

**А.А. Сухоруков**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник;  
**Е.Н. Шаболкина**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник;  
**Л.В. Пронович**, научный сотрудник лаборатории технолого-аналитического сервиса,  
ФГБНУ «Самарский НИИСХ»  
(446254, Самарская обл., ул. Карла Маркса, 41, п. Безенчук, тел.: 8 (84676) 2-11-40; email: samniish@mail.ru)

## СЕЛЕКЦИОННОЕ УЛУЧШЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕСТА СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Представлены результаты изучения в 2006-2015 гг реологических свойств теста сортов озимой пшеницы, созданных в Самарском НИИСХ имени Н.М. Тулайкова. Предшественник – чистый пар. Почва – чернозем обыкновенный, среднесуглинистый, среднемощный. Учетная площадь делянок 25 м<sup>2</sup>, повторность – четырехкратная. Реологические свойства теста сортов озимой пшеницы определяли по средней пробе зерна по ГОСТ Р 51404 – 99. Сумма осадков первой декады июля (восковая спелость зерна) была меньше нормы в 2006, 2010, 2014 гг. (1,0-3,4 мм), соответствовала норме в 2009 году и превышала норму в 4-5 раз в 2007, 2008 гг. (62,6-86,1 мм при норме 15 мм). Установлена высокая фенотипическая изменчивость признаков «разжижение теста» ( $C_V = 39 - 71,3\%$ ), «устойчивость теста» ( $C_V = 56 - 83,7\%$ ); средняя фенотипическая изменчивость признака «валориметрическая оценка» ( $C_V = 20,5 - 29,9\%$ ). Наиболее стабильные реологические свойства теста у сорта сильной пшеницы Безенчукская 380 и у сорта ценной пшеницы Безенчукская 616. В условиях повышенного увлажнения первой декады июля (восковая спелость) признак «разжижение теста» отрицательно коррелирует с объемным выходом хлеба ( $r = - 0,86$ ;  $P_{0,05}$ ) и оценкой хлеба ( $r = - 0,53$ ;  $P_{0,05}$ ). Валориметрическая оценка положительно коррелирует с устойчивостью теста ( $r = 0,92$ ;  $P_{0,05}$ ) и содержанием белка в зерне ( $r = 0,52$ ;  $P_{0,05}$ ). В условиях дефицита осадков в период налива зерна в июне 2015 года (фаза цветения–восковая спелость) признак «устойчивость теста» положительно коррелирует с массовой долей белка ( $r = 0,59$ ;  $P_{0,01}$ ) и клейковины ( $r = 0,60$ ;  $P_{0,01}$ ). Валориметрическая оценка положительно коррелирует с массовой долей белка ( $r = 0,62$ ;  $P_{0,01}$ ), клейковины ( $r = 0,72$ ;  $P_{0,01}$ ) и устойчивостью теста ( $r = 0,94$ ;  $P_{0,01}$ ).

0,01). Признак «разжижение теста» отрицательно коррелирует с числом падения ( $r = - 0,44$ ;  $P_{0,05}$ ).

Созданы селекционные линии озимой пшеницы, обладающие высокими реологическими свойствами теста: влагопоглотительная способность муки – 63,5-65,5%, время образования и устойчивость теста – 20-28 минут, разжижение теста – 30-50 е.ф., валориметрическая оценка – 97-100 е.вал. и оценка хлеба – 4,8-5,0 баллов.

**Ключевые слова:** озимая пшеница, сорт, реологические свойства теста, корреляции, коэффициенты вариации.

**A.A. Sukhorukov**, Candidate of Agricultural Sciences, chief research officer;  
**E.N. Shabolkina**, Candidate of Agricultural Sciences, leading research officer;  
**L.V. Pronovich**, research officer of the laboratory of techno-analytical service

*FSBSI 'Samara RIA'*

*(446254, Samara region, v. of Bezenchuk, Karl Marks Str., 41; tel.: 8 (84676) 2-11-40;  
email: [samniish@mail.ru](mailto:samniish@mail.ru))*

## **IMPROVEMENT OF RHEOLOGICAL TRAITS OF DOUGH MADE FROM WINTER WHEAT VARIETIES THROUGH BREEDING**

The article presents the study results of rheological traits of dough made from winter wheat varieties, which have been developed by the N.M. Tulaykov RIA in Samara in 2006-2015. The crop was sown in fallow land. The soil was blackearth (chernozem), medium loamy, medium-thick. The experiment was conducted four times. The area of the plots was 25m<sup>2</sup>. The rheological traits of dough made from winter wheat varieties were estimated according to the an average sample of grain by GOST R 51404 – 99. The amount of precipitation in the first decade of July (waxy maturity of kernels) was on less (1.0-3.4 mm) than the standard amount in 2006, 2010, 2014. In 2009 it corresponded to the norm, but it exceeded the norm four-fivefold in 2007, 2008 (62.6-86.1 mm with the norm of 15 mm). There have been determined high phenotypic variability of such traits as 'dilute of dough' (CV=39–71.3%), 'stability of dough' (CV=56–83.7%) and average phenotypic variability of the trait 'valorimetric assessment' (CV=20.5–29.9%). The dough made from the strong and valuable wheat varieties 'Bezenchukskaya 380' and 'Bezenchukskaya 616' possesses the most stable rheological properties. Under conditions of excessive humidity during the first decade of July (waxy maturity) the trait 'dilute of dough' negatively correlates with the volume of bread ( $r = - 0.86$ ;  $P_{0.05}$ ) and total assessment of bread ( $r = - 0.53$ ;  $P_{0.05}$ ). The valorimetric assessment positively correlates with the resistance of dough ( $r = 0.92$ ;  $P_{0.05}$ ) and content of protein in kernels ( $r = 0.52$ ;  $P_{0.05}$ ). Under insufficient humidity in the period of grain ripening (the period 'flowering-waxy maturity') (as happened in June 2015) the trait 'resistance of dough' positively correlates with content of protein ( $r = 0.59$ ;  $P_{0.01}$ ) and

gluten ( $r=0.60$ ;  $P 0.01$ ) in kernels. The calorimetric assessment positively correlates with the content of protein ( $r=0.62$ ;  $P 0.01$ ), content of gluten ( $r=0.72$ ;  $P 0.01$ ) and the resistance of dough ( $r=0.94$ ;  $P 0.01$ ). The trait 'dilute of dough' negatively correlates with a falling number ( $r= -0.44$ ;  $P 0.05$ ). There have been selected the lines of winter wheat with the highest indexes of rheological properties of dough, namely moisture absorbing ability of flour (63.5-65.5%), time of dough and its stability (20-28 min), dilute of dough (30-50 u.f.), calorimetric assessment (97-100 u.v.) and a total assessment of bread (4.8-5.0 points).

**Keywords:** *winter wheat, variety, rheological properties of dough, correlation, coefficients of variation.*

**Введение.** Пшеница – одна из основных культур, обеспечивающих продовольственную безопасность страны и ее экспортный потенциал. Пшеничное зерно – основной компонент хлебобулочных изделий, ежедневно употребляемых в пищу человеком. Поэтому качество зерна, используемого хлебопекарной промышленностью, имеет огромное экономическое и социальное значение.

В решении проблемы качества зерна пшеницы наряду с совершенствованием технологии возделывания важная роль принадлежит селекции. Качество зерна пшеницы оценивается по большому числу показателей. А.Г. Крючков [1] считает, что наибольшую значимость для оценки качества зерна пшеницы имеют: содержание белка, разжижение теста, валориметрическая оценка. Показатели фаринограммы «валориметрическая оценка» тесно коррелируют с объемным выходом хлеба и общей хлебопекарной оценкой ( $r = 0,94 - 0,978$ ). По данным Б.И. Сандухадзе [2] хлебопекарные достоинства муки характеризуют реологические свойства теста: водопоглотительная способность, время образования, устойчивость, стабильность теста при замесе, разжижение теста. Наиболее информативное – разжижение теста при его замесе в течение 12 минут в месилке фаринографа.

Г.И. Букреева и др. [3], Б.Е. Кравцова и др. [4] основными критериями качества зерна пшеницы считают время образования, устойчивость и разжижение теста, валориметрическую и хлебопекарную оценку, содержание белка, клейковины и ее качество. По данным А.Ф. Сухорукова и др. [5], среднесуточная относительная влажность первой декады июля отрицательно коррелирует с массовой долей клейковины в зерне ( $r = -0,66$ ;  $P_{0,05}$ ) и объемным выходом хлеба ( $r = -0,59$ ;  $P_{0,05}$ ).

Сумма осадков за первую декаду июля отрицательно коррелирует с массовой долей клейковины в зерне ( $r = -0,63$ ;  $P_{0,05}$ ), показателем ИДК ( $r = -0,67$ ;  $P_{0,05}$ ) и положительно – с разжижением теста ( $r = 0,86$ ;  $P_{0,05}$ ).

Цель исследований – оценка реологических свойств теста сортов озимой пшеницы в различных метеорологических условиях, выделение новых селекционных линий и генетических источников.

**Материалы и методы.** Исследования проведены в 2006-2015 гг. на экспериментальной базе ФГБНУ «Самарский НИИСХ». В качестве материала использованы сорта озимой пшеницы конкурсного испытания. Предшественник – чистый пар. Почва – чернозем обыкновенный, среднесуглинистый, среднemocный. Учетная площадь делянок – 25 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Уборка урожая проведена комбайном Сампо – 130. Реологические свойства теста сортов озимой пшеницы определяли по средней из четырех повторений пробе зерна по ГОСТ Р 51404 - 99 [6]. Зерно размалывали на мельнице Бюллера. Статистическая обработка данных выполнена по программе AGROS.

Сумма осадков первой декады июля (фаза восковой спелости) была меньше нормы в 2006, 2010, 2014 гг. (1,0 – 3,4 мм), соответствовала норме в 2009 году и превышала норму в 4-5 раз в 2007, 2008 годах (62,6-86,1 мм при норме 15 мм).

**Результаты.** Данные таблицы 1 свидетельствуют о значительном влиянии условий внешней среды на формирование признаков «разжижение теста», «устойчивость теста». Средняя фенотипическая изменчивость отмечена по признаку «валориметрическая оценка». Средний за 10 лет наблюдений показатель качества зерна «разжижение теста» сортов Безенчукская 380, Безенчукская 616, Бирюза соответствует норме на ценную пшеницу [7]. По средней величине признака «валориметрическая оценка» сорт Безенчукская 616 относится к сильной пшенице, остальные – к ценной. Максимальную в опыте устойчивость при замесе теста показывают сорта Безенчукская 380 и Безенчукская 616.

1. Реологические свойства теста сортов озимой пшеницы  
(2006-2015 гг.)

Сорт	Разжижение теста, е.ф		Валориметрическая оценка, е.вал.		Устойчивость теста, мин	
	X ± Sx	C <sub>v</sub> , %	X ± Sx	C <sub>v</sub> , %	X ± Sx	C <sub>v</sub> , %
Безенчукская 380	75 ± 14,8	55,7	67 ± 6,3	26,4	7,8 ± 1,8	65,6
Безенчукская 616	72 ± 11,9	46,5	71 ± 6,5	25,8	7,2 ± 1,6	63,0
Бирюза	81 ± 205	71,3	66 ± 4,8	20,5	6,2 ± 1,2	56,0
Малахит	96 ± 21,9	64,5	59 ± 5,6	28,8	4,8 ± 1,3	78,3
Светоч	95 ± 11,9	39,0	60 ± 6,0	28,6	5,7 ± 1,5	75,0
Ресурс	96 ± 16,4	48,1	61 ± 6,5	29,9	6,2 ± 1,9	83,7

Санта	85 ± 12,3	44,4	63 ± 6,3	28,2	6,0 ± 1,4	67,6
-------	-----------	------	----------	------	-----------	------

Для определения стратегии селекционного улучшения пшеницы по реологическим свойствам теста важно определить корреляционные взаимосвязи между признаками, определяющими технологические и хлебопекарные свойства зерна в контрастных условиях. В условиях повышенного увлажнения первой декады июля в 2007 году (табл.2) признак «разжижение теста» положительно на 1% уровне коррелировал с величиной показателя ИДК ( $r = 0,66$ ). Валориметрическая оценка на 5% уровне значимости положительно коррелирует с содержанием белка в зерне ( $r = 0,52$ ) и на 1% уровне – с устойчивостью теста ( $r = 0,92$ ). Объем хлеба на 1% уровне отрицательно коррелирует с величиной показателя ИДК ( $r = - 0,72$ ) и «разжижения теста» ( $r = - 0,86$ ). Хлебопекарная оценка на 5% уровне положительно коррелирует с содержанием белка в зерне ( $r = 0,57$ ) и отрицательно с разжижением теста ( $r = - 0,53$ ). В типичном по метеорологическим условиям 2015 году (табл.3) признак «устойчивость теста» на 1% уровне положительно коррелирует с содержанием белка ( $r = 0,59$ ) и клейковины в зерне ( $r = 0,60$ ). Валориметрическая оценка на 1% уровне положительно коррелирует с содержанием белка ( $r = 0,62$ ) и клейковины в зерне ( $r = 0,72$ ) и устойчивостью теста ( $r = 0,94$ ). Разжижение теста на 5% уровне отрицательно коррелирует с числом падения ( $r = - 0,44$ ). Хлебопекарная оценка на 5% уровне значимости положительно коррелирует с содержанием белка ( $r = 0,44$ ), с клейковиной в зерне ( $r = 0,46$ ) и валориметрической оценкой ( $r = 0,37$ ).

В таблице 4 показана характеристика реологических свойств теста перспективных селекционных линий озимой пшеницы, созданных в Самарском НИИСХ. Селекционные линии Эритроспермум 887, Эритроспермум 889 (Безенчукская 765/Есаул), Эритроспермум 891, Эритроспермум892 (Безенчукская 765/Северодонецкая юбилейная) по «разжижению теста», «валориметрической оценке» превышают норму для сильной пшеницы [7].

2. Матрица коэффициентов корреляции показателей качества зерна сортов

озимой пшеницы (п = 33), 2007 год

Показатели	Число падения, с	Белок, %	Клейковина, %	ИДК, у.ед.	Устойчивость теста, мин	Разжижение, е.ф.	Валориметр. оценка, е.вал.	Объем хлеба, мл	Хлебопек. оценка, балл
Число падения, с	1,00								
Белок, %	0,14	1,00							
Клейковина, %	-0,10	0,28	1,00						
ИДК, у.ед.	-0,05	0,00	-0,13	1,00					
Устойчивость теста, мин	0,12	0,44	-0,11	-0,25	1,00				
Разжижение, е.ф.	0,37	-0,34	-0,02	0,66**	-0,45	1,00			
Валориметр. оценка е.вал.	-0,04	0,52*	-0,15	-0,06	0,92**	-0,45	1,00		
Объем хлеба, мл	-0,32	0,40	0,21	-0,72**	0,35	-0,86*	0,31	1,00	
Хлебопек. оценка, балл.	-0,25	0,57*	0,27	0,02	0,38	-0,53*	0,50	0,36	1,00

\*- значимость на 5% уровне

\*\* - значимость на 1% уровне

3. Матрица коэффициентов корреляции показателей качества зерна сортов

озимой пшеницы (п = 30), 2015 год

Показатели	Натура, г	Белок, %	Клейковина, %	ИДК, у.ед.	Число падения, с	Устойчивость теста, мин	Валориметр. оценка е.вал.	Разжижение теста, е.ф.	Объем хлеба, мл	Хлебопек. оценка, балл
Натура, г	1,00									
Белок, %	0,15	1,00								
Клейковина, %	-0,11	0,56**	1,00							
ИДК, у.ед.	-0,36	-0,37*	-0,08	1,00						
Число падения, с	-0,00	0,56**	0,36	-0,46*	1,00					

Устойчивость теста, мин	0,28	0,59**	0,60**	-0,26	0,14	1,00				
Валориметр. оценка, е.вал.	0,17	0,62**	0,72**	-0,28	0,19	0,94**	1,00			
Разжижение теста, е.ф.	-0,09	-0,28	0,03	0,28	-0,44*	0,03	0,04	1,00		
Объем хлеба, мл	0,05	0,01	0,33	0,23	-0,08	0,18	0,14	0,30	1,00	
Хлебопек. оценка, балл	0,22	0,44*	0,46*	-0,06	0,23	0,32	0,37*	-0,08	0,59**	1,00

\*- значимость на 5% уровне

\*\* - значимость на 1% уровне

Линии характеризуются очень высокой устойчивостью теста при замесе, что подтверждает положительную корреляционную взаимосвязь валориметрической и общей хлебопекарной оценки.

4. Реологические и хлебопекарные свойства перспективных селекционных линий озимой мягкой пшеницы (2014 - 2015 гг.)

Показатели	Эритрос-пермум 887	Эритрос-пермум 891	Эритрос-пермум 892	Эритрос-пермум 889
Влагопоглощительная способность, %	67,2	65,1	66,5	66,0
Время образования и устойчивость теста, мин.	22,5	24,3	18,5	19,8
Разжижение, е.ф.	50	35	35	40
Валориметрическая оценка, е.вал.	97	99	96	92
Объем хлеба, мл	1008	895	890	905
Общая хлебопекарная оценка, балл	4,9	4,6	4,8	4,9

**Выводы.** В результате проведенных исследований установлено, что условия увлажнения первой декады июля (восковая спелость зерна) обуславливают высокую фенотипическую изменчивость признаков «разжижение теста» и «устойчивость теста», среднюю – «валориметрическая оценка». Эти признаки коррелируют с содержанием белка и клейковины в зерне, объемным выходом и хлебопекарной оценкой. Отбор по признакам «разжижение теста», «устойчивость теста», «валориметрическая оценка» в конкретных условиях позволяет отобрать высококачественные генотипы пшеницы.

### Литература

1. Крючков, А.Г. Главные показатели оценки сорта / А.Г. Крючков, Г.Н. Сандакова // Зерновое хозяйство. – 2003. – №6. – С. 16-20.
2. Сандухадзе, Б.И. Качество зерна у сортов озимой пшеницы, созданных в НИИСХ ЦРНЗ / Б.И.Сандухадзе, Н.С. Беркутова, Е.И. Давыдова // Селекция и семеноводство. – 2005. – №4. – С. 19-22.
3. Букреева, Г.И. К вопросу об оценке качества зерна пшеницы / Г.И. Букреева, М.И. Домченко, Е.Е. Мельникова // 100 лет на службе АПК: традиции, достижения. Инновации: Сб. науч. трудов в честь 100-летия со дня основания Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко.– Краснодар: ООО «ЭДВИ», 2014. – 181-189.

4. Кравцова, Б.Е. Признаки качества пшеницы, характеризующие ее хлебопекарные достоинства / Б.Е. Кравцова, А.И. Мартьянова, В.А. Камышник, А.В. Победина // Труды ВНИИЗ, 1969. – № 67. – С. 143-150.

5. Сухоруков, А.Ф. Результаты селекции озимой пшеницы на качество зерна в Самарском НИИСХ / А.Ф. Сухоруков, Е.Н. Шаболкина, А.А. Сухоруков // Зерновое хозяйство России – 2010. – №3 (9). – С. 33-37.

6. ГОСТ Р 51404 – 99 (ИСО 5531 – 1 – 9). Методы определения физических свойств теста на фаринографе.

7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур. – М.: Колос, 1988. – С. 121.

### **Literature**

1. Kryuchkov, A.G. The main features of variety assessment / A.G. Kryuchkov, G.N. Sandakova // Grain Economy. – 2003. – №6. – PP. 16-20.

2. Sandukhadze, B.I. The quality of winter wheat grain, developed in RIA CRNZ / B.I. Sandukhadze, N.S. Berkutova, E.I. Davydova // Plant breeding and seed-growing. – 2005. – №4. – PP. 19-22.

3. Bukreeva, G.I. To the question of wheat quality / G.I. Bukreeva, M.I. Domchenko, E.E. Melnikova // The 100 years in the AIC: traditions, achievements. Innovations: The collection of works in honor of the 100-th anniversary of the foundation of Krasnodar RIA named after P.P. Lukyanenko. – Krasnodar: ООО 'EDVI', 2014. – P. 181-189.

4. Kravtsova, B.E. The traits of wheat quality, characteristic to its baking advantages / B.E. Kravtsova, A.I. Martiyanova, V.A. Kamyshnik, A.V. Pobedina // Works of ARRIA, 1969. – № 67. – PP. 143-150.

5. Sukhorukov, A.F. The results of winter wheat breeding on grain quality in Samara RIA / A.F. Sukhorukov, E.N. Shabolkina, A.A. Sukhorukov // Grain Economy of Russia. – 2010. – №3 (9). – PP. 33-37.

6. GOST R 51404 – 99 (ISO 5531 – 1 – 9). Methods of estimation of physical dough on farinograph.

7. Methodology of State Variety Testing of agricultural crops. Technological assessment of grain crops, groats and legumes. – М.: Kolos, 1988. – P. 121.