

II skyrius. AUGALININKYSTĖ

Chapter 2. CROP PRODUCTION

ISSN 1392-3196

Žemdirbystė / Zemdirbyste-Agriculture, t. 95, Nr. 4 (2008), p. 46–58

UDK 633.112.9”324””:631.841.6+631.811.1/3

MITYBOS AZOTU IR METEOROLOGINIŲ VEIKSNIŲ SĄVEIKOS ĮTAKA ŽIEMINIŲ KVIETRUGIŲ GRŪDŲ CHEMINEI SUDĖČIAI

Daiva JANUŠAUSKAITĖ

Lietuvos žemdirbystės institutas

Instituto al 1, Akademija, Kėdainių r. sav.

El. paštas: daiva.janusauskaite@gmail.com

Santrauka

2000–2003 m. Dotnuvoje, Lietuvos žemdirbystės institute, lengvo priemolio giliau karbonatingame sekliai glėjiškame rudžemyje (*Endocalcaric-Epihypogleyic Cambisol*) daryti žieminių kvietrugių lauko bandymai. Siekiant nustatyti mitybos azotu ir meteorologinių veiksnių bei jų sąveikos įtaką Vidurio Lietuvos dirvožemiuose auginamų žieminių kvietrugių cheminei sudėčiai, ketverių metų tyrimų duomenys analizuoti taikant koreliacijos ir regresijos metodus. Straipsnyje pateikta tręšimo ir metų meteorologinių sąlygų įtakos esmingumas žieminių kvietrugių grūdų cheminei sudėčiai. Iki bambėjimo pabaigos buvusių meteorologinių veiksnių sąveika azoto duomenų kitimą lėmė 33,6 %, fosforo – 90,3 % ir kalio – 82,8 %. Minėtų veiksnių sąveika iki vaškinės kvietrugių brandos didesnę įtaką turėjo fosforo ir kalio koncentracijai – lėmė atitinkamai 92,2 % ir 86,5 % duomenų variacijos, o azoto – tik 30,3 %. Nustatyta koreliacija tarp azoto trąšų normų bei grūdų kokybės rodiklių ir kokybės rodiklių koreliaciniai ryšiai. Kvietrugių krakmolo verčių koreliacija su azoto trąšų normomis, baltymų ir bendrojo azoto kiekiu grūduose buvo stipri atvirkštinė ir daugeliu atvejų esminė esant 95–99 % tikimybės lygiui, o su fosforo ir kalio kiekiu grūduose – silpna ir neesminė. Grūduose sukauptų azoto, fosforo bei kalio koncentracijų sąveika darė įtaką 56,3–98,0 % krakmolo ir 98,0 % baltymų duomenų variacijai.

Reikšminiai žodžiai: žieminiai kvietrugiai, azoto trąšos, baltymai, krakmolas, kritimo skaičius, N, P, K kiekis grūduose.

Įvadas

Augalų produkcijos cheminei sudėčiai daro įtaką daugelis veiksnių. Kvietrugių grūdų cheminė sudėtis, baltymų bei aminorūgščių kiekis didele dalimi priklauso nuo tėvinių formų /Stankiewicz et al., 2003/, tačiau dažnai cheminės sudėties rodiklių vertėmis pranoksta kviečius bei rugius /Bartnik, Gwardys, 1991/. Žieminių kvietrugių cheminė sudėtis kinta dėl metų orų įtakos /Petkov et al., 2006/. Literatūroje aptinkama duomenų, jog žieminių kvietrugių derliaus, jo struktūros elementų – varpos produktyvumo bei grūdų stambumo – ir kokybinių rodiklių svyravimų mastą labiau veikia meteorologiniai veiksniai nei tręšimas azotu /Alaru et al., 2004/. Aplinkos sąlygoms bei

maisto medžiagų kaupimui šie augalai yra itin jautrūs iki žydėjimo tarpsnio /Royo et al., 1999; Ugarte et al., 2007/. Kitais tyrimais nustatyta, kad netinkamoms augimo sąlygoms kvietrugiai itin jautrūs grūdų pildymosi tarpsniu, kada sausringų orų įtaka galima paaiškinti nuo 7 iki 50 % derliaus duomenų variacijos /Royo et al., 2000/. Esant skirtingoms agrotechninėms sąlygoms, geografinei padėčiai, dirvožemių kilmei ir granulimetrinei sudėčiai, auginami žieminiai kvietrugiai gali būti nevienodai jautrūs stresinėms situacijoms /Ereku, Köhn, 2006/.

Nustatyta, kad vegetacijos tarpsnio hidroterminės sąlygos yra glaudžiai susijusios su augalų pasisavinamomis maisto medžiagomis, taip pat neišvengiamai lemia ir augalų cheminės sudėties pokyčius. Estijoje darytų tyrimų metu nustatytas neigiamas esminis ryšys tarp baltymų kiekio bei kritulių ($r = -0,44^*$) ir efektyvių temperatūrų sumos ($r = 0,49^{**}$) /Alaru et al., 2003/. Pusiausausringame regione vykdytų tyrimų metu nustatyta, jog dėl sausros patiriamas iki 87 % žieminių kvietrugių grūdų derliaus, 72 % – varpos svorio, 50 % – grūdų skaičiaus varpoje nuostolis, 48 % – 1000-čio grūdų masės reikšmių sumažėjimas /Gülmezoglu, Kinaci, 2004/.

Yra duomenų, kokią reikšmę kvietrugių derliui ir jo formavimuisi turi sėjos laikas ir iki jo sukaupta aktyvių temperatūrų suma (ATS): didžiausias žieminių kvietrugių derlius užaugintas, kai iki sėjos ATS siekė ne mažiau kaip 533 °C /Schwarte et al., 2006/. Dar didesnę reikšmę turi po sėjos sukaupta ATS – šių augalų sukaupiamas sausųjų medžiagų kiekis priklauso nuo didesnių nei 4 °C temperatūrų sumos po sėjos /Schwarte et al., 2005/.

Lietuvoje nustatytas žieminių kviečių derliaus priedo ir baltyminių medžiagų susikaupimo ryšys su kritulių kiekiu, $ATS > 5\text{ °C}$, $ATS > 10\text{ °C}$, saulės švytėjimo trukme ir HTK (hidroterminiu koeficientu) /Janušauskaitė, Šidlauskas, 2004/. Ligi šiol nėra duomenų apie tokių ryšių su žieminių kvietrugių kokybės rodikliais. Tyrimų tikslas – nustatyti azoto trąšų bei Vidurio Lietuvoje vyraujančių meteorologinių sąlygų ir žieminių kvietrugių grūdų cheminės sudėties bei jos rodiklių ryšį.

Tyrimų sąlygos ir metodai

Tyrimų vieta. Lauko bandymai 1999–2003 m. daryti Dotnuvoje, Lietuvos žemdirbystės institute.

Dirvožemis. Bandymai daryti lengvo priemolio giliau karbonatingame sekliai glėjiškame rudžemyje tradiciniu lauko bandymo metodu. Bandymų dirvožemio agrocheminiai rodikliai nustatyti LŽI ATC Cheminių tyrimų laboratorijoje šiais metodais: pH – potenciometrinis, humuso kiekis – Tiurino, bendrasis azotas – Kjeldalio, judriųjų fosforo ir kalio kiekis – A-L, mineralinis azotas ($N-NO_3 + N-NH_4$): $N-NO_3$ – jonometriškai, $N-NH_4$ – spektrofotometriškai. Grūduose bendrasis azotas nustatytas Kjeldalio metodu, fosforas – sudeginus spektrofotometriškai, kalis – fotometru iš pelenų liepsnos, kritimo skaičius – Perteno aparatu *Falling number 1500* vadovaujantis standartu (LST ISO 3093:2006), krakmolai – poliarimetriškai.

Tyrimų metais pagal agrocheminių rodiklių vertes dirvožemis buvo nuo neutralo iki artimo neutraliam rūgštumo (pH 6,0–7,0), nuo vidutinio iki didelio fosforingumo (P_2O_5 129–206), vidutinio kalingumo ir kalingas (K_2O 140–201), nuo mažo iki vidutinio humusingumo bei azotingumo (atitinkamai 1,8–2,1 % ir 0,12–0,14 %).

Tyrimų schema:

1. Netręšta ($N_0P_0K_0$).
2. $P_{60}K_{60}$ (fonas – F).
3. N_{60} pavasarį (BBCH 25–29).
4. F+ N_{30} rudenį + N_{60} pavasarį (BBCH 25–29).
5. F+ N_{60} pavasarį (BBCH 25–29).
6. F+ N_{90} pavasarį (BBCH 25–29).
7. F+ N_{60} pavasarį (BBCH 25–29) + N_{30} bamblėjimo tarpsniu (BBCH 30–32).
8. F+ N_{120} pavasarį (BBCH 25–29).
9. F+ N_{90} pavasarį (BBCH 25–29) + N_{30} bamblėjimo tarpsniu (BBCH 30–32).

2 ir 4–9 variantų tręšimo fosforu bei kaliu lygis buvo vienodas – $P_{60}K_{60}$. Priešsėlis – II naudojimo metų daugiametės žolės. Pavasarį krūmijimosi pabaigoje kvietrugių pasėlis buvo purkštas herbicidų ir augimo reguliatorių mišiniu, insekticidai naudoti pagal poreikį. 2000 ir 2001 m. bandymų metu sėta žieminių kvietrugių veislė 'Tewo', 2002 ir 2003 m. – kvietrugiai 'Tornado'.

Pasiekę kietąją brandą žieminiai kvietrugiai kulti kombainu „Sampo 500“. Grūdų derliaus duomenys perskaičiuoti į 15 % drėgnį.

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

1999 m. žiemos laikotarpiu kritulių kiekis buvo arti daugiametės normos. 2000 m. išsiskyrė šiltu ir sausu pavasariu – balandžio mėnesį vidutinė oro temperatūra buvo 5,7 °C aukštesnė už vidutinę daugiametę ir iškrito tik 19 % vidutinės daugiametės normos kritulių – 7,6 mm. Intensyvaus augimo ir vystymosi tarpsniu – gegužės ir birželio mėnesiais – drėgmės kiekis buvo arti normos, o liepos mėnesį iškrito beveik du kartus daugiau kritulių – 185 % vidutinės daugiametės normos. Per keturis vegetacijos tarpsnio mėnesius iškrito 14 % daugiau kritulių nei daugiametė norma.

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

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

2002 m., pasėjus žieminius kvietrugius, spalio mėnesį iškrito rekordinis kritulių kiekis – 2,5 karto daugiau už daugiamečių normą. Žiemos laikotarpiu kritulių kiekis buvo kiek mažesnis nei įprasta. 2003 m. buvo kiek sausesni nei įprasta – vegetacijos metu iškrito 80 % vidutinės daugiamečių normos kritulių. Vasaros vegetacijos laikotarpiu išsiskyrė karšta liepa, kai vidutinė paros oro temperatūra buvo 3 °C aukštesnė nei vidutinė daugiamečių.

Statistinis duomenų apdorojimas. Statistinis grūdų kokybės rodiklių duomenų apdorojimas atliktas dispersinės analizės metodu. Koreliaciniai ryšiai nustatyti ir regresinės lygtys apskaičiuotos, kaip nurodoma specialioje literatūroje /Литтл, Хиллз, 1981; Tarakanovas, Raudonius, 2003/. Darbe vartoti simboliai * ir ** reiškia: esminis, kai tikimybės lygis yra atitinkamai 95 % ir 99 %; R_{05} – patikimo skirtumo riba esant 95 % tikimybės lygiui; $S_{\bar{x}}$ – vidurkio vidutinė kvadratinė paklaida; V % – variacijos koeficientas, DF – laisvės laipsnių skaičius, MS – kvadratų vidurkis.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Vidutiniais ketverių metų tyrimų duomenimis, žieminių kvietrugių baltymų ir krakmolo kiekio grūduose duomenų variacija buvo nedidelė, jos koeficientas V % – atitinkamai 2,0 % ir 7,7 %. Kritimo skaičiaus duomenų įvairavimas buvo ryškesnis – reikšmių minimumas buvo 62 s, o maksimumas – 288 s, variacijos koeficientas siekė 41,4 %. Grūdų cheminės sudėties rodiklių – bendrojo azoto ir kalio kiekio – variacija buvo nedidelė, fosforo – vidutinė (1 lentelė).

Tyrimų metais meteorologinės žieminių kvietrugių augimo sąlygos buvo skirtingos. Žiemos laikotarpiu – nuo spalio 15 d. iki vegetacijos pradžios pavasarį – iškrisdavo vidutiniškai 204,2 mm kritulių. Įvairiais metais žiemos laikotarpio kritulių kiekio variacija buvo nedidelė – V = 14,1 %. Nors laikotarpiu nuo vegetacijos pradžios iki bamblėjimo pabaigos iškrisdavo vidutiniškai 28,9 mm kritulių, tačiau kai kuriais metais kritulių kiekis kito 6 ir daugiau kartų. 2000 m., esant sausringam pavasariui, per minėtą laikotarpį iškrito 7,3 mm, o 2003 m. – 44,4 mm kritulių. Sukaupytų ATS > 5 °C ir ATS > 10 °C iki bamblėjimo pabaigos vertės įvairiais metais kito 1,6 karto, o saulės spindėjimo trukmė – 2 kartus. Atlikta duomenų analizė rodo, kad tirtų meteorologinių veiksnių variacijos koeficientai buvo dideli (V = 20,9–56,7 %).

Susumavus ilgesnio laikotarpio – nuo vegetacijos pradžios pavasarį iki vaškinės brandos – rodiklių duomenis paaiškėjo, kad įvairiais metais jų vertės kito kiek mažiau nei laikotarpiu nuo vegetacijos pradžios iki bamblėjimo pabaigos. Saulės spindėjimo trukmė kito 1,2 karto, sukaupytų ATS > 5 °C ir ATS > 10 °C – 1,3 ir 1,4 karto, o kritulių kiekis – 2 kartus. Variacija buvo nuo vidutinės iki didelės (V = 9,46–31,2 %).

1 lentelė. Grūdų kokybės rodikliai, cheminė sudėtis ir meteorologiniai veiksniai
Table 1. Grain quality indicators, chemical composition and meteorological factors
 Vidutiniai duomenys, 2000–2003 m. / Average 2000–2003

Rodiklis / Indicator	\bar{x} vidurkis mean	$S_{\bar{x}}$	Min	Max	V %
Baltymai % / Protein %	11,2	0,14	8,8	12,5	7,7
Krakmolas % / Starch %	65,2	0,22	62,6	68,3	2,0
Kritimo skaičius s / Falling number s	196	14	62	288	41,4
N %	1,96	0,03	1,55	2,20	7,7
P %	0,39	0,01	0,30	0,44	11,2
K %	0,60	0,01	0,51	0,71	9,1
Meteorologiniai veiksniai / Meteorological factors					
Laikotarpis nuo spalio 15 d. iki vegetacijos pradžios Period from October 15 to beginning of vegetation					
Krituliai mm / Precipitation mm	204,2	14,4	182,5	246,6	14,1
Laikotarpis nuo vegetacijos pradžios iki bambulėjimo pabaigos Period from beginning of vegetation to end of booting					
Krituliai mm / Precipitation mm	28,9	8,2	7,3	44,4	56,7
ATS > 5 °C	283	30	235	368	21,4
ATS > 10 °C	120	12,5	94	153	20,9
Saulės spindėjimo trukmė val. Duration of sunshine h	378,3	51,9	224,0	446,0	27,5
Laikotarpis nuo vegetacijos pradžios iki vaškinės brandos Period from beginning of vegetation to wax maturity					
Krituliai mm / Precipitation mm	133,3	20,8	86,4	186,7	31,2
ATS > 5°C	841	42,9	716	910	10,2
ATS > 10°C	425	28,1	348	483	13,2
Saulės spindėjimo trukmė val. Duration of sunshine h	868,2	41,0	800,0	979,5	9,46

Tręšimo ir metų meteorologinių sąlygų įtakos esmingumą žieminių kvietrugių grūdų kokybiniais rodikliais bei cheminei sudėčiai įvertinus Fišerio kriterijumi nustatyta, kad azoto kiekio grūduose vertės vienodai stipriai priklausė nuo tręšimo azotu ir metų orų sąlygų – abiejų veiksnių esmingumas buvo aukščiausio – 99 % tikimybės – lygio. Šių veiksnių sąveika bendrojo azoto kiekiui grūduose taip pat turėjo esminę įtaką, tik mažesniu – 95 % tikimybės – lygiu. Fosforo kaupimąsi grūduose labiausiai veikė metų orų sąlygos, kiek mažesnę reikšmę turėjo metų ir tręšimo azotu sąveika. Kalio kiekio grūduose vertės vienodai stipriai priklausė nuo auginimo metų orų ir tręšimo azotu – metų ir tręšimo poveikio esmingumas buvo 95 % tikimybės lygio. Vien tręšimo azotu veiksnys neturėjo esminės įtakos fosforo ir kalio kiekiui žieminių kvietrugių grūduose (2 lentelė).

2 lentelė. Tręšimo ir metų meteorologinių sąlygų įtakos žieminių kvietrugių grūdų cheminei sudėčiai esmingumas

Table 2. Significance of the effects of fertilisation and meteorological conditions of the year on winter triticale grain chemical composition

Rodiklis <i>Indicator</i>	Veiksniai ir sąveika <i>Factors and interactions</i>	Laisvės laipsnių skaičius <i>DF</i>	Kvadratų vidurkiai <i>MS</i>	F_{Fisherio} F_{Fisher}	F_{05}	R_{05} LSD_{05}
Azotas <i>Nitrogen</i>	Tręšimas (A veiksnys) <i>Fertilisation (factor A)</i>	10	0,199	15,38**	1,90	0,054
	Metai (B veiksnys) <i>Year (factor B)</i>	3	0,347	26,82**	2,67	0,030
	AB sąveika <i>AB interaction</i>	30	0,024	1,88*	1,55	0,111
	Paklaida / <i>Error</i>	129	0,013	–	–	–
Fosforas <i>Phosphorus</i>	Tręšimas (A veiksnys) <i>Fertilisation (factor A)</i>	10	0,001	1,86	1,90	0,010
	Metai (B veiksnys) <i>Year (factor B)</i>	3	0,098	235,5**	2,67	0,0053
	AB sąveika <i>AB interaction</i>	30	0,001	1,72*	1,55	0,020
	Paklaida / <i>Error</i>	129	0,0001	–	–	–
Kalis <i>Potassium</i>	Tręšimas (A veiksnys) <i>Fertilisation (factor A)</i>	10	0,01	1,41	1,90	0,013
	Metai (B veiksnys) <i>Year (factor B)</i>	3	0,159	221,7**	2,67	0,069
	AB sąveika <i>AB interaction</i>	30	0,002	2,19**	1,55	0,026
	Paklaida / <i>Error</i>	129	0,001	–	–	–

Tam tikrais augimo tarpsniais didelę įtaką maisto medžiagų kaupimo intensyvumui grūduose ir jų cheminei sudėčiai turi meteorologinės sąlygos /Royo et al., 1999; Janušauskaitė, Šidlauskas, 2004/. Norint tai įvertinti, nustatytas kvietrugių baltymingumo, azoto, fosforo bei kalio koncentracijos grūduose ir meteorologinių veiksmų koreliacinis ryšys. Daugeliu atvejų jis buvo silpnas ir esminis, kai tikimybės lygis buvo mažesnis nei 95 %. Baltymų ir azoto kiekis grūduose labiau priklausė nuo kritulių, iškritusių per vegetacijos laikotarpį iki vaškinės brandos, nei nuo išlytų iki augalų bambėjimo pabaigos. Tarp minėtų rodiklių nustatytas silpnas, tačiau neesminis atvirkštinis ryšys ($r = -0,341-0,363$). Fosforo ir kalio kiekio grūduose priklausomumą nuo iki vaškinės brandos iškritusių kritulių atskleidžia koreliacijos koeficientas, rodantis silpną arba vidutinę koreliaciją. Stipriausias koreliacinis ryšys nustatytas tarp grūdų baltymingumo, azoto, fosforo, kalio grūduose verčių ir saulės spinduliuotės trukmės. 50 % tirtų atvejų šis ryšys buvo esminis, 75 % – ryšio stiprumas buvo nuo vidutinio iki stipraus. Vadinasi, saulėtų dienų skaičius lėmė nuo 24 % iki 91 % grūdų cheminės sudėties rodiklių reikšmių variacijos (3 lentelė).

3 lentelė. Žieminių kvietrugių grūdų cheminės sudėties ir meteorologinių veiksnių koreliacijos koeficientai

Table 3. The correlation coefficients of winter triticale grain chemical composition and meteorological factors

Rodiklis <i>Indicator</i>	Krituliai mm <i>Precipitation mm</i>	ATS > 5 °C	ATS > 10 °C	Saulės spinduliuotės trukmė val. <i>Duration of sunshine h</i>
<i>Laikotarpis nuo vegetacijos pradžios iki bambėjimo pabaigos</i> <i>Period from beginning of vegetation to end of booting</i>				
Baltymai % <i>Protein %</i>	-0,099	0,301	0,358	0,559
N grūduose % <i>N in grain %</i>	-0,145	0,255	0,317	0,588*
P grūduose % <i>P in grain %</i>	0,472	0,184	0,095	-0,473
K grūduose % <i>K in grain %</i>	0,080	-0,623*	-0,715**	-0,910**
<i>Laikotarpis nuo vegetacijos pradžios iki vaškinės brandos</i> <i>Period from beginning of vegetation to wax maturity</i>				
Baltymai % <i>Protein %</i>	-0,341	0,180	0,307	0,489
N grūduose % <i>N in grain %</i>	-0,363	0,233	0,378	0,619*
P grūduose % <i>P in grain %</i>	0,436	-0,180	-0,349	0,956**
K grūduose % <i>K in grain %</i>	0,556	-0,176	-0,358	-0,556

Siekiant išsamiau įvertinti meteorologinių veiksnių – kritulių, aktyvių temperatūrų sumos bei saulės spindėjimo trukmės – sąveikos įtaką grūdų cheminės sudėties rodiklių vertėms, nustatytas koreliacinis kiekvieno vegetacijos laikotarpio meteorologinių sąlygų ir azoto, fosforo bei kalio duomenų ryšys, kurį aprašant taikyta daugianarė regresijos lygtis (4 lentelė). Nustatytas stiprus ir esminis 99 % tikimybės lygio fosforo bei kalio kiekio grūduose ir meteorologinių veiksnių ryšys. Ryšio stiprumas ir esmingumas buvo vienodi ir laikotarpiu nuo vegetacijos pradžios iki bambėjimo pabaigos, ir imant ilgesnio laikotarpio – nuo vegetacijos pradžios iki vaškinės brandos – meteorologinių veiksnių vertes. Koreliacinė regresinė duomenų analizė rodo, kad iki bambėjimo pabaigos didėjęs iškritusių kritulių kiekis ir saulėtų dienų skaičius grūduose mažino fosforo bei kalio kiekį, o per minėtą laikotarpį kvietrugiams sukauptas didesnę aktyvių temperatūrų sumą (ATS) P ir K buvo sukaupta daugiau. Iki bambėjimo pradžios buvusios meteorologinės sąlygos lėmė 90,3 % fosforo ir 82,8 % kalio duomenų variacijos, o orų sąlygos iki vaškinės brandos – kiek didesni – 92,2 % fosforo ir 86,5 % kalio koncentracijos kitimą.

4 lentelė. Žieminių kvietrugių azoto (y_1 , %), fosforo (y_2 , %) ir kalio (y_3 , %) kiekio grūduose ryšys su kritulių kiekiu (a , mm), ATS > 5 °C (b , °C), ATS > 10 °C (c , °C) ir saulės spinduliuotės trukme (d , val.)

Table 4. The relationship between the content of nitrogen (y_1 , %), phosphorus (y_2 , %) and potassium (y_3 , %) in winter triticale grain and amount of precipitation (a , mm), ATS > 5 °C (b , °C), ATS > 10 °C (c , °C) and duration of sunshine (d , h)

Regresijos lygtis / Regression equation	r	F_{Fisherio} F_{Fisher}
Laikotarpis nuo vegetacijos pradžios iki bambėjimo pabaigos <i>Period from beginning of vegetation to end of booting</i>		
$y_1 = 1,65 + 0,014a - 0,004b - 0,001c + 0,003d$	0,58	1,22
$y_2 = 0,376 - 0,006a + 0,002b + 0,001c - 0,001d$	0,95**	36,8
$y_3 = 0,817 - 0,003a + 0,001b - 0,001c - 0,001d$	0,91**	17,2
Laikotarpis nuo vegetacijos pradžios iki vaškinės brandos <i>Period from beginning of vegetation to wax maturity</i>		
$y_1 = 1,45 - 0,003a + 0,001b + 0,001c - 0,002d$	0,55	1,21
$y_2 = 0,777 - 0,0003a + 0,0006b - 0,0008c - 0,0006d$	0,96**	36,8
$y_3 = 0,482 + 0,002a + 0,0001b - 0,0012c + 0,0004d$	0,93**	17,2

Įvairiais kvietrugių augimo tarpsniais meteorologiniai veiksniai bei jų sąveika azoto koncentracijai turėjo nevienodą įtaką. Intensyviu augalo augimo tarpsniu – iki bambėjimo pabaigos – didėjantis kritulių kiekis ir saulėtų dienų skaičius didino azoto kaupimąsi grūduose, o iki vaškinės brandos didėjančios minėtų veiksnių vertės mažino azoto koncentraciją. Didėjančios sukauptų temperatūrų sumos turėjo teigiamą įtaką azoto kaupimuisi. Vegetacijos metu meteorologiniai veiksniai lėmė 30,3–33,6 % azoto koncentracijos grūduose duomenų pokyčių.

Koreliacijos metodu įvertintas žieminių kvietrugių kokybės bei cheminės sudėties kai kurių rodiklių ir azoto normų ryšys (5 lentelė). Tyrimų metais bei vidutiniais duomenimis, koreliacija tarp azoto normų, baltymų ir azoto kiekio grūduose visais atvejais buvo stipri tiesioginė ir esminė esant 95–99 % tikimybės lygiui. Krakmolo kiekis su azoto normomis, baltymingumu bei azoto koncentracija grūduose koreliavo taip pat stipriai, ir beveik visais tirtais atvejais ryšys buvo esminis, tačiau atvirkštinis. Krakmolo verčių koreliacija su azoto trąšų normomis, baltymų ir bendrojo azoto kiekiu grūduose buvo atvirkštinė nuo vidutinės iki stiprios ($r = -0,469-0,959^{**}$) ir beveik visais atvejais esminė esant 95–99 % tikimybės lygiui. Krakmolo kiekis su fosforo ir kalio kiekiu grūduose koreliavo ne taip stipriai – koreliacija dažniausiai buvo silpna arba vidutinė ($r = 0,179-0,70$), tik 20 % tirtųjų atvejų buvo stipri ir esminė.

Kritimo skaičiaus ir azoto normų koreliacija daugeliu atvejų buvo silpna, nes kritimo skaičių labiau veikia meteorologinės sąlygos grūdo nokimo metu arba veislės genetinės savybės /Cesevičienė, Mašauskienė, 2007/. Priklausomumas tarp kritimo skaičiaus verčių ir grūduose sukaupto fosforo bei kalio kiekio buvo silpnas ir neesminis.

5 lentelė. Žieminių kvietrugių grūdų cheminės sudėties rodiklių ir tręšimo azotu lygio koreliacijos koeficientai

Table 5. The correlation coefficients between winter triticale grain chemical composition indicators and nitrogen fertilisation level
2000–2003 m.

Požymis Indicator	Baltymai % Protein %	Krakmolas % Starch %	Kritimo skaičius Falling number s	N %	P %	K %
1	2	3	4	5	6	7
2000 m.						
N norma <i>N rate</i>	0,983**	-0,949**	-0,673*	0,984**	0,530	0,901**
Baltymai % <i>Protein %</i>	–	-0,961**	-0,617	0,999**	0,6025	0,923**
Krakmolas % <i>Starch %</i>		–	0,593	-0,959**	-0,700*	-0,971**
Kritimo skaičius s <i>Falling number s</i>			–	-0,623	-0,223	-0,577
N %				–	0,602	0,924**
P %					–	0,690*
2001 m.						
N norma <i>N rate</i>	0,778*	-0,847**	0,458	0,754*	-167	0,0001
Baltymai % <i>Protein %</i>	–	-0,693*	0,591	0,999**	0,233	0,482
Krakmolas % <i>Starch %</i>		–	-0,292	-0,682*	0,179	0,203
Kritimo skaičius s <i>Falling number s</i>			–	0,586	0,287	0,348
N %				–	0,228	0,495
P %					–	0,482
2002 m.						
N norma <i>N rate</i>	0,854**	-0,940**	0,419	0,868**	0,474	-0,673
Baltymai % <i>Protein %</i>	–	-0,866**	0,121	0,999**	0,351	-0,563
Krakmolas % <i>Starch %</i>		–	-2,86	-0,877**	-0,500	0,543
Kritimo skaičius s <i>Falling number s</i>			–	0,119	-0,422	-0,709*
N %				–	0,382	-0,559
P %					–	0,206
2003 m.						
N norma <i>N rate</i>	0,756*	-0,610	-0,562	0,715*	-0,750*	-0,681*
Baltymai % <i>Protein %</i>	–	-0,482	0,072	0,997**	-0,724*	-0,591

5 lentelės tęsinys
Table 5 continued

	1	2	3	4	5	6	7
Krakmolas % <i>Starch %</i>			–	0,336	–0,469	0,459	0,905**
Kritimo skaičius <i>Falling number s</i>				–	0,138	0,265	0,283
N %					–	–0,707*	–0,576
P %						–	0,331
Vidutiniai duomenys, 2000–2003 m. <i>Average 2000–2003</i>							
N norma <i>N rate</i>		0,690**	–0,735**	0,130	0,681**	0,033	–0,040
Baltymai % <i>Protein %</i>		–	–0,543**	0,353*	0,999**	–0,216	–0,320
Krakmolas % <i>Starch %</i>			–	0,127	–0,535**	–0,391*	–0,120
Kritimo skaičius <i>Falling number s</i>				–	0,367*	0,056	–0,250
N %					–	–0,215	–0,325
P %						–	0,444**

6 lentelė. Žieminių kvietrugių grūdų krakmolingumo (y_1 , %) ir baltymingumo (y_2 , %) ryšys su azoto (a, %), fosforo (b, %) ir kalio kiekiu grūduose (d, %)

Table 6. The relationship of winter triticale grain starch (y_1 , %) and protein (y_2 , %) content with the amount of nitrogen (a, %), phosphorus (b, %) and potassium in grain (d, %)

2000–2003 m.

Metai / Year	Regresijos lygtis / Regression equation	r	$F_{\text{Fischerio}} / F_{\text{Fisher}}$
2000 m.	$y_1 = 97,24 - 4,4867a - 12,2674b - 32,5213c$	0,99**	60,6
2001 m.	$y_1 = 50,39 - 8,0385a + 10,2813b + 38,1318c$	0,93*	10,1
2002 m.	$y_1 = 77,19 - 4,3257a - 17,4106b + 6,0449c$	0,92*	8,6
2003 m.	$y_1 = 1,96 + 5,2860a + 38,7420b + 62,8760c$	0,95**	15,8
Vidutiniai duomenys, 2000–2003 m. <i>Average 2000–2003</i>	$y_1 = 83,95 - 5,8270a - 14,2829b - 3,0529c$	0,75**	13,9
2000 m.	$y_2 = -0,20 + 5,7734a + 0,5658b - 0,2359c$	1,00**	1 368
2001 m.	$y_2 = -0,27 + 5,9368a + 1,3047b - 1,0571c$	0,99**	809
2002 m.	$y_2 = 0,17 + 5,8179a - 1,9923b + 0,4042c$	0,99**	1 583
2003 m.	$y_2 = 1,94 + 5,3259a - 1,7108b - 0,8192c$	0,99**	337
Vidutiniai duomenys, 2000–2003 m. <i>Average 2000–2003</i>	$y_2 = -0,0781 + 5,7229a - 0,0956b - 0,1175c$	1,00**	5 933

Tyrimų metais kvietrugių grūdų cheminės sudėties rodiklių ryšys buvo nevienodo stiprumo ir esmingumo, keitėsi ir jo pobūdis. Visais atvejais azoto ir fosforo koncentracijų ryšys buvo silpnas arba vidutinis ($r = 0,382-0,707^*$). Azotas su kalio kiekiu grūduose koreliavo kiek stipriau nei su fosforu – kai kuriais tyrimų metais koreliacija buvo nuo vidutinės iki stiprios ($r = 0,495-0,924^{**}$), o dviem atvejais iš keturių tirtų – atvirkštinė. Nustatytas tiesioginis, nuo silpno iki vidutinio ($r = 0,331-0,690^*$) fosforo ir kalio ryšys, tačiau kai kuriais tyrimų metais esminis esant mažesniai nei 95 % tikimybės lygiui. Vidutiniais duomenimis, tarp fosforo ir kalio kiekio grūduose verčių buvo silpnas ($r = 0,444^{**}$), tačiau esminis koreliacinis ryšys.

Cheminės sudėties rodiklių sąveikos efekto analizė atskleidė, kad žieminių kvietrugių grūduose didėjant azoto ir fosforo koncentracijai daugeliu tirtų atvejų grūdų krakmolingumas mažėjo, o didėjant sukauptam kalio kiekiui šio rodiklio vertės didėjo. Grūdų krakmolingumo ryšys su minėtais cheminės sudėties rodikliais, aprašytas taikant daugianarę lygtį, buvo stiprus ir esminis ($R = 0,75^{**}-0,89^{**}$). Grūduose sukauptų azoto, fosforo ir kalio koncentracijų sąveika lėmė nuo 56,3 % iki 98,0 % krakmolo duomenų variacijos (6 lentelė).

Nustatyta, kad kvietrugiams grūduose sukauptus daugiau azoto jų baltymingumas didėjo iš esmės, o sukauptus daugiau fosforo ir kalio baltymų kiekis mažėjo. Koreliacinis ryšys buvo stiprus, o cheminės sudėties rodiklių sąveika 98 % sąlygojo kvietrugių grūdų baltymingumą.

Išvados

1. Iki žieminių kvietrugių bamlėjimo pabaigos buvusių meteorologinių sąlygų rodikliai lėmė 90,3 % fosforo, 82,8 % kalio ir 33,6 % azoto duomenų variacijos, o orų sąlygos iki vaškinės brandos – kiek didesni – 92,2 % fosforo, 86,5 % kalio ir 30,3 % azoto koncentracijos kitimą.

2. Koreliacija tarp azoto trąšų normų, baltymų ir azoto kiekio grūduose visais atvejais buvo stipri tiesioginė ir esminė esant 95–99 % tikimybės lygiui.

3. Krakmolo verčių koreliacija su azoto trąšų normomis, baltymų ir bendrojo azoto kiekiu grūduose buvo atvirkštinė nuo vidutinės iki stiprios ($r = -0,469-0,959^{**}$) ir beveik visais atvejais esminė esant 95–99 % tikimybės lygiui. Krakmolo kiekis su fosforo ir kalio kiekiu grūduose koreliavo ne taip stipriai – koreliacija dažniausiai buvo silpna arba vidutinė, tik 20 % tirtų atvejų buvo stipri ir esminė.

4. Kritimo skaičiaus reikšmes didžia dalimi lėmė metų orai, o priklausomumas nuo cheminės grūdų sudėties buvo silpnas.

5. Tyrimų metais grūdų cheminės sudėties rodiklių (N, P, K) ryšys buvo nevienodo stiprumo ir esmingumo, keitėsi ir jo pobūdis. Vidutiniais duomenimis, stabiliausias koreliacinis ryšys nustatytas tarp fosforo ir kalio verčių, kuris buvo silpnas ($r = 0,444^{**}$), tačiau esminis.

6. Cheminės sudėties rodiklių (N, P, K) sąveika darė įtaką 56,3–98,0 % krakmolo ir 98,0 % baltymų kiekio grūduose kitimui.

7. Vidurio Lietuvos sąlygomis baltymų ir azoto, fosforo bei kalio kaupimasis žieminių kvietrugių grūduose labiausiai priklausė nuo saulės spinduliuotės trukmės – ji 24–91 % sąlygojo minėtų rodiklių verčių kitimą.

Gauta 2008-08-18
Pasirašyta spaudai 2008-09-29

LITERATŪRA

1. Alaru M., Laur Ū., 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. Alaru M., Moller B., Hansen A. Triticale yield formation and quality influenced by different N fertilisation regimes // *Agronomy Research*. – 2004, vol. 2, No. 1, p. 3–12
3. Bartnik M., Gwardys M. Studies of chemical composition of Polish triticale varieties. Pt. 1. Chemical composition of grain // *Acta Alimentaria Polonica*. – 1991, t. 17, No. 1, p. 3–10
4. Cesevičienė J., Mašauskienė A. Žieminių kviečių Hagbergo-Perteno kritimo skaičiaus priklausomumas nuo tręšimo azoto trąšomis ir pjūties laiko // *Žemės ūkio mokslai*. – 2007, t. 14, Nr. 2, p. 11–17
5. Erekul O., Köhn W. Effect of weather and soil conditions on yield components and bread-making quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter triticale (*Triticosecale* Wittm.) varieties in North-East Germany // *Journal of Agronomy and Crop Science*. – 2006, vol. 192, iss. 6, p. 452–464
6. Gülmezoglu N., Kinaci E. Efficiency of different top dresses nitrogen on triticale (*X Triticosecale* Wittmaark) under contrasting precipitation conditions in semiarid region // *Pakistan Journal of Biological Sciences*. – 2004, vol. 7, iss. 3, p. 353–358
7. Janušauskaitė D., Šidlauskas G. Azoto trąšų efektyvumo žieminiuose kviečiuose priklausomumas nuo meteorologinių sąlygų Vidurio Lietuvoje // *Žemdirbystė / Zemdirbyste-Agriculture*. – 2004, t. 88, Nr. 4, p. 34–47
8. Petkov K., Bobko K., Biel W., Jaskowska I. Estimation of the chemical composition, amino acid composition and protein value in winter triticale // *Agricultura*. – 2006, vol. 100, p. 141–144
9. Royo C., Abaza M., Blanco R., Moral L. Triticale grain growth and morphometry as affected by drought stress, late sowing and simulated drought stress // *Australian Journal of Plant Physiology*. – 2000, vol. 27, p. 1051–1059
10. Royo C., Voltas J., Romagosa I. Remobilization of pre-anthesis assimilates to the grain for grain only and dual-purpose (forage and grain) triticale // *Agronomy Journal*. – 1999, vol. 91, p. 312–316
11. Schwarte A., Gibson L., Karles D. et al. Planting date effects on winter triticale grain yield and yield components // *Crop Science*. – 2005, vol. 97, p. 1
12. Schwarte A., Gibson L., Karles D. et al. Planting date effects on winter triticale dry matter and nitrogen accumulation // *Agronomy Journal*. – 2006, vol. 46, p. 1218–1224
13. Stankiewicz C., Gruszecka D., Steć E. et al. Effect of interaction of parental components on the content of protein and amino acids in triticale grain // *EJPAU*. – 2003, 6 (2). Internet: <<http://www.ejpau.media.pl/volume6/issue2/agronomy/art-06.html>> [žiūrėta 2008 09 23]
14. Tarakanovas P., Raudonius S. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT iš paketo „Selekcija“ ir „Irristat“. – Akademija (Kėdainių r.), 2003. – 57 p.

15. Ugarte C., Calderini D., Slafer G. Grain weight and grain number responsiveness to pre-anthesis temperature in wheat, barely and triticale // Field Crop Research. – 2007, vol. 10, iss. 2–3, p. 240–248

16. Литтл Т., Хиллз Ф. Сельскохозяйственное опытное дело // Планирование и анализ. – Москва, 1981, с. 318

ISSN 1392-3196

Zemdirbyste-Agriculture, vol. 95, No. 4 (2008), p. 46–58

UDK 633.112.9”324”:.631.841.6+631.811.1/3

THE EFFECTS OF THE INTERACTION BETWEEN NITROGEN NUTRITION AND METEOROLOGICAL FACTORS ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF WINTER TRITICALE GRAIN

D. Janušauskaitė

Summary

Field experiments on winter triticale were done at the Lithuanian Institute of Agriculture in Dotnuva during 2000–2003 on an *Endocalcari-Epihypogleyic Cambisol*. Seeking to identify the effects of nitrogen nutrition and meteorological factors and the interaction between them on the chemical composition of winter triticale grown in Central Lithuania, the data from the four experimental years were analysed applying the correlation and regression methods. The paper describes the impact of fertilisation and meteorological conditions of the year on chemical composition of winter triticale grain. The interaction of meteorological factors until the end of booting determined the variation of nitrogen data by 33.6 %, of phosphorus by 90.3 % and that of potassium by 82.8 %. The interaction of the mentioned factors until wax maturity of triticale exerted a greater effect on phosphorus and potassium concentration and determined the data variation by 92.2 % and 86.5 %, respectively, and that of nitrogen by as little as 30.3 %. The correlation between nitrogen fertiliser rates and grain quality indicators was determined, as well as the relationship between quality indicators. The correlation of triticale starch values with nitrogen fertiliser rates, protein and total nitrogen in grain was strong and inverse, and in most cases significant at 95–99 % probability level, and that with phosphorus and potassium content in grain was weak and insignificant. The interaction between nitrogen, phosphorus, and potassium concentrations accumulated in grain influenced starch data variation by 56.3–98.0 % and that of protein data by 98.0 %.

Key words: winter triticale, nitrogen fertilisers, protein, starch, falling number, N, P, K content in grain.