

# ПЕРЕРАБОТКА ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 664.7:62-98

С.Ю. Бузоверов, В.И. Лобанов, Н.С. Протасов  
S.Yu. Buzoverov, V.I. Lobanov, N.S. Protasov

## ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ УВЛАЖНЕНИЯ ЗЕРНА В ПРОЦЕССЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА КАЧЕСТВО И ВЫХОД МУКИ

### THE EFFECT OF GRAIN MOISTENING DEGREE DURING HYDROTHERMAL TREATMENT ON FLOUR QUALITY AND EXTRACTION

**Ключевые слова:** мукомольная промышленность, переработка зерна, гидротермическая обработка, увлажнение, вакуум, давление.

увлажняющего шнека без пульсаций вакуума и без пульсаций давления влажность зерна пшеницы достигает значения 16,48 лишь на восьмой минуте.

Одним из приемов, позволяющих улучшить технологические свойства зерна, поступающего в переработку, является гидротермическая обработка (ГТО). Основными факторами холодного кондиционирования, воздействующими на технологические свойства зерна пшеницы, являются степень увлажнения и длительность отволаживания зерна. При этом на эффективность процесса ГТО существенное влияние оказывает интенсивность увлажнения зерна. Одним из направлений исследования процесса гидротермической обработки пшеницы является поиск способов интенсивного увлажнения зерна, позволяющих сократить технологический цикл производства муки за счет уменьшения времени отволаживания, при этом нельзя допускать снижения выходов и ухудшения качества получаемой муки. Целью исследований является изучение влияния степени увлажнения зерна на качество и выход муки путем модернизация шнека интенсивного увлажнения, выполненного в виде спирали. Основной задачей исследований являлось определение влияния влажности зерна перед I драной системой на выход муки и основные показатели ее качества. Проведенные экспериментальные исследования показали, что создание пульсирующего вакуума и последующего пульсирующего давления в полости увлажняющего шнека значительно ускоряет процесс увлажнения зерна пшеницы. Как видно из приведенных зависимостей, зерно в течение первых 15-30 с достигает оптимальных значений влажности 16,4%, тогда как при увлажнении зерна в той же полости

**Keywords:** flour milling industry, grain processing, hydrothermal treatment, moistening, vacuum, pressure.

One of the techniques that improve processable properties of grain entering the processing line is hydrothermal treatment (HTT). The main factors of cold conditioning which affects the processable properties of wheat grain are the degree of moistening and tempering duration. HTT efficiency is greatly affected by the intensity of grain moistening. One of the research directions in wheat grain HTT is the search for the techniques of intensive grain moistening that would enable to reduce the technological cycle of flour production by reducing tempering time, while flour extraction neither cannot be reduced, nor flour quality be deteriorated. The research goal is to study the effect of grain moistening degree on flour quality and extraction by upgrading the auger of intensive moistening made in a spiral form. The research objective was to determine the effect of grain moisture before the 1st break system on flour extraction and the main quality indices. The experimental studies have shown that the creation of pulsed vacuum and subsequent pulsed pressure in the chamber of the moistening auger greatly accelerates wheat grain moistening and, as seen from the determined dependences, the grain reaches the optimum moisture values of 16.4% during the first 15...30 seconds, while grain moistening in the same chamber of the moistening auger without pulsed vacuum and pressure ensures grain moisture content of 16.48% on the eighth minute only.

**Бузоверов Сергей Юрьевич**, к.с.-х.н., доцент, каф. «Механизация производства и переработки сельскохозяйственной продукции», Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-80-56. E-mail: s-buzoverov@mail.ru.

**Лобанов Владимир Иванович**, к.т.н., доцент, каф. «Механизация производства и переработки сельскохозяйственной продукции», Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-80-56. E-mail: s-buzoverov@mail.ru.

**Buzoverov Sergey Yuryevich**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agricultural Production and Processing Mechanization, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-80-56. E-mail: s-buzoverov@mail.ru.

**Lobanov Vladimir Ivanovich**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agricultural Production and Processing Mechanization, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-80-56. E-mail: s-buzoverov@mail.ru.

**Протасов Николай Сергеевич**, аспирант, каф. «Механизация производства и переработки сельскохозяйственной продукции», Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-80-56. E-mail: protasow.n@mail.ru.

**Protasov Nikolay Sergeyeovich**, post-graduate student, Chair of Agricultural Production and Processing Mechanization, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-80-56. E-mail: protasow.n@mail.ru.

Производство зерна – ведущая отрасль сельского хозяйства нашей страны. Это связано с тем, что зерновые продукты являются не только непосредственными продуктами питания (в виде хлеба, круп и т. д.), но и основной кормовой базой для животных. Непосредственно в пищу человек ежегодно потребляет около 140 кг различных продуктов из зерна. Главная ценность злаков для человека заключается в их плодах, богатых крахмалом, перерабатываемых в муку и крупу.

Древнейшими культурными злаками являются пшеница, ячмень, рис и просо. Пшеница, которая у нас считается важнейшей культурой, в XVI-XVIII вв. занимала самое скромное положение. Однако уже 170 лет назад были оценены ее достоинства и особенное значение для экспорта.

Одним из приемов, позволяющих улучшить технологические свойства зерна, поступающего в переработку, является гидротермическая обработка (ГТО). Все существующие методы ГТО можно в общем виде разделить на три группы [1]:

- 1) обработка зерна только водой;
- 2) обработка зерна только теплом;
- 3) совместная обработка водой и теплом.

Первая группа широко применяется в мукомольной промышленности. Это, так называемое, холодное кондиционирование зерна. Основными факторами холодного кондиционирования, воздействующими на технологические свойства зерна пшеницы, являются степень увлажнения и длительность отволаживания зерна. При этом на эффективность процесса ГТО существенное влияние оказывает степень увлажнения зерна. Производство пшеничной муки в нашей стране развито достаточно сильно. По информации Росстата на 1 января 2017 г., производством муки в стране занималось 495 средних и крупных и 1662 малых предприятия. На этих предприятиях актуальна проблема нехватки площадей под необходимое число бункеров для отволаживания зерна, следствием этого является снижение выходов муки, в результате чего снижается конкурентоспособность мельниц малой мощности [2].

#### Материал и методы исследований

Одним из направлений исследования процесса гидротермической обработки пшеницы является поиск способов интенсивного увлажнения зерна, позволяющих сократить технологический цикл производства муки за счет уменьшения времени отволаживания. При этом нельзя допускать снижения выходов и ухудшения качества получаемой муки.

**Целью** исследований является изучение влияния степени увлажнения зерна на качество и выход муки

путем модернизации шнека интенсивного увлажнения, выполненного в виде спирали.

Основной **задачей** исследований являлось определение влияния влажности зерна перед I драной системой на выход муки и основные показатели ее качества.

#### Результаты исследований

Для проведения опытов на кафедре механизации производства и переработки сельскохозяйственной продукции Алтайского ГАУ была разработана и изготовлена следующая экспериментальная установка (рис. 1) [3-5].

В целях уменьшения потерь давления и вакуума, при проведении экспериментальных исследований, установка была упрощена тем, что загрузка зерна в нее и его выгрузка проводились порциями, при этом загрузочное и выгрузное устройство надежно герметизировали рабочую область шнека от окружающей среды.

Экспериментальная установка работает следующим образом. Приводим в действие шнек 20 при помощи электродвигателя 4 и редуктора 5. Далее загружаем зерно через загрузочное устройство 7, герметично закрываем его. Приводим в действие вакуумный насос 3 электродвигателем 2. Открываем кран 10 пульсатора вакуума 12. Открываем кран 10 вакуумметра 11. При достижении вакуума  $-0,6(-0,8)$  кг/см<sup>2</sup> включаем насос-дозиметр 18 подачи порции воды на заданный объем зерна. Далее увлажненное зерно перемешивается, при этом замеряется время вакуумирования и насыщения влагой зерна. Через определенное количество времени выключаем вакуумный насос 3, закрываем кран вакуумметра и кран пульсатора вакуума 12. Далее открываем кран манометра 16 и кран пульсатора давления 15, включаем компрессор 22. Воздух подается в корпус 19 через пульсатор давления 15. При этом замеряем время насыщения зерна влагой. По истечении определенного времени выключаем кран 10 пульсатора давления 15 и компрессор 22. Открываем кран 8 сообщения полости шнека с атмосферой. При работающем шнеке открываем выгрузное отверстие 21 и собираем зерно в емкость. Далее замеряем влажность зерна влагомером.

*Данные по анализу влияния увлажнения зерна на качество и выход муки.* Эффективность технологических процессов производства муки и крупы определяется уровнем использования зерна, а также качеством вырабатываемой из него муки. На эффективность переработки зерна в муку оказывают влияние технологические свойства перерабатываемого зерна, структура и режимы технологического процесса на мукомольном и крупяном заводах, состав технологического и транспортного оборудования.

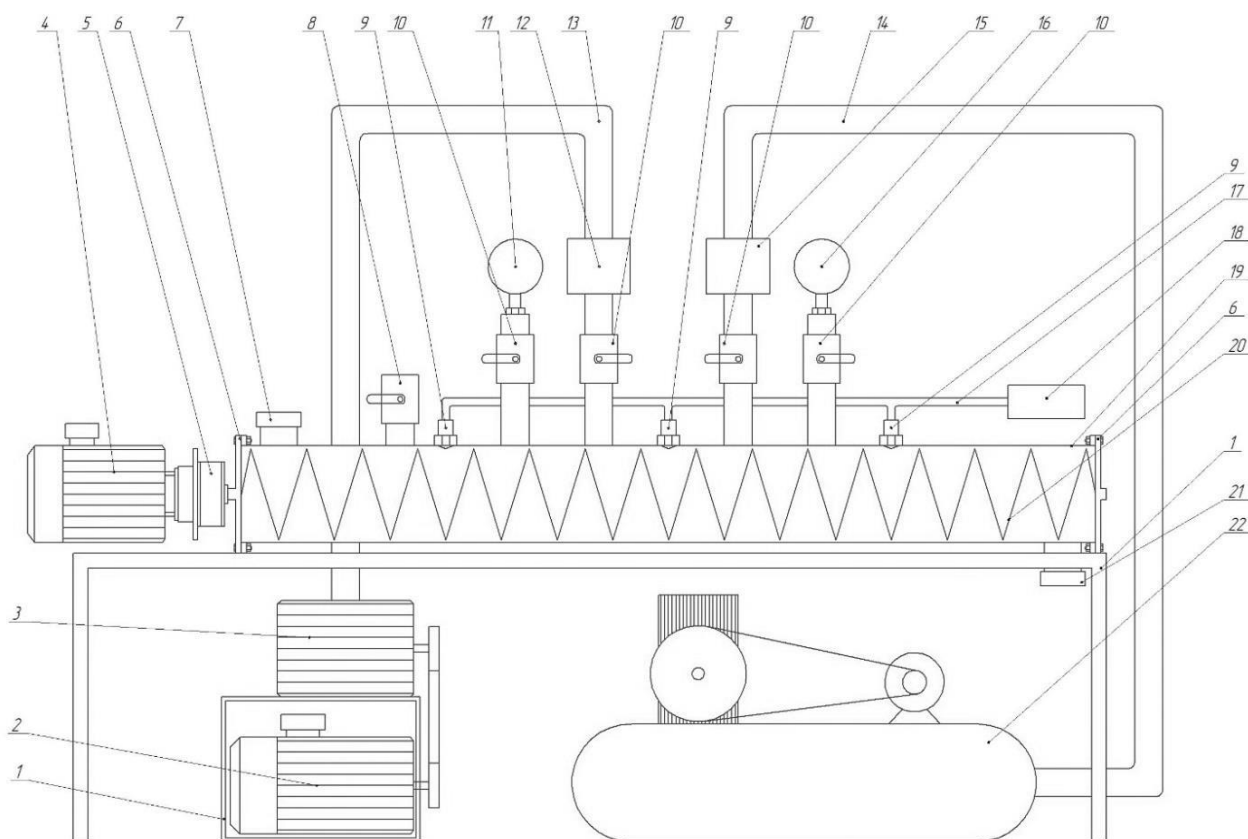


Рис. 1. Экспериментальная установка для увлажнения зерна:

- 1 – рама; 2, 4 – электродвигатель; 3 – вакуумный насос; 5 – редуктор;  
 6 – фланец; 7 – загрузочное отверстие; 8 – кран сообщения полости шнека с атмосферой; 9 – форсунка; 10 – кран;  
 11 – вакуумметр; 12 – пульсатор вакуума; 13 – трубопровод вакуума; 14 – трубопровод давления;  
 15 – пульсатор давления; 16 – манометр; 17 – водяной трубопровод; 18 – насос-дозиметр; 19 – корпус;  
 20 – спиралевидный шнек; 21 – выгрузочное отверстие; 22 – компрессор

Технологические процессы переработки зерна в муку сопровождаются сложными структурно-механическими, физико-химическими и биохимическими изменениями в зерне и готовой продукции. Поэтому знание закономерностей указанных свойств не только составляет сущность изучения технологии мукомольного производства, но и служит основой дальнейшего совершенствования технологических процессов переработки зерна в муку и крупу [6].

**Определение веса зерна пшеницы, потребного для загрузки шнека увлажнения.** Диаметр внутреннего корпуса шнека  $\varnothing_{\text{вн}}=124$  мм. Длина корпуса шнека  $L=730$  мм. Объем корпуса шнека:

$$V_{\text{шн}} = \frac{\pi D^2}{4} * L = \frac{3.14 * 0,124^2}{4} * 0,73 = 0,00881122 \text{ м}^3. \quad (1)$$

Корпус шнека зерном пшеницы будем загружать наполовину для лучшего перемешивания после впрыска воды:

$$\frac{V_{\text{шн}}}{2} = \frac{0,00881122}{2} = 0,00440561 \text{ м}^3. \quad (2)$$

Удельный вес пшеницы –  $q = 760 \text{ кг/м}^3$ .

Потребный вес зерна пшеницы для загрузки в корпус шнека:

$$P \text{ вес пшеницы} = \frac{V_{\text{шн}}}{2} * q = 0,00440561 * 760 = 3,348 \text{ кг}. \quad (3)$$

**Определение расхода воды тремя форсунками.** Для определения количества расходуемой воды каждая форсунка была помещена в мерный стакан. Через определенное время происходил замер впрыскиваемой воды.

Таблица 1  
 Расход воды тремя форсунками

Время впрыска воды, с	Расход воды по форсункам, мл			
	№ 1	№ 2	№ 3	общий
20,51	23	21	22	66
40,63	31	30	30	91
60,47	38	36	38	112
80,57	49	45	50	144
100,52	62	56	56	174
120,57	68	61	66	195
140,53	75	68	70	213
160,65	85	78	80	243
180,54	97	86	82	265
200,65	100	95	91	286

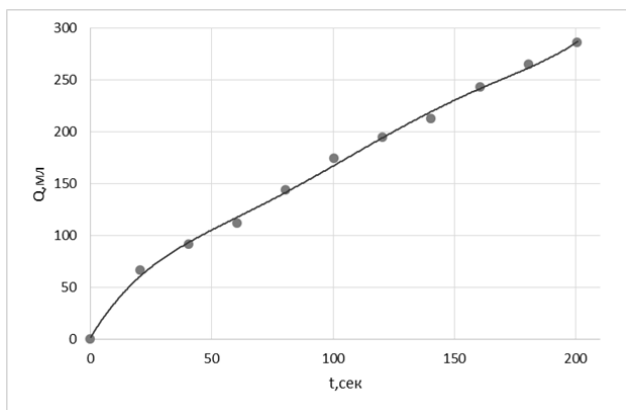


Рис. 2. Зависимость общего расхода воды от времени

На основании полученных данных был построен график расхода воды тремя форсунками (рис. 2).

Определение количества подаваемой воды:

$$N = \frac{W_2 - W_1}{100 - W_1}, \quad (4)$$

где  $W_2$  – требуемая влажность зерна, %;

$W_1$  – начальная влажность зерна, %.

На основании полученных данных мы построили график увлажнения зерна в экспериментальной установке (рис. 3).

Увлажнение зерна в экспериментальной установке (табл. 2).

Таблица 2

Экспериментальные данные по увлажнению зерна

№	Влажность зерна пшеницы, %		
	до увлажнения	после увлажнения	примечания
С пульсирующим вакуумом и пульсирующим давлением			
1	13,15; 13,29	16,92; 17,01	Пульсирующий вакуум – 30 с, пульсирующее давление – 30 с
2	13,51; 13,45	17,01; 16,64	Пульсирующий вакуум – 1 мин., пульсирующее давление – 1 мин.
3	13,33; 12,91	17,16; 16,9	Пульсирующий вакуум – 2 мин., пульсирующее давление – 2 мин.
4	13,27; 13,24	17,9; 17,71	Пульсирующий вакуум – 3 мин., пульсирующее давление – 3 мин.
5	13,19; 12,94	17,72; 17,39	Пульсирующий вакуум – 4 мин., пульсирующее давление – 4 мин.
6	13,42; 13,29	17,62; 17,52	Пульсирующий вакуум – 5 мин., пульсирующее давление – 5 мин.
7	13,16; 13,31	17,8; 18,0	Пульсирующий вакуум – 6 мин., пульсирующее давление – 6 мин.
8	12,52; 12,97	18,37; 18,18	Пульсирующий вакуум – 7 мин., Пульсирующее давление – 7 мин.
Без пульсирующего вакуума и пульсирующего давления			
9	12,44; 12,34	15,90	Увлажнение – 30 с
10	12,7; 12,98	15,99; 16,36	Увлажнение – 1 мин.
11	12,54; 12,48	16,03; 16,06	Увлажнение – 2 мин.
12	13,16; 13,25	16,04; 16,17	Увлажнение – 3 мин.
13	13,11; 13,27	16,25; 16,29	Увлажнение – 4 мин.
14	13,16; 13,38	16,19; 16,4	Увлажнение – 5 мин.
15	13,07; 13,19	16,21; 16,35	Увлажнение – 6 мин.
16	12,84; 13,05	16,31; 16,38	Увлажнение – 7 мин.

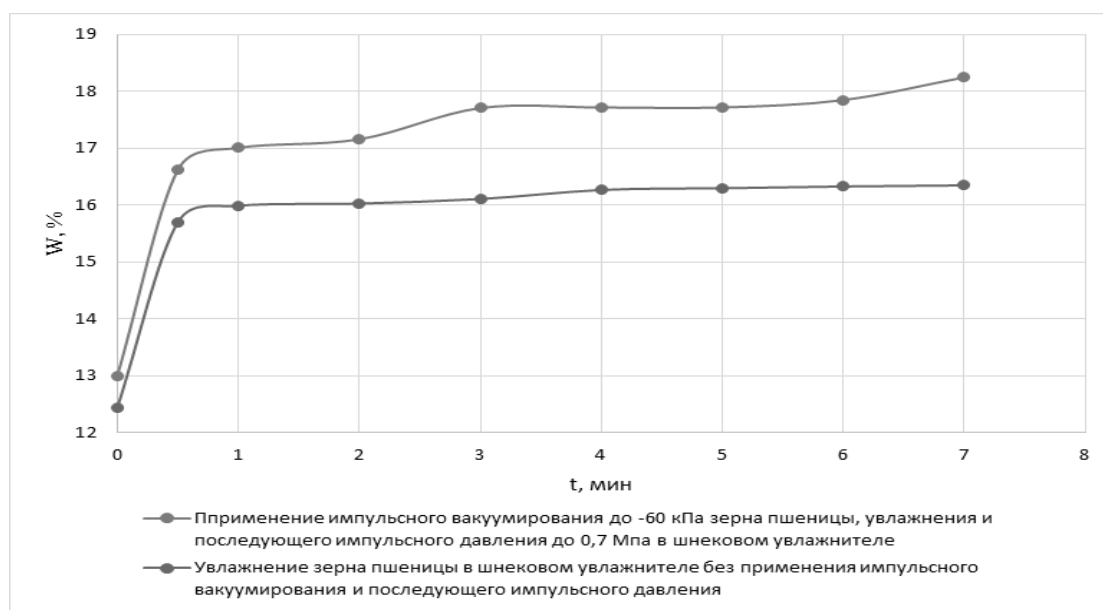


Рис. 3. Зависимость степени увлажнения зерна от ее продолжительности

### Выводы

Создание пульсирующего вакуума и последующего пульсирующего давления в полости увлажняющего шнека значительно ускоряет процесс увлажнения зерна пшеницы. Как видно из приведенных зависимостей, зерно в течение первых 15-30 с достигает оптимальных значений влажности 16,4%, тогда как при увлажнении зерна в той же полости увлажняющего шнека без пульсаций вакуума и без пульсаций давления влажность зерна пшеницы достигает значения 16,48 лишь на восьмой минуте.

### Библиографический список

1. Технология зерноперерабатывающих производств / под ред. Л.П. Нечаева. - М.: КолосС, 2005. – 768 с.
2. <http://www.gks.ru/> (дата обращения 12.10.2017 г.).
3. Патент № 2595014. Устройство для увлажнения зерна. Российская Федерация МПК В02В 1/04 / Бузоверов С.Ю., Лобанов В.И., Протасов Н.С.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет» – № 2015119333/13; заявл. 21.05.2015; опубл. 20.08.2016, Бюл. № 23.
4. Патент № 171424. Устройство для увлажнения зерна. Российская Федерация МПК В02В 1/04 (2006.01) / Бузоверов С.Ю., Протасов Н.С.; заявитель и патентообладатель Протасов Н.С. – № 2016145712; заявл. 22.11.2016; опубл. 31.05.2017, Бюл. № 16.
5. Бузоверов С.Ю., Протасов Н.С. К вопросу модернизации увлажнительной установки для гидротермической обработки зерна // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 12 (134). – С. 139-144.
6. Лобанов В.И. Повышение эффективности доувлажнения зерна перед I драной системой путем совершенствования конструкции увлажнителя / В.И. Лобанов, С.Ю. Бузове-

ров, Н.С. Протасов, С.П. Федорченко // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: матер. XVIII Междунар. науч.-практ. конф. (16-17 февраля 2017 г.) / под. ред.: А.А. Глебова, Е.Ю. Егоровой, Е. В. Писаревой; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2017. – С. 41-43.

### References

1. Tekhnologiya pishchevykh proizvodstv / pod red. L.P. Nechaeva. – M.: KolosS, 2005. – 768 s.
2. [http://www.gks.ru.](http://www.gks.ru/)
3. Patent № 2595014. Ustroystvo dlya uvlazhneniya zerna. Rossiyskaya Federatsiya MPK V02V 1/04 / Buzoverov S.Yu., Lobanov V.I., Protasov N.S.; zayavitel i patentoobladatel FGBOU VO «Altayskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet». – № 2015119333/13; zayavl. 21.05.2015; opubl. 20.08.2016, Byul. № 23.
4. Patent № 171424. Ustroystvo dlya uvlazhneniya zerna. Rossiyskaya Federatsiya MPK V02V 1/04 (2006.01) / Buzoverov S.Yu., Protasov N.S.; zayavitel i patentoobladatel Protasov N.S. – № 2016145712; zayavl. 22.11.2016; opubl. 31.05.2017, Byul. № 16.
5. Buzoverov S.Yu., Protasov N.S. K voprosu modernizatsii uvlazhnitelnoy ustanovki dlya gidrotermicheskoy obrabotki zerna // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 12 (134). – S. 139-144.
6. Lobanov V.I., Buzoverov S.Yu., Protasov N.S., Fedorchenko S.P. Povyshenie effektivnosti douvlazhneniya zerna pered I dranoy sistemoy putem sovershenstvovaniya konstruktсии uvlazhnitelya // Sovremennye problemy tekhniki i tekhnologii pishchevykh proizvodstv: materialy XVIII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (16-17 fevralya 2017 g.) / pod red.: A.A. Glebova, E.Yu. Egorovoy, E.V. Pisarevoy; Alt. gos. tekhn. un-t im. I.I. Polzunova. – Barnaul: Izd-vo AltGTU, 2017. – S. 41-43.



УДК 664.788/664.668.9

Р.Х. Кандроков, Т.С. Штейнберг, О.Г. Шведова, Е.Р. Балова  
R.Kh. Kandrov, T.S. Steinberg, O.G. Shvedova, Ye.R. Balova

## МУКОМОЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ЗЕРНА ТВЕРДОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

### MILLING QUALITIES OF WINTER WHEAT GRAIN

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

Исследованы мукомольные свойства 5 новых сортов зерна твердой озимой пшеницы («Аксинит», «Амазонка», «Агат донской», «Кристалла», «Лазурит»), созданных отделом селекции и семеноводства пшеницы и тритикале ФГБНУ «ДЗНИИСХ», по развитой технологической схеме с включением ситовеечных и шлифовочных систем. Анализ показателей качества макаронной крупки, полукрупки и муки второго сорта показал, что представленные сорта озимой твердой пшеницы обладают отличными мукомольными свойствами. Выход макаронной крупки (муки высшего сорта) по ГОСТ 31463-2012 составил от 64,4 до 68,8%.

Наилучшими мукомольными свойствами обладает сорт озимой твердой пшеницы «Аксинит», у которого выход макаронной крупки достиг 68,8% с зольностью 0,90%. По результатам проведенных исследований все представленные образцы могут быть рекомендованы как для самостоятельной переработки в муку для макаронных изделий, так и для подсортировки при составлении помольных партий на мукомольных заводах по переработке твердой пшеницы.

**Keywords:** hard wheat, milling, yield, quality, macaroni semolina, extraction, ash content.

The milling qualities of 5 new hard winter wheat varieties developed by the Department of Selection and Seed Production