1066x+0,000286x^2$	199±44	22	0,99	186
N <sub>90+30</sub>	$y=0,19+0,034x+0,0000396x^2$	178±50	28	0,97	-
<i>x</i> – krituliai, iškritę nuo vegetacijos atsinaujinimo iki augalų bamlėjimo pabaigos <i>x</i> – precipitation, during the period from the resumption of vegetative growth to the end of plant booting stage					
N <sub>60+30</sub>	$y=0,68+0,0834x-0,0010x^2$	46±33	72	0,78	42
N <sub>60+30+30</sub>	$y=0,57+0,1092x-0,0013x^2$	46±33	72	0,86	42
N <sub>90+30</sub>	$y=2,84-0,0888x+0,0011x^2$	52±33	63	0,98	40
<i>x</i> – krituliai, iškritę nuo vegetacijos atsinaujinimo iki vaškinės brandos <i>x</i> – precipitation, during the period from the resumption of vegetative growth to wax maturity					
N <sub>60+30</sub>	$y=2,90-0,0292x+0,000124x^2$	148±55	37	0,99	118
N <sub>60+30+30</sub>	$y=2,11-0,0186x+0,000099x^2$	148±55	37	1,00	94
N <sub>90+30</sub>	$y=-3,94+0,0697x-0,000188x^2$	190±53	28	0,45	185

P a s t a b a . Papildomai tręšta bamlėjimo tarpsniu (BBCH 32-37)  
 N o t e . Extra fertilization was applied at the booting stage (BBCH 32-37)

Žemės ūkio augalų derlių lemia klimato veiksnių variacija /Švedas ir kt., 2000; Pirogovskaja ir kt., 2001; Šidlauskas ir kt., 2001; Nikitišen ir kt., 2002/. Didėjant augalų sukauptai aktyvių temperatūrų sumai, didėjo vasarinių rapsų sėklų derlius, baltymų ir riebalų kiekis jose /Šidlauskas, Švedas, 2001/ bei žieminių rugių grūdų derlius /Švedas, Janušauskaitė, 2002/. Saulės spindėjimo trukmė turėjo tiesioginės įtakos maisto medžiagų metabolizmo procesams augaluose, todėl didesnė saulės spinduliuotės trukmė teigiamai veikia derliaus dydį bei grūdų kokybę /Kargin ir kt., 2001/. Koreliacinė - regresinė analizė mūsų atliktuose tyrimuose išryškino pakankamai glaudų grūdų derliaus priedo ir meteorologinių veiksnių – aktyvių temperatūrų, aukštesnių nei 5 ir 10 °C sumos, saulės spinduliuotės trukmės ir hidroterminio koeficiento tarpusavio ryšį, kuriems matematiškai aprašyti geriausiai tiko antrojo laipsnio parabolės:  $y = a + bx - cx^2$  ir  $y = a - bx + cx^2$ . Pažymėtina, kad koreliacinis ryšys tarp analizuojamų parametrų daugeliu atvejų buvo vidutinio stiprumo arba stiprus, tačiau koreliacijos koeficientai statistiškai patikimi dažniausiai buvo žemesnio nei 95 % tikimybės lygio (6 lentelė).

**6 lentelė.** Grūdų derliaus priedo ( $y \text{ t ha}^{-1}$ ) ir meteorologinių veiksnių ( $x \text{ mm}$ ) koreliacijos koeficientai 1990-1993 m. ir 1998-2001 m.

**Table 6.** Correlation coefficients of grain yield increase ( $y \text{ t ha}^{-1}$ ) and meteorological factors ( $x \text{ mm}$ ), 1990-1993 and 1998-2001

Azoto norma Nitrogen rate	ATS* > 5°C AET* > 5°C		ATS* > 10°C AET* > 10°C		Saulės spindėjimo trukmė val. Length of solar irradiance h		HTK HTC	
	η	x opt.	η	x opt.	η	x opt.	η	x opt.
	Laikotarpis nuo vegetacijos atsinaujinimo iki augalų bamblėjimo pabaigos <i>Period from the resumption of vegetative growth to the end of booting stage</i>							
N <sub>30</sub>	0,75	237	0,83	262	0,86	403	0,77	4,50
N <sub>60</sub>	0,82	316	0,49	418	0,60	474	0,54	1,28
N <sub>90</sub>	0,62	178	0,53	297	0,57	400	0,26	1,54
N <sub>120</sub>	0,63	187	0,49	286	0,57	403	0,33	1,27
N <sub>60+30</sub>	0,98	233	0,48	266	0,52	405	0,49	1,07
N <sub>60+30+30</sub>	0,98	221	0,55	269	0,56	409	0,59	1,30
N <sub>90+30</sub>	0,97	318	0,88	377	0,58	411	0,99	0,95
Laikotarpis nuo vegetacijos atsinaujinimo iki vaškinės brandos <i>Period from the resumption of vegetative growth to wax maturity</i>								
N <sub>30</sub>	0,85	680	0,89	3200	0,88	1254	0,60	1,11
N <sub>60</sub>	0,62	997	0,58	1485	0,61	862	0,81	2,61
N <sub>90</sub>	0,19	673	0,20	1597	0,81	888	0,49	-
N <sub>120</sub>	0,30	714	0,30	1643	0,82	880	0,63	1,22
N <sub>60+30</sub>	1,00	762	1,00	992	1,00	911	0,90	1,16
N <sub>60+30+30</sub>	1,00	642	1,00	676	1,00	935	0,92	1,13
N <sub>90+30</sub>	0,61	848	0,6	1173	0,59	829	0,99	1,41

\* ATS – aktyvių temperatūrų suma

AET – accumulated affective temperatures

Taigi koreliacinė - regresinė duomenų analizė rodo, kad žieminių kviečių derliaus priedas, gautas nuo vegetacijos pradžioje išberto azoto, daugeliu atvejų geriausiai koreliavo su  $ATS > 5^\circ\text{C}$  ir  $ATS > 10^\circ\text{C}$  per laikotarpį nuo vegetacijos atsinaujinimo iki bamblėjimo pabaigos. Lygtys ekstremumą pasiekdavo, kai iki bamblėjimo pabaigos augalai sukaupdavo  $178-316^\circ\text{C}$   $ATS > 5^\circ\text{C}$  arba  $262-418^\circ\text{C}$   $ATS > 10^\circ\text{C}$ . Šiuo laikotarpiu derliaus priedo variaciją nuo skirtingų trąšų normų  $ATS > 5^\circ\text{C}$  ir  $ATS > 10^\circ\text{C}$  sąlygojo atitinkamai 38-67 % ir 24-69 %.

Tuo tarpu saulės spinduliuotės trukmės ir HTK su derliaus priedu nuo vienkartinio tręšimo glaudesnis koreliacinis ryšys nustatytas per ilgesnįjį laikotarpį – nuo vegetacijos atsinaujinimo iki vaškinės brandos. Lygtis, atitinkanti derliaus priedo nuo  $N_{60-120}$  priklausomumą nuo saulės spinduliuotės trukmės iki vaškinės brandos, ekstremumą pasiekė saulei šviečiant vidutiniškai 862-888 val., tuo tarpu derliaus priedo nuo  $N_{30}$  pokyčius atspindinti lygtis – spindint 1254 val. Saulės spindėjimo trukmė ir HTK nuo vegetacijos atsinaujinimo iki vaškinės brandos lėmė atitinkamai 37-77 % ir 24-66 % derliaus priedo nuo vienkartinio tręšimo duomenų variacijos.

Reikia paminėti, kad derliaus priedui nuo pačios mažiausios –  $N_{30}$  azoto normos meteorologiniai veiksniai įtakos turėjo daugiausiai. Vadinasi, prasčiausiai azotu aprūpinti augalai yra jautriausi augimo sąlygoms.

Derliaus priedas nuo papildomo tręšimo taip pat glaudžiai siejosi ir su meteorologiniais veiksniais nuo vegetacijos atsinaujinimo iki vaškinės kviečių brandos. Dviem iš tirtųjų atvejų koreliacija buvo stipri ar net pilna, tačiau koreliacijos koeficientai statistiškai patikimi buvo tikimybės lygiui esant kiek mažesniai nei 95 %.

Remiantis tyrimų duomenimis, matematiškai įvertintas baltymų ir glitimo priedo bei hektare sukaupto  $N_{\text{bendrojo}}$  derliaus priedo ryšys su meteorologiniais veiksniais. Nuo vegetacijos pradžios iki augalų bambklėjimo pabaigos koreliacija tarp minėtų rodiklių buvo kiek mažiau tampri nei laikotarpiu nuo vegetacijos atsinaujinimo iki vaškinės brandos.

Nustatyta, kad daugeliu atvejų tiek baltymų, tiek glitimo priedas nuo vienkartinio tręšimo didesnėmis –  $N_{90-120}$  azoto normomis yra pakankamai glaudžiai susietas su  $ATS>5^{\circ}C$ ,  $ATS>10^{\circ}C$  ir saulės spinduliuotės trukme per laikotarpį nuo vegetacijos pradžios iki vaškinės brandos ir kiek silpniau – su kritulių kiekiu bei HTK (7 lentelė).  $ATS>5^{\circ}C$ ,  $ATS>10^{\circ}C$  ir saulės švytėjimo trukmė sąlygoja 48-59 % baltymų ir 50-74 % glitimo priedo, gauto tręšiant  $N_{90-120}$ . Tuo tarpu esant žemam tręšimo azotu lygiui, baltyminių medžiagų priedui minėti rodikliai įtakos turėjo šiek tiek mažiau. Krituliai tyrimuose lėmė 4-35 % nuo vienkartinio tręšimo sukauptų baltymų ir 8-25 % glitimo priedo variacijos.

**7 lentelė.** Baltymų ir glitimo priedo (y proc. vnt.) ir meteorologinių veiksnių per laikotarpį nuo vegetacijos atsinaujinimo iki vaškinės brandos (x) koreliacijos koeficientai 1990-1993 m. ir 1998-2001 m.

**Table 7.** Correlation coefficients of protein and gluten increase (y percentage units) and meteorological factors during the period from the period from resumption of vegetative growth to wax maturity (x), 1990-1993 and 1998-2001

Azoto norma Nitrogen rate	Krituliai mm Precipitation mm		$ATS>5^{\circ}C$ $AET>5^{\circ}C$		$ATS>10^{\circ}C$ $AET>10^{\circ}C$		Saulės spindul. trukmė val. Lenght of solar irradiance h		HTK HTC	
	$\eta$	x opt.	$\eta/r$	x opt.	$\eta/r$	x opt.	$\eta/r$	x opt.	$\eta/r$	x opt.
Baltymų priedas / Protein increase										
$N_{30}$	0,59	188	0,73	-	0,67	-	0,66	-	0,53	-
$N_{60}$	0,21	210	0,35	858	0,37	1225	0,53	1073	0,48	1,41
$N_{90}$	0,44	164	0,77	836	0,71	1365	0,76	786	0,26	0,90
$N_{120}$	0,53	169	0,76	908	0,69	1057	0,77	871	0,10	1,46
$N_{60+30}$	0,84	142	0,86	827	0,84	1078	0,96	1010	0,59	1,22
$N_{60+30+30}$	0,84	138	0,85	814	0,86	1022	0,94	1018	0,58	1,20
$N_{90+30}$	0,79	366	0,65	1056	0,66	1155	0,95	777	0,66	1,49
Glitimo priedas / Gluten increase										
$N_{30}$	0,39	215	0,50	930	0,68	1277	0,40	1008	0,41	1,31
$N_{60}$	0,28	173	0,14	898	0,18	1258	0,26	905	0,35	1,39
$N_{90}$	0,40	161	0,80	845	0,73	1154	0,86	796	0,35	1,32
$N_{120}$	0,50	152	0,77	835	0,71	1130	0,80	830	0,14	1,47
$N_{60+30}$	0,73	166	0,68	869	0,52	1194	0,97	992	0,54	1,31
$N_{60+30+30}$	0,61	1338	0,64	781	0,69	-	0,79	1002	0,29	1,15
$N_{90+30}$	0,80	167	0,61	852	0,62	1182	0,97	816	0,54	1,48

Nuo papildomo tręšimo gautam baltymų priedui vienodai ir gana stipriai veikė kritulių kiekis,  $ATS > 5^{\circ}C$ ,  $ATS > 10^{\circ}C$ , lėmė atitinkamai 62-71 %, 42-74 % ir 44-74 % duomenų įvairovės. Tačiau didžiausią įtaką baltymų kaupimuisi grūduose nuo papildomo tręšimo turėjo saulės švytėjimo trukmė iki kviečių vaškinės brandos, kas sąlygojo net 88-92 % baltymų priedo pokyčius. HTK įtaka trąšų efektyvumui baltymų priedo atžvilgiu buvo kiek silpnesnė – 35-43 %. Pagal lygtį apskaičiuotas optimalus HTK šiam laikotarpiui, kuomet grūduose sukaupta daugiausiai baltymų, yra 1,20-1,49.

Žinoma, kad ilgėjant spindėjimo trukmei, augaluose intensyviau vyksta fotosintezės procesas, nuo kurio intensyvumo priklauso sukauptų asimiliatų, tarp jų ir glitimo kiekis grūduose /Daniel, Triboni, 2000/. Matyt, tai būtent ir sąlygojo, kad glitimo priedui, gautam nuo papildomo tręšimo, didelės įtakos turėjo saulės spindėjimo trukmė, lėmusi priedą net nuo 62 iki 94 %. Pagal lygtį apskaičiuota, kad daugiausiai glitimo nuo papildomo tręšimo kviečiai sukaupia tuomet, kai iki jų vaškinės brandos saulė švyti ne mažiau kaip 816-1002 valandas. Pakankamai glaudus ryšys tyrimuose nustatytas ir tarp baltyminių medžiagų kaupimo bei kritulių kiekio, kas sąlygojo nuo 37 iki 64 % glitimo priedo variacijos. Augalų sukaupta aukštesnių nei 5 ir 10°C aktyvių temperatūrų suma glitimo priedą, papildomai tręšiant, lėmė atitinkamai 37-46 % ir 27-48 %. HTK įtaka trąšų efektyvumui glitimo priedo atžvilgiu buvo mažiausia – 8-29 %. Apskaičiuotas šiam laikotarpiui optimalus HTK, kuriam esant žemieniai kviečiai sukaupia daugiausiai glitimo, yra 1,15-1,49.

Derliuje sukaupto  $N_{\text{bendrojo}}$  ryšį su meteorologiniais rodikliais geriausiai aprašė tiesinės lygtys  $y = a + bx$ . Koreliaciniai ryšiai buvo įvairaus tamprumo – nuo silpno iki stipraus (8 lentelė). Kai kuriais atvejais skyrėsi ir ryšio pobūdis.

**8 lentelė.**  $N_{\text{bendrojo}}$  derliaus priedo ( $y \text{ kg ha}^{-1}$ ) ir meteorologinių veiksnių ( $x$ ) tiesinės koreliacijos koeficientai ( $r$ ) 1990-1993 m. ir 1998-2001 m.

**Table 8.** Linear correlation coefficients ( $r$ ) of  $N_{\text{total}}$  yield increase ( $y \text{ kg ha}^{-1}$ ) and meteorological factors ( $x$ ), 1990-1993 and 1998-2001

Azoto norma Nitrogen rate	Krituliai mm Precipitation mm	$ATS > 5^{\circ}C$ $AET > 5^{\circ}C$	$ATS > 10^{\circ}C$ $AET > 10^{\circ}C$	Saulės spindul. trukmė val. Length of solar irradiance h	HTK HTC
Laikotarpis nuo vegetacijos atsinaujinimo iki augalų bambėjimo pabaigos Period from the resumption of vegetative growth to the end of booting					
$N_{30}$	-0,85	0,69	0,37	0,45	-0,82
$N_{60}$	-0,37	0,67	0,44	0,61	-0,63
$N_{90}$	-0,25	0,53	0,10	0,52	-0,32
$N_{120}$	-0,11	0,38	0,04	0,83	-0,21
$N_{60+30}$	-0,67	0,70	0,21	0,26	-0,62
$N_{60+30+30}$	-0,72	0,79	0,37	0,42	-0,71
Laikotarpis nuo vegetacijos atsinaujinimo iki vaškinės brandos Period from the resumption of vegetative growth to wax maturity					
$N_{30}$	0,79	0,86	0,90	0,84	0,60
$N_{60}$	0,76	0,70	0,66	0,12	0,77
$N_{90}$	0,26	0,20	0,21	-0,03	0,26
$N_{120}$	0,34	0,28	0,22	0,14	0,44
$N_{60+30}$	0,82	0,90	0,94	0,96*	0,58
$N_{60+30+30}$	0,88	0,94	0,97*	0,92	0,68

Visais tirtais atvejais didėjantis kritulių kiekis iki augalų bambklėjimo pabaigos turėjo neigiamos įtakos trąšų efektyvumui derliuje kaupiant  $N_{\text{bendrajai}}$ . Iki bambklėjimo iškritus 10 mm kritulių daugiau, derliuje  $N_{\text{bendrojo}}$  sukaupiama 3,3-8,0 %, o  $N_{30}$  tręštame pasėlyje – net 34 % mažiau. Analogiška situacija buvo tarp  $N_{\text{bendrojo}}$  ir didėjančių HTK reikšmių. Skirtinguose azotu lygiuose HTK įtaka šiam rodikliui buvo nevienoda ir įvairavo nuo 13 % iki 67 %. Daugeliu atvejų vidutinio stiprumo koreliacija nustatyta tarp  $N_{\text{bendrojo}}$  ir  $\text{ATS}>5^{\circ}\text{C}$ , saulės spinduliuotės, silpna – su  $\text{ATS}>10^{\circ}\text{C}$  iki bambklėjimo pabaigos.

Daugeliu atvejų daug tvirtesnis ryšys tarp  $N_{\text{bendrojo}}$  derliaus priedo ir meteorologinių rodiklių nustatytas per laikotarpį nuo vegetacijos pradžios iki vaškinės brandos. Beveik visais atvejais koreliacija buvo teigiama. Apskaičiuota, kad viso laikotarpio metu iškritus 10 mm kritulių daugiau, tręšiant didesnėmis nei 30 kg ha<sup>-1</sup> azoto normomis, kviečiai derliuje  $N_{\text{bendrojo}}$  sukaupia 1,3-6,0 % daugiau.

Laikotarpiu nuo vegetacijos iki vaškinės brandos visų meteorologinių rodiklių reikšmės stipriau koreliavo su  $N_{\text{bendrojo}}$ , sukaupto tręšiant papildomai, kiekiu, nei gautu nuo vienkartinio tręšimo. Kritulių kiekis nuo papildomo tręšimo gautą  $N_{\text{bendrojo}}$  priedą sąlygojo 67-77 %,  $\text{ATS}>5^{\circ}\text{C}$  – 81-88 %,  $\text{ATS}>10^{\circ}\text{C}$  – 88-94 %, o saulės švytėjimo trukmė – 85-92 %.

### Išvados

1. Azoto trąšų efektyvumas tyrimų metais labai priklausė nuo Vidurio Lietuvoje vegetacijos metu vyraujančių meteorologinių sąlygų. Gausiausiai žieminiai kviečiai derėjo ir trąšų veiksmingumas buvo didžiausias drėgnais metais. Normalaus drėgnumo metais trąšų efektyvumas buvo 30-40 %, o sausais – 35-62 % mažesnis.

2. Palankiausios sąlygos glitimui ir  $N_{\text{bendrajam}}$  žieminių kviečių derliuje kauptis tiek nuo vienkartinio, tiek nuo papildomo tręšimo buvo normalaus drėgnumo metais. Sausais metais skirtinguose tręšimo lygiuose glitimo buvo sukaupta 1,7-8,0 proc. vnt., drėgnais – 9,8-11,1 proc. vnt. mažiau nei palankiais baltyminėms medžiagoms kauptis metais.

3. Derliaus priedas nuo azoto trąšų ir baltyminių medžiagų kaupimasis kviečių grūduose Vidurio Lietuvos sąlygomis priklauso nuo kritulių kiekio,  $\text{ATS}>5^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{ATS}>10^{\circ}\text{C}$ , saulės švytėjimo trukmės ir HTK.

4. Vegetacijos pradžioje išbertų azoto trąšų efektyvumas derliaus priedo atžvilgiu labiausiai priklausė nuo žiemos laikotarpiu iškritusių kritulių kiekio, kuris derliaus priedo duomenims įtakos turėjo nuo 52 % iki 96 %. Papildomo tręšimo efektyvumas glaudžiai koreliavo su visų lygintų laikotarpių kritulių kiekiu.

5. Nuo papildomo tręšimo gautam glitimo priedui daug įtakos (net 62-94 %) turėjo saulės spindėjimo trukmė. Pagal lygtį apskaičiuota, kad daugiausiai glitimo nuo papildomo tręšimo kviečiai sukaupia tuomet, kai iki jų vaškinės brandos saulė švyti ne mažiau kaip 816-1002 valandas.

6. Optimalus drėgmės ir šilumos režimas, kuriam esant papildomai tręšti kviečiai sukaupia daugiausiai baltymų ir glitimo, yra nusakomas HTK reikšmėmis nuo 1,15 iki 1,49.

Gauta 2004 06 30  
Pasirašyta spaudai 2004 11 15

## LITERATŪRA

1. Antanaitis Š., Švedas A. Bulvių derliaus ir trąšų efektyvumo ryšys su meteorologiniais veiksniais// Sodininkystė ir daržininkystė: mokslo darbai / LSDI. - Babtai, 2000, t. 19 (4), p.117-132
2. Antanaitis Š., Švedas A. Žieminių kviečių derliaus ir jo cheminės sudėties ryšys su meteorologinėmis, dirvožemio savybėmis ir tręšimu // Vagos: mokslo darbai/ LŽŪU. - Kaunas, 2000 a, t.49 (2), p. 5-10
3. Christenko S.I., Šatochina S.F., Najdenova O.E. Osobennosti nakoplenija azota v černozieme opodzolennom v zavisimosti ot urovnja vlažnosti, temperatury i stepeni udobrennosti počvy// Agrochimija. - 2001, No.11, s. 10-14
4. Daniel C., Tribot 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
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. Ežerinskienė N. Kritulių įtaka azoto trąšų efektyvumui žieminiuose kviečiuose // Žemdirbystė: mokslo darbai/ LŽI. Dotnuva - Akademija, 1995, t. 48, p. 41-47
7. Fedoseev A.P. Pogoda i effektivnost' udobrenij. - Leningrad, 1985. - 144 s.
8. Golberg M. A., Volobyeva G. V., Falej A.A. Opasnye javlenija pogody i urožaj. - Minsk, 1988. - 119 s.
9. Kargin I.F., Moisejev A.A., Kargin V.I. i dr. Ispolzovanie vlagi posevami jarovoj pšenicy v zavisimosti ot urovnja mineral'nogo pitanija i meteorologičeskich uslovij v central'noj lesostepi Rossii // Počvovedenie. - 2001, No.6, s. 713-719
10. Kupčinskas V., Baniūnienė A., Žėkaitė V., Šidlauskas G. Mineralinių ir organinių trąšų bei meteorologinių sąlygų įtaka bulvių produktyvumui priesmėlio dirvoje // Žemdirbystė: Mokslo darbai / LŽI, LŽŪU. – Akademija, 2003, t. 84, Nr. 4, p. 23-34.
11. Littl T., Chillz F. Sel'skochozjajstvennoe opytnoe delo. Planirovanie i analiz. - Moskva, 1981. - 318 s.
12. Nikitišen V.I., Ličko V.I. Effektivnost' kalijnogo udobrenija v zavisimosti ot količestva osadkov v reproduktivnyj period zernovyh kul'tur // Agrochimija. - 2002, No.7, s. 40-46
13. Pirogovskaja G.V., Soroko V.I., Rusalovič A.M., Titova S.A. Pogodnye uslovija i urožaj sel'skochozjajstvennyh kul'tur na dernogo-podzolistoj pesčanoj počve // Počvennyje issledovanija i primenenie udobrenij. - 2001, vyp.26, s. 130-146
14. Spravočnik agronoma po sel'skochozjajstvennoj meteorologii / pod redakcij I.G. Gringofa. - Leningrad, 1986, 528 s.
15. Šidlauskas G., Bernotas S. Some factors affecting seed yield of spring oilseed rape (*Brassica napus* L.)// Agronomy Research. - 2003, vol. 1, Nr. 2, p. 229-243
16. Šidlauskas G., Švedas A. Agrometeorologinių veiksnių įtaka vasarinių rapsų (*Brassica napus*) sėklų derliui, baltymų ir riebalų išeigai // Vagos: mokslo darbai / LŽŪU. - Kaunas, 2001, t. 49 (2), p. 38-43
17. Švedas A., Janušauskaitė D. Agronominių priemonių ir meteorologinių veiksnių įtaka rugių derliui // Žemės ūkio mokslai. - 2002, Nr.3, p. 14-21
18. Švedas A., Janušauskaitė D. Maisto medžiagų poreikis programuotam žemės ūkio augalų derliui // LŽI užbaigtų tiriamųjų darbų konferencijos pranešimai. - Akademija, 2000, Nr.32, p. 20-21
19. Švedas A., Kupčinskas V., Simanauskytė E. Žemės ūkio augalų derliaus kitimas Pietryčių Lietuvos lengvos granulimetrinės sudėties dirvožemiuose // Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU. - Akademija, 1999, t. 66, p.91-107

## **NITROGEN FERTILIZER EFFICACY IN WINTER WHEAT IN RELATION TO WEATHER CONDITIONS IN CENTRAL LITHUANIA**

D. Janušauskaitė, G. Šidlauskas

### **S u m m a r y**

Field experiments with winter wheat were conducted over the period 1990-1993 and 1998-2001 at the Lithuanian Institute of Agriculture in Dotnuva on an *Endocalcari - Epihypogleyic Cambisol*. The aim of the experiments was to estimate fertilizer efficacy and to identify the relationship between grain yield and quality indicators and the meteorological conditions prevalent in Central Lithuania. The experimental findings from eight years were analysed using correlation and regression methods. Experimental evidence suggests that nitrogen fertilizer efficacy was diverse during the experimental period and significantly depended on the moisture and warmth conditions of the spring-summer period. N fertilizer was found to be most efficient in wet years, in the years of normal moisture its efficacy declined by 30-46 %, and in dry years by 35-62 %. Unlike grain yield the lowest gluten content in wheat grain (13.1-22.4 %) was recorded in wet years, while the highest content (22.9-35.8 %) was recorded in the normally wet years.

The article analyses grain yield, gluten content and total nitrogen content in relation to meteorological factors – amount of precipitation, accumulated effective temperatures above 5°C (ATS>5°C) and 10°C (ATS>10°C), length of solar irradiance and HTC at different periods of wheat growth.

Key words: winter wheat, yield, N fertilizer efficacy, gluten, total nitrogen accumulated in the yield, precipitation, effective accumulated temperatures, length of solar irradiance, hydrothermal coefficient.