

Технологические свойства зерна отечественных сортов яровой твердой пшеницы

Н. А. Дуктова, кандидат с.-х. наук

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

Е. М. Минина, старший преподаватель

Гродненский государственный аграрный университет

(Дата поступления статьи в редакцию 14.02.2019 г.)

Изучен аминокислотный состав и содержание белка у отечественных сортов яровой твердой пшеницы. Установлено, что увеличение средних температур воздуха и снижение количества осадков во время вегетационного периода приводят к снижению содержания белка в среднем на 13,7 %. Лимитирующими аминокислотами для белка твердой пшеницы являются лизин, треонин, метионин + цистин, валин и лейцин. Получена макаронная мука из зерна твердой пшеницы и определены показатели ее качества. Установлено, что органолептические и физико-химические показатели качества макаронной муки, кроме зольности, соответствуют требованиям действующего стандарта. Изготовлены макаронные изделия и установлено соответствие их показателей качества до и после варки требованиям нормативных документов.

Введение

Традиционным сырьем для производства макаронных изделий является твердая пшеница. При макаронных помолах из зерна твердой пшеницы получают крупку (муку высшего сорта), полукрупку (муку первого сорта) и муку второго сорта. Для изготовления макаронных изделий используется мука высшего и первого сорта, а мука второго сорта может использоваться для производства кондитерских изделий или в качестве улучшителя для слабой муки. Мука высшего и первого сорта, полученная из твердой пшеницы, благодаря крупитчатой структуре, высокому содержанию белка и клейковины является лучшим сырьем для производства макаронных изделий высокого качества [2, 4].

В Республике Беларусь большая часть макаронных изделий вырабатывается из зерна пшеницы мягкой, что приводит к снижению их питательных и вкусовых качеств. Для решения данной проблемы и увеличения экспорта макаронных изделий белорусского производства необходимо наладить в республике выпуск макарон группы А, которые согласно регламентам изготавливаются только с использованием крупки пшеницы твердой и до настоящего времени массово в Беларуси не производятся. В результате многолетней работы селекционеров УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» созданы и внесены в Государственный реестр сорта твердой пшеницы, адаптированные к климату нашей страны. Обеспечение производства сырьевым зерном пшеницы твердой позволит решить проблему импортозамещения готовой продукции и повысит конкурентоспособность отечественных производителей.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являлись сорта яровой твердой пшеницы селекции УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» – Розалия, Дуняша, Валента и сорт итальянской селекции Ири-

Amino acid composition and protein content of domestic varieties of spring durum wheat were studied. It was found that an increase in average air temperatures and a decrease in precipitation during the growing season lead to a decrease in protein content by an average of 13,7%. The limiting amino acids for durum wheat protein are lysine, threonine, methionine + cystine, valine and leucine. Macaroni flour from durum wheat grain was obtained and its quality indicators were determined. It is established that the organoleptic and physico-chemical quality indicators of pasta flour, in addition to ash content, meet the requirements of the current standard. Macaroni products are made and their compliance with quality indicators before and after cooking to requirements of normative documents is established.

де. Полевые опыты были заложены в 2016–2018 гг. на опытном участке Тушково УНЦ «Опытные поля БГСХА» по методике конкурсного сортоиспытания. Агротехника возделывания соответствовала требованиям отраслевого регламента. Предшествующая культура – редька масличная. Система применения удобрений: азот – 70 кг/га д. в. в предпосевную культувацию (1,5 ц/га мочевины) и 32 кг/га д. в. (0,7 ц/га мочевины) в подкормку в фазе «конец кущения – выход в трубку»; фосфор – 60 кг/га д. в. в предпосевную культувацию (2 ц/га аммонизированного суперфосфата); калий – 120 кг/га осенью под вспашку (2 ц/га KCl). По вегетации (начало выхода в трубку) применяли микроэлементы – Эколист моно медь, 1,0 л/га. Химпрополку посевов проводили в середине кущения посредством внесения Хармони, 15 г/га + 2М-4Х, 0,7 л/га. Для предотвращения полегания в начале трубку посева обрабатывали ЦеЦеЦе 750, 1,0 л/га. Защиту посевов от болезней и вредителей в период вегетации проводили по общей схеме: Рекс дуо, 0,6 л/га + Фастак, 0,1 л/га (ВВСН 34–37); Осирис, 1,0 л/га (ВВСН 55–61).

Нами была проведена оценка основных технологических свойств зерна яровой твердой пшеницы: показателей качества макаронной муки высшего (крупка) и первого (полукрупка) сортов, а также органолептических и физико-химических показателей качества изготовленных макаронных изделий. Лабораторные помолы и определение показателей качества макаронной муки и макаронных изделий проводили в лаборатории УО ГГАУ.

Результаты исследований и их обсуждение

Одним из наиболее важных показателей качества зерна пшеницы, который определяет его биологическую полноценность, является содержание белковых веществ. Твердая пшеница отличается большим содержанием азота (2,1–2,4 % от сухого веса в зерне твердой пшеницы, 1,4–2,6 % – в зерне мягкой пшеницы). Азотистые вещества занимают все промежутки

между крахмальными зёрнами в твердой пшенице, а в зерне мягкой пшеницы между крахмалом и азотистыми веществами образуется много мелких пустот, занимаемых воздухом. Вследствие этого эндосперм зерна твердой пшеницы обладает большей механической прочностью и в процессе размола в муку образует большое количество промежуточных продуктов размола. Кроме этого разные сорта пшениц, выращенных в одинаковых условиях, могут заметно отличаться по содержанию азотистых веществ [2, 4, 7, 11].

Содержание белка твердой пшеницы варьирует по сортам и зависит от условий выращивания. Недостаточное количество осадков во время вегетационного периода и одновременно высокие средние температуры воздуха в 2018 г. привели к снижению содержания белка в зерне твердой пшеницы всех исследованных сортов в среднем на 9,2 % по сравнению с 2016 и 2017 г. (рисунок 1).

Содержание сырого белка оказывает большое влияние на качество и выход макаронной муки. Наименьшее содержание белка среди исследованных сортов характерно для твердой пшеницы сорта Ириде (в среднем 14,2 %), а наибольшее – для сорта Дуняша (в среднем 16,4 %). Средние значения содержания сырого белка для зерна твердой пшеницы сортов Розалия и Валента составили 15,1 и 15,7 % соответственно.

В то же время твердая пшеница отличается не столько более высокими показателями качества зерна в сравнении с пшеницей мягкой, сколько биохимиче-

скими и анатомическими особенностями его строения. Макароны и кондитерские изделия из пшеницы твердой являются диетическим продуктом, обладают полезными и даже целебными свойствами для организма человека. Кроме повышенного содержания белка, зерно твердой пшеницы содержит сложные («медленные») углеводы, которые и обеспечивают низкую калорийность продуктов *durum*, а также витамины группы В [3].

Биологическая ценность белков пшеницы зависит от содержания и сбалансированности аминокислотного состава и, в частности, незаменимых аминокислот. Для белков пшеницы лимитирующими незаменимыми кислотами являются лизин, метионин и триптофан. Было доказано, что белки муки содержат меньше лизина, аргинина, аланина, аспарагиновой кислоты и глицина, чем зерно пшеницы. В зародыше пшеницы содержится лизина 4,4–5,6 %, а в белке эндосперма – 2,1 %; белки алейронового слоя содержат лизина в 2–3 раза больше, чем эндосперм; в белках отрубей лизина на 13 % больше, чем в целом зерне. Все это приводит к тому, что в отрубях содержание лизина выше, чем в муке, так как в процессе размола в отруби отходят оболочки, зародыш и алейроновый слой [5, 8].

Нами было определено содержание аминокислот аланина, глицина и лизина в зерне твердой пшеницы сорта Дуняша и в макаронной крупке и полукрупке, полученных из нее (рисунок 2).

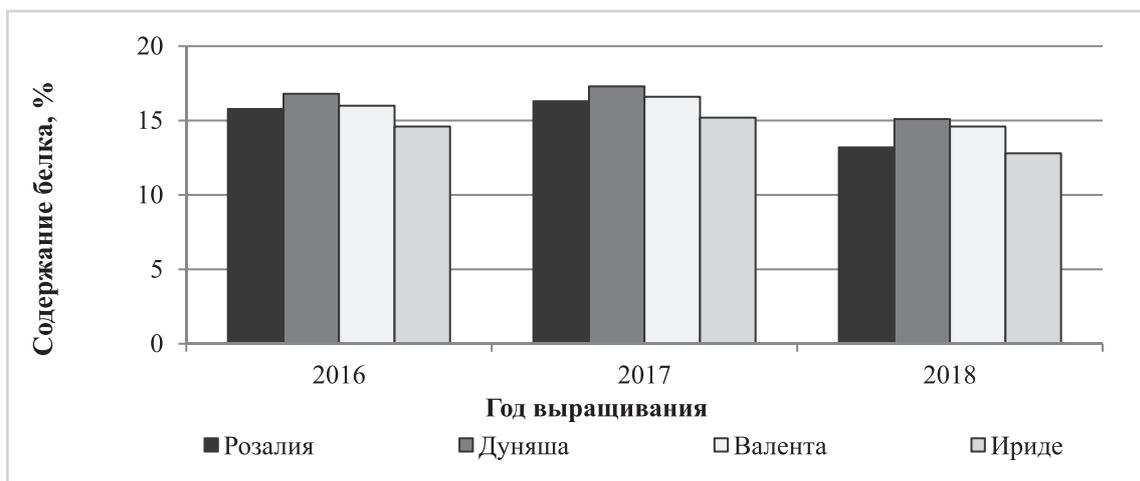


Рисунок 1 – Содержание белка в зерне твердой пшеницы

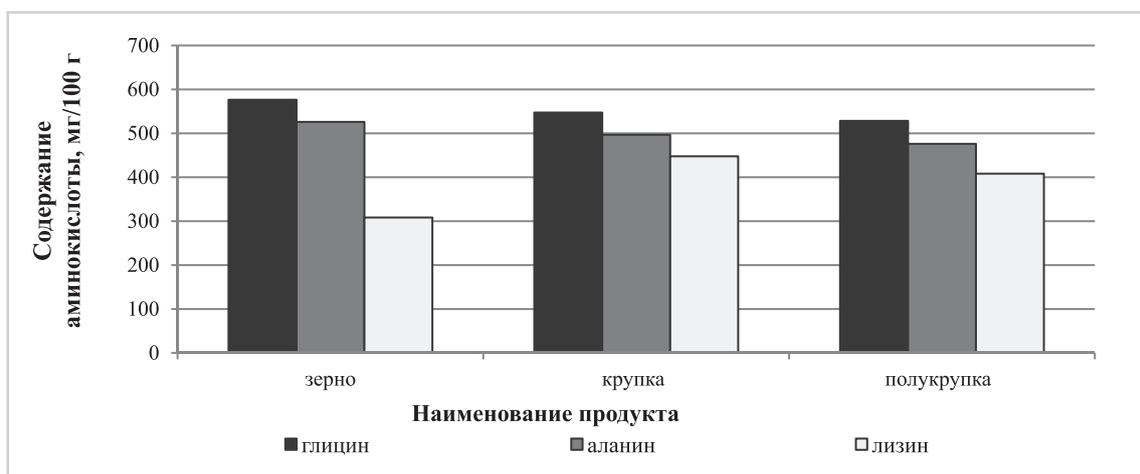


Рисунок 2 – Содержание аминокислот в зерне и макаронной муке

Из представленных на рисунке 2 данных можно сделать вывод, что глицина в зерне твердой пшеницы сорта Дуняша больше, чем в крупке и полукрупке на 5,0 и 8,4 % соответственно. Аланина в муке высшего сорта меньше на 5,6 %, а в муке первого сорта – на 9,5 %, чем в зерне. Лизина в зерне пшеницы содержится меньше, чем в крупке и полукрупке на 31,1 и 24,5 % соответственно. Это может быть связано с попаданием в макаронную муку значительного количества частиц богатого лизином алейронового слоя.

Для характеристики биологической ценности белка необходимо вычислить аминокислотный скор по содержанию в белке незаменимых аминокислот. Аминокислотный скор может быть больше или меньше 100 %. Аминокислота, для которой аминокислотный скор меньше 100 %, называется лимитирующей [1]. Было определено содержание аминокислот в белке твердой пшеницы и рассчитан аминокислотный скор (таблица 1).

Из данных, представленных в таблице 1, видно, что для зерна твердой пшеницы всех исследованных сортов лимитирующими аминокислотами являются лизин, треонин, метионин + цистин, валин и лейцин. Следовательно, белок зерна твердой пшеницы, независимо от сорта, является неполноценным по этим аминокислотам. Однако изменение погодных условий выращивания может привести к изменению содержания белка и варьированию его аминокислотного состава.

Макаронную муку из твердой пшеницы исследованных сортов получали путем размола зерна на лабора-

торной мельнице CD2 для зерна твердой пшеницы компании CHOPIN Technologies (Франция). Мельница позволяет получить репрезентативный помол, имитируя заводской процесс.

Макаронная мука высшего сорта (крупка) получена в основном из центральной части эндосперма и отличается от хлебопекарной муки крупнотой частичек (как у манной крупы) с желтоватым оттенком. Мука первого сорта (полукрупка) вырабатывается из периферийных частей эндосперма и поэтому может содержать некоторое количество оболочек. Она состоит из более мелких частиц, чем крупка, и характеризуется более светлым оттенком (хотя и дает темные макаронные изделия) [12].

На сканирующем электронном микроскопе JSM-5610 LV с системой химического анализа EDX JED-2201 (JEOL, Япония) были получены фотографии микроструктуры макаронной муки. Микроструктура макаронной муки из твердой пшеницы сорта Дуняша с увеличением в 500 раз представлена на рисунке 3.

Анализ микрофотографий показал, что эндосперм твердой пшеницы разрушился преимущественно по границам клеток и сохранил большинство крахмальных гранул целыми. Микрофотографии макаронной муки позволяют увидеть белые вкрапления, которые представляют собой частицы алейронового слоя, попавшего в муку.

Далее проводился анализ показателей качества макаронной муки из зерна твердой пшеницы исследованных сортов, которые должны соответствовать

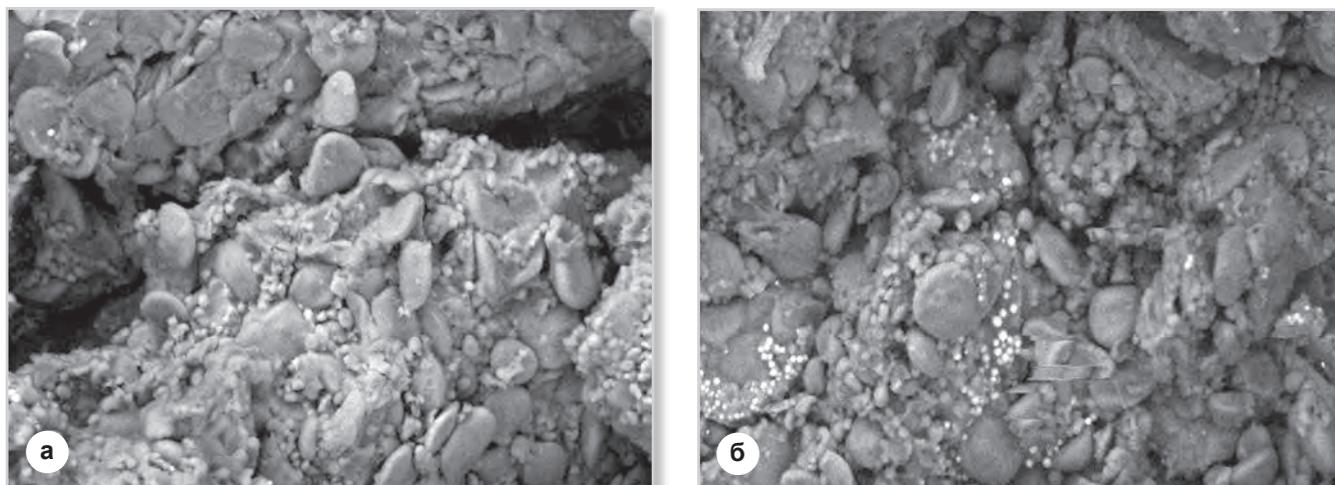


Рисунок 3 – Микрофотографии макаронной муки из зерна твердой пшеницы (сорт Дуняша): крупка (а) и полукрупка (б)

Таблица 1 – Аминокислотный скор белков зерна твердой пшеницы

Аминокислота	Аминокислотный скор, %			
	сорт Ириде	сорт Розалия	сорт Дуняша	сорт Валента
Лизин	47,17	33,27	33,78	33,12
Треонин	62,07	71,09	65,09	68,07
Метионин + цистин	98,02	47,98	98,57	65,48
Валин	91,63	72,18	94,18	64,28
Фенилаланин + тирозин	134,57	111,31	153,32	111,76
Лейцин	46,98	51,89	72,86	53,07
Изолейцин	159,61	158,36	194,94	161,52

требованиям ГОСТ 12307-66, действующего на территории Беларуси [9]. Анализ полученных данных показывает, что макаронная мука из зерна твердой пшеницы исследованных сортов по органолептическим и физико-химическим показателям соответствует требованиям ГОСТ 12307-66, за исключением показателя зольности (таблица 2).

Повышенная зольность макаронной муки может свидетельствовать о попадании в муку большого количества высокозольного алейронового слоя. Указанный выше ГОСТ 12307-66 разрабатывался еще в СССР, когда твердая пшеница выращивалась ограниченно, только в наиболее благоприятных для нее зонах возделывания. Расширение ареала распространения *Triticum durum*, а также совершенствование технологических процессов макаронного производства обусловили внесение изменений в требования стандарта, в результате чего на территории Российской Федерации с 2013 г. вместо ГОСТ 12307-66 введен в действие ГОСТ 31463-2012, в котором увеличены ограничения по зольности: для муки высшего сорта до 0,90 %, для первого – до 1,20 % вместо 0,75 и 1,10 % соответственно [9, 10]. Принимая во внимание условие унификации стандартов на территории Союзного государства, целесообразно при оценке качества зерна пшеницы твердой руководствоваться также требованиями ГОСТ 31463-2012. Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что макаронная мука, выработанная из зерна пшеницы твердой, выращенной в Беларуси, полностью соответствует требованиям стандарта и пригодна для получения макаронных изделий высокого качества (таблица 2).

Последним этапом в комплексной оценке качества макаронной муки из зерна твердой пшеницы является определение показателей качества макаронных изде-

лий. Нами проведена оценка органолептических, физико-химических и варочных свойств (таблица 3).

Макаронные изделия из макаронной муки высшего сорта характеризуются светло-кремовым цветом с желтым оттенком, а макаронные изделия из макаронной муки первого сорта – светло-кремовым цветом. После варки макаронные изделия сохраняли форму и не слиплись, а цвет макаронных изделий сохранился и соответствовал цвету муки, из которой они были получены.

Таким образом, установлено, что изделия, полученные из макаронной муки высшего и первого сорта, по всем показателям качества соответствуют требованиям действующего СТБ 1963-2009 [6].

Заключение

Исследование зерна твердой пшеницы белорусской и итальянской селекции показало, что содержание белка в зерне зависит от сорта и условий выращивания: содержание сырого белка в зерне белорусских сортов (Розалия, Валента, Дуняша) в среднем находится в пределах 15,7–17,0 %, а в зерне твердой пшеницы итальянской селекции (сорт Ириде) в среднем составляет 15,0 %. Снижение количества осадков при высоких значениях температуры воздуха приводит к снижению содержания белка в среднем на 13,7 %.

Анализ содержания аминокислот в зерне твердой пшеницы и продуктах его размола показал, что содержание аланина и глицина в макаронной муке меньше, чем в зерне. Содержание лизина в крупке и полукрупке выше, чем в зерне за счет попадания в муку большого количества частиц алейронового слоя. Лимитирующими аминокислотами в зерне твердой пшеницы белорусской и итальянской селекции являются лизин, треонин, метионин + цистин, валин и лейцин.

Таблица 2 – Показатели качества макаронной муки

Наименование показателя	Характеристика муки из зерна сортов							
	Розалия		Ириде		Дуняша		Валента	
	высшего	первого	высшего	первого	высшего	первого	высшего	первого
<i>Органолептические показатели</i>								
Запах	свойственный нормальной муке без запаха плесени, затхлости и других посторонних запахов							
Вкус	свойственный нормальной муке без кислого, горького и других посторонних привкусов							
<i>Физико-химические показатели</i>								
Влажность, %	15,3	15,0	15,4	14,9	15,2	14,8	15,4	15,0
Клейковина сырая: количество, %	30	33	30	32	32	34	31	4
качество	II (удовлетворительно слабая)							
Зольность в пересчете на абсолютно сухое вещество, %	0,84	1,14	0,85	1,15	0,82	1,10	0,83	1,12
Крупность помола, %:								
остаток на сите № 140/36	2,8	–	3,0	–	2,7	–	2,6	–
проход через сито № 27	11,2	–	11,7	–	10,4	–	10,6	–
остаток на сите № 190/50	–	2,6	–	2,6	–	2,2	–	2,5
проход через сито № 43	–	34,4	–	36,6	–	32,2	–	33,8
Содержание металломагнитной примеси на 1 кг муки, мг	не обнаружено							

Таблица 3 – Показатели качества макаронных изделий

Наименование показателя	Характеристика макаронных изделий из зерна сортов							
	Розалия		Ириде		Дуныша		Валента	
	высшего	первого	высшего	первого	высшего	первого	высшего	первого
Цвет	светло-кремовый с жёлтым оттенком, без следов непомеса	светло-кремовый, без следов непомеса	светло-кремовый с жёлтым оттенком, без следов непомеса	светло-кремовый, без следов непомеса	светло-кремовый с жёлтым оттенком, без следов непомеса	светло-кремовый, без следов непомеса	светло-кремовый с жёлтым оттенком, без следов непомеса	светло-кремовый, без следов непомеса
Органолептические показатели								
Поверхность	гладкая							
Излом	стекловидный							
Форма	соответствующая типу макаронных изделий, наблюдаются незначительные изгибы							
Вкус и запах	свойственный макаронным изделиям, без постороннего привкуса							
Физико-химические показатели								
Состояние после варки	макаронные изделия не склеиваются между собой, изделия частично деформированы							
Влажность, %	11,2	12,0	11,4	12,1	11,2	11,9	11,0	11,8
Кислотность, град.	2,6	2,5	2,4	2,4	2,4	2,5	2,6	2,4
Содержание деформированных изделий, %	1,1	1,8	1,2	1,6	1,0	1,5	1,3	1,7
Содержание крошки, %	–	0,1	0,1	0,2	–	–	–	–
Содержание металломагнитных примесей, мг/кг продукта	не наблюдаются							
Варочные свойства								
Время варки до готовности, мин	11	10	12	11	11	10	12	10
Коэффициент увеличения массы	2,05	2,18	2,13	2,21	2,08	2,16	2,15	2,20
Количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, %	5,4	5,6	5,2	5,6	4,8	5,3	5,1	5,7
Сохранность формы, %	100	99	99	98	100	100	100	99

Показатели качества макаронной муки, за исключением зольности, соответствуют требованиям ГОСТ 12307-66 и полностью соответствуют ГОСТ РФ 31463-2012. Макароны, полученные из макаронной муки высшего и первого сорта, отличаются высокими вкусовыми свойствами, по органолептическим, физико-химическим и варочным свойствам соответствуют требованиям СТБ 1963-2009.

Литература

1. Вакар, А. Б. Клейковина пшеницы / А. Б. Вакар – М.: Издательство академии наук, 1961. – 253 с.
2. Дуктова, Н. А. Влияние метеорологических факторов на микроструктуру и технологические свойства зерна твердой пшеницы / Н. А. Дуктова, Е. М. Минина // Вестник Белорус. госуд. с.-х. акад. – 2019. – № 1. – С. 60–65.
3. Дуктова, Н. А. Твердая пшеница (*Triticum durum* Desf.) – новая зерновая культура в Беларуси: проблемы и перспективы / Н. А. Дуктова, В. П. Дуктов, В. В. Павловский // Известия НАН Беларуси. – 2015. – № 3. – С. 85–92.
4. Дуктова, Н. Белорусская *Triticum durum* – это реально! / Н. Дуктова, В. Павловский, В. Дуктов // Белорусское сельское хозяйство. – 2012. – № 10. – С. 35–38.
5. Зверев, С. В. Физические свойства зерна и продуктов его

- переработки / С. В. Зверев, Н. С. Зверев. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 176 с.
6. Изделия макаронные. Общие технические условия: СТБ 1963-2009. – Введ. 29.12.2009. – Минск: Гос. комитет по стандартизации Республики Беларусь: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2010. – 30 с.
7. Изучение белкового комплекса муки из зерна твердой пшеницы и его влияние на качество макаронных изделий / Н. К. Казеннова [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 7. – С. 30–33.
8. Моисеева, А. И. Технологические свойства пшеницы / А. И. Моисеева. – М.: Колос, 1975. – 112 с.
9. Мука из твердой пшеницы (дурум) для макаронных изделий: ГОСТ 12307-66. – Введ. 01.01.1968. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2011. – 4 с.
10. Мука из твердой пшеницы для макаронных изделий. Технические условия: ГОСТ 31463-2012. – Введ. 01.07.2013. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 8 с.
11. Носатовский, А. И. Пшеница / А. И. Носатовский. – Биология. Изд-е 2-е, доп. – М.: Колос, 1965. – 588 с.
12. Чеботарев, О. Н. Технология муки, крупы и комбикормов / О. Н. Чеботарев, А. Ю. Шаззо, Я. Ф. Мартыненко. – Москва: ИКЦ «МарТ», Ростов-н/Д: Издательский центр «МарТ», 2004. – 688 с.