

**ПЕРАПРАЦОЎКА І ЗАХАВАННЕ СЕЛЬСКАГА СПАДАРЧАЙ ПРАДУКЦЫІ**  
**PROCESSING AND STORAGE OF AGRICULTURAL PRODUCTS**УДК 664.641.12.016:664.69-02  
<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2023-61-2-162-176>Поступила в редакцию 06.07.2022  
Received 06.07.2022**Р. Х. Кандроков***Российский биотехнологический университет, Москва, Российская Федерация***ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЗЕРНА БЕЛОЗЕРНОЙ ПШЕНИЦЫ В ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЕ НА ВЫХОД И КАЧЕСТВО МУКИ И МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

**Аннотация.** Представлены результаты исследования влияния содержания белозерной пшеницы в твердой пшенице 3-го класса на выход и качество макаронной крупки и качество макаронных изделий. Для исследований использовали твердую пшеницу 3-го класса сорта Харьковская 46 и белозерную пшеницу 3-го класса сорта Новосибирская 67 урожая 2019 г. Установлено, что при добавлении в твердую пшеницу до 8 % белозерной пшеницы макаронные свойства крупки и показатели макаронных изделий изменяются незначительно. При переработке 100 % белозерной пшеницы макаронные свойства крупки и показатели макаронных изделий существенно изменяются в худшую сторону по сравнению со свойствами и показателями макаронных изделий из твердой пшеницы. Выявлено, что использование в помольной смеси из твердой и белозерной пшеницы до 8 % белозерной пшеницы приводит к значительному изменению качества макаронных изделий. В макаронных изделиях, выработанных из муки, полученной из белозерной пшеницы, выявлено высокое количество сухих веществ, перешедших в варочную воду. Установлено, что макаронные изделия из муки для макаронных изделий из твердой и мягкой пшеницы резко различаются и по другим показателям качества. Особенно заметна эта разница по количеству желтого пигмента. Также выявлено, что макаронные изделия, полученные из муки белозерной пшеницы, имеют более высокое содержание белого составного компонента цвета и более низкое содержание черного, желтого и красного цветов составного компонента цвета. Добавление в твердую пшеницу до 8 % белозерной пшеницы не оказывало существенного влияния на цветные показатели макаронных изделий из муки, полученной из твердой пшеницы. Результаты исследования можно использовать при составлении помольных смесей на действующих мукомольных заводах по переработке зерна твердой пшеницы.

**Ключевые слова:** твердая пшеница, белозерная пшеница, помольная смесь, мука для макаронных изделий, макаронные изделия

**Для цитирования:** Кандроков, Р. Х. Влияние содержания зерна белозерной пшеницы в твердой пшенице на выход и качество муки и макаронных изделий / Р. Х. Кандроков // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2023. – Т. 61, № 2. – С. 162–176. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2023-61-2-162-176>

**Roman Kh. Kandrov***Russian Biotechnological University, Moscow, Russian Federation***EFFECT OF WHITE WHEAT IN DURUM WHEAT ON THE YIELD AND QUALITY OF FLOUR AND MACARONI PRODUCTS**

**Abstract.** The results of a studying the effect of white wheat in class 3 durum wheat on the yield and quality of macaroni semolina and macaroni products are presented. For research, class 3 durum wheat of Kharkovskaya 46 variety and class 3 white wheat of Novosibirskaya 67 variety harvested in 2019 were used. It has been determined that when up to 8 % of white wheat is added to the durum wheat, the indicators of macaroni semolina and macaroni products change slightly. When processing 100 % white wheat, the properties of macaroni semolina and macaroni products significantly change for the worse compared to the properties and indicators of durum wheat macaroni products. It has been determined that up to 8 % of white wheat in the grinding mixture of durum and white wheat leads to a significant change in the quality of macaroni products. In macaroni products made of flour obtained from white wheat, a high amount of dry matter that passed into the cooking water was revealed. It has been determined that macaroni products made of flour of durum and soft wheat differ significantly according to other quality indicators. This difference is especially noticeable in the amount of yellow pigment. It has been also determined that macaroni

made of white wheat flour has a higher content of white compound color component and a lower content of the black, yellow and red compound color components. Addition of up to 8 % white wheat to durum wheat had no significant effect on the color characteristics of macaroni products made of durum wheat flour. The results obtained can be used in the preparation of grinding mixtures at existing flour mills for durum wheat grain processing.

**Keywords:** durum wheat, white wheat, grinding mixture, flour for macaroni products, macaroni products

**For citation:** Kandrov R. Kh. Effect of white wheat in durum wheat on the yield and quality of flour and pasta products. *Vestsi Natsyyanal'nay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2023, vol. 61, no. 2, pp. 162–176 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2023-61-2-162-176>

**Введение.** Твердая пшеница (*Triticum durum*) является наилучшим видом сырья для получения высококачественных макаронных изделий. Эту ценнейшую продовольственную культуру возделывают издавна, в том числе и в Российской Федерации. Характерной особенностью твердой пшеницы является высокая стекловидность, которая при оптимальных условиях возделывания достигает 100 %, что, в свою очередь, определяет ее отличные мукомольные свойства. Выход макаронной крупки из зерна твердой пшеницы достигает более 70 %, и только из такого зерна можно изготовить макаронную муку высшего сорта [1].

Твердая пшеница, в силу биологических особенностей, имеет более низкую урожайность по сравнению с мягкой. Вместе с тем твердая пшеница во все периоды своего роста и развития более требовательна к приемам агротехники, почве и теплу, чутко реагирует на орошение и внесение удобрений. При высоком уровне агротехники она способна давать урожаи, не уступающие урожаю мягкой пшеницы. С учетом того, что твердая пшеница высших классов стоит значительно дороже мягкой, очевидна экономическая выгода возделывания данной культуры [2–12].

Из-за трудностей выращивания твердой пшеницы, обладающей высокими макаронными свойствами, в Российской Федерации существует дефицит товарного зерна этой культуры, который диктует необходимость оптимального использования его при выработке макаронной крупки. Причина такой тенденции объясняется значительным уменьшением посевных площадей под твердую пшеницу II типа и снижением ее качества. Только за период с 1992 по 2020 г. производство зерна уменьшилось в 2,5 раза. Это связано прежде всего с ухудшением культуры земледелия. Кроме того, одной из основных причин снижения качества твердой пшеницы II типа является наличие примесей трудноотделимых зерен мягкой белозерной пшеницы III типа и зерен с «черным зародышем», которые понижают технологический потенциал зерна. Характерной особенностью этого заболевания является темно-коричневая окраска оболочек, вызванная поражением зерновок грибами гелиминтоспориум (*Helminthosporium*) и альтернария (*Alternaria*). Наличие в партии зерна твердой пшеницы зерен с «черным зародышем» существенно ухудшает качество муки для макаронных изделий и выработанных из нее макарон [13–15].

Основными зонами возделывания твердой пшеницы в Российской Федерации в 2000–2021 гг. являются Оренбургская, Челябинская, Омская, Саратовская и Самарская области, Алтайский край. Практически прекращено или сведено к минимуму производство товарного зерна твердой пшеницы в республиках Башкортостан и Татарстан, в Волгоградской, Ульяновской, Курской и Тамбовской областях [16]. По разным оценкам, для внутреннего потребления необходимо 1,5–2 млн тонн зерна твердой пшеницы в год. Однако производимого зерна этой ценной культуры недостаточно для удовлетворения потребностей жителей Российской Федерации в качественных макаронных изделиях. В связи с этим в настоящее время для их производства приходится использовать макаронную муку из мягкой высокостекловидной пшеницы с отбором до 15–25 % макаронной крупки, а в некоторых случаях и обычную хлебопекарную муку. При этом макаронные изделия из мягкой пшеницы имеют более низкие потребительские качества по сравнению с твердой пшеницей [17].

Макаронные изделия – социально значимый продукт питания для большинства россиян. За последние 10 лет производство макаронных изделий в стране увеличилось почти на 50 %. По данным Росстата, в 2021 г. на предприятиях выработано около 1,2 млн т макаронных изделий. Такая же тенденция сохраняется и в настоящее время. Вместе с тем одним из основных факторов, сдерживающих развитие макаронной отрасли, является недостаток отечественного сырья – макаронной крупки из твердых сортов пшеницы для выработки высококачественных макаронных изделий.

Зерно твердой пшеницы существенно отличается от зерна мягкой пшеницы по своим структурно-механическим и физико-химическим свойствам, что определяет особенность ведения технологического процесса в подготовительном и размольном отделениях мельзавода макаронного помола. В сравнении с хлебопекарным помолом пшеницы при переработке твердой пшеницы некоторые технологические процессы развиты в большей степени, а другие, наоборот, сокращены. Специфика помолов в макаронную муку состоит в том, что основная продукция представляет собой муку в виде крупок и дунстов, а не тонкодисперсную мягкую муку, как в хлебопекарном помоле. Поэтому в структуре помолов происходят значительные изменения в сравнении с хлебопекарным помолом [18–22].

Технологические свойства зерна твердой пшеницы определяются следующими основными показателями: содержанием эндосперма и его свойствами, влажностью, крупностью и выравниваемостью, зольностью, натурой, прочностью, наличием и характером примесей, массой 1000 зерен и т. п. Класс зерна твердой пшеницы определяется стекловидностью, клейковиной и содержанием белозерной пшеницы, наличие которой снижает товарный вид макаронных изделий и уменьшает выход муки для макаронных изделий. Однако степень такого влияния изучена недостаточно. Кроме того, особенности технологических свойств заключаются в геометрических размерах и форме зерновки, стекловидности, наличии специфических примесей (минеральная, белозерная пшеница, «черный зародыш», спорынья и т. п.).

Учитывая то, что готовая продукция представляет собой смесь круподунстовых продуктов и муки, ужесточены требования к качеству очистки зерна от примесей. Допустимое содержание сорной примеси не должно превышать 0,3 %. Все эти обстоятельства влияют на технологию подготовки зерна к помолу. Очистка помольной смеси твердой пшеницы предусматривает 2- или 3-кратный пропуск через камнеотборники, применение фракционирования и падди-машин для выделения спорыньи, 2- или 3-кратную очистку в обоечных машинах и т. д. [19].

Особые требования предъявляются количеству и качеству клейковины, используемой для производства макаронной муки. Количество сырой клейковины должно быть не менее 26–28 % с качеством не ниже 1-й группы. Это обеспечит хорошее качество макаронных изделий. Клейковина такого зерна отличается высокой упругостью, поэтому требуется осторожное применение тепловых способов гидротермической обработки. Температура нагрева такого зерна не должна превышать 35–40 °С. При более высоких температурах возможна тепловая денатурация белков клейковины, что приведет к ее ухудшению.

Основным способом гидротермической обработки зерна твердой пшеницы является холодное кондиционирование с дифференциальными режимами увлажнения и отволаживания с различной кратностью в зависимости от влажности исходного зерна. При этом время отволаживания ограничивают с таким расчетом, чтобы структура эндосперма была разрушена трещинами на относительно крупные части [20]. Согласно Правилам организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах гидротермическую обработку выполняют по следующим режимам: при высокой влажности зерна твердой пшеницы (степень увлажнения менее 3 %) основное увлажнение и отволаживание проводят в один этап. При этом влажность зерна должна составлять 15,5–16,5 % при рекомендуемой влажности перед I драной системой 16,0–16,5 %; при более низкой влажности (степень увлажнения должна быть более 3 %) основное увлажнение и отволаживание проводят в два этапа. На первом этапе зерно увлажняют до 14,5–15,0 % с последующим отволаживанием 8–12 ч. На втором этапе прирост влажности должен составить 1,5–2 % с последующим отволаживанием 2–4 ч при рекомендуемой влажности перед I драной системой 16,5–17,0 % [21, 22].

Особенности размола зерна твердой пшеницы заключаются в использовании шлифовочного и ситовеечного процессов для получения чистых крупок. В макаронных помолах более развиты процессы, связанные с крупобразованием (драной процесс), при которых получается максимальное количество крупной крупки, и с последующей обработкой крупок (шлифовочный процесс и процесс обогащения на ситовеечных машинах). При этом размольный процесс, предназначенный для получения тонкоизмельченной муки, сведен к минимуму [23]. Кроме того, процессы измельчения твердой пшеницы проводят при более щадящих режимах, то есть с меньшей

интенсивностью, чем в хлебопекарных помолах. Связано это с необходимостью получения максимально возможного количества круподунстовых продуктов, с минимальным выходом тонкоизмельченной муки [24]. Исследования зарубежных ученых посвящены агрономическим и реологическим особенностям зерна твердой пшеницы [25–29].

Таким образом, особенностью технологии макаронной муки является постепенное измельчение, характеризующееся высоким режимом, чтобы на начальном этапе (в дражном процессе) получить максимальное количество крупок и дунстов. Затем промежуточные продукты направляют на шлифовочные и ситовые системы с целью получения готовой продукции в виде макаронной крупки и полукрупки.

*Цель работы* – исследование влияния содержания белозерной пшеницы в твердой пшенице 3-го класса на выход и качество муки для макаронных изделий и качество макаронных изделий.

**Объекты и методы исследований.** В экспериментальных исследованиях, проведенных на кафедре зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий Московского государственного университета пищевых производств, в качестве объектов исследования использовали твердую пшеницу 3-го класса сорта Харьковская 46 урожая 2019 г., выращенную в Саратовской области, и мягкую белозерную пшеницу 3-го класса сорта Новосибирская 67, выращенную в Новосибирской области, урожая 2019 г.

Измельчение исходного зерна проводили на мельнице лабораторного помола МЛП-4 с нарезными вальцами по разработанной технологической схеме [14]. Обогащение промежуточных продуктов размола выполняли на лабораторной ситовоечной машине. Набор сит и скорость воздушного потока ситовоечной машины подбирали в зависимости от крупности промежуточных продуктов измельчения твердой и белозерной пшеницы, поступающих на обогащение. Просеивание продуктов размола осуществляли на рассеве мельницы лабораторного помола МЛП-4, состоящем из набора трех сит с размерами отверстий ячеек в 850, 425 и 220 мкм.

В качестве гидротермической обработки исходного зерна твердой и мягкой белозерной пшеницы использовали способ холодного кондиционирования с увлажнением до влажности зерна 16,5–17,0 % и отволаживанием в течение 12 ч. Параметры и режимы измельчения соответствовали рекомендованным Правилам организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах. Исходные показатели качества зерна твердой и мягкой белозерной пшеницы представлены в табл. 1.

Таблица 1. Исходные показатели качества зерна твердой и мягкой белозерной пшеницы

Table 1. Initial indicators of grain quality of durum and soft white wheat

Сорт зерна твердой и белозерной пшеницы	Показатели качества					Содержание белка, %
	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %	Натура, г/л	Зольность, %	Влажность, %	
Харьковская 46	37,1	99	750	2,01	10,2	13,4
Новосибирская 67	34,0	24	735	1,78	9,3	12,3

Зольность муки для макаронных изделий определяли по ГОСТ 27494-87. Для изучения влияния мягкой белозерной пшеницы на качество макаронных изделий из твердой пшеницы вырабатывали макаронные изделия на лабораторном прессе La Monferrina. Сушку макаронных изделий осуществляли в сушилке при температуре 55 °С и относительной влажности 75 % до влажности макаронных изделий 11,5 %.

Физико-химические показатели: варочные свойства (содержание сухих веществ в варочной воде и сохранность формы макаронных изделий), кислотность определяли по ГОСТ 31964-2012. Цветовые показатели макаронных изделий определяли методом трех светофильтров по методике, разработанной Г. М. Медведевым [4]. Содержание редуцирующих сахаров в макаронных изделиях определяли методом Бертрана.

**Результаты и их обсуждение.** На первом этапе исследований были изучены мукомольные свойства исходного зерна твердой и мягкой белозерной пшеницы. Для этого проведены лабораторные помолы исходного зерна твердой и мягкой белозерной пшеницы, а также их смесей с добавлением в твердую пшеницу 2, 4, 6 и 8 % белозерной пшеницы. Помолы проводили по ранее

разработанной лабораторной технологической схеме макаронного помола, состоящей из 6 драных, 3 шлифовочных, 4 ситовеечных и 1 вымольной системы [14]. Драной процесс развитой схемы переработки зерна твердой пшеницы в муку для макаронных изделий состоит из этапа крупнообразования (I–IV драные системы) и этапа вымола (V и VI драные системы). Ситовеечный процесс предусматривает раздельное обогащение крупной крупки I + II + III драных систем (СВ-1), средней крупки I + II драных систем (СВ-2) и мелкой крупки I + II + III драных систем (СВ-3). Параметры процесса обогащения на ситовеечной машине характеризуются извлечением проходовой фракции в количестве не менее 80 % от исходной массы, поступающей на обогащение. Проход ситовеечной машины СВ-1 направляется на измельчение на вальцовый станок I шлифовочной системы с микрошероховатыми вальцами. Проходы ситовеечных машин СВ-2 и СВ-3 объединяются и направляются в бункер для готовой продукции. Относы и схода с первой и второй ситовеечных систем, которые составляют от 15 до 20 %, объединяются и направляются на дополнительное измельчение на вальцовый станок V драной системы. Относы и схода с третьей ситовеечной системы направляются на дополнительное измельчение на вальцовый станок VI драной системы.

Дранные системы используют рифленые вальцы с расположением рифлей спинка по спинке. На всех шлифовочных системах используются вальцовые станки с микрошероховатыми вальцами. Режимы измельчения зерна тритикале характеризуются суммарным извлечением круподуновых продуктов и муки на вальцовых станках I–III драных систем не менее 75 %. Режим извлечения на вальцовом станке на I драной системе составляет 25–30 %, на II драной системе – 30–35 % и на III драной системе – 35–40 %. Режим извлечения на вальцовых станках шлифовочных систем – 25–30 %. Извлечение на вальцовых станках 1–3 размольных систем составляет не менее 50 %.

В табл. 2 представлены результаты лабораторных помолов исходного зерна твердой пшеницы и помольных смесей твердой пшеницы 3-го класса с добавлением 2 и 4 % белозерной пшеницы.

Таблица 2. Выход и зольность продуктов переработки исходного зерна твердой пшеницы и помольной смеси твердой и белозерной пшеницы

Table 2. Yield and ash content of the products of processing of initial grain of durum wheat and grinding mixture of durum and white wheat

Наименование продукта	Помол № 1 (100 % твердой пшеницы)		Помол № 2 (98 % твердой пшеницы + 2 % белозерной)		Помол № 3 (96 % твердой пшеницы + 4 % белозерной)	
	Выход, %	Зольность, %	Выход, %	Зольность, %	Выход, %	Зольность, %
Исходное зерно	100	1,63	100	1,69	100	1,60
Крупка СВ-1	11,9	0,68	11,5	0,66	12,0	0,71
Крупка СВ-2	7,6	0,78	7,0	0,85	9,5	0,76
Крупка СВ-3	22,6	0,75	24,0	0,80	21,8	0,66
Крупка СВ-4	18,4	0,79	17,8	0,80	16,0	0,69
Всего крупок	60,5	0,75	60,3	0,78	59,3	0,79
Мука 2-го сорта	13,4	1,64	13,1	1,54	13,4	1,66
Общий выход	<b>73,9</b>	<b>0,92</b>	<b>73,4</b>	<b>0,92</b>	<b>72,7</b>	<b>0,87</b>
Относы и схода	19,9	3,55	19,3	3,45	20,8	3,22
Отруби	6,2	4,06	7,3	3,72	6,5	4,01

Как видно из табл. 2, при переработке 100 % твердой пшеницы общий выход муки для макаронных изделий составил 73,9 %, в том числе 60,5 % – выход макаронной крупки и 13,4 % – муки 2-го сорта; при переработке помольной зерновой смеси, состоящей из 98 % твердой пшеницы и 2 % белозерной пшеницы, общий выход муки для макаронных изделий составил 73,4 %, в том числе 60,3 % – выход макаронной крупки и 13,1 % – муки 2-го сорта, что на 0,6 % меньше по сравнению с выходом из зерна твердой пшеницы; при переработке помольной зерновой смеси, состоящей из 96 % твердой пшеницы и 4 % белозерной пшеницы, общий выход муки для макаронных изделий составил 72,7 %, в том числе выход макаронной крупки – 59,3 % и муки 2-го сорта – 13,4 %, что на 1,2 % меньше по сравнению с выходом из зерна твердой пшеницы без добавления мягкой белозерной пшеницы.

Таблица 3. Выход и зольность продуктов переработки помольной смеси твердой и белозерной пшеницы и исходного зерна белозерной пшеницы

Table 3. Yield and ash content of the products of processing of grinding mixture of durum and white wheat and the initial grain of white wheat

Наименование продукта	Помол № 4 (94 % твердой пшеницы + 6 % белозерной)		Помол № 5 (92 % твердой пшеницы + 8 % белозерной)		Помол № 6 (100 % белозерной пшеницы)	
	Выход, %	Зольность, %	Выход, %	Зольность, %	Выход, %	Зольность, %
Исходное зерно	100	1,65	100	1,67	100	1,87
Крупка СВ-1	11,8	0,63	10,5	0,71	11,1	0,8
Крупка СВ-2	7,0	0,80	9,8	0,85	7,3	0,65
Крупка СВ-3	23,5	0,81	22,7	0,73	16,2	0,77
Крупка СВ-4	15,5	0,71	14,5	0,86	12,9	0,90
Всего крупок	57,8	0,76	57,5	0,78	47,5	0,79
Мука 2-го сорта	14,2	1,61	13,6	1,73	23,4	1,44
Общий выход	<b>72,0</b>	<b>0,95</b>	<b>71,1</b>	<b>0,96</b>	<b>70,9</b>	<b>1,01</b>
Относы и схода	20,2	3,63	17,1	3,14	14,2	3,10
Отруби	7,8	3,79	11,8	3,88	14,9	4,87

В табл. 3 представлены результаты лабораторных помолов исходного зерна белозерной пшеницы и помольных смесей твердой пшеницы 3-го класса с добавлением 6 и 8 % белозерной пшеницы.

Как видно из табл. 3, при переработке помольной зерновой смеси, состоящей из 94 % твердой пшеницы и 6 % белозерной пшеницы, общий выход муки для макаронных изделий составил 72,0 %, в том числе выход макаронной крупки – 57,8 % и муки 2-го сорта – 14,2 %, что на 1,9 % меньше по сравнению с выходом из твердой пшеницы; при переработке помольной зерновой смеси, состоящей из 92 % твердой пшеницы и 8 % белозерной пшеницы, общий выход муки для макаронных изделий составил 71,1%, в том числе выход макаронной крупки – 57,5 % и муки 2-го сорта – 13,6 %, что на 2,8 % меньше по сравнению с выходом из твердой пшеницы. При переработке 100 % мягкой белозерной пшеницы общий выход муки для макаронных изделий составил 70,9 %, в том числе выход макаронной крупки – 47,5 % и муки 2-го сорта – 23,4 %, что на 3,0 % меньше по сравнению с выходом из твердой пшеницы. Полученные при лабораторных помолках исходного зерна твердой пшеницы и помольных смесей твердой и мягкой белозерной пшеницы различного соотношения макаронная крупка и мука 2-го сорта соответствуют требованиям действующего ГОСТ 31463-2012.

На рис. 1–6 представлены кумулятивные кривые зольности макаронной крупки и муки 2-го сорта, которые показывают динамику процесса измельчения исходного зерна твердой пшеницы

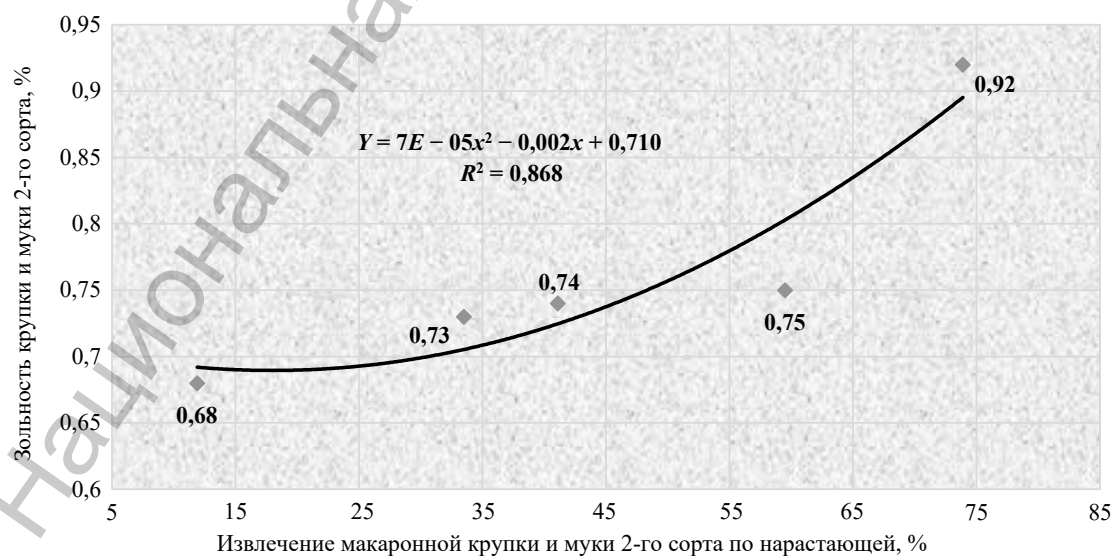


Рис. 1. Кумулятивная кривая зольности макаронной крупки и муки 2-го сорта (100 % твердой пшеницы 3-го класса)

Fig. 1. Cumulative curve of ash content in macaroni semolina and the 2nd grade flour (3rd class of 100 % durum wheat)

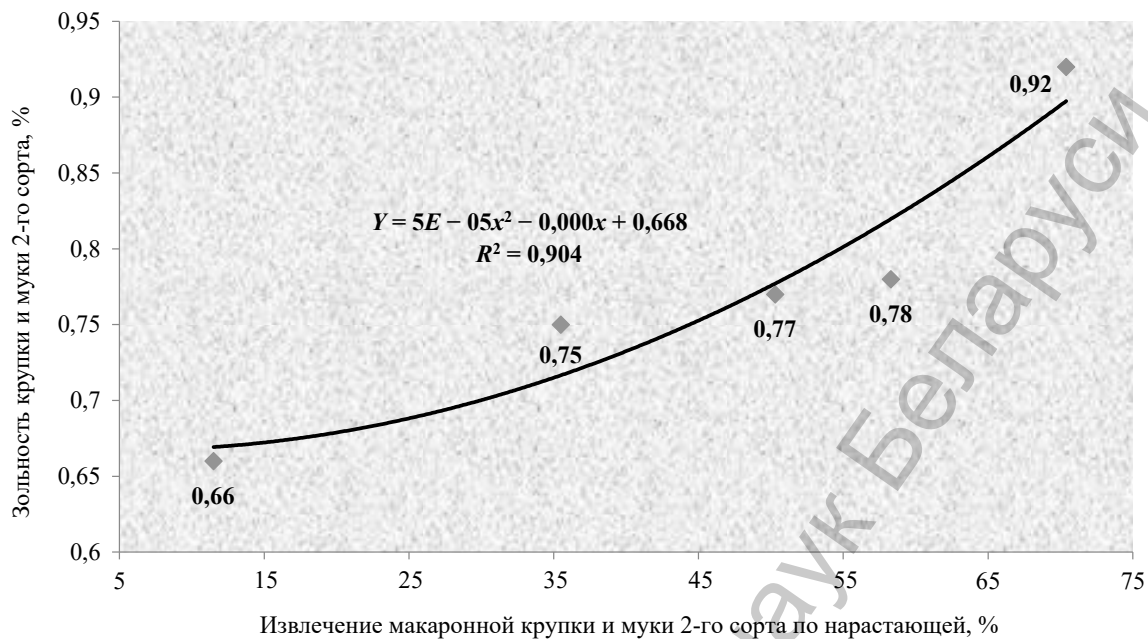


Рис. 2. Кумулятивная кривая зольности макаронной крупки и муки 2-го сорта (98 % твердой пшеницы 3-го класса + 2 % белозерной пшеницы)

Fig. 2. Cumulative curve of ash content in macaroni semolina and the 2<sup>nd</sup> grade flour (3<sup>rd</sup> grade of 98 % durum wheat + 2 % of white wheat)

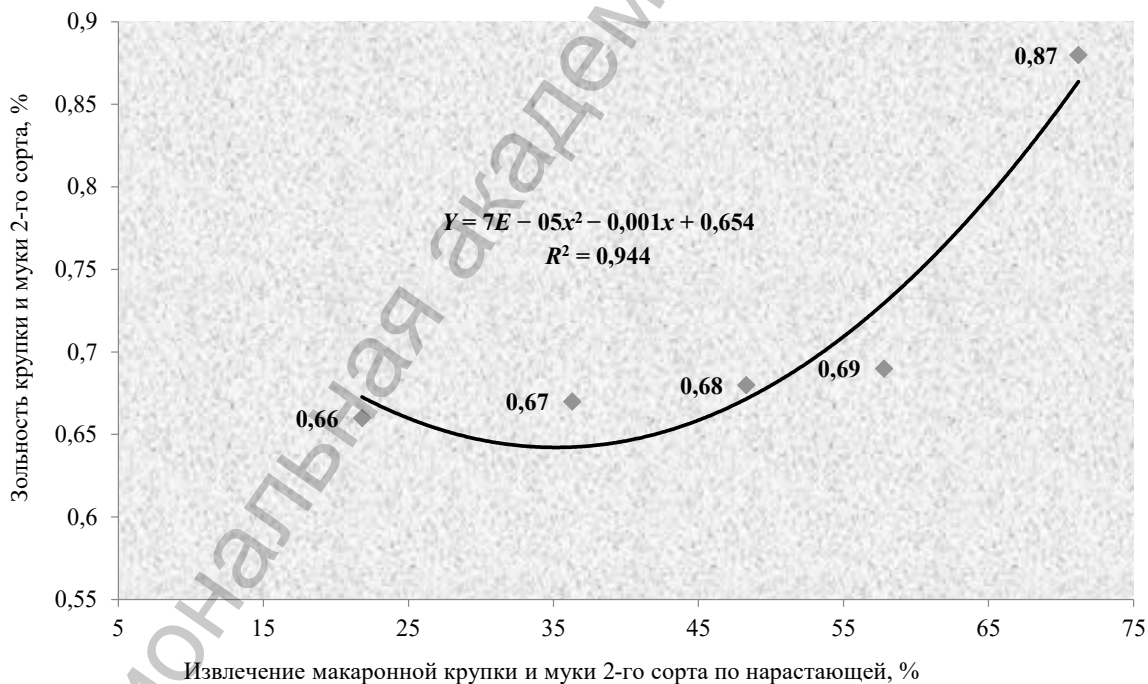


Рис. 3. Кумулятивная кривая зольности макаронной крупки и муки 2-го сорта (96 % твердой пшеницы 3-го класса + 4 % белозерной пшеницы)

Fig. 3. Cumulative curve of ash content in macaroni semolina and the 2<sup>nd</sup> grade flour (3<sup>rd</sup> grade of 96 % durum wheat + 4 % of white wheat)

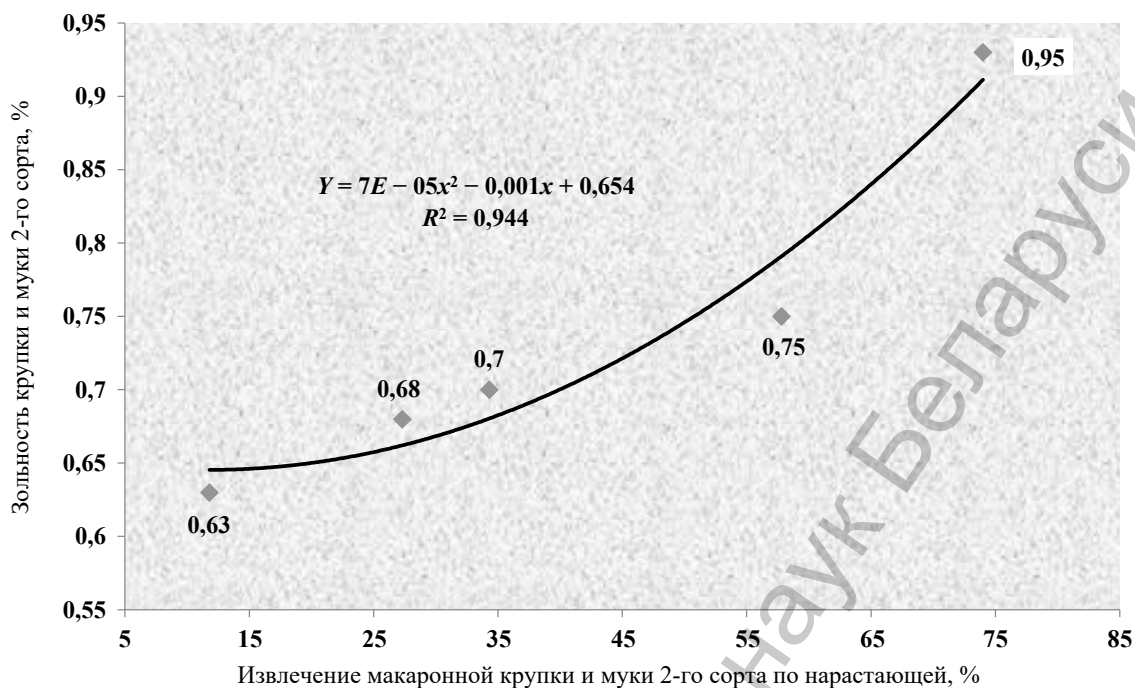


Рис. 4. Кумулятивная кривая зольности макаронной крупки и муки 2-го сорта (94 % твердой пшеницы 3-го класса + 6 % белозерной пшеницы)

Fig. 4. Cumulative curve of ash content in macaroni semolina and the 2<sup>nd</sup> grade flour (3<sup>rd</sup> grade of 94 % durum wheat + 6 % of white wheat)

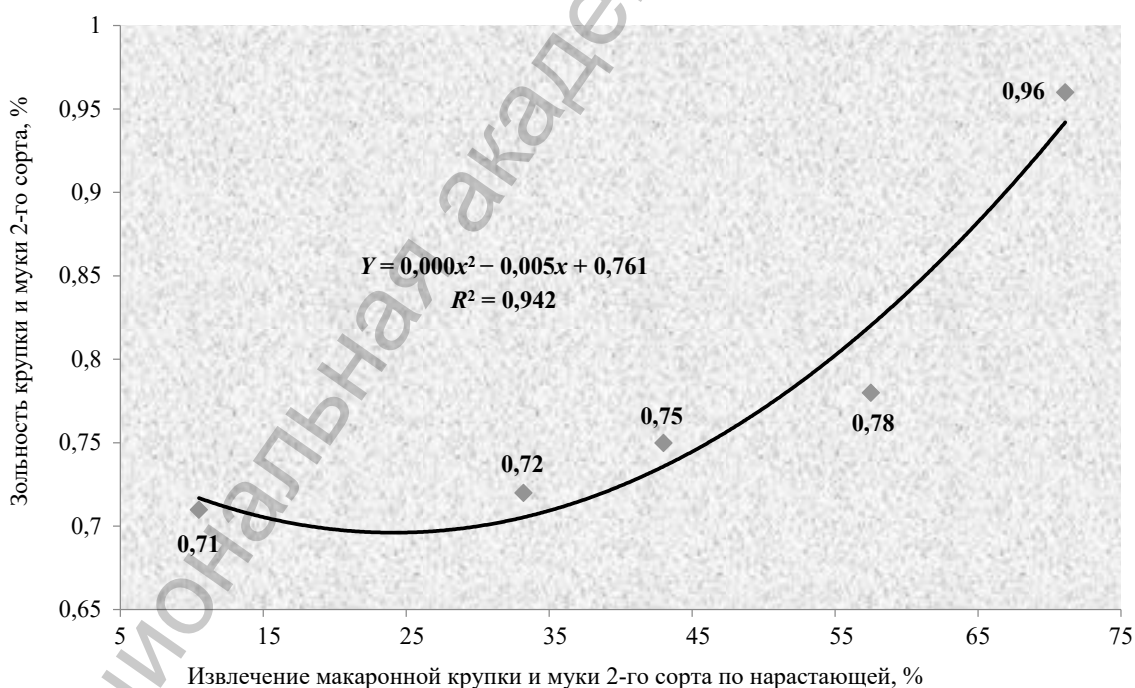


Рис. 5. Кумулятивная кривая зольности макаронной крупки и муки 2-го сорта (92 % твердой пшеницы 3-го класса + 8 % белозерной пшеницы)

Fig. 5. Cumulative curve of ash content in macaroni semolina and the 2<sup>nd</sup> grade flour (3<sup>rd</sup> grade of 92 % durum wheat + 8 % of white wheat)



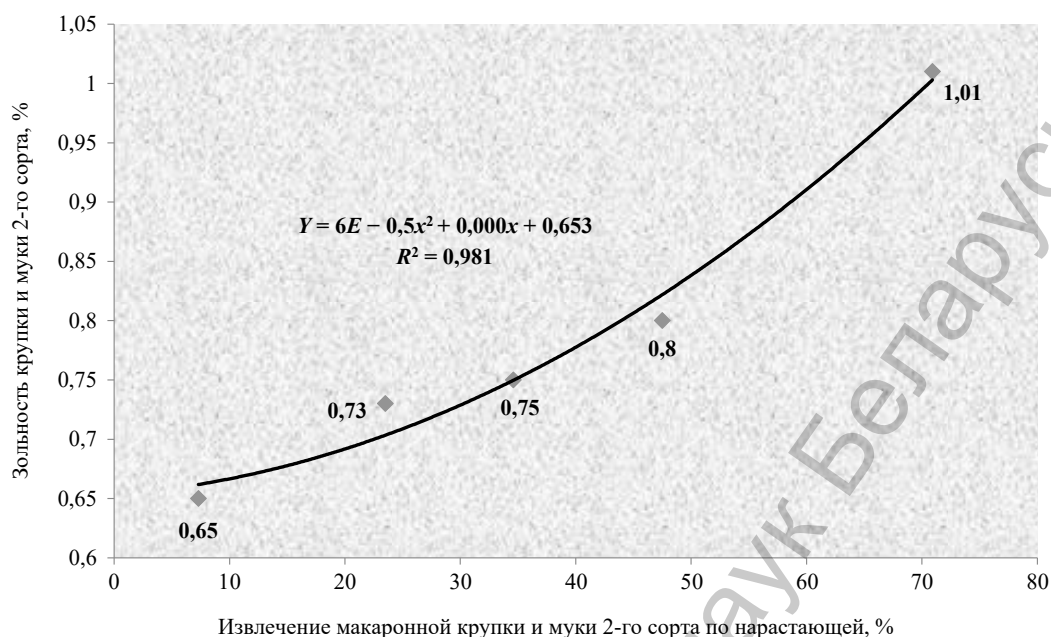


Рис. 6. Кумулятивная кривая зольности макаронной крупки и муки 2-го сорта (белозерная пшеница)

Fig. 6. Cumulative curve of ash content in macaroni semolina and the 2<sup>nd</sup> grade flour (white wheat)

3-го класса, исходного зерна мягкой белозерной и помольных смесей твердой и белозерной пшеницы в муку для макаронных изделий.

Как видно из рис. 1–6, статистический анализ показал величину достоверности аппроксимации представленных кумулятивных кривых в виде трех и двух линейных отрезков и при помоле представленных образцов, которые составили от 0,868 до 0,981, что свидетельствует о высокой достоверности полученных экспериментальных данных.

На втором этапе исследований были изучены показатели качества полученных образцов муки для макаронных изделий из исходного зерна твердой пшеницы 3-го класса, белозерной пшеницы, их различных смесей и показатели качества макаронных изделий, полученных из них.

В табл. 4 представлены показатели качества муки для макаронных изделий, полученных из зерна твердой пшеницы 3-го класса и мягкой белозерной пшеницы и различного их соотношения.

Т а б л и ц а 4. Качество продуктов переработки зерна твердой пшеницы 3-го класса и белозерной пшеницы

Table 4. Quality of products of processing of class 3 durum wheat grain and white wheat

Наименование образца	Влажность, %	Кислотность, град	Зольность, %	Количество клейковины, %		Качество клейковины	
				сырой	сухой	ИДК, ед. пр.	растяжимость, см
Мука для макаронных изделий из 100 % твердой пшеницы	14,8	1,0	0,80	22,04	7,87	74,3	15
Мука для макаронных изделий из 98 % твердой пшеницы + 2 % белозерной пшеницы	14,6	1,2	0,78	22,12	9,21	102,2	20
Мука для макаронных изделий из 96 % твердой пшеницы + 4 % белозерной пшеницы	14,1	1,4	0,69	22,0	9,30	100,2	21
Мука для макаронных изделий из 94 % твердой пшеницы + 6 % белозерной пшеницы	15,0	1,0	0,78	22,6	9,29	94,6	18
Мука для макаронных изделий из 92 % твердой пшеницы + 8 % белозерной пшеницы	14,9	1,2	0,82	23,12	9,41	97,2	18
Мука для макаронных изделий из 100 % белозерной пшеницы	15,1	1,8	0,75	22,8	9,33	97,9	17

Как видно из табл. 4, мука для макаронных изделий из твердой пшеницы и мука из мягкой белозерной по влажности, кислотности, зольности, количеству и качеству клейковины сопоставимы по качеству и значительных различий не имеют.

В табл. 5 представлен гранулометрический состав макаронных крупок из исходного зерна твердой пшеницы, помольной смеси зерна твердой и мягкой белозерной пшеницы различного соотношения и исходной белозерной пшеницы.

Таблица 5. Гранулометрический состав макаронных крупок

Table 5. Granulometric composition of macaroni semolina

Наименование образца	Гранулометрический состав крупок						Дно, %	Всего, %
	Остаток на сите 450 мкм, %	Остаток на сите 300 мкм, %	Остаток на сите 250 мкм, %	Остаток на сите 200 мкм, %	Остаток на сите 132 мкм, %			
Мука для макаронных изделий из 100 % твердой пшеницы	23,35	50,17	16,27	3,17	4,61	2,43	100	
Мука для макаронных изделий из 98 % твердой пшеницы + 2 % белозерной пшеницы	27,36	48,47	12,61	1,51	4,91	5,14	100	
Мука для макаронных изделий из 96 % твердой пшеницы + 4 % белозерной пшеницы	28,18	45,44	9,01	0,83	7,75	8,79	100	
Мука для макаронных изделий из 94 % твердой пшеницы + 6 % белозерной пшеницы	26,15	44,13	11,96	1,28	7,46	9,02	100	
Мука для макаронных изделий из 92 % твердой пшеницы + 8 % белозерной пшеницы	25,67	53,10	15,49	1,79	2,67	1,28	100	
Мука для макаронных изделий из 100 % белозерной пшеницы	24,90	50,77	15,20	2,02	3,93	3,18	100	

Как видно из табл. 5, фракция прохода через сито с размером 250 микрон составил от 9,01 % до 16,27 %, хотя действующим стандартом на муку для макаронных изделий допускается ее содержание до 40 %.

В табл. 6 представлены технологические показатели качества муки для макаронных изделий. У всех приведенных образцов склонность к потемнению незначительная.

Таблица 6. Показатели качества муки для макаронных изделий

Table 6. Flour quality indicators for macaroni products

Наименование образца	Содержание белка, %	Редуцирующие сахара, мг/кг	Содержание составных компонентов цвета, %				Количество желтого пигмента, мг/кг
			белый	черный	желтый	красный	
Мука для макаронных изделий из 100 % твердой пшеницы	12,0	0,21	59,1	20	17,5	3,5	0,36
Мука для макаронных изделий из 98 % твердой пшеницы + 2 % белозерной пшеницы	12,3	0,21	58,6	23	16,8	5,3	0,35
Мука для макаронных изделий из 96 % твердой пшеницы + 4 % белозерной пшеницы	12,2	0,25	58,2	24	16,5	3,0	0,34
Мука для макаронных изделий из 94 % твердой пшеницы + 6 % белозерной пшеницы	12,4	0,22	58,5	23	16,3	4,5	0,33
Мука для макаронных изделий из 92 % твердой пшеницы + 8 % белозерной пшеницы	12,0	0,18	58,1	22	15,9	2,5	0,32
Мука для макаронных изделий из 100 % белозерной пшеницы	12,4	0,16	67,7	18	10,1	5	0,21

Как видно из табл. 6, по содержанию желтого пигмента установлено значительное различие в муке для макаронных изделий из 100 % твердой пшеницы по сравнению с мукой из 100 % белозерной пшеницы, которая достигает 0,15 мг/кг. Содержание редуцирующих сахаров в муке для макаронных изделий из 100 % твердой пшеницы больше на 0,05 мг/кг по сравнению с мукой из 100 % белозерной пшеницы.

При сравнительной оценке цвета муки для макаронных изделий по содержанию составных компонентов цвета установлено, что макаронные изделия из муки из белозерной пшеницы имеют более высокое содержание белого составного компонента цвета (67,7 %) и более низкое содержание желтого составного компонента цвета (10,1 %) по сравнению с макаронными изделиями из твердой пшеницы (59,1 и 17,5 % соответственно). Добавление в твердую пшеницу до 8 % белозерной пшеницы не оказывало существенного влияния на цветовые показатели муки для макаронных изделий из твердой пшеницы.

В табл. 7 представлены технологические показатели качества полученных образцов макаронных изделий.

Т а б л и ц а 7. Технологические показатели качества макаронных изделий

Table 7. Process quality indicators of macaroni products

Наименование образца	Влажность, %	Кислотность, град	Зольность, %	Нерастворимая зола в 10 % HCl	Сохранность формы
Мука для макаронных изделий из 100 % твердой пшеницы	11,8	1,2	0,85	0,01	100
Мука для макаронных изделий из 98 % твердой пшеницы + 2 % белозерной пшеницы	11,6	1,6	0,83	0,02	100
Мука для макаронных изделий из 96 % твердой пшеницы + 4 % белозерной пшеницы	11,2	1,8	0,74	0,04	100
Мука для макаронных изделий из 94 % твердой пшеницы + 6 % белозерной пшеницы	11,9	1,8	0,81	0,02	100
Мука для макаронных изделий из 92 % твердой пшеницы + 8 % белозерной пшеницы	12,0	1,6	0,87	0,02	100
Мука для макаронных изделий из 100 % белозерной пшеницы	12,1	1,4	0,79	0,04	100

Как видно из табл. 7, показатели макаронных свойств муки для макаронных изделий из твердой и мягкой пшеницы по кислотности, зольности и сохранности формы особых различий не имеют.

В табл. 8 представлены показатели качества полученных образцов макаронных изделий.

Как видно из табл. 8, в макаронных изделиях, выработанных из муки, полученной из белозерной пшеницы, выявлено высокое количество сухих веществ, перешедших в варочную воду (10,03 %). В макаронных изделиях, выработанных из муки, полученной из зерна твердой пшеницы, содержание сухих веществ, перешедших в варочную воду, составило всего 7,15 %. Следует отметить, что добавление в муку из твердой пшеницы до 8 % муки из мягкой белозерной пшеницы не оказывало существенного влияния на содержание сухих веществ в варочной воде и повысило их содержание всего на 0,31%.

Установлено, что макаронные изделия из муки для макаронных изделий из твердой и мягкой пшеницы резко различаются и по другим показателям качества. Особенно заметно это различие по количеству желтого пигмента, который составляет 0,21 мг/кг у макаронной муки из белозерной пшеницы и 0,39 мг/кг – у макаронной муки из твердой пшеницы.

При сравнительной оценке цвета макаронных изделий по содержанию составных компонентов цвета установлено, что макаронные изделия, полученные из муки белозерной пшеницы, имеют более высокое содержание белого составного компонента цвета (58,8 %) и более низкое содержание черного, желтого и красного цвета составного компонента цвета (19,3, 8,5 и 4,0 % соответственно). В макаронных изделиях, полученных из твердой пшеницы, содержание белого составного компонента цвета составило 51,5 %, а содержание черного, желтого и красного цвета – 27,3, 16,0 и 4,7 %, соответственно). Добавление в твердую пшеницу до 8 % белозерной пшеницы

Таблица 8. Показатели качества макаронных изделий

Table 8. Quality indicators of macaroni products

Наименование образца крупки, из которой изготовлены макаронные изделия	Сухие вещества, перешедшие в варочную воду, %	Количество желтого пигмента, мг/кг	Содержание составных компонентов цвета, %				Балльная оценка
			белый	черный	желтый	красный	
Мука для макаронных изделий из 100 % твердой пшеницы	7,15	0,39	51,5	27,3	16,0	4,7	4
Мука для макаронных изделий из 98 % твердой пшеницы + 2 % белозерной пшеницы	7,46	0,38	54,2	24,5	15,0	4,3	4
Мука для макаронных изделий из 96 % твердой пшеницы + 4 % белозерной пшеницы	7,17	0,36	55,7	25,5	14,5	4,5	4
Мука для макаронных изделий из 94 % твердой пшеницы + 6 % белозерной пшеницы	7,13	0,37	50,5	28,5	15,0	5,9	4
Мука для макаронных изделий из 92 % твердой пшеницы + 8 % белозерной пшеницы	7,3	0,36	52,8	27,8	15,5	4,4	4
Мука для макаронных изделий из 100 % белозерной пшеницы	10,03	0,21	58,8	19,3	8,5	4,0	3

не оказывало существенного влияния на цветовые показатели макаронных изделий из муки, полученной из твердой пшеницы.

**Выводы.** 1. По результатам проведенных исследований установлено, что при переработке 100 % твердой пшеницы общий выход муки для макаронных изделий составил 73,9 %, в том числе выход муки высшего сорта – макаронной крупки – 60,5 % и муки 2-го сорта – 13,4 %; при переработке помольной зерновой смеси, состоящей из 98 % твердой пшеницы и 2 % белозерной пшеницы, общий выход муки для макаронных изделий составил 73,4 %, в том числе выход макаронной крупки – 60,3 % и муки 2-го сорта – 13,1 %, что на 0,6 % меньше по сравнению с выходом из твердой пшеницы; при переработке помольной зерновой смеси, состоящей из 96 % твердой пшеницы и 4 % белозерной пшеницы общий выход муки для макаронных изделий составил 72,7 %, в том числе выход макаронной крупки – 59,3 % и муки 2-го сорта – 13,4 %, что на 1,2 % меньше по сравнению с выходом из твердой пшеницы.

2. Выявлено, что при добавлении в твердую пшеницу до 8 % белозерной пшеницы макаронные свойства крупок и показатели макаронных изделий изменяются незначительно. При переработке 100 % белозерной пшеницы макаронные свойства крупок и показатели макаронных изделий значительно изменяются в худшую сторону по сравнению со свойствами и показателями макаронных изделий из твердой пшеницы.

3. Установлено, что использование в помольной смеси из твердой и белозерной пшеницы до 8 % белозерной пшеницы приводит к значительному изменению качества макаронных изделий. В макаронных изделиях, выработанных из муки, полученной из белозерной пшеницы, выявлено высокое количество сухих веществ, перешедших в варочную воду (10,03 %). В макаронных изделиях, выработанных из муки, полученной из зерна твердой пшеницы, содержание сухих веществ, перешедших в варочную воду, составило всего 7,15 %. Следует отметить, что добавление в муку из твердой пшеницы до 8 % муки из мягкой белозерной пшеницы не оказывало существенного влияния на содержание сухих веществ в варочной воде и повысило их содержание всего на 0,31 %. Установлено, что макаронные изделия из муки для макаронных изделий из твердой и мягкой пшеницы резко различаются и по другим показателям качества. Особенно заметна эта разница по количеству желтого пигмента, который составляет 0,21 мг/кг у макаронной муки из белозерной пшеницы и 0,39 мг/кг у макаронной муки из твердой пшеницы.

4. Выявлено, что макаронные изделия, полученные из муки белозерной пшеницы, имеют более высокое содержание белого составного компонента цвета (58,8 %) и более низкое содержание чер-

ного, желтого и красного цветов составного компонента цвета (19,3, 8,5 и 4,0 % соответственно). В макаронных изделиях, полученных из твердой пшеницы, содержание белого составного компонента цвета составило 51,5 %, а содержание черного, желтого и красного цветов – 27,3, 16,0 и 4,7 % соответственно. Добавление в твердую пшеницу до 8 % белозерной пшеницы не оказывало существенного влияния на цветовые показатели макаронных изделий из муки, полученной из твердой пшеницы.

### Список использованных источников

1. Востребованность казахстанского зерна яровой твердой пшеницы на макаронные изделия / Ж. Н. Аленов [и др.] // Сурс. вестн. – 2019. – № 4 (8). – С. 6–8.
2. Бирюкова, О. В. Влияние агротехнических приемов и экологических условий на качество зерна яровой твердой пшеницы / О. В. Бирюкова, К. Н. Бирюков, В. П. Кадушкина // Зернобобовые и круп. культуры. – 2020. – № 2 (34). – С. 103–108. <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2020-11177>
3. Бузоверов, С. Ю. Влияние степени увлажнения зерна в процессе гидротермической обработки на качество и выход муки / С. Ю. Бузоверов, В. И. Лобанов, Н. С. Протасов // Вестн. Алт. гос. аграр. ун-та. – 2018. – № 1 (159). – С. 172–176.
4. Усовершенствование метода реологической оценки качества зерна в селекции яровой твердой пшеницы / С. Н. Гапонов [и др.] // Зерновое хоз-во России. – 2020. – № 1 (67). – С. 49–53. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-67-1-49-53>
5. Итоги селекции яровой твердой пшеницы на продуктивность и качество в условиях засух на Дону / А. И. Грабовец [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35, № 3. – С. 23–27. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2021-10304>
6. Дранкова, Н. А. Сравнительный анализ качества макаронных изделий из твердых и мягких сортов пшеницы / Н. А. Дранкова, Т. Н. Зайцева // Актуал. проблемы соврем. науки, техники и образования. – 2011. – Т. 1, № 69. – С. 212–215.
7. Дулаев, В. Г. Фракционная технология производства макаронной муки из твердой пшеницы / В. Г. Дулаев, Р. Х. Кандроков // Хлебопродукты. – 2009. – № 10. – С. 50–52.
8. Дуктова, Н. А. Скрининг мирового генофонда яровой твердой пшеницы по продуктивности и качеству зерна / Н. А. Дуктова, Н. А. Кузнецова, Е. М. Минина // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск, 2019. – Вып. 55. – С. 221–228.
9. Влияние сорта муки на выход и качество макаронных изделий / О. В. Евдокимова [и др.] // Технология и товарооборот инновационных продуктов. – 2019. – № 3 (56). – С. 100–103.
10. Евдокимов, М. Г. Основные тенденции урожайности и качества зерна твердой яровой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири / М. Г. Евдокимов, В. С. Юсов, И. В. Пахотина // Вестн. КрасГАУ. – 2021. – № 4 (169). – С. 33–41. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-4-33-41>
11. Зайцева, Н. Н. Последствие твердых продуктов биогазовой установки на урожайность и качество яровой пшеницы / Н. Н. Зайцева, Н. А. Фадеева // Вестн. Чуваш. гос. с.-х. акад. – 2019. – № 3 (10). – С. 27–33. <https://doi.org/10.17022/9xcb-0s70>
12. Измаилова, Д. С. Влияние азотных удобрений и органоминеральных препаратов на урожайность и качество зерна твердой пшеницы / Д. С. Измаилова, А. М. Изотов // Тавр. вестн. аграр. науки. – 2021. – № 1 (25). – С. 113–123. <https://doi.org/10.33952/2542-0720-2021-1-25-113-123>
13. Изучение коллекционных образцов озимой твердой пшеницы по качеству зерна в условиях Ростовской области / А. С. Каменева [и др.] // Зерновое хоз-во России. – 2021. – № 2 (74). – С. 62–68. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-74-2-62-68>
14. Влияние содержания белозерной пшеницы в твердой пшенице на выход и качество муки и макаронных изделий / Р. Х. Кандроков [и др.] // Хлебопродукты. – 2011. – № 5. – С. 52–53.
15. Технология переработки мягкой пшеницы с высоким выходом манной крупы / Р. Х. Кандроков [и др.] // Хлебопродукты. – 2014. – № 1. – С. 62–63.
16. Кандроков, Р. Х. Роль шелушения в технологии переработки зерна твердой пшеницы / Р. Х. Кандроков, Г. Н. Панкратов // Хлебопродукты. – 2013. – № 3. – С. 44–45.
17. Характеристика сортов озимой твердой пшеницы по качеству зерна и макаронным свойствам / Н. С. Кравченко [и др.] // Зерновое хоз-во России. – 2020. – № 3 (69). – С. 26–31. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-69-3-26-31>
18. Исследование реологических свойств макаронной муки, полученной из зерна твердой пшеницы белорусской селекции / Ж. В. Кошак [и др.] // Пищевая пром-сть: наука и технологии. – 2015. – № 2 (28). – С. 43–47.
19. Розова, М. А. Изменение параметров качества зерна и макарон при сортосмене яровой твердой пшеницы на Алтае / М. А. Розова, А. И. Зиборов, Е. Е. Егизарян // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33, № 11. – С. 43–47. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-11109>
20. Сандакова, Г. Н. Макаронные свойства различных сортов яровой твердой пшеницы в природно-климатических зонах Оренбургской области / Г. Н. Сандакова // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. – 2018. – № 5 (73). – С. 67–70.
21. Тарасенко, С. С. Зависимость реологических свойств теста от дисперсности промежуточных продуктов макаронного помола пшеницы хлебопродукты / С. С. Тарасенко, В. А. Федотов, Д. В. Гладников // Хлебопродукты. – 2017. – № 6. – С. 53–55.
22. Hybrid durum wheat: heterosis of grain yield and quality traits and genetic architecture of anther extrusion / W. Akel [et al.] // Theor. Appl. Genet. – 2019. – Vol. 132, № 4. – P. 921–932. <https://doi.org/10.1007/s00122-018-3248-6>

23. Features of technological characteristics of cereal and pseudocereal flour / N. A. Berezina [et al.] // BIO Web Conf. – 2020. – Vol. 17. – Art. 00121. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201700121>
24. Durum wheat quality, yield and sanitary status under conservation agriculture / F. Calzarano [et al.] // Agriculture. – 2018. – Vol. 8, № 9. – Art. 140. <https://doi.org/10.3390/agriculture8090140>
25. Aspects of environmental safety improving of whole grain bakery products / E. Khmeleva [et al.] // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – 2020. – Vol. 421, № 3. – Art. 032062. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/421/3/032062>
26. Impact of yield component alleles from durum wheat on end-use quality of spring wheat / B. H. Jones [et al.] // Cereal Chem. – 2020. – Vol. 98, № 2. – P. 367–381. <https://doi.org/10.1002/cche.10376>
27. Adherence within biological multilayered systems: development and application of a peel test on wheat grain peripheral tissues / M. R. Martelli [et al.] // J. Cereal Sci. – 2010. – Vol. 52, № 1. – P. 83–89. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2010.03.007>
28. Variety influence on yield capacity and quality of winter wheat in the Orel region conditions / A. F. Melnik [et al.] // Вестн. ОрелГАУ. – 2013. – № 6 (45). – С. 14–17.
29. Electrostatic separation of peeling and gluten from finely ground wheat grains / M. Remadnia [et al.] // Part. Sci. Technol. – 2014. – Vol. 32, № 6. – P. 608–615. <https://doi.org/10.1080/02726351.2014.943379>

## References

1. Alenov Zh. N., Bilyalova A. I., Malitskaya N. V., Shakanova Sh. Sh. Requirement of Kazakhstan grain of spring solid wheat for macaroni products. *Surskii vestnik* [Sursky Bulletin], 2019, no. 4 (8), pp. 6–8 (in Russian).
2. Biryukova O. V., Biryukov K. N., Kadushkina V. P. Influence of agronomic practices and environmental conditions on grain quality of spring durum wheat. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury = Legumes and Groat Crops*, 2020, no. 2 (34), pp. 103–108 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/2309-348X-2020-11177>
3. Buzoverov S. Yu., Lobanov V. I., Protasov N. S. The effect of grain moistening degree during hydrothermal treatment on flour quality and extraction. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Altai State Agricultural University*, 2018, no. 1 (159), pp. 172–176 (in Russian).
4. Gaponov S. N., Shutareva G. I., Tsetva N. M., Tsetva I. S., Milovanov I. V. Improvement of the method of rheological assessment of grain quality in the spring wheat breeding. *Zernovoe khozyaistvo Rossii = Grain Economy of Russia*, 2020, no. 1 (67), pp. 49–53 (in Russian). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-67-1-49-5>
5. Grabovets A. I., Kadushkina V. P., Kovalenko S. A., Biryukova O. V. Results of breeding spring durum wheat for productivity and quality under drought conditions of the Don river region. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2021, vol. 35, no. 3, pp. 23–27 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2021-10304>
6. Drankova N. A., Zaitseva T. N. Comparative analysis of the quality of pasta from hard and soft wheat. *Aktual'nye problemy sovremennoi nauki, tekhniki i obrazovaniya* [Actual Problems of Modern Science, Technology and Education], 2011, vol. 1, no. 69, pp. 212–215 (in Russian).
7. Dulaev V. G., Kandrov R. Kh. Fractional technology for the production of pasta flour from durum wheat. *Khleboprodukty*, 2009, no. 10, pp. 50–52 (in Russian).
8. Duktova N. A., Kuzniatsova N. A., Minina E. M. Screening of the world gene pool of spring durum wheat on the yield and grain quality. *Zemledelie i selektsiya v Belarusi: sbornik nauchnykh trudov* [Arable Farming and Plant Breeding in Belarus: collection of scientific papers]. Minsk, 2019, iss. 55, pp. 221–228 (in Russian).
9. Evdokimova O. V., Ovchinnikova E. V., Pikalova M. B., Alfimova E. A. Cleaning the flour on the yield and quality of the pasta. *Tekhnologiya i tovarovedeniye innovatsionnykh pishchevykh produktov = Technology and Merchandising of the Innovative Foodstuff*, 2019, no. 3 (56), pp. 100–103 (in Russian).
10. Evdokimov M. G., Yusov V. S., Pakhotina I. V. The main trends in yield and quality of grain of durum spring wheat in the southern forest steppe of western Siberia. *Vestnik KrasGAU = Bulletin of KSAU*, 2021, no. 4 (169), pp. 33–41 (in Russian). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-4-33-41>
11. Zaytseva N. N., Fadeeva N. A. Consequences of solid products of a biogas equipment on yield and quality of spring wheat. *Vestnik Chuvashskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = Vestnik Chuvash State Agricultural Academy*, 2019, no. 3 (10), pp. 27–33 (in Russian). <https://doi.org/10.17022/9xcb-0s70>
12. Izmailova D. S., Izotov A. M. Influence of nitrogen fertilizers and organic mineral preparations on the yield and grain quality of winter durum wheat. *Tavricheskii vestnik agrarnoi nauki = Taurida Herald of Agrarian Sciences*, 2021, no. 1 (25), pp. 113–123 (in Russian). <https://doi.org/10.33952/2542-0720-2021-1-25-113-123>
13. Kameneva A. S., Ionova E. V., Marchenko D. M., Ilichkina N. P., Nekrasova O. A. The study of collection durum winter wheat samples according to grain quality in the Rostov region. *Zernovoe khozyaistvo Rossii = Grain Economy of Russia*, 2021, no. 2 (74), pp. 62–68 (in Russian). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-74-2-62-68>
14. Kandrov R. Kh., Dulaev V. G., Schneider D. V., Kazennova N. K. Influence of the content of white wheat in durum wheat on the yield and quality of flour and pasta. *Khleboprodukty*, 2011, no. 5, pp. 52–53 (in Russian).
15. Kandrov R. Kh., Dulaev V. G., Volodin N. P., Petrichenko V. S., Chernitsov D. E. Echnology of processing soft wheat with a high yield of semolina. *Khleboprodukty*, 2014, no. 1, pp. 62–63 (in Russian).
16. Kandrov R. Kh., Pankratov G. N. The role of peeling in the technology of processing grain of durum wheat. *Khleboprodukty*, 2013, no. 3, pp. 44–45 (in Russian).
17. Kravchenko N. S., Samofalova N. E., Oldyreva I. M., Makarova T. S. The characteristics of the winter durum wheat varieties according to grain quality and pasta properties. *Zernovoe khozyaistvo Rossii = Grain Economy of Russia*, 2020, no. 3 (69), pp. 26–31 (in Russian). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-69-3-26-31>

18. Koshak Zh. V., Minina E. M., Pokrashynskaya A. V., Pashuk S. V., Laptsenak N. S. Investigation of rheological properties of pasta flour obtained from grain of durum wheat Belarusian breeding. *Pishchевaya promyshlennost': nauka i tekhnologii = Food Industry: Science and Technology*, 2015, no. 2 (28), pp. 43–47 (in Russian).
19. Rozova M. A., Ziborov A. I., Egiazaryan E. E. Variations in the quality parameters of grain and pasta during the variety change of spring durum wheat in Altai. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2019, vol. 33, no. 11, pp. 43–47 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-11109>
20. Sandakova G. N. Macaroni properties of various varieties of spring hard wheat in natural-climatic zones of Orenburg region. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 2018, no. 5 (73), pp. 67–70 (in Russian).
21. Tarasenko S. S., Fedotov V. A., Gladnikov D. V. Dependence of the rheological properties of the dough on the dispersion of intermediate products of pasta grinding of wheat bakery products. *Khleboprodukty*, 2017, no. 6, pp. 53–55 (in Russian).
22. Akel W., Rapp M., Thorwarth P., Würschum T., Longin C. F. H. Hybrid durum wheat: heterosis of grain yield and quality traits and genetic architecture of anther extrusion. *Theoretical and Applied Genetics*, 2019, vol. 132, no. 4, pp. 921–932. <https://doi.org/10.1007/s00122-018-3248-6>
23. Berezina N. A., Nikitin I. A., Khmeleva E. V., Glebova N. V., Makarova N. A. Features of technological characteristics of cereal and pseudocereal flour. *BIO Web of Conferences*, 2020, vol. 17, art. 00121. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201700121>
24. 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, vol. 8, no. 9, art. 140. <https://doi.org/10.3390/agriculture8090140>
25. Khmeleva E., Berezina N., Khmelev A., Kunitsyna T., Makarova N. Aspects of environmental safety improving of whole grain bakery products. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020, vol. 421, no. 3, art. 032062. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/421/3/032062>
26. Jones B. H., Blake N. K., Heo H.-Y., Kalous J. R., Martin J. M., Nash D. L., Talbert L. E., Torrión J. A. Impact of yield component alleles from durum wheat on end-use quality of spring wheat. *Cereal Chemistry*, 2020, vol. 98, no. 2, pp. 367–381. <https://doi.org/10.1002/cche.10376>
27. Martelli M. R., Barron C., Mabile F., Rouau X., Sadoudi A. Adherence within biological multilayered systems: development and application of a peel test on wheat grain peripheral tissues. *Journal of Cereal Science*, 2010, vol. 52, no. 1, pp. 83–89. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2010.03.007>
28. Melnik A. F., Amelin A. V., Mazalov V. I., Nikolaev A. N. Variety influence on yield capacity and quality of winter wheat in the Orel region conditions. *Vestnik OrelGAU*, 2013, no. 6 (45), pp. 1–17.
29. Remadnia M., Kachi M., Messal S., Oprean A., Dascalescu L., Rouau X. Electrostatic separation of peeling and gluten from finely ground wheat grains. *Particulate Science and Technology*, 2014, vol. 32, no. 6, pp. 608–615. <https://doi.org/10.1080/02726351.2014.943379>

### Информация об авторе

Кандроков Роман Хажсетович – кандидат технических наук, доцент кафедры зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий, Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ) (Волоколамское шоссе, 11, 125080, Москва, Российская Федерация). E-mail: [nart132007@mail.ru](mailto:nart132007@mail.ru). <https://orcid.org/0000-0003-2003-2918>

### Information about the author

Roman Kh. Kandrov – Ph. D. (Engineering), Associate Professor of the Department of Grain, Bakery and Confectionery Technologies, Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH) (11, Volokolamskoe highway, 125080, Moscow, Russian Federation). E-mail: [nart132007@mail.ru](mailto:nart132007@mail.ru). <https://orcid.org/0000-0003-2003-2918>