

Журнал включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по научным направлениям Пищевая технология и Процессы, аппараты и оборудование пищевых производств

Редакционная коллегия:

Главный редактор

Александр Васильевич Акулич
доктор технических наук, профессор

Заместитель главного редактора

Талгат Салихович Хасаншин
доктор технических наук, профессор

Ответственный секретарь

Татьяна Николаевна Болашенко
кандидат технических наук, доцент

- | | |
|------------------------|---|
| Ю. М. Бубнов | – доктор социологических наук, профессор |
| З. В. Василенко | – доктор технических наук, профессор, чл.-кор. НАН Беларуси |
| В. А. Воробьев | – доктор экономических наук, профессор |
| А. М. Гальмак | – доктор физико-математических наук, доцент |
| В. Я. Груданов | – доктор технических наук, профессор |
| А. Г. Ефименко | – доктор экономических наук, доцент |
| А. В. Иванов | – доктор технических наук, профессор |
| М. А. Киркор | – кандидат технических наук, доцент |
| З. В. Ловкис | – доктор технических наук, профессор, чл.-кор. НАН Беларуси |
| А. М. Мазур | – доктор технических наук, профессор |
| С. Л. Масанский | – кандидат технических наук, доцент |
| О. В. Мацикова | – кандидат технических наук, доцент |
| А. С. Носиков | – кандидат технических наук, доцент |
| В. М. Пашкевич | – доктор технических наук, доцент |
| О. Г. Поляченко | – доктор химических наук, профессор |
| Г. Н. Роганов | – доктор химических наук, профессор |
| Н. А. Саломов | – доктор технических наук, профессор |
| В. Н. П | |
| В. А. П | |
| Т. И. П | |

Н Беларуси

«...ольствия».

Заказ 2419.

Издатель:

Учреждение образования «Могилёвский государственный университет продовольствия». Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/272 от 04.04.2014.
Пр-т Шмидта, 3, 212027, Могилёв.

Политграфическое исполнение:

УПХП «Могилёвская областная укрупненная типография им. Спиридона Соболя». Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 2/24 от 12.12.2013.
Ул. Первомайская, 70, 212030, Могилёв.

ВЕСТНИК

МОГИЛЕВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА ПРОДОВОЛЬСТВИЯ

Научно-методический журнал

Издается два раза в год

№ 2(23), 2017

Учредитель: Могилевский государственный университет продовольствия

СОДЕРЖАНИЕ

ПИЩЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- М. Л. Микулинич, А. В. Иванов, С. Л. Масанский, П. В. Микулинич, А. Н. Моргунов*
АДДИТИВНАЯ МОДЕЛЬ МУЛЬТИПЛИКАТИВНОГО ТИПА КОМПЛЕКСНОЙ
ОЦЕНКИ СУСЛА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ КАЧЕСТВА ПОЛИСОЛОДОВЫХ
ЭКСТРАКТОВ..... 3
- Ю. С. Назарова, Н. В. Саманкова*
ПРИМЕНЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ СОЛОДОВ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТЁМНОГО ПИВА ВЕРХОВОГО БРОЖЕНИЯ..... 14
- В. Н. Тимофеева, Н. В. Саманкова, В. Д. Лавшук*
ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ
НАСТОЕВ ИЗ ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКОГО СЫРЬЯ..... 20
- Т. А. Гуринова, А. Г. Пискижова, В. П. Папко*
ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА ВНЕСЕНИЯ В ТЕСТО ФЕРМЕНТИРОВАННОГО
ПОЛУФАБРИКАТА ИЗ РЖАНОЙ МУКИ НА ОСНОВЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ
КОНЦЕНТРАТОВ..... 27
- И. С. Косцова, Т. М. Гончаренко, А. Н. Савченко*
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕРНА ТВЕРДОЙ
ПШЕНИЦЫ..... 32
- Л. В. Рукшан, Е. С. Новожилова, Д. А. Кудин*
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕМЯН ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР КАК
СЫРЬЯ ДЛЯ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ..... 38
- Ж. В. Кошак, Е. Л. Волынская, А. В. Покрашинская*
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВА
МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ БЕЛОРУССКОЙ МАКАРОННОЙ МУКИ..... 44
- Ж. В. Кошак, Е. Л. Волынская, Е. М. Минина, Г. В. Слободницкая*
ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ЗЕРНА ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ БЕЛОРУССКОЙ
СЕЛЕКЦИИ И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ..... 50



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ БЕЛОРУССКОЙ МАКАРОННОЙ МУКИ

Ж. В. Кошак, Е. Л. Волынская, А. В. Покрашинская

Рассмотрена возможность использования в макаронном производстве макаронной муки высшего сорта (крупки), полученной из зерна твердой пшеницы белорусской селекции. Посредством планирования эксперимента в пакете StatGraphics Plus подобраны соответствующие технологические параметры производства макаронных изделий: влажность теста и температура воды, идущая на замес теста, при которых обеспечиваются наиболее оптимальные производительность макаронного пресса и прочность сухих макаронных изделий.

Введение

Макаронные изделия – популярный и удобный продукт питания, который входит в рацион практически любой семьи. Они обладают высокой питательной ценностью и хорошей усвояемостью, являются доступными по цене, достаточно быстро и легко готовятся, в сухом виде долго хранятся без изменения свойств, прекрасно сочетаются с мясом, сыром, яйцами, овощами, различными соусами и приправами. Поэтому они постоянно пользуются высоким спросом.

При хранении макаронные изделия не черствеют, как хлеб, и менее гигроскопичны по сравнению с сухарями, хорошо транспортируются и сохраняются (до года и более) без ухудшения вкусовых и питательных свойств. Макароны по пищевой ценности превосходят пшеничный хлеб, так как изготавливают их из пшеничной муки с максимальным содержанием белковых веществ. В них содержится 9–13 % белков; 75–79 % усвояемых углеводов; 0,9 % жиров; 0,6 % минеральных веществ и витамины В₁, В₂, РР и др. Калорийность макаронных изделий составляет 360 ккал/100 г. Усвояемость их организмом человека выше усвояемости крупы. Белки макаронных изделий усваиваются на 85 %, углеводы – на 98 % и жиры на 95 %. Из них можно быстро приготовить блюдо, так как продолжительность их варки равна 5–15 мин [1].

Для производства макаронных изделий желательно использовать специальную муку следующих сортов: высший (крупка) и первый (полукрупка). Муку вырабатывают из твердых и мягких стекловидных сортов пшеницы. Лучшей является мука, выработанная из твердых пшениц (дурум) (изделия группы А). Изделия из такой пшеницы имеют в сухом виде янтарно-желтый цвет, высокую прочность и стекловидный излом, после длительной варки оставляют прозрачную варочную воду, не теряют своей формы, не склеиваются между собой, имеют светло-желтый цвет, приятные аромат и вкус. Макароны из твердой пшеницы являются низкокалорийным диетическим продуктом, который богат растительными белками, витаминами группы В, клетчаткой, которая способствует выводу шлаков, токсинов и солей тяжелых металлов из организма, практически не содержат жиров, легко перевариваются и усваиваются организмом. Регулярное употребление нормализует вес и служит профилактикой сердечных заболеваний [2].

Однако, учитывая мировой дефицит и высокую стоимость твердой пшеницы, в Республике Беларусь для изготовления макаронных изделий в большинстве случаев используют пшеничную хлебопекарную муку. При существующей технологии и действующем технологическом оборудовании изделия из такой муки по своим потребительским свойствам уступают продукции из крупитчатой муки специального макаронного назначения.

В связи с этим является актуальным возделывание на территории Республики Беларусь зерна твердой пшеницы, адаптированного к ее климату [3]. В 2017 году по данным Минсельхозпрода Республики Беларусь посевные площади твердой пшеницы составляют 120 гекта-

ров, и в дальнейшем будут только расширяться. Поэтому целью данной работы является подбор оптимальных технологических параметров производства макаронных изделий, в которых основным сырьем будет макаронная мука, полученная из отечественной твердой пшеницы.

Результаты исследований и их обсуждение

В работе использовалась мука макаронная высшего сорта (крупка) из зерна твердой пшеницы белорусской селекции, полученная с использованием мельницы CD2 французской фирмы Chopin Technologies, которая позволяет получить репрезентативный сортовой помол, имитирующий заводской процесс. Показатели качества используемой макаронной муки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели качества макаронной муки высшего сорта (крупки)

Наименование показателя	Характеристика показателя
Цвет	Желтый, с незначительным наличием вкраплений
Запах	Свойственный пшеничной муке, без постороннего запаха, не затхлый, неплесневелый
Вкус	Свойственный пшеничной муке, без постороннего привкуса, не кислый, не горький
Хруст	Отсутствует
Влажность, %	10,9
Кислотность, град.	3,4
Количество клейковины, %	31
Качество клейковины, усл. ед. пр. ИДК	96
Зольность, %	0,8
Содержание жёлтого пигмента, мг β -каротина	0,048
Металломагнитная примесь, мг в 1 кг муки	Не наблюдается
Заражённость вредителями хлебных запасов	Не наблюдается

Согласно требованиям ГОСТ 31463-2012 «Мука из твердых сортов пшеницы для макаронных изделий. Технические условия» [4], содержание сырой клейковины в крупке должно быть не менее 26 %; показания прибора ИДК – 50–105 усл. ед.; кислотность муки – не более 4 град; влажность – не более 15 %. Анализируя данные таблицы 1, можно сделать вывод о том, что все органолептические и физико-химические показатели качества крупки находятся в пределах нормы, что свидетельствует о хорошем качестве муки и возможности использования ее в макаронном производстве.

На качество макаронных изделий, помимо качества исходного сырья, оказывают влияние различные технологические параметры, такие как влажность теста, температура теста и продолжительность замеса.

В связи с этим в данной работе изучалось влияние влажности и температуры теста на качество макаронных изделий, как наиболее значимых технологических параметров, оказывающих влияние на физические свойства теста, сырых изделий и качество продукции.

Для определения оптимальных параметров производства макаронных изделий использовали планирование эксперимента в пакете StatGraphics Plus. В качестве входного фактора X_1 принималась влажность теста в диапазоне 28–35 %, в качестве входного фактора X_2 – температура воды, идущей на замес теста, в диапазоне 15–75 °С. Параметром оптимизации Y выступали производительность макаронного пресса, прочность сухих макаронных изделий и количество сухих веществ, перешедших в варочную воду.

Получение макаронных изделий осуществлялось на макаронном лабораторном прессе Amitek. В таблице 2 представлены характеристики сырых макаронных изделий.

Таблица 2 – Характеристика сырых макаронных изделий

№ опыта	Влажность теста, %	Температура воды, °С	Характеристика
1	31,5	45,0	Поверхность гладкая, без заусенцев. Цвет бежевый с белесыми полосами на поверхности. Не липкие. Мало эластичные
2	28,0	15,0	Поверхность шероховатая, без заусенцев. Цвет светло-бежевый с белесыми полосами на поверхности. Не липкие. Не эластичные
3	35,0	15,0	Поверхность гладкая, без заусенцев. Цвет желтый однородный. Не липкие. Эластичные
4	28,0	75,0	Поверхность шероховатая, без заусенцев. Цвет светло-бежевый (белесый) с полосами на поверхности. Не липкие. Не эластичные
5	35,0	75,0	Поверхность гладкая, без заусенцев. Цвет бежевый с желтым оттенком. Не липкие. Эластичные
6	26,55	45,0	Поверхность шероховатая, с заусенцами. Цвет белесый. Не липкие. Не эластичные
7	36,44	45,0	Поверхность гладкая, без заусенцев. Цвет желтый равномерный. Не липкие. Эластичные
8	31,5	2,57	Поверхность гладкая, без заусенцев. Цвет бежевый равномерный. Не липкие. Эластичные
9	31,5	87,42	Поверхность шероховатая, без заусенцев. Цвет светло-бежевый с белесыми полосами на поверхности. Не липкие. Мало эластичные
10	31,5	45,0	Поверхность гладкая, без заусенцев. Цвет бежевый с белесыми полосами на поверхности. Не липкие. Мало эластичные

Из таблицы 2 видно, что с увеличением влажности происходит улучшение внешнего вида сырых макаронных изделий: цвет становится более равномерным и насыщенным, поверхность – более гладкой, повышается эластичность. Изменение температуры воды, идущей на замес теста, по-другому влияет на качество сырых макаронных изделий. Чем ниже температура воды, тем более лучшими характеристиками обладают макаронные изделия.

При статистической обработке экспериментальных данных получены следующие уравнения регрессии: (1) – производительность; (2) – прочность, в стандартизированных переменных адекватно описывающие зависимость исследуемых показателей качества от выбранных факторов:

$$P = -42,57 + 2,59 \cdot W + 0,025 \cdot t - 0,038 \cdot W^2 - 0,0003 \cdot Wt - 0,0002 \cdot t^2 \quad (1)$$

$$П = -10,26 + 0,66 \cdot W + 0,01 \cdot t - 0,01 \cdot W^2 - 0,0006 \cdot Wt + 0,0001 \cdot t^2 \quad (2)$$

где P – производительность пресса, кг/ч;
 П – прочность макаронных изделий, Н;
 W – влажность теста, %;
 t – температура воды, °С.

На рисунке 1 представлена диаграмма, позволяющая определить производительность макаронного пресса и прочность макаронных изделий в зависимости от температуры воды при замесе теста и конечной влажности теста перед прессованием.

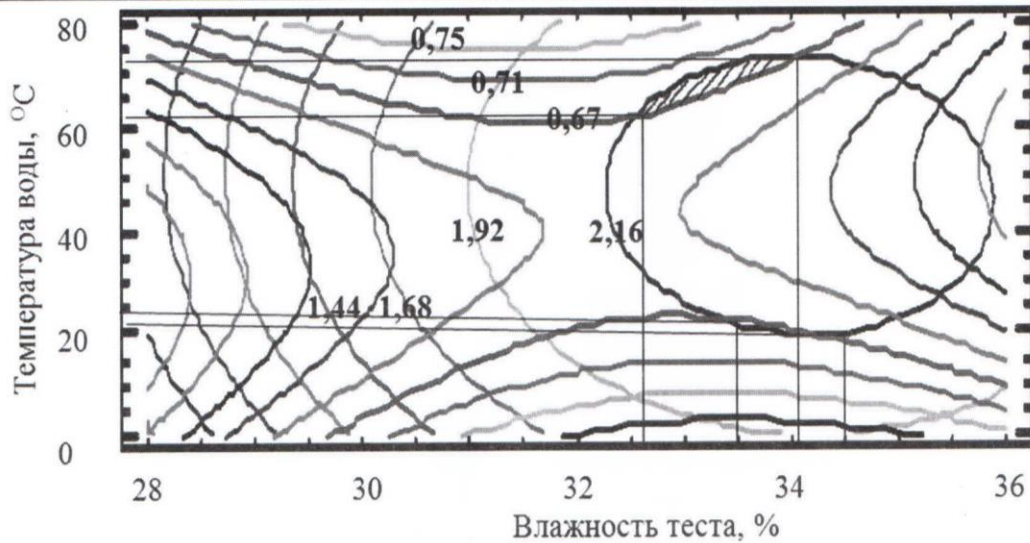


Рисунок 1 – Карта линий уровня

Данные, представленные на рисунке 1, свидетельствуют о том, что с повышением влажности теста увеличиваются пластичность, текучесть теста и облегчается процесс его выпрессовывания через матрицу. Это приводит к снижению давления прессования и к увеличению скорости выпрессовывания, т. е. к повышению производительности прессы. Скорость выпрессовывания сырых изделий увеличивается только до повышения влажности теста около 34 %. Дальнейшее повышение влажности при замесе теста приводит к образованию крупных комков, плохо проходящих сквозь каналы матрицы. Поэтому, хотя пластичность теста и повышается, происходит резкое падение давления прессования и, как следствие, снижение скорости выпрессовывания, а, следовательно, и производительности.

При увеличении температуры скорость выпрессовывания увеличивается, а давление прессования снижается. Это связано с увеличением пластичных и снижением вязкостных свойств теста вследствие ослабления межмолекулярных связей в структуре теста при повышении его температуры. Однако дальнейшее увеличение температуры теста приводит к резкому увеличению давления на матрицу и резкому падению скорости выпрессовывания изделий. Это объясняется тем, что при температурах выше 60 °С происходит денатурация клейковины, набухание крахмальных зерен. В результате этого процесса тесто становится плотным и с трудом поддается формованию. Анализируя рисунок 1, оптимальной температурой теста при его формовании на прессы является температура 50 °С.

Исследования показали, что влажность теста также оказывает влияние и на прочность сухих макаронных изделий. Прочность является одним из важных показателей, характеризующих их качество. Изделия с низким показателем прочности ломаются при фасовке, при упаковке, при транспортировке и хранении. Данные, представленные на рисунке 1, показывают увеличение прочности сухих макаронных изделий с увеличением влажности макаронного теста. Это связано с тем, что большее количество влаги поглощается компонентами муки (крахмалом и белком) и при высыхании образуется более прочная структура. Увеличение прочности происходит до влажности теста 33–34 %. Дальнейшее увеличение влажности приводит к уменьшению давления прессования, а, следовательно, и к уменьшению прочности. При уменьшении температуры воды, идущей на замес теста, происходит снижение прочности, а при увеличении – прочность повышается. Это связано с тем, что набухшие крахмальные зерна, окруженные денатурированной клейковиной, уплотняют структуру макаронных изделий и в результате чего сухие изделия становятся более прочными.

При наложении карт линий равного уровня производительности и прочности (рисунок 1) можно определить две области, в которых параметры приготовления макаронного теста (I – влажность теста 32,7–34,1 %; температура воды 62–73 °С и II – влажность теста 33,5–34,5 %;

температура воды 20–22 °С) оптимальны и обеспечивают высокую производительность пресса (2,16 кг/час) и прочность сухих макаронных изделий (0,67 Н).

При определении количества сухих веществ, перешедших в варочную воду, было получено следующее уравнение, в стандартизированных переменных адекватно описывающие зависимость исследуемых показателей качества от выбранных факторов:

$$CV = 98,23 - 4,96 \cdot W + 0,04 \cdot t + 0,06 \cdot W^2 + 0,001 \cdot Wt - 0,001 \cdot t^2, \quad (3)$$

где CV – количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, %.

В результате проведенных исследований было установлено, что количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, повышается с уменьшением влажности теста. Это связано с тем, влажность теста влияет на степень шероховатости поверхности изделий, которая увеличивает потерю сухих веществ в процессе варки, а также уменьшает степень насыщенности желтого цвета и снижает товарный вид изделий. Повышение температуры воды, идущей на замес теста, также приводит к повышению содержания сухих веществ в варочной воде. Обусловлено это тем, что из уже клейстеризованного крахмала в процессе варки макаронных изделий в варочную воду переходит больше сухих веществ, по сравнению с нативным крахмалом. В соответствии с требованиями СТБ 1963-2009 «Изделия макаронные. Общие технические условия» [5] количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, не должно превышать 6 %. Поэтому для получения макаронных изделий хорошего качества из полученной макаронной крупки необходимо принимать влажность теста 33,5–34,5 %, а температуру воды – от 20 до 22 °С (рисунок 1).

По подобранным параметрам были изготовлены макаронные изделия, внешний вид которых представлен на рисунке 2.

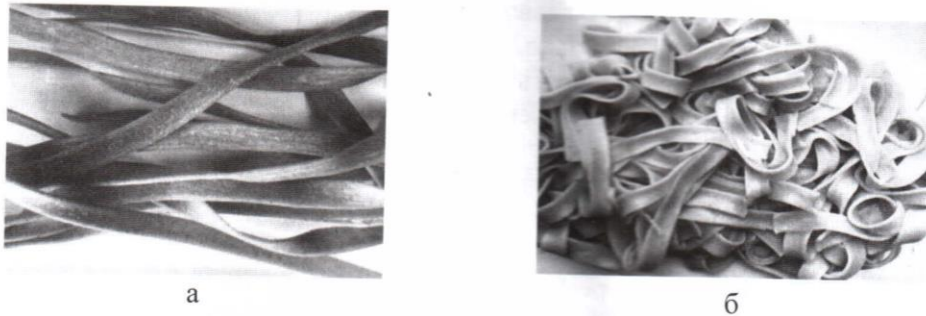


Рисунок 2 – Внешний вид сухих макаронных изделий (а) и изделий после варки (б)

Изготовленные макаронные изделия были проанализированы по органолептическим, физико-химическим показателям качества, а также варочным свойствам. В таблице 3 приведены показатели качества макаронных изделий, полученных при влажности теста 34 % и температуре воды 20 °С.

Представленные данные показывают, что полученные макаронные изделия соответствуют всем требованиям СТБ 1963-2009 (влажность не превышает 13 %; кислотность 4,0 град). Варочные свойства также соответствуют установленным нормам: изделия не слиплись и не потеряли форму; количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, не превысило 6 %.

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод о возможности использования макаронной муки, полученной из зерна твердой пшеницы белорусской селекции, в макаронном производстве. Макаронные изделия, изготовленные из данной муки, по всем показателям соответствуют требованиям СТБ 1963-2009 «Изделия макаронные. Общие технические условия».

Таблица 3 – Показатели качества сухих макаронных изделий

Показатели	Значения анализируемых образцов
Органолептические показатели	
Цвет	Желтый, равномерный
Поверхность	Гладкая
Форма	Лапша
Вкус	Свойственный макаронным изделиям, без постороннего привкуса
Запах	Свойственный макаронным изделиям, без постороннего запаха
Физико-химические показатели	
Влажность, %	12,2
Кислотность, град	3,5
Варочные свойства	
Состояние после варки	Не слиплись и не потеряли форму
Время варки до готовности, мин	8
Коэффициент увеличения массы	1,34
Количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, %	5,7

Таким образом, использование белорусской макаронной муки приведет к уменьшению закупок макаронной муки за рубежом, повысит качество производимой отечественной макаронной продукции, а также будет способствовать импортозамещению дорогостоящей макаронной продукции на рынке Республики Беларусь.

Заключение

В результате проведенных исследований произведена макаронная мука высшего сорта (крупка) из зерна твердой пшеницы белорусской селекции. Определены ее показатели качества в соответствии с ГОСТ 31463-2012 «Мука из твердых сортов пшеницы для макаронных изделий. Технические условия» по органолептическим и физико-химическим показателям качества и показана возможность ее применения в макаронном производстве.

Посредством планирования эксперимента подобраны соответствующие технологические параметры производства макаронных изделий: влажность теста 34 %, температура воды на замес теста 20 °С. При этих параметрах обеспечиваются наиболее оптимальные производительность макаронного пресса (2,16 кг/ч) и прочность сухих макаронных изделий (0,67 Н).

Макаронные изделия, изготовленные из данной муки, при соблюдении подобранных технологических параметров по всем показателям качества (органолептическим и физико-химическим), а также варочным свойствам соответствуют требованиям СТБ 1963-2009 «Изделия макаронные. Общие технические условия».

Литература

- 1 Медведев, Г. М. Технология макаронного производства / Г. М. Медведев. – М.: Колос, 2000. – 264 с.
- 2 Чернов, М. Е. Макаронное производство: учебное пособие / М. Е. Чернов. – М.: Мир, 1994. – 208 с.
- 3 Дуктова, Н. А. Твердая пшеница – новая зерновая культура в Беларуси: проблемы и перспективы / Н. А. Дуктова, В. П. Дуктов, В. В. Павловский // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки, 2015. – 135 с.
- 4 ГОСТ 31463-2012 «Мука из твердых сортов пшеницы для макаронных изделий. Технические условия». – Введен 01.07.2013. – М.: Стандартинформ, 2013. – 7 с.
- 5 СТБ 1963-2009 «Изделия макаронные. Общие технические условия». – Введен 01.07.2011. – Минск, 2011. – 26 с.

Поступила в редакцию 31.10.2017