

Žieminių kvietrugių derliaus ir kokybės ryšys su azoto trąšomis ir meteorologinėmis sąlygomis

Daiva Janušauskaitė

Lietuvos žemdirbystės institutas,

Instituto al. 1,

LT-58344 Akademija,

Kėdainių rajonas

El. paštas: daiva.janusauskaite@lzi.lt

2000–2003 m. Lietuvos žemdirbystės institute, Dotnuvoje, lengvo priemolio giliau karbonatingame sekliai glėžiškame rudžemyje – *Endocalcari-Epihypogleyic Cambisol*, daryti žieminių kvietrugių lauko bandymai. Siekiant nustatyti agronominių priemonių ir meteorologinių veiksnių įtaką Vidurio Lietuvos dirvožemiuose auginamų žieminių kvietrugių grūdų derliui ir kokybei, ketverių metų tyrimų duomenys analizuoti taikant koreliacijos ir regresijos metodus.

Įvertinta derliaus ir jo priedo duomenų variacija dėl skirtingų meteorologinių sąlygų tyrimų metais įtakos. Metų orai nevienodai sąlygojo žieminių kvietrugių grūdų kokybinius rodiklius. Labiausiai dėl meteorologinių parametru įtakos kito kritimo skaičiaus reikšmės ($V = 41,4\%$), o baltymų ir krakmolo kiekis labiau priklausė nuo veislės genetinių savybių, jų duomenys tyrimų metais nedaug tekito – atitinkamai 7,7 ir 2,0%.

Kritulių kiekio, $ATS > 5^{\circ}C$ (aktyvių temperatūrų suma), $ATS > 10^{\circ}C$ ir saulės spinduliavimo trukmės sąveika, atsižvelgus į augalų vystymosi tarpsnį, 85–94% sąlygojo derliaus ir jo priedo duomenų kitimą. Iš tirtųjų kokybinių rodiklių su meteorologiniais parametrais labiausiai koreliavo kritimo skaičiaus duomenys. Šio rodiklio reikšmės didėjo, didėjant sukauptoms $ATS > 5^{\circ}C$ ir $ATS > 10^{\circ}C$ bei mažėjant kritulių kiekiui ir saulės spindėjimo trukmei. Meteorologinės sąlygos nulėmė 92% kritimo skaičiaus kaitos.

Raktažodžiai: žieminiai kvietrugiai, azoto trąšos, baltymai, krakmolas, kritimo skaičius, meteorologiniai rodikliai

ĮVADAS

Maksimalus žemės ūkio augalų derliaus ir kokybės potencialo panaudojimas neretai yra ribojamas nepalankių meteorologinių sąlygų. Tyrimais nustatyta, kad vegetacijos periodo orai gali turėti įtakos 44–55% derliaus duomenų (Erekul, Köhn, 2006). Žieminių kvietrugių derliaus, jo struktūros elementų – varpos produktyvumo ir grūdų stambumo – bei kokybinių parametru svyravimus ryškiau veikia meteorologiniai veiksniai negu tręšimas azotu (Alaru et al., 2004). Aplinkos sąlygoms šie augalai ypač jautrūs iki žydėjimo tarpsnio (Royo et al., 1999; Ubarte et al., 2007). Kituose tyrimuose nustatyta, kad netinkamoms augimo sąlygoms kvietrugiai itin jautrūs grūdo pildymosi metu, kuomet sausringų orų įtaka galima paaikškinti nuo 7 iki 50% derliaus duomenų kaitos (Royo et al., 2000). Skirtingomis agrotechninėmis sąlygomis, taip pat esant įvairiai geografinei padėčiai, skirtingai dirvožemių kilmei bei granulimetrinei sudėčiai, auginami žieminiai kvietrugiai gali būti nevienodai jautrūs stresinėms situacijoms (Erekul, Köhn, 2006).

Nustatyta, kad vegetacijos periodo hidroterminės sąlygos glaudžiai siejasi su augalų pasisavinamomis maisto medžiagomis, taip pat neišvengiamai lemia augalų cheminės sudėties pokyčius. Estijoje darytais tyrimais nustatyta neigia-

mas, statistiškai patikimas baltymų kiekio ir kritulių sumos ($r = -0,44^*$) bei efektyvių temperatūrų sumos ($r = -0,49^{**}$) ryšys (Alaru et al., 2003). Tyrimais pusiau sausringame regione nustatyta, jog dėl sausros prarandama iki 87% žieminių kvietrugių grūdų derliaus, 72% – varpos svorio, 50% – grūdų skaičiaus varpoje, 48% – 1000 grūdų masės (Gülmezoglu, Kinaci, 2004).

Yra tyrėjų duomenų, rodančių, kokią reikšmę kvietrugių derliui ir jo formavimuisi turi sėjos laikas ir iki jo sukaupta aktyvių temperatūrų suma (ATS) – didžiausias žieminių kvietrugių derlius išaugintas, kai iki sėjos ATS siekė ne mažiau kaip $533^{\circ}C$ (Schwarte et al., 2006). Dar svarbesnė rolė tenka po sėjos sukauptai ATS – šių augalų sukauptas sausųjų medžiagų kiekis priklauso nuo didesnių nei $4^{\circ}C$ temperatūrų sumos po sėjos (Schwarte et al., 2005).

Lietuvoje nustatytas žieminių kviečių derliaus priedo ir baltyminių medžiagų kaupimosi ryšys su kritulių kiekiu, $ATS > 5^{\circ}C$, $ATS > 10^{\circ}C$, saulės švytėjimo trukme ir HTK (hidroterminiu koeficientu) (Janušauskaitė, Šidlauskas, 2004). Lig šiol neturėta duomenų apie tokio ryšio nustatymą žieminių kvietrugių derliui ir jo kokybės rodikliams. Tyrimų tikslas – nustatyti azoto trąšų efektyvumo bei žieminių kvietrugių grūdų kokybės rodiklių ryšį su Vidurio Lietuvoje vyraujančiomis meteorologinėmis sąlygomis.

METODAI IR SĄLYGOS

Lauko bandymai daryti 2000–2003 m. Lietuvos žemdirbystės institute, Dotnuvoje, lengvo priemolio giliau karbonatingame sekliai glėjiškame rudžemyje tradiciniu lauko bandymo metodu. Bandymų dirvožemio agrocheminiai rodikliai nustatyti šiais analizų metodais: pH nustatytas potenciometrinio, humuso kiekis – Tiurino, bendrasis azotas – Kjeldalio, judriųjų fosforo ir kalio kiekiai – A–L metodais, mineralinis azotas ($N-NO_3 + N-NH_4$); $N-NO_3$ – jonometriškai, $N-NH_4$ – spektrofotometriškai. Grūduose baltymų kiekis apskaičiuotas Kjeldalio metodu nustatytą bendrojo azoto kiekį padauginus iš koeficiento 5,7, kritimo skaičius – Perten aparatu *Falling number 1500* vadovaujantis standartu (LST ISO 3093: 2006), krakmolas – poliariometriškai.

Pagal agrocheminius rodiklius vertes dirvožemis tyrimų metais buvo nuo neutraloko iki artimo neutraliam rūgštumo (pH_{KCl} 6,0–6,9), nuo vidutinio iki didelio fosforingumo (129–206 mg kg^{-1}), vidutinio kalingumo ir kalingas (140–188 mg kg^{-1}), nuo mažo iki vidutinio humusingumo (1,7–2,1%) bei azotingumo (0,12–0,14%).

Tyrimų schema:

1. Netrešta ($N_0 P_0 K_0$).
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} bamlėjimo tarpiniu (BBCH 30–32).
8. F + N_{120} pavasarį (BBCH 25–29).
9. F + N_{90} pavasarį (BBCH 25–29) + N_{30} bamlėjimo tarpiniu (BBCH 30–32).

2 ir 4–9 variantų tręšimo fosforu ir kaliu lygis buvo vienas – $P_{60} K_{60}$. Prieššėlis žieminiams kvietrugiams buvo II naudojimo metų daugiametės žolės. Krūmijimosi pabaigoje pavasarį kvietrugių pasėlis buvo purškiamas herbicidų ir augimo reguliatorių mišiniu, insekticidai naudojami pagal reikalą.

Bandyme 2000 ir 2001 metų derliui sėta žieminiai kvietrugiai *Tewo*, 2002 ir 2003 metų derliui – kvietrugiai *Tornado*. Žieminiai kvietrugiai, pasiekę kietąją brandą, kulti kombainu „Sampo 500“. Grūdų derliaus duomenys perskaičiuoti esant 15% drėgnumui.

Meteorologinės sąlygos, fiksuotos Dotnuvos agrometeorologijos stoties, tyrimų metais buvo skirtingos. Iš ketverių tyrimų metų dveji buvo itin sausi ir šiltesni nei įprastai, dveji – normalaus drėgnumo. 1999 m. žiemą kritulių buvo arti daugiametės normos. 2000 metai išsiskyrė šiltu ir sausu pavasariu – balandį 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 – gegužę ir birželį drėgmės buvo arti normos, o liepą iškrito beveik 2 kartus daugiau kritulių – 185% vidutinės daugiametės normos. Per 4 vegetacijos periodo mėnesius iškrito 14% daugiau kritulių nei daugiametė norma.

2000–2001 m. žiemą meteorologinės sąlygos buvo artimos daugiamečiams vidurkiams. 2001 m. balandis buvo kiek šiltesnis nei įprasta, tačiau dirvoje drėgmės pakako. Per visą vasaros

vegetacijos periodą kritulių kiekis atitiko vidutinį daugiametę, tačiau jų pasiskirstymas buvo labai netolygus – liepą iškrito 45% viso vegetacijos periodo kritulių kiekio. Be to, liepos vidutinė oro temperatūra buvo 3,5°C aukštesnė už vidutinę daugiametę.

Per pirmuosius 2002 m. mėnesius iškrito nuo 22 iki 53 ir net 91% kritulių daugiau nei daugiametė norma. 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 kai kurių mėnesių oro temperatūrą lenkiantys nuo 2,3 iki 3,2°C. Balandžio orai augalus stresavo dideliais temperatūros svyravimais (nuo –5,5 iki +19,2°C ir drėgmės stoka, nes iškrito tik apie pusę (56%) vidutinės daugiametės normos. Birželio ir liepos kai kuriomis dienomis oro temperatūra pasiekdavo iki +34–35°C. Vasaros vegetacijos periodo kritulių kiekis tesudarė 57% visos to laikotarpio vidutinės daugiametės normos.

2002 m. pasėjus žieminius kvietrugius, spalį kritulių iškrito net – 2,5 karto daugiau už daugiametę normą. Žiemos periodu kritulių buvo kiek mažiau 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.

Aktyvių temperatūrų sumos ($ATS > 5^\circ C$ ir $ATS > 10^\circ C$) apskaičiuotos sudedant kiekvienos dienos oro temperatūrą per nurodytą laikotarpį, didesnę nei atitinkamai 5 arba 10°C.

Statistinis duomenų apdorojimas. Statistinis grūdų derliaus ir kokybės rodiklių duomenų apdorojimas atliktas dispersinės analizės metodu. Fišerio kriterijumi įvertintas veiksnių esminumas. Koreliaciniai grūdų derliaus, jo priedo, kokybinių rodiklių bei meteorologinių veiksnių ryšiai nustatyti ir regresinės lygtys apskaičiuotos kaip nurodoma specialioje literatūroje (Литтл, Хиллз, 1981; Tarakanovas, Raudonius, 2003). Darbe vartoti simboliai: * ir ** žymėjimas reiškia: statistškai patikima, esant atitinkamai 95 ir 99% tikimybės lygiui; R_{05} – patikimo skirtumo riba esant 95% tikimybės lygiui; Sx – vidurkio vidutinė kvadratinė paklaida; V% – variacijos koeficientas, r – koreliacijos koeficientas, $F_{Fišerio}$ – Fišerio kriterijus.

REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Vidutiniai ketverių metų tyrimų duomenys rodo, kad vienažart azoto trąšomis ($N_{60,90}$ ir N_{120}) tręštų žieminių kvietrugių grūdų derlius siekė vidutiniškai 6,98 t ha^{-1} , įvairuodamas X min–X max ribose nuo 5,14 iki 8,66 t ha^{-1} . Apskaičiavus variacijos koeficientą ($V = 17,8\%$), nustatyta vidutinė derliaus duomenų variacija, sąlygota tam tikrų metų orų bei tręšimo azoto trąšomis lygio (1 lentelė). Derliaus priedas nuo vienkartinio tręšimo (lyginta su netręštų kvietrugių derliumi) gautas vidutiniškai 1,04 t ha^{-1} , o variacijos koeficientas ($V = 75,5\%$) liudija didelę derliaus priedo duomenų variaciją, kurią lėmė nevienodas drėgmės ir šilumos režimas tyrimų metais. Tokie patys dėsniniai nustatyti ir derliaus, gauto dėl papildomo tręšimo, bei jo priedo duomenyse. Baltymų ir krakmolo grūduose kiekis tyrimų metais įvairavo nedaug (atitinkamai $V = 7,7$ ir 2,0%), o kritimo skaičiaus verčių variacija buvo didelė ($V = 41,4\%$).

Meteorologinės žieminių kvietrugių augimo sąlygos tyrimų metais buvo skirtingos. Žiemos laikotarpiu, nuo spalio 15 d. iki

1 lentelė. Žieminių kvietrugių grūdų derliaus, kokybės rodikliai bei meteorologiniai parametrai

Table 1. Yield and quality indicators and meteorological parameters of winter triticale

Dotnuva, 2000–2003 m. vidutiniai duomenys / Data averaged over the period 2000–2003

| Rodiklis / Variable | \bar{x} vidurkis / \bar{x} mean | S \bar{x} | Min | Max | V % |
|--|--|-------------|----------|-------|------|
| Derlius ir kokybiniai rodikliai / Yield and quality indicators | | | | | |
| Derlius t ha ⁻¹ tręšiant vienąkart N ₆₀₋₁₂₀ / Yield t ha ⁻¹ at starter N ₆₀₋₁₂₀ fertilization | 6,98 | 0,36 | 5,14 | 8,66 | 17,8 |
| Derliaus priedas t ha ⁻¹ nuo vienkartinio tręšimo / Yield increase t ha ⁻¹ from single-time fertilization | 1,04 | 0,23 | 0,000001 | 2,33 | 75,5 |
| Derlius t ha ⁻¹ tręšiant papildomai N ₆₀₊₃₀ , N ₉₀₊₃₀ / Yield t ha ⁻¹ at extra N ₆₀₊₃₀ , N ₉₀₊₃₀ fertilization | 6,98 | 0,39 | 5,78 | 8,20 | 16,0 |
| Derliaus priedas t ha ⁻¹ nuo papildomo tręšimo N ₆₀₊₃₀ , N ₉₀₊₃₀ | 1,05 | 0,28 | 0,000001 | 1,85 | 76,5 |
| 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 |
| Meteorologiniai parametrai / Meteorological parameters | | | | | |
| Laikotarpis nuo spalio 15 d. iki vegetacijos pradžios / During the period from October 15 to the beginning of vegetation | | | | | |
| Krituliai mm / Precipitation mm | 204,2 | 14,4 | 182,5 | 246,6 | 14,1 |
| Laikotarpis nuo vegetacijos pradžios iki bambėjimo pradžios / Period from the beginning of vegetation to 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 solar irradiation, h | 378,3 | 51,9 | 224,0 | 446,0 | 27,5 |
| Laikotarpis nuo vegetacijos pradžios iki vaškinės brandos / Period from the 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 solar irradiation, h | 868,2 | 41,0 | 800,0 | 979,5 | 9,46 |

vegetacijos pradžios pavasarį, iškrisdavo vidutiniškai 204,2 mm kritulių. Skirtingais metais žiemos laikotarpio kritulių kiekio variacija buvo nedidelė – V = 14,1%. Nors per laikotarpį nuo vegetacijos pradžios iki bambėjimo pradžios iškrisdavo vidutiniškai 28,9 mm kritulių, tačiau atskirais 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. Sukaupę ATS > 5°C ir ATS > 10°C iki bambėjimo pradžios vertės skirtingais metais kito 1,6 karto, o saulės spindėjimo trukmė – 2 kartus. Atlikta duomenų analizė rodo, kad tirtų meteorologinių parametru variacijos koeficientai buvo dideli (V = 20,9–56,7%).

Sudėjus ilgesnio periodo – nuo vegetacijos pradžios pavasarį iki vaškinės brandos – parametru duomenis, paaiškėjo, kad dėl skirtingų metų įtakos jų vertės kito kiek mažiau nei laikotarpiu nuo vegetacijos pradžios iki bambėjimo pradžios. Saulės spindėjimo trukmė kito 1,2 karto, sukaupę 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%).

Tręšimo ir metų meteorologinių sąlygų esmingumą žieminių kvietrugių kokybiniais rodikliais įvertinus Fišerio kriterijumi, nustatyta, kad grūdų baltymingumas, krakmolinumas vienodai labai priklausė nuo tręšimo ir metų oro sąlygų. Šie du veiksniai bei jų sąveika baltymų ir krakmolo kieki žieminių kvietrugių grūduose paveikė esmingai. Kritimo skaičiaus vertės labiau priklausė nuo orų auginimo metais (metų poveikio esmingumas buvo 99% tikimybės lygio) ir kiek mažiau – nuo tręšimo azotu (tręšimo poveikio esmingumas buvo 95% tikimybės lygio) (2 lentelė). Tręšimo ir metų sąveika buvo

mažesnė nei 95% tikimybės lygio, vadinasi, skirtingais metais ne visada kritimo skaičiaus vertėms pasireiškė ryški tręšimo azotu įtaka.

Augalo augimas, derliaus bei jo kokybinių parametru formavimasis priklauso ne vien nuo viso vegetacijos laikotarpio meteorologinių sąlygų. Didelės įtakos minėtiems rodikliams turi ir atskirų augimo tarpsnių meteorologinės sąlygos (Janušauskaitė, Šidlauskas, 2004). Kad nuodugniau įvertintume kritulių, aktyvių temperatūrų sumos bei saulės spindėjimo trukmės įtaką derliui ir kokybei, nustatėme koreliacinę atskiro vegetacijos laikotarpio meteorologinių sąlygų ir derliaus bei jo priedo duomenų ryšį, kurį aprašė daugianarė regresijos lygtis. Nustatytas glaudus ir patikimas derliaus ir nuo vienkartinio tręšimo gauto derliaus priedo ryšys su meteorologiniais veiksniais. Atlikus koreliacinę analizę paaiškėjo, kad vienkartinio tręšimo azotu atveju vos stipresnį ryšį derlius ir jo priedas turėjo su pirmosios vegetacijos pusės, t. y. iki bambėjimo pradžios, meteorologiniais parametrais (3 lentelė). Iki tiriamųjų augalų bambėjimo pradžios nusistovėjusios meteorologinės sąlygos nulėmė 88–94% derliaus ir jo priedo duomenų variacijos, o iki vaškinės brandos esantys orai – atitinkamai 85–88%. Tyrimai rodo, kad daugiausia maisto medžiagų javai sparčiausiai pasisavina iki pieninės brandos pradžios (Royo et al., 2000). Todėl tikėtina, kad iš daugianarės lygties, aprašančios iki grūdo vaškinės brandos esančių orų įtaką derliui, galima matyti, jog žieminių kvietrugių derlius didėjo gausėjant kritulių bei sukaupę ATS > 5°C ir ilgėjant saulės spindėjimo trukmei, tačiau šiek tiek mažėjo nuo didėjančio sukaupę ATS > 10°C. Didėjantis kritulių kiekis, užtikrinantis palankų augalams drėgmės režimą

2 lentelė. Tręšimo azoto trąšomis ir metų meteorologinių sąlygų įtakos žieminių kvietrugių kokybės rodikliams esmingumas

Table 2. The significance of the effect of nitrogen fertilization and year's meteorological conditions on winter triticale quality indicators

| Rodiklis / Variable | Veiksniai ir sąveikos / Factors and interactions | DF | MS | F _{faktinis} / F _{fact.} | F ₀₅ | R ₀₅ / LSD ₀₅ |
|-----------------------------------|--|-----|--------|--|-----------------|-------------------------------------|
| Baltymingumas / Protein content | Tręšimas (A veiksnys) / Fertilization (factor A) | 10 | 6,44 | 14,95** | 1,90 | 0,309 |
| | Metai (B veiksnys) / Year (factor B) | 3 | 11,00 | 25,54** | 2,67 | 0,169 |
| | AB sąveika / AB interaction | 30 | 0,805 | 1,87** | 1,55 | 0,642 |
| | Paklaida / Error | 129 | 0,431 | – | – | – |
| Krakmolas / Starch | Tręšimas (A veiksnys) / Fertilization (factor A) | 10 | 15,06 | 15,19** | 1,90 | 0,470 |
| | Metai (B veiksnys) / Year (factor B) | 3 | 20,31 | 20,49** | 2,67 | 0,257 |
| | AB sąveika / AB interaction | 30 | 2,65 | 2,68** | 1,55 | 0,974 |
| | Paklaida / Error | 129 | 0,991 | – | – | – |
| Kritimo skaičius / Falling number | Tręšimas (A veiksnys) / Fertilization (factor A) | 10 | 453 | 2,45* | 1,90 | 6,4 |
| | Metai (B veiksnys) / Year (factor B) | 3 | 375008 | 2024,7** | 2,67 | 3,5 |
| | AB sąveika / AB interaction | 30 | 244 | 1,32 | 1,55 | 13,3 |
| | Paklaida / Error | 129 | 185 | – | – | – |

3 lentelė. Pradinėmis azoto trąšų normomis tręštų žieminių kvietrugių derliaus (y_1 , t ha⁻¹) ir derliaus priedo (y_2 , t ha⁻¹) ryšys su kritulių kiekiu (a mm), ATS > 5°C (b °C), ATS > 10°C (c °C) ir saulės spinduliuotės trukme (d val.)Table 3. The correlation of starter nitrogen-applied winter triticale yield (y_1 , t ha⁻¹) and yield increase (y_2 , t ha⁻¹) with the amount of precipitation (a, mm), ATS > 5°C (b, °C), ATS > 10°C (c, °C) and duration of solar irradiation (d, h)

Dotnuva, 2000–2003 m. vidutiniai duomenys / Data averaged over the period 2000–2003

| Regresijos lygtis / Regression equation | r | F _{Fisherio} / F _{Fisher's} |
|---|--------|---|
| Laikotarpis nuo vegetacijos pradžios iki bambulėjimo pradžios / Period from the beginning of vegetation to booting | | |
| $y_1 = 8,89 - 0,026a + 0,0030b - 0,0560c + 0,0130d$ | 0,97** | 25,4 |
| $y_2 = 0,123 + 0,0901a - 0,0763b - 0,1847c - 0,0059d$ | 0,94** | 13,7 |
| Laikotarpis nuo vegetacijos pradžios iki vaškinės brandos / Period from the beginning of vegetation to wax maturity | | |
| $y_1 = 2,06 + 0,0099a + 0,0130b - 0,0008c + 0,0169d$ | 0,94** | 25,4 |
| $y_2 = 4,23 - 0,0030a + 0,0054b - 0,0027c - 0,0098d$ | 0,92** | 13,7 |

dirvoje, sudaro palankesnes sąlygas ilgesnį laiką pasisavinti jiems prieinamas trąšų ir dirvožemio maisto medžiagas, o optimalios aplinkos temperatūros, nesukeliančios karščio streso, sudaro tinkamas sąlygas fiziologiniams procesams augale vyksti. Tai ir paaiškina laikotarpio iki vaškinės brandos meteorologinių veiksnių bei jų tarpusavio sąveikos efektą.

Analogiški arba panašūs dėsniniai nustatyti išanalizavus papildomo tręšimo azotu įtaką žieminių kvietrugių derliui ir derliaus priedui, atsižvelgus į kritulių kiekį, ATS > 5°C, ATS > 10°C ir saulės spinduliuotės trukmę (4 lentelė).

Atlikta duomenų koreliacinė-regresinė analizė atskleidė derliaus, nuo vienkartinio tręšimo gauto derliaus priedo, kokybinių parametrų ir meteorologinių veiksnių tarpusavio ryšį

(5 lentelė). Žiemą iškritę krituliai lėmė 28% derliaus ir 26% derliaus priedo, gauto nuo vienkartinio tręšimo, duomenų variacijos. Tačiau abiem atvejais nustatyta vidutinio stiprumo koreliacija buvo statistiškai nepatikima esant 99% tikimybės lygiui.

Vegetacijos metu sudėtų kritulių, tiek per laikotarpį nuo vegetacijos atsinaujinimo iki bambulėjimo pradžios, tiek iki vaškinės brandos, kiekis glaudžiai ir patikimai koreliavo su derliumi ir jo priedu nuo vienkartinio tręšimo. Tyrimų duomenimis, nuo vegetacijos pradžios iki bambulėjimo pradžios iškritę krituliai nulėmė 85% derliaus ir 80% derliaus priedo, gauto nuo vienkartinio tręšimo, duomenų variacijos. Su kitais meteorologiniais veiksniais – ATS > 5°C, ATS > 10°C ir saulės spinduliuo-

4 lentelė. Papildomo tręšimo azotu įtaka žieminių kvietrugių derliui (y_1 , t ha⁻¹) ir derliaus priedui (y_2 , t ha⁻¹), atsižvelgus į kritulių kiekį (a mm), ATS > 5°C (b °C), ATS > 10°C (c °C) ir saulės spinduliuotės trukmę (d, val.) skirtingais augalų augimo tarpsniaisTable 4. The effect of extra fertilization with nitrogen on winter triticale yield (y_1 , t ha⁻¹) and yield increase (y_2 , t ha⁻¹) in relation to the amount of precipitation (a, mm), ATS > 5°C (b, °C), ATS > 10°C (c, °C) and duration of solar irradiation (d, h) at different growth stages

Dotnuva, 2000–2003 m. vidutiniai duomenys / Data averaged over the period 2000–2003

| Regresijos lygtis / Regression equation | r | F _{Fisherio} / F _{Fisher's} |
|---|--------|---|
| Laikotarpis nuo vegetacijos pradžios iki bambulėjimo pradžios / Period from the beginning of vegetation to booting | | |
| $y_1 = 8,23 - 0,004a + 0,012b - 0,093c + 0,017d$ | 0,99** | 48,9 |
| $y_2 = 0,116 + 0,430a - 0,006b + 0,024c - 0,004d$ | 0,99** | 59,9 |
| Laikotarpis nuo vegetacijos pradžios iki vaškinės brandos / Period from the beginning of vegetation to wax maturity | | |
| $y_1 = 5,26 + 0,0150a - 0,0290b + 0,0270c + 0,0150d$ | 0,97** | 25,4 |
| $y_2 = 0,652 - 0,007a + 0,002b + 0,007c - 0,009d$ | 0,99** | 59,9 |

5 lentelė. Skirtingai tręštų žieminių kvietrugių derliaus ir kokybės rodiklių koreliacijos su meteorologiniais veiksniais koeficientai

Table 5. Correlation coefficients of differently fertilized winter triticale yield and quality indicators and meteorological factors

Dotnuva, 2000–2003 m. vidutiniai duomenys / Data averaged over the period 2000–2003

| Rodiklis / Variable | Krituliai mm / Precipitation mm | ATS > 5 °C | ATS > 10 °C | Saulės spinduliuotės trukmė val. / Duration of solar irradiation h |
|--|------------------------------------|------------|-------------|---|
| Žiemos laikotarpis / Winter period | | | | |
| Derlius t ha ⁻¹ / Yield t ha ⁻¹ | 0,529 | – | – | – |
| Derliaus priedas nuo N _{60,90,120} t ha ⁻¹ / Yield increase due to N _{60,90,120} t ha ⁻¹ | –0,511 | – | – | – |
| Baltymai % / Protein % | 0,475 | – | – | – |
| Krakmolai % / Starch % | 0,519 | – | – | – |
| Kritimo skaičius s / Falling number s | 0,183 | – | – | – |
| Laikotarpis nuo vegetacijos atsinaujinimo iki augalų bambėjimo pradžios / Period from resumption of vegetation to the beginning of booting | | | | |
| Derlius t ha ⁻¹ / Yield t ha ⁻¹ | –0,922** | –0,507 | –0,331 | 0,384 |
| Derliaus priedas nuo N _{60,90,120} t ha ⁻¹ / Yield increase due to N _{60,90,120} t ha ⁻¹ | 0,896** | 0,449 | 0,274 | –0,420 |
| Baltymai % / Protein % | –0,099 | 0,301 | 0,358 | 0,559 |
| Krakmolai % / Starch % | 0,211 | –0,063 | –0,135 | 0,096 |
| Kritimo skaičius s / Falling number s | 0,866** | 0,689* | 0,540 | 0,076 |
| Laikotarpis nuo vegetacijos atsinaujinimo iki vaškinės brandos / Period from resumption of vegetation to wax maturity | | | | |
| Derlius t ha ⁻¹ / Yield t ha ⁻¹ | –0,746** | –0,496 | –0,351 | 0,748** |
| Derliaus priedas nuo N _{60,90,120} t ha ⁻¹ / Yield increase due to N _{60,90,120} t ha ⁻¹ | 0,756** | 0,491 | 0,343 | –0,729** |
| Baltymai % / Protein % | –0,341 | 0,180 | 0,307 | 0,489 |
| Krakmolai % / Starch % | 0,304 | 0,577* | 0,595* | 0,359 |
| Kritimo skaičius s / Falling number s | 0,546 | 0,900** | 0,884** | –0,086 |

tės trukme derliaus ir jo priedo ryšys buvo silpnas ir statistiškai nepatikimas, išskyrus atvejį, kai nuo vegetacijos atsinaujinimo iki vaškinės brandos saulės spindėjimo valandų suma ir derlius bei jo priedas koreliavo stipriai ir patikimai esant 95% tikimybės lygiui.

Nustatytas bandymuose augintų žieminių kvietrugių kokybės rodiklių verčių priklausomumas nuo meteorologinių parametrų (5 lentelė). Baltymų ir krakmolo kiekio grūduose koreliacija su meteorologiniais veiksniais buvo įvairi (nuo silpnos iki vidutinės), tačiau tik dviem atvejais iš 18 tirtųjų buvo statistiškai patikima esant 95% tikimybės lygiui. Kritimo skaičius su orų sąlygas nusakančiais parametrais koreliavo stipriai nei baltymai ir krakmolai – 44% tirtųjų atvejų ryšys buvo stiprus ir statistiškai patikimas. Kritimo skaičiaus reikšmės stipriai koreliavo su

ATS > 5°C, ATS > 10°C, sukauptomis nuo vegetacijos pradžios iki vaškinės brandos – atitinkamai $r = 0,900^{**}$ ir $r = 0,884^{**}$. Kiek silpnesnis ($r = 0,546$), tačiau esant 95% tikimybės lygiui nepatikimas, buvo kritimo skaičiaus ryšys su kritulių, iškritusių iki vaškinės brandos, kiekiu.

Meteorologinių veiksnių per laikotarpį nuo vegetacijos pradžios iki bambėjimo pradžios ir per ilgesnį laikotarpį – nuo vegetacijos pradžios iki vaškinės brandos sąveika išryškino, kad žieminių kvietrugių baltymų ir krakmolo grūduose kiekis didėja, didėjant kritulių kiekiui, ATS > 5°C ir saulės švytėjimo trukmei bei mažėjant sukauptų ATS > 10°C (6 lentelė). Šiais laikotarpiais meteorologinės sąlygos lėmė 30% baltymų kiekio ir 18% krakmolo kiekio grūduose duomenų variacijos. Koreliacija tarp minėtų rodiklių buvo nuo silpnos iki vidutinės, tačiau

6 lentelė. Žieminių kvietrugių baltymų (y_1 %), krakmolo (y_2 %), kritimo skaičiaus (y_3 %) grūduose ryšys su kritulių kiekiu (a mm), ATS > 5°C (b °C), ATS > 10°C (c °C) ir saulės spinduliuotės trukme (d, val.)Table 6. The correlation of winter triticale protein (y_1 %), starch (y_2 %), falling number (y_3 %) in grain with the amount of precipitation (a, mm), ATS > 5 °C (b, °C), ATS > 10 °C (c, °C) and duration of solar irradiation (d, h)

Dotnuva, 2000–2003 m. vidutiniai duomenys / Data averaged over the period 2000–2003

| Regresijos lygtis / Regression equation | r | F _{Fisherio} / F _{Fisher's} |
|---|--------|---|
| Laikotarpis nuo vegetacijos pradžios iki bambėjimo pradžios / Period from the beginning of vegetation to booting | | |
| $y_1 = 9,41 + 0,053a + 0,003b - 0,049c + 0,014d$ | 0,55 | 1,17 |
| $y_2 = 66,96 + 0,071a + 0,011b - 0,116c + 0,018d$ | 0,43 | 0,64 |
| $y_3 = -74,59 + 11,51a - 1,751b - 0,606c + 1,330d$ | 0,99** | 416,5 |
| Laikotarpis nuo vegetacijos pradžios iki vaškinės brandos / Period from the beginning of vegetation to wax maturity | | |
| $y_1 = 6,69 - 0,180a + 0,010b - 0,001c - 0,001d$ | 0,55 | 1,17 |
| $y_2 = 48,98 + 0,009a + 0,023b - 0,036c + 0,013d$ | 0,43 | 0,63 |
| $y_3 = -89,64 - 1,694a + 1,014b + 0,949c - 0,858d$ | 0,96** | 416,5 |

7 lentelė. Žieminių kvietrugių grūdų kokybės rodiklių ir tręšimo azotu lygio tarpusavio koreliacijos koeficientai

Table 7. Correlation coefficients of winter triticale quality indicators and nitrogen fertilization

Dotnuva, 2000–2003 m. vidutiniai duomenys / Data averaged over the period 2000–2003

| Požymis / Character | Baltymai % / Protein % | Kraskmolos % / Starch % | Kritimo skaičius / Falling numbers |
|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| N norma / N rate | 0,690** | -0,735** | 0,130 |
| Baltymai % / Protein % | - | -0,543** | 0,353* |
| Kraskmolos % / Starch % | - | - | 0,127 |

koreliacijos koeficientai statistiškai patikimi buvo tikimybės lygiui esant kiek mažesniau nei 95%.

Kiek kitokia priklausomybė nustatyta tarp kritimo skaičiaus ir meteorologinių parametru sąveikos per laikotarpį nuo vegetacijos pradžios iki javų vaškinės brandos. Kritimo skaičius didėjo, didėjant sukauptoms ATS > 5°C ir ATS > 10°C bei mažėjant kritulių kiekiui ir saulės spindėjimo trukmei. Nustatytas stiprus ($r = 0,96^{**}$) ir statistiškai patikimas esant 99% tikimybės lygiui kritimo skaičiaus ir meteorologinių parametru koreliacinis ryšys. Meteorologinių veiksnių tarpusavio sąveika lėmė 92% kritimo skaičiaus duomenų variacijos.

Nustatyta bandymuose augintų žieminių kvietrugių kokybės rodiklių tarpusavio koreliacija bei ryšys su azoto normomis (7 lentelė). Baltymų ir krakmolo koreliacija su azoto trąšų norma bei baltymų ir krakmolo verčių tarpusavio koreliacija tyrimų metais buvo stipri ir patikima. Kritimo skaičius su azoto norma ir krakmolo kiekiu koreliavo silpnai ir nepatikimai, o su baltymų kiekiu – silpnai, tačiau patikimai.

IŠVADOS

1. Skirtingos meteorologinės sąlygos tyrimų metais lėmė derliaus ir derliaus priedo ženklus duomenų skirtumus. Nustatyta vidutinė – 17,8 ir 16% derliaus nuo vienkartinio ir papildomo tręšimo duomenų variacija bei didelė – 75,5 ir 76,5% derliaus priedo nuo vienkartinio ir papildomo tręšimo reikšmių variacija.

2. Metų orų sąlygos turėjo nevienodą įtaką kokybinių rodiklių verčių įvairovei. Dėl skirtingų metų meteorologinių sąlygų įtakos labiausiai kito kritimo skaičiaus reikšmės – $V = 41,4\%$. Baltymų ir krakmolo duomenų variacija buvo nedidelė – atitinkamai 7,7 ir 2,0%.

3. Kritulių kiekio, ATS > 5°C, ATS > 10°C ir saulės spinduliavimo trukmės sąveika, atsižvelgus į augalų vystymosi tarpsnį, 85–94% sąlygojo derliaus ir jo priedo duomenų kaitą. Koreliacinis ryšys stiprus ir patikimas ($r = 0,92^{**} - 0,99^{**}$).

4. Per laikotarpį nuo vegetacijos pradžios iki vaškinės brandos nustatytas stiprus ($r = 0,96^{**}$) ir statistiškai patikimas grūdų kritimo skaičiaus ir meteorologinių parametru sąveikos koreliacinis ryšys. Kritimo skaičius didėjo, didėjant sukauptoms ATS > 5°C ir ATS > 10°C bei mažėjant kritulių kiekiui ir saulės spindėjimo trukmei. Meteorologiniai parametrai lėmė 92% kritimo skaičiaus duomenų variacijos.

Gauta 2008 07 11
Priimta 2008 10 20

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. N 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. N 1. P. 3–12.
3. 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.
4. Gülmezoglu N., Kinaci E. Efficiency of different top dresses nitrogen on triticale (*X Triticosecale* Wittmark) under contrasting precipitation conditions in semiarid region // *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2004. Vol. 7. N 3. P. 353–358.
5. Janušauskaitė D., Šidlauskas G. Azoto trąšų efektyvumo žieminiuose kviečiuose priklausomumas nuo meteorologinių sąlygų Vidurio Lietuvoje // *Žemdirbystė. LŽI ir LŽŪU mokslo darbai. Akademija*, 2004. T. 88(4). P. 34–47.
6. 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.
7. Royo C., Abaza M., Blanco R. et al. 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.
8. Schwarte A., Gibson L., Karlen D. et al. Planting date effects on winter triticale dry matter and nitrogen accumulation // *Agronomy Journal*. 2005. Vol. 97. P. 1333–1341.
9. Schwarte A., Gibson L., Karlen D. et al. Planting date effects on winter triticale grain yield and yield components // *Crop Science*. 2006. Vol. 46. P. 1218–1224.
10. Tarakanovas P., Raudonius S. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT iš paketo „Selekcija“. *Akademija*, 2003. 60 p.
11. Ubarte 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.
12. Литтл Т., Хиллз Ф. Сельскохозяйственное опытное дело. Планирование и анализ. Москва, 1981. С. 318.

Daiva Janušauskaitė

WINTER TRITICALE YIELD AND QUALITY DEPENDING ON NITROGEN FERTILIZATION AND METEOROLOGICAL CONDITIONS

S u m m a r y

During the period 2000–2003, field experiments involving winter triticale were conducted at the Lithuanian Institute of Agriculture in Dotnuva on an *Endocalcari-Epihypogleyic Cambisol*. Seeking to determine the effects of agricultural practices and meteorological factors on grain yield and quality of triticale crops grown on Central Lithuania's soils, the experimental data obtained during a four-year experimental period were analysed by the correlation and regression methods.

The variation of the data of yield and yield increase as affected by the meteorological conditions of the experimental period was estimated. The weather conditions of the year had a diverse impact on the quality values of winter triticale grain. The greatest variation under the

effects of the meteorological parameters was identified for the values of the falling number ($V = 41.4\%$), while protein and starch contents were more dependent on the variety's genetic traits, and the variation of their values during the experimental years was low – 7.7% and 2.0%, respectively.

The interaction between the amount of rainfall, $ATS > 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $ATS > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ and the duration of solar irradiation in relation to plant growth stage predetermined the variation of yield and yield increase by 85–94%. Of the grain quality parameters tested, the strongest correlation was identified between the data of the falling number and meteorological parameters. The values of the falling number increased with increasing $ATS > 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $ATS > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ and with declining the amount of rainfall and the duration of solar irradiation. Meteorological parameters determined 92% of the falling number variation.

Key words: winter triticale, nitrogen fertilizers, protein, starch, falling number, meteorological indicators