

Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции

УДК 633.11: 664.788 + 664.668.9

DOI:10.31857/S2500-2627-2020-1-66-71

МУКОМОЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ЗЕРНА СОРТОВ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТООБРАЗЦОВ ТВЕРДОЙ ОЗИМОЙ И ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Р.Х. Кандроков¹, кандидат технических наук, **М.Ш. Бегеулов²**,
В.Н. Игонин², кандидаты сельскохозяйственных наук, **Р.В. Наумович²**, аспирант

¹Московский государственный университет пищевых производств,
125080, Москва, Волоколамское шоссе, 11

²Российский государственный аграрный университет – МСХА имени
К.А. Тимирязева, 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 47
E-mail: nart132007@mail.ru

Исследованы мукомольные свойства зерна 5 сортов и сортообразцов твердой озимой и яровой пшеницы: Победа 70, Донская элегия, Безенчукская Нива, Триада, Николаша, выращенных в Московской и Орловской областях. Особый интерес представляет сортообразец твердой озимой пшеницы Победа 70, созданный в лаборатории селекции и семеноводства полевых культур РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и характеризующийся высокой зимостойкостью и урожайностью (до 7 т/га). Размол исходных образцов проводили по развитой технологической схеме с включением драных, ситовечных и шлифовочных, а также вымольной систем. Анализ показателей качества продуктов переработки представленных сортов и сортообразцов (макаронной крупки, полукрупки и муки второго сорта) показал, что из пяти образцов твердой пшеницы три обладают отличными мукомольными свойствами, один образец – хорошими мукомольными свойствами и еще один образец – удовлетворительными. Выход муки высшего сорта для макаронных изделий по ГОСТ 31463-2012 в образцах твердой пшеницы составил 56,1-68% при общем выходе макаронной крупки и муки 80,0-86,5%. Лучшими мукомольными свойствами обладало зерно сортообразцов твердой яровой пшеницы Триада и твердой озимой пшеницы Победа 70 (Орловская область), из которого удалось получить 68 и 67% муки высшего сорта для макаронных изделий (по показателю зольности) при общем выходе муки 82,9 и 84,5% соответственно. Худшие мукомольные свойства отмечены у зерна сорта твердой яровой пшеницы Николаша, выращенного в условиях Московского региона, из которого не удалось получить муки высшего сорта для макаронных изделий.

THE MILLING PROPERTIES OF GRAIN VARIETIES AND PROMISING VARIETIES OF SOLID WINTER AND SPRING WHEAT

Kandrokov R.H.^{1,2}, Begeulov M.Sh.², Igonin V.N.², Naumovich R.V.²

¹Moscow State University of Food Production,
125080, Moscow, Volokolamskoye shosse, 11

²Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazeva,
127550, Moskva, ul. Timiryazevskaya, 47
E-mail: nart132007@mail.ru

Milling properties of grain of 5 varieties and varieties of solid winter and spring wheat were studied: Victory 70, Don Elegy, Bezenchukskaya Niva, Triada, Nikolasha, grown in the Moscow and Orel regions. Of particular interest is the variety of hard winter wheat Pobeda 70, created in the laboratory of breeding and seed production of field crops of the RSAU-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, and characterized by high winter hardiness and yield (up to 7 t / ha). The grinding of the initial samples was carried out according to the developed technological scheme with the inclusion of torn, grate and sanding systems, as well as the effluent system. Analysis of the quality indicators of the processed products of the presented varieties and variety samples (macaroni groats, half-cuts and second-grade flour) showed that, of the seven samples of durum wheat, five have excellent milling properties, one sample has good milling properties, and another sample is satisfactory. The yield of the highest-grade flour for pasta according to GOST 31463-2012 in the presented samples of durum wheat was 56.1-68%, with the total yield of pasta grains and flour from 80.0 to 86.5%. The best flour-grinding properties were the grain of variety samples of solid spring wheat Triad and hard winter wheat Pobeda 70, grown in conditions of the Oryol region, from which 68 and 67% high-grade flour for pasta were obtained (in terms of ash content) with a total flour yield of 82.9 and 84.5%, respectively. The worst flour-milling properties were the grain of the hard spring wheat Nikolash, grown in the conditions of the Moscow region, from which it was not possible to obtain top-grade flour for pasta.

Ключевые слова: твердая пшеница, помол, макаронная крупка, извлечение, выход, качество, зольность

Key words: hard wheat, grind, yield, quality, macaroni, extraction, ash content

Обеспечение качественными продуктами питания – одно из требований социального достатка и здоровья населения. Чем выше его уровень, тем больше востребованность в потребительской корзине качественных и натуральных продуктов питания. Макароны изде-

лия (макароны), выработанные из муки зерна твердой пшеницы, являются продуктами не только здорового, но и составной частью диетического питания благодаря находящимся в них органическим соединениям. Зерно твердой пшеницы богато витаминами и минералами

[1]. Мука из твердой пшеницы и макаронные изделия из нее имеют более низкие значения гликемического индекса, чем из мягкой пшеницы, легко усваиваются, а активные углеводы и полезные минеральные вещества улучшают пищеварение и обмен веществ, что положительно сказывается на здоровье человека [2, 3].

Следует отметить, что спрос на твердую пшеницу в России растет, но объем производимого товарного зерна явно недостаточен для обеспечения населения высококачественными макаронными изделиями и зависит от года урожая и условий выращивания [4]. Годовая потребность Российской Федерации в зерне твердой пшеницы, по оценкам специалистов, составляет около 2 млн т. При этом объем валового сбора твердой пшеницы, по разным оценкам, не превышает 500 тыс. т, хотя по стоимости она превосходит мягкую пшеницу в 1,5-2 раза.

Исследования зарубежных ученых за последние десять лет в основном связаны с влиянием климатических условий на урожайность зерна твердой и мягкой пшеницы, его санитарное состояние [5-13]. Со стороны сельхозпроизводителей различных регионов нашей страны также возрастает интерес к производству твердой озимой и яровой пшеницы.

Зерно твердой пшеницы обладает способностью давать муку высоких сортов (крупку и полукрупку) с наибольшим выходом при оптимальных условиях переработки и наименьших затратах энергии. Мукомольные свойства зерна характеризует комплекс показателей: количество и качество извлеченных крупок; степень вымалываемости; общий выход муки и ее качество; выход и качество муки высоких сортов (высшего и первого); расход электроэнергии на производство 1 т муки. Эти показатели зависят от соотношения составных частей пшеницы (эндосперма, алейронового слоя, зародыша и оболочек), а также от стекловидности, натуры, массы 1000 зерен, количества и качества клейковины, влажности и зольности исходного зерна. Исследование технологических (мукомольных) свойств зерна сортов и перспективных сортообразцов озимой твердой и яровой пшеницы будет способствовать расширению ассортимента исходного сырья при подготовке помольных партий для переработки на мукомольных предприятиях. Кроме того, твердая пшеница более дорогостоящая, чем мягкая, и обладает повышенным экспортным спросом.

Цель настоящей работы – изучение мукомольных свойств зерна сортов и перспективных сортообразцов твердой озимой и яровой пшеницы, выращенных в Московской и Орловской областях, для их возможного использования на макаронные изделия.

Методика. Изучены мукомольные свойства зерна твердой яровой пшеницы сорта Николаша и сортообразца твердой озимой пшеницы Победа 70 (на разных фонах минерального питания), выращенного в условиях селекционной станции имени П.И. Лисицына РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева. Основное минеральное удобрение под твердую озимую пшеницу вносили после вспашки, под предпосевную культивацию – в форме азофоски $N_{16}P_{16}K_{16}$ (200 кг/га физической массы). Первую ранневесеннюю подкормку аммиачной селитрой N_{75} проводили в период начала отрастания растений; вторую азотную подкормку N_{35} – в конце фазы выхода в трубку (стадия ВВСН 32-35 – международная шкала стадий развития зерновых). На втором фоне минерального питания озимой пшеницы Победа 70 вносили третью азотную подкормку

N_{35} в фазе колошения. Система минерального питания твердой яровой пшеницы сорта Николаша состояла из предпосевного внесения азофоски $N_{16}P_{16}K_{16}$ (200 кг/га физической массы) и азотной подкормки N_{50} в фазе кущения. Определяли также мукомольные свойства зерна сортов твердой яровой пшеницы Донская элегия, Безенчукская Нива и сортообразцов твердой яровой пшеницы Триада, твердой озимой пшеницы Победа 70, выращенных в Орловской области (Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур). Основное минеральное удобрение под озимую пшеницу сорта Победа 70 вносили осенью, в виде диаммофоски $N_{10}P_{26}K_{26}$ (150 кг/га физической массы). Первую ранневесеннюю подкормку аммиачной селитрой N_{75} проводили в период начала отрастания растений; вторую подкормку азофоской $N_{16}P_{16}K_{16}$ – в конце фазы выхода в трубку. Под твердую яровую пшеницу вносили основное удобрение в виде диаммофоски $N_{10}P_{26}K_{26}$ (150 кг/га физической массы), азотную подкормку аммиачной селитрой N_{50} проводили в фазе кущения [14, 15].

Экспериментальные исследования проведены в отделе комплексной переработки и безопасности зерна и зернопродуктов ВНИИ зерна – филиале Федерального научного центра пищевых систем имени В.М. Горбатова РАН. Объект исследования – 5 сортов и сортообразцов твердой озимой и яровой пшеницы: Победа 70, Донская элегия, Безенчукская Нива, Триада, Николаша. Исходные показатели качества зерна твердой пшеницы представлены в табл. 1. Физико-химические свойства зерна определяли в соответствии с действующими стандартами на методы анализа.

Поскольку исследуемые образцы содержали минимальное количество сорной и зерновой примеси, технологический процесс подготовки зерна озимой твердой пшеницы к помолу включал только гидротермическую обработку: зерно увлажняли до 16,0-16,5% и отвлаживали в течение 12 ч [16].

Потенциальные мукомольные свойства зерна всех сортов и сортообразцов твердой озимой и яровой пшеницы исследовали по усовершенствованной развитой технологической схеме, разработанной во ВНИИ зерна – филиале ФНЦ пищевых систем имени В.М. Горбатова РАН. Схема включает 6 драных, 3 шлифовочных, 3 ситовеечных и 1 вымольную систему [17]. Измельчение осуществляли на размоло-сортирующем агрегате РСА-4 (Россия). На всех системах технологической схемы переработки зерна озимой твердой пшеницы использовали рифленые вальцы с расположением рифлей острие по острию. Параметры и режимы измельчения на вальцовых станках для всех сортов твердой озимой пшеницы оставались неизменными. Просеивание измельченного зерна проводили на лабораторном отсеиве, обогащение промежуточных продуктов размолы – на лабораторной ситовеечной машине. Набор сит и скорость воздушного потока ситовеечной машины подбирали для каждой фракции в зависимости от крупности обогащаемого продукта. Параметры и режимы измельчения соответствовали рекомендованным правилами организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах для макаронных помолов твердой пшеницы. Зольность продуктов переработки зерна твердой пшеницы определяли по ГОСТ 27494-2016, влажность – по ГОСТ 13586.5-2015.

Результаты и обсуждение. Лабораторные помолы для определения потенциальных мукомольных свойств исходных 5 сортов и сортообразцов зерна твердой пшеницы проводили для каждого образца отдельно, с

Табл. 1. Физико-химические свойства зерна твердой пшеницы

№	Сорт или сортообразец	Биологическая форма	Нагура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Общая стекловидность, %	Число падения, с	Массовая доля белка, %	Массовая доля сырой клейковины, %	Качество сырой клейковины	
									ед. прибора ИДК	группа
Московская область										
1	Сорт Николаша	Яровая	824	46	36	476	9,3	21,2	89	II
2	Сортообразец Победа 70*	Озимая	813	50	89	252	10,9	22,0	82	II
3	Сортообразец Победа 70**		802	51	94	214	11,5	23,8	78	II
Орловская область										
4	Сорт Донская элегия	Яровая	809	54	93	350	13,6	28,2	78	II
5	Сорт Безенчукская Нива		812	55	94	405	12,8	27,4	80	II
6	Сортообразец Триада		805	49	89	433	11,7	24,2	-	III
7	Сортообразец Победа 70	Озимая	804	57	98	256	14,7	31,6	88	II

*При внесении $N_{32}P_{32}K_{32} + N_{75} + N_{35} + N_0$.
 ** $N_{32}P_{32}K_{32} + N_{75} + N_{35} + N_{35}$.

Табл. 2. Извлечение промежуточных продуктов переработки на драных системах из зерна сортов и сортообразцов твердой пшеницы

Сорт или сортообразец	Извлечение на системе, %			Общее извлечение, %
	первой	второй	третьей	
Московская область				
Сорт Николаша	46,3	38,8	42,5	75,9
Сортообразец Победа 70*	25,9	41,8	50,3	78,6
Сортообразец Победа 70**	23,7	39,0	53,3	78,3
Орловская область				
Сорт Донская элегия	19,7	40,2	50,9	76,4
Сорт Безенчукская Нива	25,8	40,6	51,6	79,4
Сортообразец Триада	26,8	41,4	50,3	78,7
Сортообразец Победа 70	21,9	43,0	49,5	77,5

*При внесении $N_{32}P_{32}K_{32} + N_{75} + N_{35} + N_0$.
 ** $N_{32}P_{32}K_{32} + N_{75} + N_{35} + N_{35}$.

Табл. 3. Извлечение промежуточных продуктов переработки на шлифовочных системах из зерна сортов и сортообразцов твердой пшеницы

Сорт или сортообразец	Извлечение на системе, %			Общее извлечение, %
	первой	второй	третьей	
Московская область				
Сорт Николаша	60,7	66,3	34,4	91,3
Сортообразец Победа 70*	55,6	60,8	41,1	89,8
Сортообразец Победа 70**	63,1	66,3	40,0	92,5
Орловская область				
Сорт Донская элегия	49,2	66,9	40,7	90,0
Сорт Безенчукская Нива	56,9	62,0	40,4	90,2
Сортообразец Триада	61,8	67,0	27,0	90,8
Сортообразец Победа 70	56,4	63,7	40,8	90,6

*При внесении $N_{32}P_{32}K_{32} + N_{75} + N_{35} + N_0$.
 ** $N_{32}P_{32}K_{32} + N_{75} + N_{35} + N_{35}$.

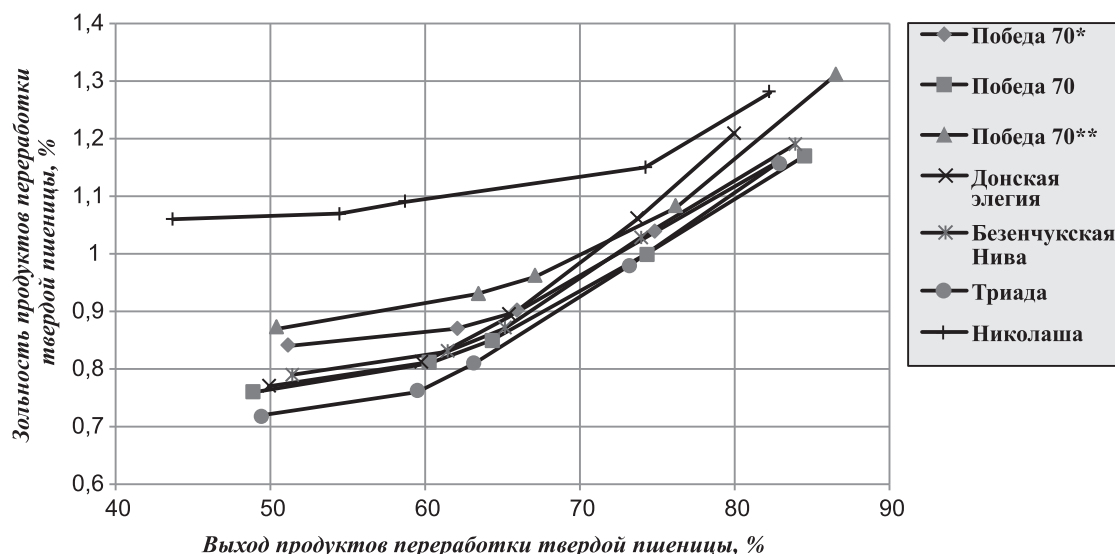
получением четырех продуктов измельчения: макаронной крупки размером 315-560 мкм, макаронной крупки размером 220-315 мкм, муки второго сорта (проход 220 мкм) и отрубей.

Режимы извлечения промежуточных продуктов переработки сортов и сортообразцов зерна озимой твердой пшеницы составили на первой драной системе

19,7-46,3%, на второй – 38,8-43,0% и на третьей – 42,5-53,3% (табл. 2). Суммарное извлечение промежуточных продуктов измельчения на всех драных системах было повышенным, что свидетельствует о хорошем процессе крупобразования, и составляло 75,9-79,4%. Извлечение на 1-й шлифовочной системе соответствовало 49,2-63,1%, на 2-й – 60,8-67,0% и на 3-й – 27,0-41,1% (табл. 3).

Табл. 4. Выход и качество продуктов переработки из зерна сортов и перспективных сортообразцов твердой озимой и яровой пшеницы

Продукт	Выход, %	Зольность, %
Московская область		
<i>Помол №1, сорт Николаша</i>		
Крупка	54,5	1,04
Мука 2 сорта	27,8	1,71
Отруби	17,7	5,81
<i>Помол №2, сортообразец Победа 70*</i>		
Крупка	62	0,87
Мука 2 сорта	20,8	1,32
Отруби	17,2	5,42
<i>Помол №3, сортообразец Победа 70**</i>		
Крупка	63,3	0,93
Мука 2 сорта	23,2	2,33
Отруби	13,5	5,76
Орловская область		
<i>Помол №4, сорт Донская элегия</i>		
Крупка	59,8	0,81
Мука 2 сорта	20,2	2,38
Отруби	20	5,74
<i>Помол №5, Сорт Безенчукская Нива</i>		
Крупка	61,4	0,83
Мука 2 сорта	22,5	2,18
Отруби	16,1	5,33
<i>Помол №6, сортообразец Триада</i>		
Крупка	59,5	0,76
Мука 2 сорта	23,4	2,17
Отруби	17,1	5,55
<i>Помол №7, сортообразец Победа 70</i>		
Крупка	59,3	0,83
Мука 2 сорта	24,2	1,96
Отруби	15,4	5,42
*При внесении $N_{32}P_{32}K_{32} + N_{75} + N_{35} + N_0$.		
** $N_{32}P_{32}K_{32} + N_{75} + N_{35} + N_{35}$.		



Кумулятивные кривые зольности продуктов переработки твердой озимой и яровой пшеницы.

*При внесении $N_{32}P_{32}K_{32} + N_{75} + N_{35} + N_{\sigma}$
 ** $N_{32}P_{32}K_{32} + N_{75} + N_{35} + N_{35}$

Данные табл. 4 и кумулятивные кривые зольности продуктов переработки из зерна сортов и сортообразцов твердой пшеницы (рис.) показывают высокий общий выход макаронной крупки и муки для образцов, который составил 80,0-86,5%. При этом самый высокий выход муки для макаронных изделий, отвечающей по показателю зольности требованиям, предъявляемым ГОСТ 31463-2012 к муке высшего сорта, удалось получить из зерна сортообразцов твердой яровой пшеницы Триада (68%) и твердой озимой пшеницы Победа 70 (67%) в условиях Орловской области.

Выход муки высшего сорта для макаронных изделий для остальных сортов и сортообразцов составил: из зерна сортообразцов Победа 70* – 65,2%, Победа 70** – 56,1%, из зерна сортов Донская элегия – 65,8%, Безенчукская Нива – 67,5% при условии доведения зольности муки до величины, регламентируемой стандартом для муки высшего сорта (не более 0,90%). Из зерна твердой яровой пшеницы сорта Николаша, выращенного в условиях Московской области, не удалось получить муки высшего сорта для макаронных изделий, а только муку первого сорта (77,5%).

Таким образом, из пяти изученных сортов и сортообразцов твердой озимой и яровой пшеницы, выращенных в Московской и Орловской областях, три обладают отличными мукомольными свойствами и могут быть рекомендованы как для самостоятельной переработки в муку для макаронных изделий, так и для подсортировки в качестве улучшителя при составлении помольных партий на мукомольных заводах. Сравнительный анализ технологических свойств зерна сортообразца высокозимостойкой твердой озимой пшеницы Победа 70 селекции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, характеризующегося повышенной урожайностью (до 7 т/га), позволяет сделать вывод о его отличных мукомольных свойствах в сравнении с другими сортами и сортообразцами. Этот сортообразец можно рекомендовать для районирования в разных регионах РФ, в том числе и в Центральном федеральном округе.

Суммарное извлечение промежуточных продуктов измельчения сортов и сортообразцов твердой пшеницы на первой-третьей драных системах составило 75,9-79,4%, что свидетельствует о хорошем процессе крупобразования.

Выход муки для макаронных изделий, отвечающей по показателю зольности требованиям, предъявляемым ГОСТ 31463-2012 к муке высшего сорта, в образцах из зерна твердой пшеницы составил 56,1-68% при общем выходе макаронной крупки и муки 80,0-86,5%.

Лучшими мукомольными свойствами обладает зерно сортообразцов твердой яровой пшеницы Триада и твердой озимой пшеницы Победа 70, выращенное в Орловской области, из которого удалось получить 68 и 67% муки высшего сорта для макаронных изделий при общем выходе 82,9 и 84,5% соответственно.

Худшими мукомольными свойствами обладает зерно твердой яровой пшеницы сорта Николаша, выращенное в условиях Московской области, из которого не удалось получить муки высшего сорта для макаронных изделий.

Литература

1. Ткачев А.В. Производство макарон: проблемы и задачи // *Хлебопродукты*. – 2012. – №10. – С. 16-17.
2. Скурихин И.М., Тутельян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: Справочник /Под редакцией А.В. Ткачева. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 276 с.
3. Самофалова Н.Е., Иличкина Н.П., Леценко М.А. Состояние и задачи селекции твердой озимой пшеницы в изменяющихся условиях климата // *Аграрный вестник Урала*. – 2015. – № 12 (142). – С. 18-23.
4. Сандакова Г.Н. Макароны свойства различных сортов твердой пшеницы в природно-климатических зонах Оренбургской области // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2018. – № 5 (73). – С. 67-70.
5. Rebolleda S., Beltrán S., Sanz M.T., González-Sanjosé

- M.L. *Supercritical fluid extraction of wheat bran oil: study of extraction yield and oil quality* // *European Journal of Lipid Science and Technology*. – 2014. – Т. 116. – № 3. – С. 319-327.
6. Mishra C.N., Tiwari V., Kumar A., Sharma I. *Yield and nutrients content of two contrasting (spring and winter) crossed ecotypes of whea* // *Bangladesh Journal of Botany*. – 2017. – Т. 46. – № 1. – С. 179-185.
 7. AL-Ghumaiz N.S. *Yield performance quality of eight wheat genotypes under organic and conventional farming system in Saudi Arabia* // *Journal of International Scientific Publications: Agriculture & Food*. – 2014. – Т. 2. – С. 20-24.
 8. Torrion J.A., Stougaard R.N. *Impacts and limits of irrigation water management on wheat yield and quality* // *Crop Science*. – 2017. – Т. 57. – № 6. – С. 3239-3251.
 9. Calzarano F., Stagnari F., D'egidio S., Pagnani G., Galieni A., Pisante M., Di Marco S., Metruccio E.G. *Durum wheat quality, yield and sanitary status under conservation agriculture* // *Agriculture*. – 2018. – Т. 8. – № 9. – С. 140.
 10. Bilgin O., Başer İ., Korkut K.Z., Guzmán C., Crossa J. *Evaluation of grain yield and quality traits of bread wheat genotypes cultivated in northwest Turke*. // *Crop Science*. – 2016. Т. 56. – № 1. – С. 73-84.
 11. Kenzhebayeva S.S., Doktyrbay G., Omirbekova N.Z., Tashenev D.K., Capstaff N.M., Miller A.J., Sarsu F., Eilam T. *Searching a spring wheat mutation resource for correlations between yield grain size, and quality parameters* // *Journal of Crop Improvement*. – 2017. – Т. 31. – № 2. – С. 209-228.
 12. Barron C., Samson M.F., Lullien-Pellerin V., Rouau X. *Wheat grain tissue proportions in milling fraction using biochemical marker measurements: application to different wheat cultivars*. // *Journal of Cereal Science*. – 2011. – Т. 53. – № 3. – С. 306-311.
 13. Ji H., Xiao L., Xia Y., Song H., Liu B., Tang L., Cao W., Zhu Y., Liu L. *Effects of jointing and booting low temperature stresses grain yield and yield components in wheat*. // *Agricultural and Forest Meteorology*. – 2017. – Т. 243. – С. 33-42.
 14. Бегеулов М.Ш., Игонин В.Н. *Физико-химические свойства зерна перспективного сортообразца озимой твёрдой пшеницы Победа 70* // *Доклады ТСХА: Сборник статей*. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА. – 2017. – Вып. 289. – Ч.1. – С. 114-116.
 15. Наумович Р.В., Бегеулов М.Ш., Игонин В.Н. *Технологические свойства зерна перспективных сортообразцов мягкой и твердой озимой пшеницы* // *Материалы международной научной конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 150-летию со дня рождения В.П. Горячкина, 2018*. – С. 178-182.
 16. Кандроков Р.Х., Дулаев В.Г., Шнейдер Д.В., Казеннова Н.К. *Влияние содержания белозерной пшеницы в твердой пшенице на выход и качество муки и макаронных изделий* // *Хлебопродукты*. – 2011. – № 5. – С. 52-53.
 17. Дулаев В.Г., Кандроков Р.Х. *Фракционная технология производства макаронной муки из твердой пшеницы* // *Хлебопродукты*. – 2009. – № 10. – С. 50-52.

Поступила в редакцию 06.05.19
 После доработки 17.08.19
 Принята к публикации 02.09.19