

**KRIŠANAS SKAITĻA IZMAIŅAS RUDZU ŠĶIRNĒM NOGATAVOŠANĀS PERIODĀ****The changes of falling number value in winter rye grain during ripening period****A. Kokare**

Priekuļu selekcijas stacija / Priekuli Plant Breeding Station

**Abstract**

Pre-harvest sprouting represents grain germination in spike in the field before harvest due to unsuitable weather conditions: rain and high relative air humidity during grain maturation period and harvesting. Sprouting may reduce quality of bread cereals.

The objective of this study was to assess the resistance to pre-harvest sprouting from the dough development stage to the complete ripening stage of a number of rye varieties listed in Latvia.

Hagberg Falling Number method was used for testing pre-harvest sprouting resistance. Falling number of grain was established for the first time starting from dough development stage until complete ripening stage, in four-day intervals.

The results of two years research indicated, that rye 'Amilo' under growing conditions of Latvia was characterized by higher spouting resistance than other rye varieties.

**Key words:** winter rye,  $\alpha$ -amylase activity, falling number.**Ievads**

Ziemas rudzi ir viena no galvenajām maizes labībām Latvijā, kas aizņem 12—13% no graudaugu sējplatībām un kurus izmanto galvenokārt maizes, spirta un lopbarības ražošanai.

No visiem kvalitātes rādītājiem rudziem nozīmīgākais ir krišanas skaitlis, ko ietekmēt ir ļoti grūti; no tā ir atkarīga graudu cena un realizācijas iespējas. Viens no faktoriem, kas ietekmē graudu kvalitāti, ir meteoroloģiskie apstākļi. Rudzu graudu nogatavošanās un novākšana Latvijas klimatiskajos apstākļos var norisināties lietainā laikā, kas bieži var būt par kvalitātes rādītāju samazināšanās cēloni un sekmēt graudu sadīgšanu vārpās. Visaugstākie graudu kvalitātes rādītāji rudziem ir periodā no vaskgatavības līdz pilngatavībai. Šajā laikā ražas veidošanās jau ir noslēgusies un, iestājoties nelabvēlīgiem laika apstākļiem, graudos var sākties neatgriezenisks process — dīgšana, kuras rezultātā būtiski pazeminās to kvalitāte.

Graudu sadīgšanu vārpās var ietekmēt arī graudu miera perioda ilgums un enzīmu, sevišķi  $\alpha$ -amilāzes, aktivitāte. Graudu miera periods ir atkarīgs no laika apstākļiem graudu veidošanās un nogatavošanās fāzē (Stubner, Müller, 1979). Uzskata, ka rudziem miera periods saīsinās, ja graudu nogatavošanās laikā pārsvarā ir augstas gaisa temperatūras un nokrišņi. Apstākļos, kad bieži līst, bet gaisa temperatūras ir zemas, miera periods graudiem ir garāks. Ja periodā no piengatavības līdz pilngatavībai ir ļoti maz nokrišņu un ir karsts laiks, miera periods graudiem veidojas īss (Bushuk et al., 1980). Šādos laika apstākļos nokrišņi un temperatūras izmaiņas vaskgatavības fāzē liek graudiem pārslēgties no nogatavošanās uz dīgšanas procesiem. Šīs īpašības ir pakārtotas galvenokārt šķirnes genotīpam (Carol et al., 2001; Kobilanski, 1982).

Šī pētījuma mērķis — noskaidrot galvenā rudzu graudu kvalitātes rādītāja — krišanas skaitļa — izmaiņas nogatavošanās periodā dažādām rudzu šķirnēm.

**Metodes un materiāli**

2002. un 2003. gada izmēģinājumā pētītas Latvijas augu šķirņu katalogā iekļautās ziemas rudzu šķirnes: 'Vambo' (Igaunija), 'Amilo' (Polija), 'Duoniai' (Lietuva), 'Voshod 1' (Krievija), 'Čulpan' (Krievija), Talovskaja 15' (Krievija), 'Kaupo' (Latvija), 'Valdai' (Krievija), kā arī 2003. gadā reģistrētās jaunās šķirnes: 'Nikita' (Vācija), 'Matador' (Vācija), 'Walet' (Polija) un Plato F1 (Vācija).

Meteoroloģiskie apstākļi abos pētījuma gados bija atšķirīgi.

2002. gada veģetācijas periods raksturojās ar augstām gaisa temperatūrām laikā no jūnija līdz augustam un nelielu nokrišņu daudzumu, īpaši jūnijā un jūlijā, kad notika graudu veidošanās un nogatavošanās. Periodā līdz vaskgatavībai — jūlija II dekādei — laiks pieturējās silts un saulains, ar nelieliem nokrišņiem. Jūlija II dekādē nokrišņi sastādīja tikai 36% no ilggadēji novērotās vidējās nokrišņu summas, bet gaisa vidējā temperatūra par 4.5 °C pārsniedza ilggadējo vidējo rādītāju.

2003. gadā Priekuļos rudzi ziedēja vēlu — jūnija II dekādē. Jūlijā laiks bija silts un saulains. Mēneša II un III dekādē nokrišņu bija salīdzinoši maz, attiecīgi 24% un 75% no ilggadējiem vidējiem rādītājiem. Tas paātrināja rudzu attīstību, un jūlija III dekādē vairumam rudzu šķirņu tika konstatēta vaskgatavība.

Rudzu paraugus krišanas skaitļa noteikšanai sāka ņemt vaskgatavības fāzē un turpināja ar četrus dienu intervālu līdz pilngatavībai. Katrai šķirnei no 10 m<sup>2</sup> liela lauciņa trijās vietās tika paņemti kūlīši ar apmēram 35—45 vārpām katrā. Kūlīšu paraugus pēc noņemšanas tūlīt izkaltēja, nokūla, tad pēc Latvijas valsts standarta LVS 274 graudiem laboratorijā noteica krišanas skaitli. Datu apstrāde veikta, lietojot *Excel* un *SPSS 11* daudzfaktoru lineārās regresijas analīzi.

### Rezultāti

Abos pētījuma gados (2002—2003) dažādu rudzu šķirņu graudiem krišanas skaitlis veidojās atšķirīgs. To noteica atšķirīgie laika apstākļi graudu veidošanās un nogatavošanās periodā.

2002. gadā meteoroloģisko apstākļu ietekmē paātrinājās rudzu nogatavošanās. Vaskgatavības fāzē (19. jūlijā) starp šķirnēm bija vērojamas atšķirības graudu kvalitātē (1. tabula), bet tās nebija būtiskas. No pētījumā iekļautajām rudzu šķirnēm šajā laikā augstākais krišanas skaitlis — 308 s — bija šķirnei 'Amilo', zemākais — šķirnei 'Duoniai' — 141 s.

1. tabula / Table 1

Krišanas skaitļa izmaiņas rudzu šķirnēm nogatavošanās periodā 2002. gadā

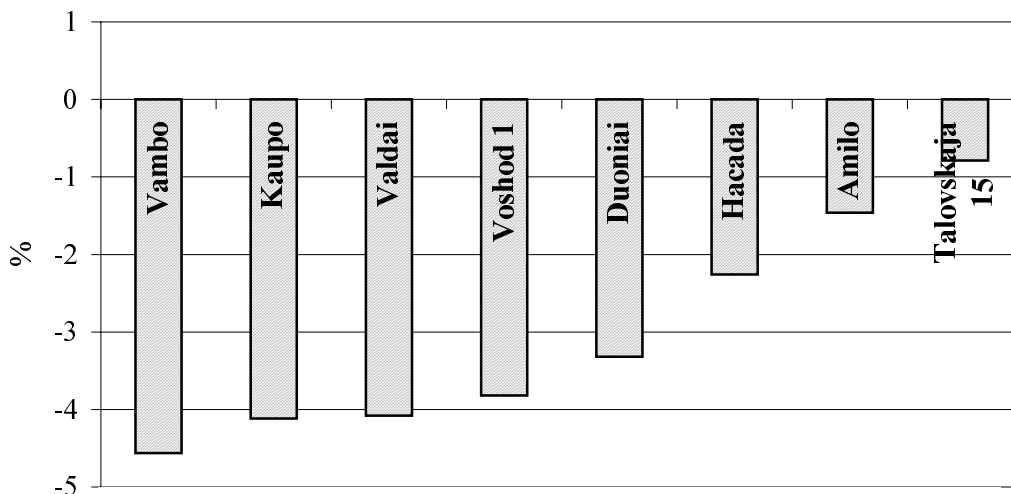
Priekuļu selekcijas stacijā

The change of Falling number value for different rye varieties during ripening stage in 2002  
in Priekuli

Šķirne / Variety	Paraugu ņemšanas laiks, dat. / Time of sample collection, date					Vidēji, s / Average, s $\gamma_{0.05} = 33$
	19.07.	23.07.	27.07.	31.07.	4.08.	
Duoniai	141	133	95	80	80	106
Amilo	308	342	319	300	282	310
Kaupo	244	239	202	164	121	194
Hacada	255	273	244	222	199	239
Valdai	231	194	134	121	99	156
Vambo	275	232	171	151	105	187
Voshod 1	171	155	139	78	84	125
Talovskaja 15	216	190	185	178	172	188
Vidēji, s / Average, s $\gamma_{0.05} = 26$	230	220	186	162	143	

Vaskgatavības beigās, no 21. līdz 27. jūlijam, meteoroloģiskā situācija būtiski izmainījās (1. att.). Sāka līt, diennakts vidējā gaisa temperatūra pazeminājās no 21.2 līdz 16.0 °C, un gaisa relatīvais mitrums paaugstinājās virs 70%, bet 22. jūlijā tas sasniedza 92%. Laikā no 23. līdz 27. jūlijam rudzu šķirnēm krišanas skaitlis bija būtiski samazinājies.

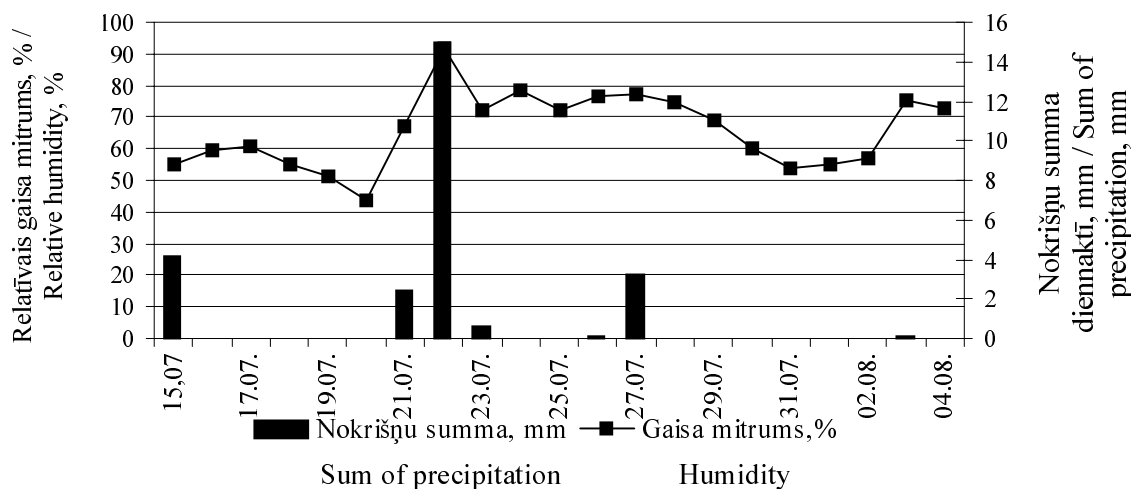
Vēlāk, rezultātu apstrādes gaitā, izvērtējot meteoroloģisko apstākļu ietekmi uz krišanas skaitli, tika konstatēts, ka to rudziem būtiski ( $p < 0.05$ ) ietekmē nokrišņi, bet relatīvajam gaisa mitrumam un temperatūrai nav būtiskas ietekmes uz krišanas skaitļa izmaiņām. Nosakot krišanas skaitļa samazinājuma tempu dienā, laikā no 23. jūlija līdz 4. augustam (1. att.) izrādījās, ka lielākais krišanas skaitļa samazinājums dienā bija šķirnēm 'Vambo' — par 4.6%; 'Kaupo' — par 4.1% un 'Valdai' — par 4.0%.



1. att. Krišanas skaitļa izmaiņas dienā (%) rudzu šķirnēm 2002. gadā laikā no 23.07. līdz 4.08.

Fig. 1. The changes of falling number during period from 23.07. to 4.08. in 2002

Kaut arī krišanas skaitļa izmaiņas šķirnei 'Duoniai' nebija straujas — 3.3%, toties tas šajā laikā bija pazeminājies līdz 95 s, kas vairs neatbilda pārtikas graudu kvalitātei. Mazākais krišanas skaitļa samazinājums bija šķirnei 'Amilo' — par 1.5%. Salīdzinoši ļoti mazas šī rādītāja izmaiņas bija šķirnei 'Talovskaja 15' — tikai par 0.8%, bet jāpiebilst, ka tai krišanas skaitlis samazinājās jau iepriekš. Līdzīga situācija tika novērota arī citām šķirnēm (1. tabula).



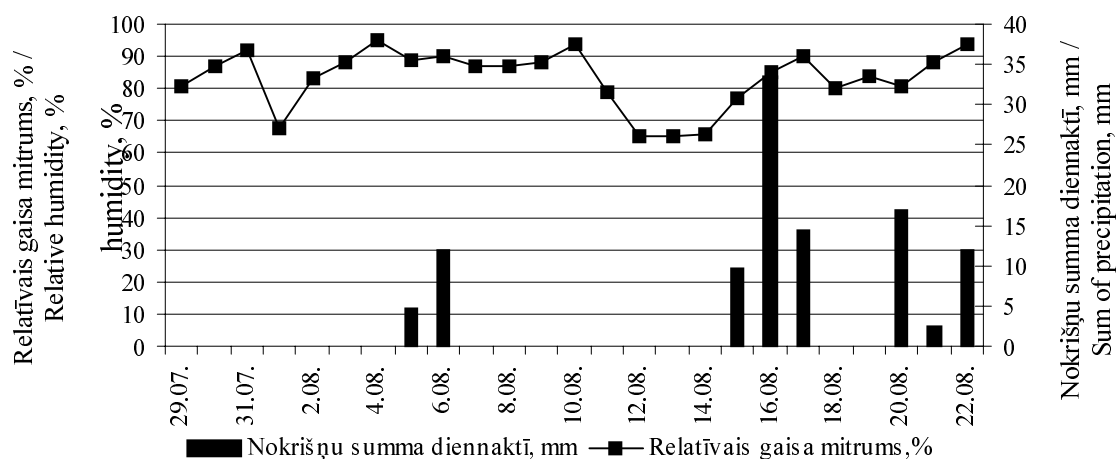
2. att. Diennakts nokrišņu summa un relatīvais gaisa mitrums nogatavošanās periodā 2002. gadā Priekuļos

Fig. 2. Sum of precipitation, mm and relative humidity, % on ripening period in 2002, at Priekuli

Pēc 28. jūlija laika apstākļi strauji uzlabojās. Laikā no 29. līdz 31. jūlijam rudzu šķirnēm tika konstatēta pilngatavība. Vairumam šķirņu krišanas skaitlis atbilda pārtikas graudu kvalitātes prasībām — 120 s. Izņēmums bija šķirnes 'Duoniai' un 'Voshod 1', kurām krišanas skaitlis 31. jūlijā bija attiecīgi 80 un 78 s. Periodā no 31. jūlija līdz 4. augustam laika apstākļi nemainījās, bija silts un saulains, bez nokrišņiem, taču graudu kvalitāte turpināja pazemināties.

2003. gadā meteoroloģisko apstākļu ietekmē krišanas skaitlis, salīdzinot ar 2002. gadu, šķirnēm veidojās ļoti augsts. Jau vaskgatavības fāzē — 29. jūlijā — vairumam rudzu šķirņu krišanas skaitlis bija tuvu 300 s. Augstākais krišanas skaitlis šajā laikā tika konstatēts šķirnei 'Amilo' — 350 s.

Turpmākajā periodā līdz pilngatavības fāzei, laiks bija pārsvarā saulains, ar nelieliem nokrišņiem, karsts, pat sutīgs, jo gaisa relatīvais mitrums bija virs 80%, kas veicināja rudzu strauju nogatavošanos (3. att.).



3. att. Diennakts nokrišņu summa (mm) un relatīvais gaisa mitrums, % nogatavošanās periodā 2003. gadā Priekuļos

Fig.3. Sum of precipitation, mm and relative humidity, % on ripening period in 2003, at Priekuļi

Rudzu šķirnēm pilngatavība iestājas laikā no 6. līdz 10. augustam. Visagrāk nogatavojās rudzu šķirne 'Kaupo' — 5. augustā. Pilngatavības fāzē graudu kvalitāte rudzu šķirnēm būtiski neatšķiras. Krišanas skaitlis visām šķirnēm bija ļoti augsts un tāds arī saglabājās turpmākās dienās, jo laiks pieturējās labs, bez nokrišņiem.

2. tabula / Table 2

Krišanas skaitļa izmaiņas rudzu šķirnēm nogatavošanās periodā 2003. gadā Priekuļos  
The changes of falling number value for rye varieties during ripening period in 2003, at Priekuļi

Šķirne / Variety	Paraugu ņemšanas laiks, datums / Time of sampling, date							Vidēji, s / Average, s $\gamma_{0.05} = 29$
	29.07	2.08	6.08	10.08	14.08	19.08	22.08	
Vambo	265	309	296	305	294	120	74	338
Amilo	350	340	343	366	348	229	243	317
Duoniai	289	316	306	261	284	92	88	234
Voshod 1	298	310	324	283	304	177	130	261
Čulpan	265	296	322	302	293	149	90	245
Kaupo	312	319	326	285	293	230	122	270
Valdai	299	304	268	249	214	172	85	227
Nikita	252	299	303	318	300	115	95	240
Walet	330	333	305	317	300	186	117	270
Matador	300	303	316	320	270	141	100	250
Plato F1	343	334	341	338	335	137	108	277
Vidēji, s / Average, s $\gamma_{0.05} = 24$	300	315	314	304	294	159	114	

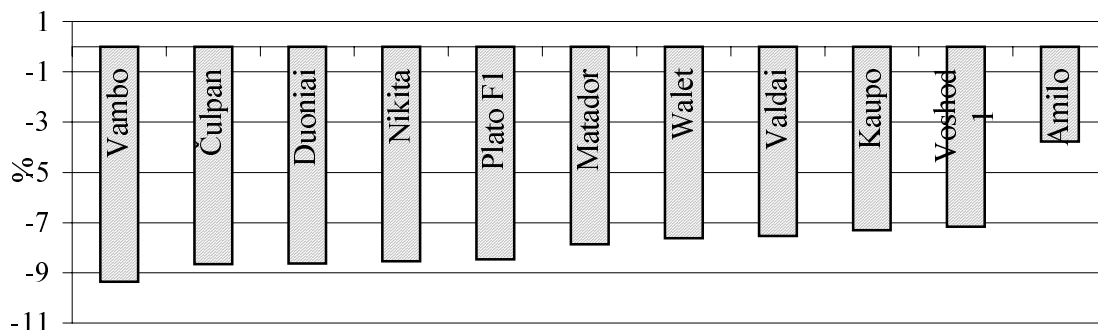
Šādos apstākļos fermentu aktivitāte parasti ir zema un grauda sastāvdaļas ir izturīgas pret noārdīšanos (Seibel, 1988), par ko liecina augstais krišanas skaitlis rudziem, ko neietekmēja arī salīdzinoši augstais gaisa mitrums. Rezultātā graudos neaktīvo fermentu dēļ ir zems cukuru saturs, līdz ar to mīklā vājāk noris rūgšanas procesi. No šādiem miltiem ceptai maizei mīkstums parasti ir sauss un drupans, ātri sacietē (Brümmer, 1994; Weipert, 1993). Šādos gadījumos, lai paaugstinātu fermentu aktivitāti un uzlabotu maizes mīkstuma irdināšanas pakāpi un elastību, mīklai pievieno rudzu iesalu.

Četras dienas pēc pilngatavības (14.08.) rudzu šķirnēm krišanas skaitlis nebija būtiski izmainījies, tas joprojām bija ļoti augsts — vidēji 294 s. Lai noskaidrotu, kā laika apstākļi turpmāk ietekmēs graudu kvalitāti, paraugus krišanas skaitļa noteikšanai turpināja ņemt līdz 22. augustam.

Sākot ar 15. augustu, laika apstākļi strauji izmainījās (3. att.), sāka īslaicīgi līt, tāpēc ražas novākšana tika pārtraukta. Nokrišņu daudzums augusta II dekādē sasniedza 213% no ilggadējos izmēģinājumos iegūtajiem vidējiem rādītājiem, kas ļoti būtiski ietekmēja graudu kvalitāti. Arī 2003. gadā krišanas skaitli būtiski ietekmēja tieši nokrišņi ( $p < 0.05$ ).

Šajā laikā gandrīz visām rudzu šķirnēm tika konstatētas būtiskas izmaiņas graudu kvalitātē.

Periodā pēc lietus (14.08.—22.08.) krišanas skaitļa samazinājuma temps dienā bija ļoti straujš (4. att.).



4. att. Krišanas skaitļa izmaiņas dienā (%) šķirnēm 2003. gadā laikā no 14.08. līdz 22.08

Fig. 4. The changes of falling number (%) during period from 14.08. to 22.08. in 2003

Visstraujāk krišanas skaitlis bija samazinājies šķirnēm 'Vambo' — par 9.4%, 'Čulpan' — par 8.7%, 'Nikita' — par 8.5% un 'Duoniai' — par 8.6%, kurām krišanas skaitlis 22. augustā bija krities līdz līmenim, kas vairs neatbilst pārtikas graudu kvalitātei (2. tabula). Ne tik straujas izmaiņas skāra šķirnes 'Valdai' — par 7.5%, 'Kaupo' — par 7.3% un 'Voshod 1' — par 7.2%. Nokrišņi vismazāk ietekmēja šķirni 'Amilo', kurai krišanas skaitlis dienā šajā laikā samazinājās tikai par 3.1%, un 22. augustā — apmēram divas nedēļas pēc pilngatavības iestāšanās — tās graudu kvalitāte joprojām bija augsta (vidēji 243 s). Vairumam šķirņu krišanas skaitlis 22. augustā vairs neatbilda minimālajām pārtikas graudu kvalitātes prasībām — 120 s, bet tas bija apmēram divas nedēļas pēc rudzu pilngatavības iestāšanās.

Abi pētījuma gadi meteoroloģisko apstākļu ziņā bija atšķirīgi, un iegūtos rezultātus ir grūti salīdzināt. No Latvijas augu šķirņu katalogā iekļautajām rudzu šķirnēm ar augstu un samērā noturīgu graudu kvalitāti raksturojas šķirne 'Amilo'. Ir šķirnes, kurām nelabvēlīgu laika apstākļu ietekmē graudu kvalitāte strauji nesamazinās, piemēram, 'Hacada', 'Kaupo' un 'Walet'. Abos pētījuma gados riskanto šķirņu grupā var ieskaitīt 'Duoniai', 'Valdai', 'Vambo', no kurām tikai labvēlīgos laika apstākļos var iegūt labas kvalitātes graudus. Lai izdarītu secinājumus par šķirnēm 'Nikita' un 'Plato' F1, ir nepieciešami papildu pētījumi.

### Secinājumi

1. Rudzu graudiem krišanas skaitlis ir atkarīgs galvenokārt no šķirnes un nokrišņiem dzeltengatavības beigās un nogatavošanās fāzē.
2. Visām šķirnēm nokrišņi graudu nogatavošanās fāzē krišanas skaitli samazina.
3. Abos pētījuma gados nokrišņu ietekmē vismazākais krišanas skaitļa samazināšanās temps bija šķirnei 'Amilo'.
4. Latvijas meteoroloģiskajā situācijā graudu kvalitātes ziņā stabilākās ir šķirnes 'Amilo', 'Hacada', 'Kaupo' un 'Walet'.
5. Šķirnēm 'Vambo', 'Valdai' un 'Duoniai' palielinātu nokrišņu apstākļos pastāv risks, ka graudiem krišanas skaitlis būs mazs.

**Literatūra**

1. Carol C. Baskin, Jerry M. Baskin (2001) Seeds — Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination. – Academic Press: pp. 23—42.
2. Brümmer, J.M. (1994) Sauerteig gestern und heute. Deutsche Backer-Zeitung. 81 (42), S.10—15.
3. Бушук В., Кемпбелл У. П., Дреус Э. и др. (1980) Рожь; Производство, химия и технология. — М.: Колос — 80 с.;
4. Кобылянский В. Д. (1982) Рожь – М.: Колос. — 162—178 с.
5. Seibel, W., Steller, W. (1988). Roggen: Anbau, Verarbeitung, Markt. Hamburg: Behr's, S. 239.
6. Stuber F., Müller H. W. (1979) Der Überständigkeit zur Bewertung der Auswuchsfestigkeit beim Roggen.// Tag.-Ber., Akad. Landwirtsch., Berlin., N.175, S. 303—308.
7. Weipert, D. (1993) Verarbeitungswert von deutschen Roggensorten. Bericht über die 43. Tagung für Müllerei-technologie. Granum-Verlag, Detmold. S.145—158.