

# Žieminių kviečių Hagbergo–Perteno kritimo skaičiaus priklausomumas nuo tręšimo azoto trąšomis ir pjūties laiko

Jurgita Cesevičienė,

Audronė Mašauskienė

Lietuvos žemdirbystės institutas,

LT-58344 Akademija, Dotnuva,

Kėdainių rajonas

El. paštas: jurgita@lzi.lt;

audrone.masauskiene@lzi.lt

Tirta labai geromis kepimo savybėmis pasižyminčių žieminių kviečių (*Triticum aestivum* L.) veislių 'Ada' (kilmės šalis Lietuva) ir 'Zentos' (kilmės šalis Vokietija) grūdų Hagbergo–Perteno kritimo skaičius. Tyrimai vykdyti 2001–2004 m. Lietuvos žemdirbystės institute Dotnuvoje. Auginta be azoto trąšų ir tręšta  $N_{60-90}$  vegetacijai atsinaujinus (BBCH 22-24) bei  $N_{120-150}$  pasikirstant vegetacijai atsinaujinus (BBCH 22-24), bamlėjimo pradžioje (BBCH 31-32) ir bamlėjimo pabaigoje–vamzdelėjimo pradžioje (BBCH 39-41). Pjauta, kai grūdai buvo vaškinės (BBCH 87), kietosios (BBCH 89) brandos ir 10, 20, 30 dienų po kietosios brandos. Hagbergo–Perteno kritimo skaičiui esminį poveikį darė orai, pjūties laikas, tręšimo intensyvumas, veislės savybės. Kietosios brandos 'Ada' veislės žieminių kviečių kritimo skaičius buvo vidutiniškai 25 sekundėmis didesnis ir nuo tręšimo lygio priklausė mažiau, negu 'Zentos' veislės. Kviečių, augintų be azoto trąšų, kritimo skaičius visais pjūties laiko atvejais buvo mažesnis, negu tręštųjų. Per 20 dienų po kietosios brandos grūdų kritimo skaičius didėjo metais, kai kritulių buvo mažai. Per trečiąją dešimtį dienų po kietosios brandos visais metais kritimo skaičius mažėjo.

**Raktažodžiai:** žieminiai kviečiai, grūdai, kritimo skaičius, tręšimas, veislės, pjūties vėlinimas

## ĮVADAS

Žieminių kviečių, auginamų klimato zonoje, pasižyminčioje dažnoku drėgmės pertekliumi javapjūtės metu, fermento  $\alpha$ -amilazės aktyvumo laipsnis, išreikštas Hagbergo–Perteno kritimo skaičiumi, yra grūdų technologines savybes ribojančiu rodikliu. Suaktyvėjus  $\alpha$ -amilazės fermentui prasideda grūdų dygimo biocheminiai procesai. Tokių grūdų kepamoji vertė mažėja: atpalaiduojamas baltymų surištas vanduo, mažėja tešlos gebėjimas absorbuoti vandenį, mažėja tešlos elastingumas, blogėja duonos kokybė [8]. Kuo  $\alpha$ -amilazės aktyvumas didesnis, tuo kritimo skaičius mažesnis. Kviečių grūdai, kurių kritimo skaičius mažesnis kaip 220 sekundžių, yra riboto naudojimo (LST 1524:2003). Skiriama nesubrendusių grūdų dygimas ir subrendusių grūdų dygimas bei nesubrendusiuose grūduose susikaupianti  $\alpha$ -amilazė ir subrendusių grūdų perikarpe liekanti  $\alpha$ -amilazė [13]. Daugiausia bėdos patiriama dėl subrendusių grūdų dygimo ir nesubrendusiuose grūduose susikaupiančios  $\alpha$ -amilazės. Subrendę grūdai pradeda dygti, kai nutraukiama jų ramybės būseną, dažniausiai dėl drėgmės pertekliaus. Taip nutinka, kai dėl nepalankių orų vėlinama javapjūtė, arba kai išgulusių javų didėja varpos drėgnis. Nesubrendusiuose grūduose  $\alpha$ -amilazė susidaro endosperme grūdo paviršiaus raukšlių zonoje. Ji kaupiasi vėlyvaisiais grūdo brandimo tarpsniais, todėl dar vadinama vėlyvosios brandos amilaze [15]. Manoma, kad jos kaupimo priežastimis yra žemokos orų temperatūros grūdų brandimo metu [16], lėtas grūdo džiūvimas [5], grūdo stambumas ir morfologija [1], grūdo vagelės ypatumai [2].

Tręšimas azoto trąšomis blogina kritimo skaičių tada, kai dėl tręšimo kviečiai išgula [6]. Dėl azoto trąšų neišgulusių kviečių kritimo skaičius dažniausiai didėja, tačiau tai susiję su oro sąlygomis, veisle, vietoje. Tai, kad tręšimas azoto trąšomis didina kritimo skaičių, aiškintina ilgiau trunkančiu grūdų brendimu [6], tolygesniu grūdų džiūvimu varpose [10], morfologiniais grūdo pokyčiais [1].

Duoniniai javai pjaunami pasiekę fiziologinę kietąją brandą. Dėl mikroreljefo ir mitybos sąlygų variacijos tame pačiame lauke augintų kviečių grūdai tarpusavyje skiriasi branda. Bręstančių grūdų kritimo skaičių veikia laikotarpio nuo grūdų užmezgimo iki kietosios brandos orai [12]. Kritimo skaičiaus verčių variacija 67,1% priklauso nuo kritulių kiekio rugpjūtį ir birželio–rugpjūčio mėnesių vidutinės orų temperatūros [18]. Javapjūtė dažniausiai vėlinama dėl nepalankių orų. Tiek kritimo skaičiaus vertės, tiek grūdų ir iš jų sumaltų miltų technologinės savybės labai pablogėjo suvėlinus javapjūtę 8, juolab 19 dienų [4].

Duomenų apie tai, kaip skirtingomis tręšimo azoto trąšomis sąlygomis išaugusių žieminių kviečių kritimo skaičių veikia pjūties laiko vėlinimas drėgnų Lietuvos orų sąlygomis, neaptikta.

Straipsnio tikslas yra dviejų labai geromis kepimo savybėmis pasižyminčių žieminių kviečių veislių pavyzdžiu išnagrinėti vieno iš grūdų technologinių savybių rodiklio – kritimo skaičiaus – priklausomumą nuo tręšimo azoto trąšomis laiko ir normų bei pjūties laiko poveikį skirtingo tręšimo sąlygomis brandusių grūdų kritimo skaičiui.

## TYRIMŲ SĄLYGOS IR METODAI

Tirta labai gerų kepinio savybių 'Ada' (kilmės šalis Lietuva) ir 'Zentos' (kilmės šalis Vokietija) veislių žieminiai kviečiai. Auginta 2002–2004 m. Lietuvos žemdirbystės institute Dotnuvoje lengvo priemolio giliau karbonatingame giliau glėjiškame rudžemyje (RDg4-k2), turinčiame 1,3% organinės anglies, 2,2% humuso, vidutinišką kiekį judriųjų fosforo ir kalio. Kviečiai buvo netręšti, rudenį tręšti vienanarėmis PK ar kompleksinėmis NPKS trąšomis skiriant atitinkamai  $N_{32}P_{80}K_{120}S_6$ . Tręštieji kompleksinėmis trąšomis dar buvo tręšiami amonio salietra,  $N_{60}$ ,  $N_{90}$ ,  $N_{120}$  ir  $N_{150}$   $kg\ ha^{-1}$  normos paskirstytos taip:  $N_{60}$ ,  $N_{90}$  atsinaujinus vegetacijai (BBCH 24),  $N_0$ ,  $N_{30}$  bambklėjimo pradžioje (BBCH 31-32),  $N_0$ ,  $N_{30}$ ,  $N_{60}$  bambklėjimo pabaigoje – paskutinio lapo vamzdelėjimo pradžioje (BBCH 39-41). Pjūties laiko poveikis grūdų technologinėms savybėms tirtas kviečius nupjovus vaškinės (BBCH 87), kietosios brandos (BBCH 89) tarpsniais ir po 10, 20 ir 30 dienų po kietosios brandos. Kviečiai pjauti kombainu *Sampo*. Nustatytas grūdų drėgnis. Didesnio kaip 19% drėgnio grūdų ėminiai džiovinti ventiliuojant ne aukštesnėje kaip 40°C temperatūroje. Grūdai sumalti laboratoriniu malūnu *Perten 3100*. Kritimo skaičius nustatytas *Perten* aparatu *Falling number 1500* vadovaujantis standartu LST ISO 3093 (tapatus ISO 3093:1982). Sverta po 7 g grūdų malinio, perskaičiuoto 14% drėgniui.

Fišerio kriterijumi įvertintas veiksnių esmingumas (programa *STATISTIKA*), apskaičiuota mažiausio patikimo skirtumo riba  $R_{05}$  (ANOVA), vidurkio standartinė paklaida  $S_{\bar{x}}$  ir koreliacijos koeficientas  $r$  (*STAT*) [17, 19].

## TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APIBENDRINIMAS

**Orų sąlygos grūdų brendimo metu.** 2002 m. birželis ir liepos pirmasis dešimtadienis drėgnesni, liepos antroji pusė sausesnė, rugpjūčio pradžia drėgnesnė, oro temperatūra minėtais laikotarpiais aukštesnė, palyginus su daugiamečiais orų stebėjimo

duomenimis. 2003 metai pasižymėjo aukštesne oro temperatūra, bet artimu daugiamečiam vidurkiui kritulių kiekiu. 2004 m. orai buvo vėsesni, kritulių birželio trečiojoje dekaodoje ir liepą daugiau, negu vidutiniškai. Taigi 2002 m. sausi ir šilti orai buvo palankūs žieminių kviečių brendimui, 2003 m. sausi orai brendimą spartino, 2004 m. drėgnesni negu vidutiniškai orai brendimo laikotarpį užtęsė. Vidutiniais duomenimis, vegetacijai atsinaujinus 'Ada' kviečiai vaškinės brandos buvo po 104 dienų, o 'Zentos' 3,7 dienos vėliau. Veislės skyrėsi laikotarpio nuo žydėjimo pabaigos iki vaškinės brandos trukme atskirais metais. 2002 m. 'Ada' veislės 33, 'Zentos' 34 dienos, 2003 m. – atitinkamai 31 ir 28 dienos, 2004 m. – 40 ir 39 dienos. Kietosios brandos grūdai 'Ada' nupjauti 2002 m. liepos 18 d., 'Zentos' – 6 dienomis vėliau. 2003 ir 2004 m. abi veislės subrendo vienu metu ir buvo nupjautos tomis pačiomis dienomis: 2003 m. liepos 31 d., 2004 m. rugpjūčio 7 d. Palankiausiai derliui laikytini 2002, nuo jų nedaug atsilikio 2004 metai. 2003 m. dėl sausros užderėjo vidutiniškai 25–26% mažesnis derlius. Laikotarpio nuo žydėjimo pabaigos iki kietosios brandos, turinčio didžiausią svarbą grūdų baltymų, stiklingumo formavimui, grūdo ląstelių užpildymui atsargai kaupiamomis medžiagomis, trukmė abiejų veislių kasmet skyrėsi vidutine paros temperatūra, saulės spindėjimo trukme ir kritulių kiekiu, nes veislės žydėjo šiek tiek skirtingu laiku (1 lentelė). Todėl kiekvienais metais fermentų aktyvumas grūduose galėjo būti skirtingas.

Per 10, 20 ir 30 dienų laikotarpius, praėjusius po kietosios brandos, grūdai buvo veikiami kritulių, rytmetinės rasos, dienos–nakties temperatūros svyravimų. Todėl drėgnesniais 2003 ir 2004 m. fermentų aktyvėjimo procesai, kurie vyko laikotarpiu po kietosios brandos, galėjo būti pakankamai intensyvūs. 2002 m. per dešimtadienį prieš paskutinės pjūties laiką kritulių nebuvo, todėl sausuose grūduose medžiagų persitvarkymo procesai galėjo silpnėti. Labiausiai lietaus buvo veikiami grūdai 2004 metais. Tų metų sąlygos labai nepalankios vėlinamos javapjūtės atžvilgiu.

**Veiksnių esmingumas.** Įvertinus Fišerio kriterijumi nustatyta, kad grūdų kritimo skaičiaus vertės labiausiai priklausė

1 lentelė. Žieminių kviečių brendimo tarpsnių ir laikotarpių iki pjūties orų charakteristika

Table 1. Characteristics of weather conditions during winter wheat growth and maturity stages and periods before harvest  
Dotnuva, 2002–2004 m.

Rodiklis Index	Metai Year	Laikotarpis Period							
		BBCH 69 – BBCH 89		BBCH 89 + 10 d.		(BBCH 89 + 10 d.) + 10 d.		(BBCH 89 + 10 d. + 10 d.) + 10 d.	
		'Zentos'	'Ada'	'Zentos'	'Ada'	'Zentos'	'Ada'	'Zentos'	'Ada'
Trukmė dienomis Days	2002	42	39	12	11	8	9	10	12
	2003	31	35	11	11	9	9	9	9
	2004	41	48	10	10	14	14	9	9
Paros vidutinė temperatūra °C Temperature mean per day, °C	2002	18,7	18,3	21,3	20,0	20,0	21,8	20,5	20,9
	2003	20,6	20,1	19,4	19,4	18,0	18,0	15,0	15,0
	2004	17,3	17,0	18,3	18,3	17,8	17,8	13,7	13,7
Dienos saulės spindėjimas h Solination per day, h	2002	9,7	9,9	8,7	8,4	11,5	9,9	12,6	11,4
	2003	9,3	9,4	12,2	12,2	8,0	8,0	5,9	5,9
	2004	7,0	6,7	9,1	9,1	5,4	5,4	5,9	5,9
Paros krituliai mm Precipitation per day, mm	2002	1,97	2,10	2,50	0,51	0	3,23	0	0
	2003	1,76	1,61	0,25	0,25	2,23	2,23	2,49	2,49
	2004	2,35	2,48	3,97	3,97	3,42	3,42	1,33	1,33

nuo orų auginimo metais ir pjūties laiko (2 lentelė). Tręšimo intensyvumas ir veislės savybės kritimo skaičiaus vertes paveikė taip pat esmingai. Kritimo skaičiaus vertėms labai svarbi metų ir pjūties laiko sąveika. Veislės ir pjūties laiko bei tręšimo ir pjūties laiko sąveikų esmingumas buvo mažesnis kaip 95% tikimybės lygio, t. y. skirtingu laiku nupjautų kviečių grūdų kritimo skaičiaus vertės ne visada priklausė nuo veislių savybių ir ne visada buvo susijusios su tręšimo intensyvumu.

2 lentelė. Veislės, metų meteorologinių sąlygų, tręšimo ir derliaus nuėmimo laiko poveikio žieminių kviečių grūdų kritimo skaičiui esmingumas  
Table 2. The variance of falling number depending on winter wheat cultivar, weather conditions, fertilizer application and delaying harvest beyond grain ripeness

Dotnuva, 2002–2004 m.

Veiksniai ir sąveikos Factors and interactions	MS	Fišerio kriterijus Fisher's criterion
Bandyto Total for trial	41174788	
Veislė (A faktorius) Cultivar (factor A)	20167	4,82*
Pjūties laikas (C faktorius) Harvest time (Factor C)	36219	47,48**
Tręšimas (D faktorius) Fertilization (factor D)	4827	6,33*
Metai (B faktorius) Year (factor B)	227375	298,06**
AC sąveika Interaction AC	2126	0,51
BC sąveika Interaction BC	40747	53,42**
CD sąveika Interaction CD	436	0,57
Paklaida Error	2475	

\*\* 99%, \* 95% tikimybės lygmuo.

\*\* 99%, \* 95% significance level.

3 lentelė. Kietosios brandos (BBCH 89) grūdų kritimo skaičiaus priklausomumas nuo žieminių kviečių tręšimo

Table 3. Fully ripe grain (BBCH 89) falling number dependence on winter wheat fertilization

Dotnuva, 2002–2004 m.

Tręšimas Fertilization	BBCH 89 tarpsnio grūdų kritimo skaičius sekundėmis Falling number in seconds for BBCH 89 grain							
	'Zentos'				'Ada'			
	2002	2003	2004	$\bar{x}$	2002	2003	2004	$\bar{x}$
1. $N_0P_0K_0$	315a	401ab	336a	351ab	337a	399a	418abc	385a
2. $N_0P_{80}K_{120}$	314a	387a	340a	347a	345ab	412ab	411ab	389ab
3. $N_{32}P_{80}K_{120}S_6$ (F)	327ab	388a	336a	350ab	330a	414ab	405a	383a
4. (F)+ $N_{60}$	348bc	386a	358ab	364abc	340ab	416ab	430cde	395ab
5. (F)+ $N_{90}$	344bc	387a	382c	371bcd	335a	432b	425cd	397ab
6. (F)+ $N_{90}$ + $N_{30}$	362c	422c	369b	384cd	343ab	425b	424bc	397ab
7. (F)+ $N_{90}$ + $N_{30}$ + $N_{30}$	364c	410bc	395c	390d	358b	414ab	440e	404b
8. (F)+ $N_{90}$ + $N_0$ + $N_{60}$	351c	412bc	392c	385cd	342ab	402a	438de	394ab
$R_{0,5}$	20,4	18,7	23,3	20,9	19,4	21,8	13,4	18,4
Tręšimo lygių vidurkis Mean	341	399	364	368	341	414	424	393

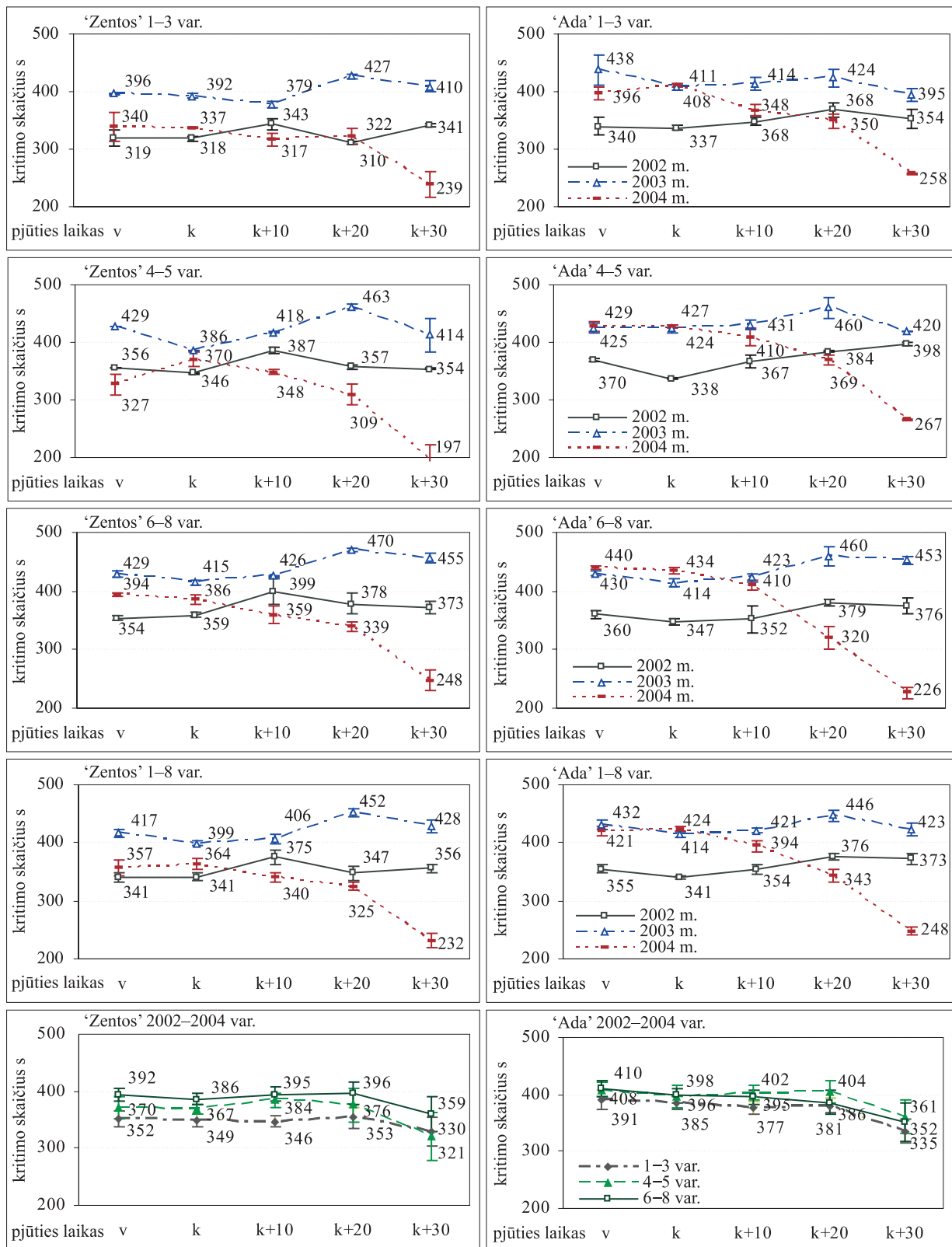
Skiltyse vienodomis raidėmis pažymėti duomenys tarpusavyje iš esmės nesiskiria.

The data marked with the same letter in columns differ insignificantly.

Tręšimo poveikis kietosios brandos kviečių kritimo skaičiui. Kietosios brandos kviečių kritimo skaičiaus vertės visais tyrimų metais buvo aukštos: 'Zentos' veislės kito nuo 314 iki 422, 'Ada' veislės – nuo 330 iki 440 sekundžių (3 lentelė). Vidutiniais visų tręšimo lygių duomenimis, 'Ada' kviečių kritimo skaičius buvo 25 sekundėmis didesnis, negu 'Zentos'. Optimaliu laiku nupjautų kietosios brandos kviečių grūdų kritimo skaičius atitiko duoniniams kviečiams keliamus reikalavimus (ne mažiau kaip 220 s; LST 1524:2003). Kritimo skaičiaus verčių skirtumo tarp veislių nebuvo 2002 metais, neesminis jis buvo 2003 m., tačiau žymus 2004 m. Kadangi 'Ada' kviečių kritimo skaičiaus vertės didesnės, tikėtina, kad vėlinama javapjūtė mažiau pakenks šios veislės žieminių kviečių technologinėms savybėms, palyginus su 'Zentos' grūdais.

Pastebima tendencija, kad intensyviau tręštų kviečių kietosios brandos grūdų kritimo skaičius didesnis. Ši tendencija ryškesnė 'Zentos', mažiau ryški 'Ada' veislės grūdų. Tręšimo poveikiui išryškinti atsižvelgus į kritimo skaičiaus vertes duomenys buvo suskirstyti į tris grupes. Viena grupė – grūdai, išauginti visai netręšus, rudenį tręšti  $P_{80}K_{120}$  ir  $N_{32}P_{80}K_{120}S_6$  (1–3 variantai). Antra grupė – tręšti rudenį ( $N_{32}P_{80}K_{120}S_6$ ) bei vegetacijai atsinaujinus ( $N_{60}$  ir  $N_{90}$ ) (4–5 variantai). Trečioje grupėje buvo kviečiai, tręšti rudenį ( $N_{32}P_{80}K_{120}S_6$ ), pavasarį atsinaujinus vegetacijai ( $N_{90}$ ) ir vieną arba du kartus papildomai (6–8 variantai). Šioje grupėje kritimo skaičius buvo didžiausias, palyginus su kitomis dviem grupėmis (pav.). Vidutiniais duomenimis, netręštų ir rudenį tręštų 'Zentos' kviečių kritimo skaičius buvo 349 sekundės, tręštųjų kartą vegetacijai atsinaujinus (BBCH 23–24) – 18 sekundžių didesnis, papildomai tręštųjų BBCH 31–32 ir BBCH 39–41 tarpsniais padidėjo dar 19 sekundžių ir buvo 386 sekundės.

'Ada' kviečiams šie duomenys atitinkamai tręšimo lygiams buvo 385 sekundės, didėjo 11 ir 2 sekundėmis. Azoto trąšos, išbertos BBCH 39–41 tarpsniu, mažiau paveikė kritimo skaičių, palyginus su BBCH 31–32 išbertosiomis. Taigi  $\alpha$ -amilazės, susikaupiančios grūduose brendimo laikotarpiu, kiekis ir aktyvumas buvo mažesnis azoto trąšomis gausiau tręštų kviečių, t. y. kritimo skaičius didesnis, palyginus su mažiau tręštaisiais.



Pav. Pjūtis laiko poveikis skirtingai tręštų 'Zentos' ir 'Ada' žieminių kviečių grūdų kritimo skaičiui. 1-3 var. – netręštų arba tręštų iš rudens; 4-5 var. – tręštų  $N_{90}$  ir  $N_{90}$ ; 6-8 var. – tręštų  $N_{90}+N_{30}+N_{30}$ ,  $N_{90}+N_{30}+N_{30}$ ,  $N_{90}+N_{30}+N_{30}$ ,  $N_{90}+N_{30}+N_{30}$ ; 1-8 var. – vidurkis. Pjūtis laikas: v – vaškinė branda (BBCH 87), k – kietoji branda (BBCH 89), k+10, k+20, k+30 – po kietosios brandos praėjus 10, 20 ir 30 dienų

Fig. Falling number dependence on harvest time of winter wheat cultivars 'Zentos' and 'Ada' grown at different fertilization levels. 1-3 – without fertilizer and fertilized before sowing, 4-5 –  $N_{90}$  and  $N_{90}$ , 6-8 –  $N_{90}+N_{30}+N_{30}$ ,  $N_{90}+N_{30}+N_{30}$ ,  $N_{90}+N_{30}+N_{30}$ , 1-8 – mean. Harvest time: v – hard dough, k – full ripeness, k+10, k+20, k+30 – 10, 20, 30 days after full ripeness stage

4 lentelė. Žieminių kviečių grūdų kietosios brandos (BBCH 89) kritimo skaičiaus koreliacija su kitais rodikliais  
Table 4. The correlation of fully ripe (BBCH 89) winter wheat grain falling number data with the other traits  
Dotnuva, 2002–2004 m.

Su kritimo skaičiumi koreliuojantis rodiklis <i>Trait in correlation with the falling number</i>	'Zentos'		'Ada'	
	Rodiklio vertės imtyje <i>Mean in selection</i> $\bar{x} \pm s_x$	Koreliacijos koeficientas <i>Coefficient of correlation r</i>	Rodiklio vertės imtyje <i>Mean in selection</i> $\bar{x} \pm s_x$	Koreliacijos koeficientas <i>Coefficient of correlation r</i>
Natūrinis grūdų svoris kg hl <sup>-1</sup> <i>Hectoliter weight, kg hl<sup>-1</sup></i>	80,9 ± 0,13	0,144	83,1 ± 0,12	-0,615**
1000 grūdų masė g <i>1000-grain weight, g</i>	45,6 ± 0,36	-0,570**	40,9 ± 0,17	-0,417**
Stiklingumas % <i>Vitrousness, %</i>	88,7 ± 1,03	0,538**	96,1 ± 0,36	0,446**
Baltymai % <i>Protein, %</i>	11,0 ± 0,21	0,151	11,7 ± 0,15	-0,414**
Fosforo kiekis % <i>Phosphorus, %</i>	0,323 ± 0,0053	0,608**	0,327 ± 0,0050	0,860**
Kalio kiekis % <i>Potassium, %</i>	0,450 ± 0,0046	0,348**	0,441 ± 0,0042	0,452**

\*\* 99% tikimybės lygmuo.

\*\* 99% significance level.

Tai aiškintina tuo, kad azoto trąšomis tręštųjų kviečių grūduose daugėja baltymų, didėja grūdų stiklingumas, mažėja grūdo vagelės skersmuo [11]. Kviečių, augintų be azoto trąšų, grūdai turi didesnio skersmens ir atviresnę vagelę, būna labiau deformuoti. Todėl juose intensyviau, palyginus su tręštaisiais, veikia vėlyvosios brandos  $\alpha$ -amilazė ardydama aleuroninio sluoksnio ląsteles [7]. 'Ada' kviečių kritimo skaičiaus priklausomumas nuo trąšų normų buvo mažiau išreikštas, palyginus su 'Zentos' kviečiais. Viena to priežasčių gali būti didesnis 'Ada' grūdų stiklingumas (4 lentelė). 'Zentos' grūdų vidutinis stiklingumas buvo 88,7%, 'Ada' – 96,1%. Mažesnio stiklingumo grūdų kritimo skaičių azoto trąšos paveikia labiau, negu stiklingų [11].

Grūdų kritimo skaičiaus koreliacija su 1000 grūdų mase patvirtino Kindred [11] duomenis, kad kuo didesnė 1000 grūdų masė, tuo mažesnis jų kritimo skaičius. Baltymų kiekio koreliacija su kritimo skaičiumi, vienų autorių duomenimis, yra tiesioginė [3], kitų – atvirkštinė [9]. Mūsų duomenimis, baltymų kiekio ir kritimo skaičiaus koreliacija 'Zentos' kviečių buvo tiesioginė, t. y. didėjant baltymų kiekiui  $\alpha$ -amilazės aktyvumas mažėjo ir kritimo skaičius didėjo, 'Ada' kviečių – atvirkštinė – didėjant baltymų kiekiui  $\alpha$ -amilazės aktyvumas didėjo. Gausiau azoto trąšomis tręštuose 'Ada' kviečiuose galėjo kauptis daugiau vėlyvosios brandos  $\alpha$ -amilazės, palyginus su netręštaisiais. Matyt tai yra šios veislės savybė. Abiejų veislių kviečių grūduose nustatyta vidutinio glaudumo tiesioginė patikima kritimo skaičiaus koreliacija su fosforo ir kalio kiekiu grūduose. Tai rodo augalų aprūpinimo mitybos medžiagomis svarbą  $\alpha$ -amilazės kaupimosi grūduose kontrolei. Fosforo (P) tyrimo grūduose buvo nuo 0,202 iki 0,422, kalio – nuo 0,331 iki 0,543%. Duomenų apie žieminių kviečių PK mitybos intensyvumo poveikį svarbiam grūdų technologinių savybių rodikliui – kritimo skaičiui – literatūroje neaptikome.

**Pjūties laiko poveikis.** Kritimo skaičiaus pokyčiai vėlinant javapjūtę akivaizdžiai priklausė nuo orų (pav.). 2004 m., kai po kietosios brandos per 30 dienų laikotarpį 18 dienų buvo lie-

tingos ir iškrito 99,6 mm kritulių, 'Ada' ir 'Zentos' veislių grūdų kritimo skaičius priartėjo prie duoniniams kviečiams kritinės 220 s ribos.

Vaškinės brandos grūduose kritimo skaičių veikia vėlyvaisiais brendimo tarpniais sukauptos  $\alpha$ -amilazės kiekis ir aktyvumas. Visais tręšimo lygiais vaškinės brandos 'Ada' kviečių kritimo skaičius dažniausiai buvo didesnis, vidutiniais duomenimis, 6–12 sekundžių, palyginus su kietosios brandos grūdų kritimo skaičiumi. Atitinkamai 'Zentos' kviečių vaškinės brandos kritimo skaičius didesnis vos 3–6 sekundėmis, o kai kuriuose variantuose dažnai net mažesnis, negu kietosios brandos. Tai rodo, kad azoto trąšų poveikis fermentų, susikaupiančių nesubrendusiuose grūduose, aktyvumui priklausė nuo veislės savybių. Azoto trąšų poveikis fermentų aktyvumui grūdų ramybės laikotarpiu, t. y. pasiekus kietąją brandą ir jai tęsiantis, kai kurių veislių kviečių gali būti nežymus [9], arba priešingai – akivaizdus [11].

Per pirmąsias dvidešimt dienų po kietosios brandos grūdų kritimo skaičius dažniausiai didėjo 2003 metais, kai kritulių per tiriamą laikotarpį buvo mažai ir popjūtinį dygimą skatinanti  $\alpha$ -amilazė neaktyvėjo. Tai rodo, kad per 20 dienų laikotarpį po kietosios brandos galutinai nutrūko nesubrendusiuose grūduose susikaupiančios  $\alpha$ -amilazės veikla. Tačiau pavėlinus pjūtį 30 dienų po kietosios brandos, net ir sausais metais, kritimo skaičius dažniausiai sumažėja. Matyt prasideda su grūdų dygimu susiję procesai. Juos gali skatinti tiek dėl kritulių, tiek dėl rytmetinių rasų padidėjęs varpų drėgnis ir lėtesnis džiūvimas [11].

Kviečių, augintų be azoto trąšų (1–3 var.), kritimo skaičius visais pjūties laiko atvejais buvo mažesnis, negu tręštųjų. Tai aiškintina tuo, kad tręštųjų ir netręštųjų kviečių grūdai brendo skirtingomis sąlygomis. Netręštieji būna mažiau vešlūs, mažiau stelbia vieni kitus, jų pasėlyje aukštesnė oro temperatūra, todėl jie šiek tiek greičiau subręsta, jų ramybės periodas prasideda kiek anksčiau, negu tręštųjų [11, 14]. Todėl procesai, kai aktyvėja amilolitiniai fermentai, taip pat gali prasidėti anksčiau, palyginus su tręštųjų azoto trąšomis grūdų.

5 lentelė. Skirtingai tręštų žieminių kviečių kritimo skaičiaus priklausomumas nuo pjūties laiko

Table 5. Dependence of grain falling number on harvesting time of winter wheat grown at different fertilization levels

Dotnuva, 2002–2004 m.

Tręšimas Fertilization	Kritimo skaičiaus priklausomumas nuo pjūties laiko – koreliacijos koeficientas <i>r</i> Dependence of falling number on harvest time – coefficient of correlation <i>r</i>							
	'Zentos'				'Ada'			
	2002	2003	2004	2002–2004	2002	2003	2004	2002–2004
Be azoto trąšų Without nitrogen fertilization	0,244	0,546	–0,820**	–0,115	0,399	–0,170	–0,939**	–0,351*
N <sub>60'</sub> 90 (BBCH 23-24)	–0,036	0,451	–0,907**	–0,253	0,950**	0,099	–0,929**	–0,229
N <sub>120'</sub> 150 (BBCH 23-24, 31-32, 39-41)	0,090	0,802**	–0,884**	–0,158	0,509	0,727**	–0,953**	–0,255
Visi tręšimo lygiai Mean	0,075	0,492**	–0,828**	–0,163	0,552**	0,238	–0,921**	–0,273**

\*\* 99%, \* 95% tikimybės lygmuo / \*\* 99%, \* 95% significance level.

Pjūties laikas (n = 4): grūdų kietoji branda, po kietosios brandos 10 d., 20 d., 30 d. / Harvest time (n = 4): fully ripe grain, days after fully ripeness 10, 20, 30.

Koreliacinės analizės duomenys patvirtino, kad drėgno klimato sąlygomis vėlinant javapjūtę grūdų kritimo skaičius glaudžiai susijęs su orų sąlygomis (5 lentelė). 2004 metais, kurie laikytini labai nepalankiais javų nuėmimui, tarp javapjūtės terminų ir kritimo skaičiaus verčių nustatyta stipri atvirkštinė patikima 99% priklausomybė, nepaisant kviečių tręšimo intensyvumo.

## IŠVADOS

1. Veiksniai, darę esminį poveikį 'Ada' ir 'Zentos' žieminių kviečių kritimo skaičiui, išsirikiovo tokia poveikio didėjimo eile: veislės savybės, tręšimo lygis (tręšta rudenį, tręšta N<sub>60,90</sub> vegetacijai atsinaujinus, tręšta N<sub>120,150</sub> paskirstant vegetacijai atsinaujinus ir vieną ar du kartus papildomai), pjūties laikas (pjauta, kai grūdai vaškinės, kietosios brandos ir praėjus 10, 20, 30 dienų po kietosios brandos), orų sąlygos.

2. Kietosios brandos 'Ada' veislės žieminių kviečių kritimo skaičius vidutiniškai 25 sekundėmis didesnis už tokiomis pačiomis sąlygomis augintų 'Zentos' veislės kviečių ir nuo tręšimo lygio priklausė mažiau, negu 'Zentos' veislės. Kritimo skaičiaus koreliacija su baltymų kiekiu grūduose 'Ada' veislės atvirkštinė, 'Zentos' – tiesioginė.

3. Azoto trąšomis gausiau tręštų žieminių kviečių kietosios brandos grūdų kritimo skaičius didesnis, palyginus su mažiau tręštaisiais. 'Ada' kviečių kritimo skaičiaus priklausomumas nuo trąšų normų buvo silpniau išreikštas, palyginus su 'Zentos' kviečiais.

4. Vaškinės brandos grūdų kritimo skaičiaus vertės iš esmės nesiskyrė nuo kietosios brandos. Per dvidešimt dienų po kietosios brandos nenupjautų žieminių kviečių grūdų kritimo skaičius dažniausiai didėjo metais, kai kritulių mažai. Praėjus 30 dienų po kietosios brandos, net ir sausais metais, nenupjautų žieminių kviečių kritimo skaičius sumažėjo. Kviečių, augintų be azoto trąšų, kritimo skaičius visais pjūties laiko atvejais buvo mažesnis, negu tręštųjų.

5. Kritimo skaičius 'Ada' ir 'Zentos' veislių grūdų priartėjo prie kritinės 220 s ribos metais, kai po kietosios brandos per 30 dienų laikotarpį 18 dienų buvo lietingos ir iškrito 99,6 mm kritulių.

Gauta 2007 03 20  
Priimta 2007 04 20

## Literatūra

- Clarke M. P., Gooding M. J., Jones S. A. The effects of irrigation, nitrogen fertilizer and grain size on Hagberg falling number, specific weight and blackpoint of winter wheat // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2004. Vol. 84. P. 227–236.
- Evers A. D., Flintham J., Kotecha K. Alpha-amylase and grain size in wheat // Journal of Cereal Science. 1995. Vol. 21. P. 1–3.
- Every D., Simmons L., Al-Hakkak J. et al. Amylase, falling number, polysaccharide, protein and ash relationships in wheat millstreams // Euphytica. 2002. Vol. 126. P. 135–142.
- Farrer D., Weisz R., Murphy J. P. et al. Delayed harvest effect on soft red winter wheat in the Southeastern USA // Agronomy Journal. 2006. Vol. 98. P. 588–595.
- Gale M. D., Flintham J. E., Arthur E. D. Alpha-amylase production in the late stages of grain development – an early sprouting damage risk period? // Third International Symposium on Pre-Harvest Sprouting in Cereals. J. E. Kruger, D. E. Laberge (eds.). Westview Press, Boulder, CO. 1983. P. 29–35.
- Gooding M. J., Kettlewell P. S., Davies W. P. et al. Effects of spring nitrogen-fertilizer on the Hagberg Falling Number of grain from breadmaking varieties of winter-wheat // Journal of Agricultural Science, Camb. 1986. Vol. 107. P. 475–477.
- Greenwell P., Cauvain S., Bhandari D. et al. Prediction and prevention of excessive enzyme activity in cereals through investigation and manipulation of causal factors // HGCA Project Report – Home-Grown Cereals Authority. London, 2001. P. 247.
- Ingver A., Koppel R., Tupits I. et al. Sprouting resistance of bread cereals // Žemdirbystė: LŽI ir LŽŪU mokslo darbai. Akademija, 2002. T. 78. P. 86–93.
- Johanson E. Effect of two wheat genotypes and Swedish environment on falling number, amylase activities and protein concentration and composition // Euphytica. 2002. Vol. 126. P. 143–149.

10. Kettlewell P. S. The response of alpha-amylase activity during wheat grain development to nitrogen fertiliser // *Annals of Applied Biology*. 1999. Vol. 134. P. 241–249.
11. Kindred D., Gooding M., Ellis R. Nitrogen fertilizer and seed rate effects on Hagberg falling number of hibride wheats and their parents are associated with  $\alpha$ -amylase activity, grain cavity size and dormancy // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2005. Vol. 85. P. 727–742.
12. Knapowski T., Ralcewicz M. Evaluation of qualitative features of mikon cultivar winter wheat grain and flour depending on selected agronomic factors // *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Agronomy*. Vol. 7. Iss. 1. Prieiga per internetą <http://www.ejpau.media.pl/volume7/issue1/agronomy/art-01.html>, 2007 03 14.
13. Lunn G. D., Major B. J., Kettlewell P. S. et al. Mechanisms leading to excess alpha-amylase activity in wheat (*Triticum aestivum*, L.) grain in UK // *Journal of Cereal Science*. 2001. Vol. 33. P. 313–329.
14. Lunn G. D., Major B. J., Kettlewell P. S. et al. Variation in dormancy duration of the UK wheat cultivar Hornet due to environmental conditions during grain development // *Euphytica*. 2002. Vol. 126. P. 89–97.
15. Mrva K., Mares D. Expression of late maturity  $\alpha$ -amylase in wheat containing gibberellic acid insensitivity genes // *Euphytica*. 1996. Vol. 88. P. 69–76.
16. Mrva K., Mares D. J. Induction of late maturity alpha-amylase in wheat by cool temperature // *Australian Journal of Agricultural Research*. 2001. Vol. 52. P. 477–484.
17. Sakalauskas V. *Statistika su Statistica*. Vilnius: Margi raštai, 1998. 227 p.
18. Smith G. P., Gooding M. J. Relationship of wheat quality with climate and nitrogen application in regions of England (1974–1993) // *Annals of Applied Biology*. 1996. Vol. 129. P. 97–108.
19. Tarakanovas P., Raudonius S. *Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT*. Akademija, 2003. 57 p.

Jurgita Cesevičienė, Audronė Mašauskienė

#### THE IMPACT OF NITROGEN FERTILIZATION AND HARVEST TIME ON HAGBERG–PERTEN FALLING NUMBER OF WINTER WHEAT

##### Summary

Falling number was evaluated for winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars 'Ada' (Lithuanian origin) and 'Zentos' (Germany origin). Grain of both cultivars is of good bread-making quality. The cultivars were grown in 2001–2004 at the Lithuanian Institute of Agriculture in

Dotnuva. The grain of winter wheat without nitrogen fertilization and fertilized with  $N_{60-90}$  in spring (BBCH 22-24),  $N_{120-150}$  in spring (BBCH 22-24), in booting (BBCH 31-32) and at the end of booting – flag leaf (BBCH 39-41) stages – was examined. Winter wheat was harvested at the waxy (BBCH 87) and full ripeness (BBCH 89) stages, and the harvest was delayed by 10, 20, 30 days after the fully ripe stage. The Hagberg–Perteno falling number significantly depended on weather conditions, delayed harvest, fertilization rate, as well as on cultivar properties. The falling number of fully ripen grain of cv. 'Ada' was by 25 seconds higher compared with that of cv. 'Zentos' and was less related with fertilization level. The falling number of wheat fertilized with higher rates of nitrogen was higher than that when lower rates were used. Grain of winter wheat grown without N fertilization tended to have a lower falling number for all harvest dates. Within 20 days after full ripening, the falling number was higher in years with a low level of precipitation. In the third ten-day period after full ripening, the falling number of unharvested wheat tended to decrease.

**Key words:** winter wheat, grain, falling number, fertilization, cultivars, delayed harvest

Юргита Цясывичене, Аудроне Машаускене

#### ЗАВИСИМОСТЬ ЧИСЛА ПАДЕНИЯ ПО ХАГБЕРГУ–ПЕРТЕНУ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ И ВРЕМЕНИ ЖАТВЫ

##### Резюме

Исследовалась озимая пшеница (*Triticum aestivum* L.) хороших хлебопекарных сортов 'Ада' (страна происхождения Литва) и 'Зентос' (страна происхождения Германия). Пшеница выращивалась в 2001–2004 гг. в Литовском институте земледелия в Дотнуве. Удобрения вносились по схеме: без азотного удобрения,  $N_{60-90}$  однократно весной (BBCH 22-24),  $N_{120-150}$  в 2–3 раза во время вегетации (BBCH 22-24, 31-32, 39-41). Урожай убирался восковой (BBCH 87) и полной (BBCH 89) спелости зерна и с 10-, 20-, 30-дневным опозданием после полной спелости. Значимое влияние на число падения по Хагбергу–Пертену оказали погодные условия, время уборки, интенсивность азотного удобрения и сортовые свойства. Число падения пшеницы сорта 'Ада' было в среднем на 25 секунд выше и в меньшей степени зависело от уровня удобрения по сравнению с сортом 'Зентос'. Число падения пшеницы, не удобренной азотным удобрением, оказалось меньшим по всем срокам жатвы по сравнению с удобренной. Через 20 дней после полной спелости неубранной пшеницы число падения зерна имело тенденцию увеличения в годы с минимальным количеством осадков за период. Через 30 дней после полной спелости число падения уменьшалось, несмотря на погодные условия.

**Ключевые слова:** озимая пшеница, зерно, число падения, удобрение, сорта, время жатвы