

ВЛИЯНИЕ СОРТОВЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ КАЧЕСТВА МУКИ ПРИ СМЕШИВАНИИ С МЯГКОЙ ПШЕНИЦЕЙ

Е.Н. Шаболкина, кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель лаборатории технолого-аналитического сервиса, elenashabolkina@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1090-4399;
Н.В. Анисимкина, старший научный сотрудник лаборатории технолого-аналитического сервиса, anisimkina.natalya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-5129-7797
Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н.М. Тулайкова.
446254, Самарская обл., п. Безенчук, ул. Карла Маркса, 41; e-mail: samniish@mail.ru

Развитие хлебопекарной промышленности возможно за счет применения нетрадиционного сырья – твердой пшеницы. Цель исследований – оценить влияние сортовых особенностей твердой пшеницы при смешивании с мягкой пшеницей по результатам реологических показателей теста, технологической и хлебопекарной оценки муки. Изучены технологические показатели зерна, реологические и физические параметры теста, общая хлебопекарная оценка и установлено, что высокая газообразующая способность твердой пшеницы позволяет использовать ее (30%) как улучшитель пшеницы мягкой при проведении хлебопекарной выпечки. Однако положительный эффект наблюдался не во все годы исследования. Оценено влияние эффекта улучшения за счет взаимной компенсации недостающих компонентов и комплементарность (взаимодополнения) сортов мягкой и твердой пшеницы. Установлено, что в 2008, 2010 годах эффект улучшения практически отсутствовал при внесении в смеси муки твердой пшеницы в соотношении 30:70%. Выяснено, что в 2015 году максимальный объем хлеба 930 см³ и высокая хлебопекарная оценка (ровная поверхность, овальная форма, золотисто-коричневый цвет корки, а так же мелкая тонкостенная пористость с эластичным светлым мякишем) были получены при добавлении к мягкой пшенице сортов твердой, которые в год исследования сформировали слабое зерно (разжижение теста 110 е.ф., валориметрическая оценка – 46 е.вал.). В 2020 году сорта, используемые в композиционных смесях как яровой мягкой, так и твердых пшениц отличались высоким качеством, и хлебопекарная оценка дала отличные показатели как в контроле (Тулайковская 108 – 1300 см³), так и в смесях 1140–1255 см³: внешний вид хлеба и мякиша практически во всех вариантах имели пятибалльную оценку. Наибольший объем хлеба 1255 см³ был получен при добавлении в композиционную смесь сорта твердой пшеницы Безенчукская Нива. Внесение в смеси муки из твердой пшеницы в количестве 30:70% при выпечке хлеба уменьшает его черствение на 6,5% относительно контроля (мягкая пшеница), хлеб длительное время остается свежим с эластичным, быстро восстанавливаемым мякишем.

Ключевые слова: смеси, твердая пшеница, мягкая пшеница, реологические свойства теста, хлебопекарная оценка.

Для цитирования: Шаболкина Е.Н., Анисимкина Н.В. Влияние сортовых особенностей твердой пшеницы на технологические и хлебопекарные качества смесей с мягкой пшеницей // Зерновое хозяйство России. 2021. № 6(78). С. 67–72. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-78-6-67-72.



THE EFFECT OF VARIETAL TRAITS OF DURUM WHEAT ON THE TECHNOLOGICAL AND BAKING QUALITIES OF FLOUR WHEN MIXED WITH BREAD WHEAT

E.N. Shabolkina, Candidate of Agricultural Sciences, head of the laboratory for technical and analytical service, elenashabolkina@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1090-4399;
N.V. Anisimkina, senior researcher of the laboratory for technical and analytical service, anisimkina.natalya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-5129-7797
Samarsky Research Institute of Agriculture named after N.M. Tulaykov, a branch of the Samarsky Federal Research Center RAS,
446254, Samara region, v.of Bezenchuk, Karl Marks Str., 41; e-mail: samniish@mail.ru

The development of bakery industry is possible due to the use of such non-traditional raw materials as durum wheat. The purpose of the current study was to estimate the effect of varietal traits of durum wheat when mixed with bread wheat according to the results of rheological parameters of dough, technological and bakery estimation of flour. There have been studied technological indicators of grain, rheological and physical parameters of dough, general bakery estimation. There has been established that the high gas-forming ability of durum wheat allows it to be used (30%) as bread wheat improver during baking. However, the positive effect was present not in all years of the study. There has been estimated an improvement effect due to mutual compensation of the missing components and complementarity of the bread and durum wheat varieties. There was found that in 2008, 2010 there was practically no improvement effect when durum wheat flour was added to the mixture in a ratio of 30:70%. There was established that in 2015 the maximum bread volume of 930 cm³ and a good bakery estimation (flat surface, oval shape, golden brown crust, as well as fine thin-walled porosity with elastic light crumb) were obtained by adding bread wheat varieties to durum wheat varieties, which during the year of the study there was formed weak grain (dilute of dough was 110 u.f.; valorigraphic number was 46 u.v.). In 2020, the varieties used in the mixtures of both spring bread and durum wheat were of high quality, and bakery estimation gave excellent indicators both in the control (the variety 'Tulaykovskaya

108' with 1300 cm³) and in the mixtures with 1140–1255 cm³; the appearance of bread and crumb in almost all variants had an excellent mark. The largest volume of bread, 1255 cm³, was obtained when the durum wheat variety 'Bezenchukskaya Niva' was added to the mixture. Adding durum wheat flour to the mixture in an amount of 30:70% when baking bread reduced its staleness by 6.5% relative to the control (bread wheat); bread remains fresh for a long time with an elastic, quickly regenerated crumb.

Keywords: mixtures, durum wheat, bread wheat, rheological properties of dough, bakery estimation.

Введение. Современные рыночные отношения и конкуренция на рынке товаров вынуждают производителей следить за качеством и ассортиментом выпускаемой продукции, что в свою очередь повышает требования к качеству сырья. Тема наших исследований выбрана не случайно, так как от качества продуктов первой необходимости – зерно, крупа и мука зависит качество продукции выпускаемой кондитерской, хлебопекарной и макаронной промышленности.

Развитие хлебопекарной промышленности возможно за счет применения нетрадиционного сырья – твердой пшеницы. В России твердую пшеницу за отличные технологические достоинства называли жемчужиной пшениц и на мировом рынке за высокое содержание белка, стекловидность ценили гораздо выше, чем мягкую. В научных учреждениях эффективно выполняются селекционные программы по повышению качества зерна не только макаронного, крупяного направления, но и хлебопекарного.

Биохимические и технологические свойства зерна твердой пшеницы во многом зависят от сорта, условий выращивания, технологий возделывания культуры (Мальчиков и Мясникова, 2020; Васильчук и др., 2009) и от других факторов, вычленение одного из них ведет к значительным трудностям при оценке качества зерна и установления причин, ухудшающих качество получаемой продукции. Одним из способов улучшения технологических и питательных свойств конечного продукта (хлеба, кексов, теста для пиццы, чебуреков, пельменей) является использование в хлебопечении зерна различных культур.

Многолетние эксперименты по изучению технологических показателей зерна показали (Голик и др., 1985; Hareland et al., 1998; Шаболкина и др., 2017), что твердую пшеницу с высокой газообразующей способностью при выпечке можно использовать как улучшитель мягкой пшеницы. Изделия с долей твердой пшеницы: сухие завтраки, сахарное печенье, пряники – обладают диетическими и целебными свойствами (клейковина твердой пшеницы характеризуется низкой токсичностью и лучшей усваиваемостью), отличной хлебопекарной оценкой (Troncone and Auricchio, 1991). Эти качества востребованы у потребителей и формируют определенную нишу на рынке, однако производство хлебных изделий в чистом виде из твердой пшеницы ограничено из-за специфических особенностей физических свойств теста. Более широко в хлебопечении используют муку из зерна данной культуры в смеси с мукой из мягкой пшеницы при различном соотношении компонентов.

Цель исследований – оценить влияние сортовых особенностей твердой пшеницы при смешивании с мягкой пшеницей по результатам реологических показателей теста, технологической и хлебопекарной оценки муки.

Материалы и методы исследований.

В качестве экспериментального материала изучали образцы зерна яровой твердой пшеницы, выращенные по чистому пару на опытных делянках (конкурсное сортоиспытание) в лаборатории селекции яровой твердой пшеницы Самарского НИИСХ. Смеси муки твердой и мягкой пшеницы готовили по массе 30:70 (%). В связи с большим объемом технологических работ опыты проводили не каждый год, а в 2008, 2010, 2015, 2020 годах. При приготовлении смесей в качестве мягкой пшеницы (стандарты) использовали сорта Тулайковская 5 (2008, 2010 годы) и Тулайковская 108 (2015, 2020 годы). Данные сорта являются сильными пшеницами и в условиях Самарской области в годы исследований формировали зерно с очень близкими качественными характеристиками.

Для получения сеяной муки зерно размалывали на мельнице Квадрумат – Юниор (выход 65%) фирмы Брабендер. Методику по определению физических и реологических показателей теста на фаринографе проводили по ГОСТ Р 51404-99 (ИСО 5530-1-97), миксографический анализ – согласно представленным методикам (Vassiljevic and Banasik, 1980; Васильчук и др., 2009). Лабораторная выпечка хлеба – безопарным способом с интенсивным замесом теста с оценкой по пятибалльной шкале качества хлеба.

В 2020 году из-за недостатка зерна физические свойства теста смесей (30:70) были оценены с помощью специального прибора миксографа Свенсона (USA, Lincoln, Nebraska): масса навески муки – 10 г. Данный прибор, как и фаринограф Брабендера, предназначен для изучения реологических показателей теста, но более производительный и применяется в селекционных программах, когда не хватает достаточной массы зерна. При интерпретации диаграмм между показателями миксограммы и фаринограммы большое сходство: PT – стойкость теста, BW – эластичность теста, MTV – устойчивость к разжижению теста.

Вегетационный период в годы исследований характеризовался различными погодными условиями: в 2008 году нестабильный температурный режим (высокая температура в весенний период выше среднееголетних значений на 8,0-9,9 °C) и избыточное увлажнение в период созревания, в 2010 году острая засуха (гидротермический коэффициент в пе-

риод весенней вегетации 0,38 при норме 0,9), что несомненно отразилось на качестве зерна яровой твердой пшеницы. Начало вегетации в 2015 году характеризовалось благоприятными условиями для развития растений (осадков на 19 мм больше среднеголетних), но недостаток влаги и повышенный температурный режим в летний период повлияли на формирование белка и клейковины. В 2020 году во второй половине июня стояла атмосферная засуха, в июле – жаркая сухая погода (до 37,7 °C), что негативно отразилось на продуктивности твердой пшеницы, но способствовало формированию качественного зерна.

Результаты и их обсуждение. Мука из твердой пшеницы мало пригодна в хлебопечении, так как короткорвущаяся, упругая клейковина не дает при выпечке «сильного» хлеба. Исследования, проведенные в 2008 году, показали: объемный выход хлеба из муки твердой пшеницы составляет 500–540 см³ (толстоственная неэластичная структура мякиша и специфический привкус), однако такие изделия с приятным желтым цветом, с характерным запахом, мелкой пористостью весьма популярны во многих странах мира. Эффективность смешивания муки яровой твердой пшеницы

с яровой мягкой зависит во многом от свойств улучшителя, а также от рецептуры и способов хлебопекарной выпечки. Сорта яровой пшеницы твердой Безенчукская 182, Безенчукская 209, Безенчукская нива и мягкой Тулайковская 5, участвующие в эксперименте, в год исследования сформировали высокое содержание белка 12,5–13,3% и клейковины 36,2–45,4%, однако качество клейковины было низкое и соответствовало 3 группе по ИДК. Мука мягкой пшеницы с такими показателями качества дает хлеб с удовлетворительной хлебопекарной оценкой.

В композиционных смесях улучшение реологических свойств теста возможно за счет взаимной компенсации недостающих компонентов (Мартьянова и Пищугина, 2001; Бебякин и др., 2003). При добавлении муки твердой пшеницы в соотношении 30:70 в смеси эффект улучшения был, но не очень невысокий. Существенных различий в показателях реологических свойств теста (образование и стойкость теста), определяемых на фаринографе Брабендера, между сортом яровой мягкой пшеницы Тулайковская 5 и смесями с твердой пшеницей не отмечено (табл. 1).

1. Оценка реологических и хлебопекарных показателей смесей сортов яровой твердой и мягкой пшеницы (2008, 2010 гг.)

1. Estimation of rheological and baking traits of mixtures of spring durum and bread wheat varieties (2008, 2010)

№ п/п	Сорт	Фаринограф			Объемный выход хлеба, см³	Общая хлебопекар оценка, балл
		Стойкость теста, мин	Разжижение теста, е.ф.	Валориметрическая оценка, е.вал.		
Смеси 30:70						
2008 год						
Яровая твердая пшеница						
1	Безенчукская 182	5,0	110	60	580	4,2
2	Безенчукская нива	4,0	100	56	570	4,1
3	Безенчукская 209	6,0	80	68	540	4,0
Яровая мягкая пшеница						
0	Тулайковская 5	6,5	110	60	540	4,1
НСР _{0,05}		1,1	12	7	—	—
2010 год						
Яровая твердая пшеница						
1	Безенчукская 182	4,0	120	52	725	4,1
2	Безенчукская нива	3,5	150	48	720	4,1
3	Безенчукская 209	2,0	150	40	610	4,0
Яровая мягкая пшеница						
0	Тулайковская 5	5,0	100	60	890	4,5
НСР _{0,05}		1,0	14	7	—	—

Разжижение теста – параметр, отвечающий косвенно за «силу» пшеницы, снижался на 10–30 ед.ф. при использовании в качестве улучшителя сорта твердой пшеницы Безенчукская нива и Безенчукская 209. Общая хлебопекарная оценка улучшилась незначительно: объем хлеба увеличился на 30–40 см³, изменились положительно качественные характеристики хлеба: гладкая поверхность, золотистый цвет корки, эластичная и быстро восстанавливающая структура мякиша.

В 2010 году сорта твердой пшеницы накопили большое количество белка и клейковины, однако из-за низкого качества (3 группа) клейковины эффект улучшения от смешивания твердых пшениц с мягкой пшеницей Тулайковская 5 (2 группа) отсутствовал, качество хлеба ухудшилось: уменьшился объем на 165–280 см³, снизилась хлебопекарная оценка на 0,4–0,5 баллов. Возможно, в данном случае не требовалось улучшать хлебопекарные качества яровой мягкой пшеницы

Тулайковская 5, так как хлеб был объемный, пышный, румяный. На достижение эффекта улучшения влияет не только качество зерна используемых сортов в композиционных смесях, но и комплементарный подбор улучшителя и улучшаемого сорта.

В 2015 году чрезмерно высокие температуры в июне и низкая влагообеспеченность в течение вегетации повлияли на качество зерна

твердой пшеницы и формирование клейковины (2 и 3 группа качества). Фаринографический анализ подтвердил показатели, полученные при отмывании клейковины. Особо выделился по физическим свойствам теста и качеству клейковины сорт Безенчукская 209 (стойкость теста – 11,5 мин, разжижение теста – 30 е.ф., валориметрическая оценка – 86 е.вал.) (табл. 2).

2. Оценка реологических и хлебопекарных показателей смесей сортов яровой твердой и мягкой пшеницы (2015 г.)

2. Estimation of rheological and baking traits of mixtures of spring durum and bread wheat varieties (2015)

№ п/п	Сорт	Фаринограф			Хлебопекарная оценка	
		Стойкость теста, мин	Разжижение теста, е.ф.	Валориметрическая оценка, е.вал.	Объемный выход хлеба, см³	Общая хлебопек. оценка, балл
Смеси 30:70						
1	Безенчукская 182	2,5	110	46	930	4,43
2	Безенчукская нива	5,0	130	56	845	4,36
3	Безенчукская 209	11,5	30	86	805	4,43
Яровая мягкая пшеница						
0	Тулайковская 108	7,0	30	80	675	4,40
	НСП _{0,05}	2,5	19	14	—	—

Сорт яровой мягкой пшеницы Тулайковская 108 сформировал качественное зерно: высокая стойкость теста (7 мин.) и валориметрическая оценка (80 е.вал.), низкое разжижение теста (30 е.ф.) и показатели ИДК 90 ед. (2 группа). В данном случае не было необходимости улучшать хлебопекарные свойства яровой пшеницы с такими положительными показателями, но при проведении лабораторной выпечки сорт Тулайковская 108 не оправдал ожидания по объемному выходу хлеба – 675 см³. Отмечено, что некоторые высококачественные сорта не могут раскрыть свои потенциальные резервы в процессе выпечки и дают выход хлеба ниже средних показателей. Это объясняется недостаточной сахарообразующей способностью мягкой пшеницы, но достаточно газодерживающей. Добавление в композиционные смеси муки из твердой пшеницы способствует значительному увеличению объема хлеба в процессе выпечки, за счет ее высокой сахарообразующей способности.

При составлении смесей для хлебопечения необходимо учитывать смесительную силу пшеницы, компенсационную способность и определенное соотношение компонентов. Хлебопекарная оценка композиционных смесей в 2015 году показала значительное преимущество объема хлеба с добавлением муки из твердой пшеницы (больше на 255 см³) по сравнению с объемным выходом хлеба из муки сорта Тулайковская 108 (контроль), то есть эффект улучшения и компенсации недостающих компонентов отчетливо прослеживается в соотношении 30:70%. Максимальный объем хлеба 930 см³ был получен при добавлении в смеси сорта твердой пшеницы Безенчукская 182, который в год исследования сформировал слабое зерно (разжижение теста 110 е.ф., валори-

метрическая оценка – 46 е.вал.). Внешний вид хлеба, выпеченного безопарным способом, характеризовался положительными оценками: ровная поверхность, овальная форма, золотисто-коричневый цвет корки, а также мелкая тонкостенная пористость с эластичным светлым мякишем.

В вариантах, где в качестве улучшителя использовали муку сортов твердой пшеницы, сформировавших высококачественное зерно (Безенчукская 209) объемный выход хлеба был значительно меньше ожидаемого 805 см³. В данном случае при использовании в смесях двух сильных пшениц улучшения хлебопекарного достоинства из-за отсутствия эффекта компенсации не было.

В 2020 году сорта, используемые в композиционных смесях как яровой мягкой, так и твердых пшениц, отличались высоким качеством, и хлебопекарная оценка дала отличные показатели как в контроле (Тулайковская 108 – 1300 см³), так и в смесях 1130–1255 см³ (табл. 3).

По данным миксографа, тесто смесей из комплементарных друг другу сортов обладает высокой упругостью, растяжимостью (РТ – 5,3–7,0 мин.), эластичностью (BW – 2,0–2,8 см), большой водопоглощательной способностью, что дает объемный выход хлеба. Такое сильное тесто сохраняет физические свойства в процессе замешивания, так как хорошо удерживается газ в порах. Внешний вид хлеба и мякиша практически во всех вариантах имел пятибалльную оценку. Наибольший объем хлеба 1255 см³ был получен при добавлении в композиционную смесь сорта твердой пшеницы Безенчукская Нива. В 2020 году общая хлебопекарная оценка была очень высокой, и отчетливо просматривался эффект комплементарности (взаимодополнения) сортов мягкой и твердой пшеницы.

3. Оценка реологических (миксограф) и хлебопекарных показателей смесей сортов яровой твердой и мягкой пшеницы (2020 г.)

3. Estimation of rheological (mixograph) and baking traits of mixtures of spring durum and bread wheat varieties (2020)

№ п/п	Сорт	Миксограф				Хлебопекарная оценка	
		РТ, мин	РН, мин	BW, см	MTV, см	Объемный выход хлеба, см³	Общая хлебопекар. оценка, балл
Смеси 30:70							
1	Безенчукская 182	6,3	8,8	2,0	1,4	1140	4,8
2	Безенчукская нива	5,3	8,0	2,5	1,0	1255	4,8
3	Безенчукская 209	7,0	8,5	2,8	1,2	1130	4,7
Яровая мягкая пшеница							
0	Тулайковская 108	8,3	8,6	3,2	1,0	1300	4,8

О черствении судили по усыханию хлеба: через 24 часа хранения изменяются реологические свойства: снижается эластичность и появляется крошковатость мякиша, пропадает приятный аромат, ухудшается вкус хлеба. Использование оптимального количества муки из твердой пшеницы (30:70%) при выпечке хлеба уменьшает его черствение. Данный процесс идет менее интенсивно на 6,5% относительно контроля (мягкая пшеница), хлеб длительное время остается свежим с эластичным, быстро восстанавливаемым мякишем.

Выводы. Изучение технологических показателей зерна, реологических и физических параметров теста, общей хлебопекарной оценки показало, что высокая газообразующая способность твердой пшеницы позволяет использовать ее (30%) как улучшитель пшеницы мягкой при проведении хлебопекарной выпечки. Однако положительный эффект наблюдался не во все годы исследования. Большое значение имеет эффект улучшения за счет взаимной компенсации недостающих компонентов и комплементарность (взаимодополнения) сортов мягкой и твердой пшеницы.

Установлено, что в 2008, 2010 годах эффект улучшения практически отсутствовал при внесении в смеси муки твердой пшеницы 30:70%. В 2015 году максимальный объем хлеба 930 см³ и высокая хлебопекарная оценка были получены при добавлении к мягкой пшенице сортов твердой, которые в год исследования сформировали слабое зерно (разжижение теста – 110 е.ф., валориметрическая оценка – 46 е.вал.).

В 2020 году сорта, используемые в композиционных смесях как яровой мягкой, так и твердых пшениц, отличались высоким качеством, и хлебопекарная оценка дала отличные показатели как в контроле (Тулайковская 108 – 1300 см³) так и в смесях 1130–1255 см³. Наибольший объем хлеба 1255 см³ был получен при добавлении в композиционную смесь сорта твердой пшеницы Безенчукская нива.

Внесение в смеси муки из твердой пшеницы в количестве 30:70% при выпечке хлеба уменьшает его черствение на 6,5% относительно контроля (мягкая пшеница), хлеб длительное время остается свежим с эластичным, быстро восстанавливаемым мякишем.

Библиографические ссылки

1. Бебякин В.М., Винокурова Л.Т. Смесительная ценность высококачественных сортов яровой мягкой пшеницы для целей селекции // Доклады РАСХН. 2003. № 4. С. 3-5.
2. Васильчук Н.С., Гапонов С.Н., Еременко Л.В., Паршикова Т.М. Оценка прочности клейковины в процессе селекции твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) // Аграрный вестник Юго-Востока. 2009. № 3. С. 34-39.
3. Голик В.С., Аладьин В.С., Кучумова Л.П., Кравец Л.П., Пархоменко Р.Г. Создание сортов твердой пшеницы двухстороннего использования // Доклады ВАСХНИЛ. 1985. № 2. С. 12-14.
4. Мальчиков П.Н., Мясникова М.Г. Содержание желтых пигментов в зерне твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.): биосинтез, генетический контроль, маркерная селекция // Вавиловский журнал генетики и селекции. Т.24. № 5. 2020. С. 501-511.
5. Мартыанова А.И., Пищугина Е.П. Пробная лабораторная выпечка хлеба – прямой и надежный способ оценки качества зерна пшеницы // Зерновые культуры. 2001. № 2. С. 28-30.
6. Шаболкина Е.Н., Мальчиков П.Н., Мясникова М.Г. Технологические и хлебопекарные качества твердой пшеницы // Зерновое хозяйство России. № 5(53). 2017. С. 40-43.
7. Hareland G.A., Pühr D.P. Baking performance of durum and soft wheat flour in a sponge-dough breaddmaking procedure // Cereal Chemistry. 1998. 75. p. 830-835.
8. Troncone R., Auricchio S. Gluten – sensitive enteropathy (celiac disease) // Food Review International. 1991. 7. p. 205.
9. Vassiljevic S., Banasik O.J. Quality testing methods for durum wheat and its products // Fargo (USA). 1980. 134 p.

References

1. Bebyakin V.M., Vinokurova L.T. Smesitel'naya cennost' vysokokachestvennyh sortov yarovoj myagkoj pshenicy dlya celej selekcii [Mixing value of the high qualitative spring bread wheat varieties for breeding purposes] // Doklady RASKHN. 2003. № 4. S. 3-5.

2. Vasil'chuk N.S., Gaponov S.N., Eremenko L.V., Parshikova T.M. Ocenka prochnosti klejkoviny v processe selekcii tverdoj pshenicy (*Triticum durum* Desf.) [Estimation of gluten strength in the process of durum wheat breeding (*Triticum durum* Desf.)] // Agrarnyj vestnik YUgo-Vostoka. 2009. № 3. S. 34-39.
3. Golik V.S., Alad'in V.S., Kuchumova L.P., Kravec L.P., Parhomenko R.G. Sozdanie sortov tverdoj pshenicy dvuhstoronnego ispol'zovaniya [Development of the durum wheat varieties for double use] // Doklady VASKHNIL. 1985. № 2. S. 12-14.
4. Mal'chikov P.N., Myasnikova M.G. Soderzhanie zhelytyh pigmentov v zerne tverdoj pshenicy (*Triticum durum* Desf.): biosintez, geneticheskij kontrol', markernaya selekciya [Content of yellow pigments in durum wheat (*Triticum durum* Desf.): biosynthesis, genetic control, marker selection] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. T. 24. № 5. 2020. S. 501-511.
5. Mart'yanova A.I., Pishchugina E.P. Probnaya laboratornaya vypechka hleba – pryamoj i nadezhnyj sposob ocenki kachestva zerna pshenicy [Experimental laboratory baking of bread is a direct and reliable way to evaluate the quality of wheat grain] // Zernovye kul'tury. 2001. № 2. S. 28-30.
6. SHabolkina E.N., Mal'chikov P.N., Myasnikova M.G. Tekhnologicheskie i hlebopekarnye kachestva tverdoj pshenicy [Technological and baking qualities of durum wheat] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. № 5(53). 2017. S. 40-43.
7. Hareland G.A., Puhr D.P. Baking performance of durum and soft wheat flour in a sponge-dough breaddmaking procedure // Cereal Chemistry. 1998. 75. p. 830-835.
8. Troncone R., Auricchio S. Gluten – sensitive enteropathy (celiac disease) // Food Review International. 1991. 7. p. 205.
9. Vassiljevic S., Banasik O.J. Quality testing methods for durum wheat and its products // Fargo (USA). 1980. 134 p.

Поступила: 17.02.21; принята к публикации: 8.04.21.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Шаболкина Е.Н. – концептуализация исследования, сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Анисимкина Н.А. – выполнение лабораторных опытов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.