

нем больше содержание эндосперма и меньше оболочек. Стекловидность зерна сорта Памяти Янченко на 22,4 %, а количество сырой клейковины на 21,1 % ниже, чем в сортах белорусской твердой пшенице. Твердая пшеница, выращенная в Республике Беларусь, является низкозольной. Содержание белка в зерне твердой пшеницы белорусской селекции в среднем на 7,7 % выше, чем в зерне сорта Памяти Янченко. Содержание незаменимых аминокислот в белорусских сортах Розалия и Славица ниже, чем в сорте Памяти Янченко, что может являться сортовой особенностью. Следовательно, твердая пшеница местной селекции обладает высокими технологическими свойствами и пищевой ценностью и может использоваться для производства макаронной муки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сенаторский, Б.В. Новое в технологии подготовки твердой пшеницы к макаронному помолу/ Б.В. Сенаторский // Мукомольно-крупяная промышленность. – 1977. – 40 с.
2. 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.
3. Казаков, Е. Д. Зерноведение с основами растениеводства / Е.Д. Казаков - М.: Колос, 1973. – 288 с. с ил.
4. Егоров, Г.А. Технология муки. Технология крупы / Г.А. Егоров - М.: КолосС, 2005. – 296 с.: ил.
5. Пшеница. Требования при заготовках и поставках: ГОСТ 9353-90. – Введ. 28.09.1990. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2010. – 16 с.
6. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2005. – Режим доступа: <http://www.pravo.by>. – Дата доступа: 22.10.2017.

УДК 664.69 (476)

#### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ МУКИ

*канд. техн. наук, доцент Кошак Ж.В.*

*РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*Покраицкая А.В.*

*УО «Гродненский государственный аграрный университет»*

*г. Гродно, Республика Беларусь*

*Резюме. В работе приводится сравнительная характеристика муки макаронной высшего сорта (крупка) и первого сорта (полукрупка) из зерна твердой пшеницы белорусской селекции и макаронной муки крупка российской торговой марки «Гарнец» и устанавливается возможность использования в макаронном производстве отечественной макаронной муки. С помощью планирования экспериментов пакете StatGraphicsPlus подбираются технологические параметры производства макаронных изделий: влажность теста и продолжительность замеса теста. Подобранные параметры обеспечивают получение макаронных изделий, по всем показателям качества и варочным свойствам соответствующих требованиям СТБ 1963-2009 «Изделия макаронные. Общие технические условия».*

**Введение.** Макароны – пищевой продукт, изготавливаемый различными способами формования и сушивания, как правило, из пшеничной муки и воды с добавлением или без добавления дополнительного сырья и/или пищевых добавок. Особенность макаронной продукции заключается в том, что ее можно хранить очень долго, при этом не пострадают ни питательность, ни вкусовые качества.

Наилучшим сырьем считается крупитчатая мука, созданная из пшеницы твердых сортов. Изделия из такой пшеницы имеют в сухом виде янтарно-желтый цвет, высокую прочность и стеклообразный излом, после длительной варки оставляют прозрачную варочную воду, не теряют своей формы, не склеиваются между собой, имеют светло-желтый цвет, приятные аромат и вкус.

Основным сырьем для макаронной промышленности в Республике Беларусь на данный момент является мука, полученная из зерна мягкой пшеницы. В связи с этим, актуальным является использование в макаронном производстве продуктов помола зерна твердой пшеницы белорусской селекции. В связи с этим, необходимо адаптировать существующую технологию производства макаронных изделий, в которой основным сырьем будет макаронная мука, полученная из отечественной твердой пшеницы.

**Основная часть.** При проведении исследований была получена мука макаронная высшего сорта (крупка) и первого сорта (полукрупка) из зерна твердой пшеницы белорусской селекции с помощью лабораторной мельницы CD2, которая позволяет получить сортовой помол. В полученных образцах муки определялись органолептические и физико-химические показатели качества. Для сравнения, в качестве контрольного образца, использовалась макаронная мука крупка российской торговой марки «Гарнец».

Результаты исследования органолептических и физико-химических показателей качества макаронной муки отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели качества макаронной муки

Показатели	Характеристика		
	крупка «Гарнец»	крупка	полукрупка
Цвет	Ярко-желтый, без вкраплений	Желтый, с незначительным наличием вкраплений	Кремовый, без вкраплений
Запах	Свойственный пшеничной муке, без постороннего запаха, не затхлый, неплесневелый		
Вкус	Свойственный пшеничной муке, без постороннего привкуса, не кислый, не горький		
Хруст	Не ощущается		
Зараженность вредителями хлебных запасов	Не обнаружено		
Влажность, %	10,7	10,9	10,7
Кислотность, град.	3,3	3,4	3,8
Массовая доля сырой клейковины, %	27,66	30,63	28,8
Показания прибора ИДК, усл. ед.	83,2	90,6	90,5
Содержание каротиноидных пигментов, % в пересчете на $\beta$ -каротин	0,048	0,048	0,028

Проанализировав данную таблицу можно сделать вывод о том, что все образцы муки по органолептическим показателям соответствуют требованиям ГОСТ 31463-2012 «Мука из твердых сортов пшеницы для макаронных изделий. Технические условия» [1].

Согласно требованиям данного стандарта, содержание сырой клейковины должно быть не менее 26 % для крупки и 28 % для полукрупки; показания прибора ИДК в условных единицах (усл. ед.) должны быть в пределах 50-105 усл. ед.; кислотность муки - не более 4 град; влажность – не более 15 %. Исходя из данных, представленных в таблице 1 можно сделать вывод о том, что физико-химические показатели качества муки также находятся в пределах нормы, что свидетельствует о хорошем качестве муки, и возможности использования ее в макаронном производстве.

Известно, что качество готовых изделий зависит не только от качества исходного сырья (муки). Определенную роль в производстве играют различные технологические параметры, такие как влажность теста, температура теста и продолжительность замеса. В данной работе изучалось влияние влажности теста и продолжительности замеса макаронного теста на качество получаемых макаронных изделий.

Для определения оптимальных технологических параметров изготовления макаронных изделий из различных видов муки использовалось планирование эксперимента в пакете программы StatGraphicsPlus. В качестве входящего фактора  $X_1$  принималась продолжительность замеса макаронного теста (15-20 минут), в качестве входящего фактора  $X_2$  – влажность теста (28-32,5 %), в качестве параметра оптимизации  $Y$  – содержание сухих веществ, перешедших в варочную воду.

Получение макаронных изделий осуществлялось на макаронном лабораторном прессе Amitek. В результате исследования установлено, что на качество сырых изделий не оказывает влияние вид используемой макаронной муки. Решающую роль играют технологические параметры замеса теста. При минимальной влажности и продолжительности замеса сырые изделия имеют неравномерную окраску, присутствуют следы непромеса, поверхность шероховатая с заусенцами. В то же время, при увеличении влажности теста и продолжительности замеса, происходит улучшение внешнего вида сырых изделий: цвет становится однородным, более насыщенным и желтым, поверхность гладкой без заусенцев и следов непромеса.

Макаронные изделия после сушки анализировали по органолептическим, физико-химическим показателям качества, а также варочным свойствам. Результаты исследований показали, что все образцы сухих макаронных изделий по органолептическим качествам не отличаются от показателей качества сырых изделий. Влажность сухих макаронных изделий находилась в пределах 10,7 - 12,6 %, что удовлетворяет требованиям СТБ 1963-2009 «Изделия макаронные. Общие технические условия» (не более 13 %), значение кислотности колебалось незначительно и изменялось от 3,0 до 3,5 град. (по стандарту не более 4,0 град.) [5]. Следовательно, все сухие образцы полученных макаронных изделий соответствуют требованиям данного стандарта.

Данные определения варочных свойств макаронных изделий представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Варочные свойства макаронных изделий

Показатели	Влажность теста 28 %		Влажность теста 32,5 %	
	время замеса 15 минут	время замеса 20 минут	время замеса 15 минут	время замеса 20 минут
1	2	3	4	5
Изделия из муки крупка «Гарнец»				
Время варки до готовности, мин	12			
Количество поглощенной во время варки воды	0,99	1,04	1,12	1,15

Окончание таблицы 2

1		2	3	4	5
Количество варочную воду, %	СВ, перешедших в	10,96	6,84	3,42	3,31
Изделия из муки крупки					
Время варки до готовности, мин		11			
Количество варки воды	поглощенной во время	1,05	1,18	1,16	1,19
Количество варочную воду, %	СВ, перешедших в	8,66	7,98	5,26	4,74
Изделия из муки полукрупки					
Время варки до готовности, мин		9			
Количество варки воды	поглощенной во время	1,14	1,20	1,15	1,19
Количество варочную воду, %	СВ, перешедших в	12,31	11,98	8,3	5,38

Все изделия после варки сохранили свою форму, не слиплись, не развалились, имели упругую консистенцию без мучнистого ядра.

В результате проведенных исследований было установлено, что технологические параметры не оказывают влияния на время варки изделий до готовности. На этот показатель повлиял вид используемой муки. Чем крупнее частицы муки, тем необходим больший промежуток времени, для того чтобы изделия были готовы к употреблению.

Количество поглощенной во время варки воды у всех образцов меняется незначительно и не превышает 1,5. Это говорит о том, что образцы изделий не разбухают в процессе варки и хорошо сохраняют форму, что свидетельствует о хорошем качестве изделий.

Наибольшее влияние исследуемые параметры оказали на количество сухих веществ, перешедших в варочную воду. Влажность макаронного теста — один из двух главных параметров, которые технолог может менять в определенных пределах, оказывая влияние на физические свойства теста, сырых изделий и качество продукции. Увеличение влажности теста приводит к увеличению толщины сольватных оболочек, окружающих частицы муки в уплотненном тесте, а значит, к снижению когезионной прочности теста. Вследствие этого с увеличением влажности снижаются вязкость теста и прочность сырых изделий, увеличивается их пластичность. С уменьшением влажности теста количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, повышается. Связано это с тем, что 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 [3].

Для получения однородного цвета изделий, без белых частиц непромеса, все частицы муки должны полностью пропитаться влагой (пастифицироваться), чтобы при дальнейшей доработке теста в шнековой камере пресса произошла полная их пастификация. Вследствие этого продолжительность замеса макаронного теста определяется двумя факторами: достижением равномерного распределения воды по всей массе теста, образующегося в тестомесильном корыте, и скоростью проникновения влаги внутрь частиц муки. Интенсивность пропитывания частиц муки влагой определяется размерами частиц муки. Более крупные частицы требуют более длительного вымешивания [4]. Кроме того, влага будет медленнее проникать в частицы продуктов помола твердой пшеницы, чем в менее плотные частицы продуктов помола мягкой пшеницы. Поэтому продолжительность замеса в данной работе принималась 15-20 минут. Исследования показали, что с увеличением продолжительности замеса происходит снижение количества сухих веществ, перешедших в варочную воду. Это связано с тем, что большее количество частиц муки полностью пропитывается влагой, тем самым при высыхании образуя более прочную структуру изделий, из которой в процессе варки меньшее количество веществ переходит в варочную воду.

Кроме того, чем мельче частицы муки, т.е. чем больше их удельная поверхность, тем большее количество воды должно быть добавлено при замесе теста [4]. Об этом также свидетельствуют полученные данные (таблица 2). Так, при использовании полукрупки, которая обладает меньшими размерами частиц, необходимо повышать влажность теста или увеличивать продолжительность его замеса для получения макаронных изделий, удовлетворяющих требованиям стандарта. В соответствии с СТБ 1963-2009 количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, не должно превышать 6 %. Этому требованию соответствуют изделия, полученные при влажности 32,5 % и продолжительности замеса 15-20 минут для крупки и 20 минут для полукрупки.

При определении количества сухих веществ, перешедших в варочную воду, были получены следующие уравнения, в стандартизованных переменных адекватно описывающие зависимость исследуемых показателей качества от выбранных факторов:

Уравнение регрессии для макаронных изделий из муки крупки «Гарнец» имеет вид:

$$Y=145,09-5,81 \cdot X_1-4,35 \cdot X_2+0,18 \cdot X_1 \cdot X_2 \quad (1)$$

где  $Y$  – количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, %;  
 $X_1$  – продолжительность замеса, мин;  
 $X_2$  – влажность теста, %.

Уравнение регрессии для макаронных изделий из муки крупки имеет вид:

$$Y=429,04+9,38 \cdot X_1+1,56 \cdot X_2-0,3 \cdot X_1 \cdot X_2 \quad (2)$$

Уравнение регрессии для макаронных изделий из муки полукрупки имеет вид:

$$Y=6,56+3,07 \cdot X_1+0,23 \cdot X_2-0,11 \cdot X_1 \cdot X_2 \quad (3)$$

Данные уравнения можно использовать для прогнозирования показателя количества сухих веществ, перешедших в варочную воду, влияющего на качество макаронных изделий.

Сваренные макаронные изделия оценивались по балльной системе оценке качества. Результаты балльной оценки сваренных макаронных изделий представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Балльная оценка качества макаронных изделий

Показатели	Влажность теста 28 %		Влажность теста 32,5 %	
	время замеса 15 минут	время замеса 20 минут	время замеса 15 минут	время замеса 20 минут
Оценочный балл				
Изделия из муки крупки «Гарнец»				
Внешний вид	25	25	25	25
Цвет	10	12	15	15
Запах	10	10	10	10
Вкус	25	25	25	25
Консистенция	13	15	15	15
Варочная вода	6	7	10	10
<b>ИТОГО</b>	<b>89</b>	<b>94</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Изделия из муки крупки				
Внешний вид	25	25	25	25
Цвет	12	12	15	15
Запах	10	10	10	10
Вкус	25	25	25	25
Консистенция	15	15	15	15
Варочная вода	7	7	10	10
<b>ИТОГО</b>	<b>94</b>	<b>94</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Изделия из муки полукрупки				
Внешний вид	25	25	25	25
Цвет	12	12	12	15
Запах	10	10	10	10
Вкус	23	23	23	25
Консистенция	15	15	15	15
Варочная вода	2	7	8	10
<b>ИТОГО</b>	<b>87</b>	<b>92</b>	<b>93</b>	<b>100</b>

Согласно балльной шкале оценок, макаронные изделия делятся на четыре группы – очень хорошие, хорошие, удовлетворительные, неудовлетворительные.

«Очень хорошими» считаются изделия с оценочным баллом не ниже 90. Изделия после варки сохраняют форму, свободно отделяются друг от друга, имеют гладкую поверхность. Вкус и запах хорошо выраженные, свойственные данному изделию. Цвет типичный, хорошо выраженный, консистенция упругая, без мучнистого ядра. Варочная вода с небольшим количеством взвешенных частиц.

Для изделий группы «хорошие» допускается легкое слипание, более мутная после варки вода, небольшое потемнее или посветление. Вкус и запах типичный, хорошо выраженный. Оценочный балл – не ниже 80 [2].

В ходе проведения исследований установлено, что макаронные изделия, изготовленные из отечественного сырья, по показателям качества не уступают изделиям из российской макаронной муки.

В связи с этим, при использовании макаронной муки из твердой пшеницы белорусской селекции, рекомендуется использовать следующие технологические параметры: для крупки – влажность теста не менее 32,5 %, продолжительность замеса не менее 15 минут; для полукрупки – влажность теста не менее 32,5 %, продолжительность замеса не менее 20 минут. Сократить продолжительность замеса теста можно при увеличении его влажности.

**Заключение.** В ходе проведенных исследований была получена макаронная мука высшего сорта (крупка) и первого (полукрупка) 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 установлена возможность ее применения в макаронном производстве.

С помощью планирования эксперимента подобраны соответствующие технологические параметры производства макаронных изделий для крупки (влажность теста не менее 32,5 %, продолжительность замеса не менее 15 минут) и полукрупки (влажность теста не менее 32,5 %, продолжительность замеса не менее 20 минут), обеспечивающие получение изделий высокого качества в соответствии с требованиями СТБ 1963-2009 «Изделия макаронные. Общие технические условия».

Таким образом, исследования, проведенные в работе, показывают возможность использования в макаронном производстве белорусской макаронной муки при соблюдении определенных технологических параметров.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 31463-2012 «Мука из твердых сортов пшеницы для макаронных изделий. Технические условия». - Введен 01.07.2013. - М.: Стандартинформ, 2013. – 7 с.
2. Казеннова, Н.К. Формирование качества макаронных изделий: монография/ Н.К. Казеннова, Д.В. Шнейлер, Т.Б. Цыганова. - М.: ДеЛипринт, 2009. – 99 с.
3. Назаров, Н.И. Технология макаронных изделий / Н.И. Назаров. - М.: Пищевая промышленность, 1978. — 288 с.
4. Медведев, Г. М. Технология макаронного производства / Г. М. Медведев. – М.: Колос, 2000. – 264 с.
5. СТБ 1963-2009 «Изделия макаронные. Общие технические условия». – Введен 01.07.2011. – Минск, 2011. – 26 с.

УДК 621.798

#### ОСОБЕННОСТИ КОМПОНОВКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ УПАКОВОЧНЫХ МАШИН

*канд. техн. наук, доцент Криволяс-Володина Л.О., аспирант Гнатив Т.Т.*

*Национальный университет пищевых технологий,  
г. Киев, Украина*

*Резюме - в работе предложен новый подход к компоновке систем автоматизированного дозирования жидкостей, рассматриваемых в виде совокупности дозирующего устройства, как объекта управления - и устройства управления, обеспечивающего управление исполнительными органами дозатора по заданному алгоритму технологического процесса. Проектирование систем дозирования для пищевых производств, ведется на основе использования методов отмеривания дозы по косвенным параметрам, аппаратуры промышленной пневмоавтоматики в узлах управления и датчиков параметров течения жидкостей. Используя пневмоавтоматику, можно управлять самыми разными физическими величинами: координатой и скоростью, ускорением и силой, давлением и расходами, временем и температурой, центрированием и ориентацией при расположении потребительской тары.*

**Введение.** При формировании пакета необходимо обеспечить регулирование давления в системе натяжения рулонных материалов. В качестве устройства регулирования рассмотрим использование пропорционального регулятора давления MX PRO в системе автоматического управления. Важной проблемой при эксплуатации систем автоматического регулирования (САР) давления газа является обеспечение требуемого динамического качества и, прежде всего, отсутствия неконтролируемых автоколебательных процессов, снижающих срок службы систем и точность измерения расхода газа [1]. Поэтому в научной литературе мало внимания было уделено изучению факторов, влияющих на динамические процессы [2, 3].

**Основная часть.** Задачей данной работы является разработка математической модели регулятора давления сжатого воздуха, в которой учтена возможность отрыва элементов подвижной системы друг от друга при движении между упорами (пневмоцилиндрами) направляющих валков (рис.1). Регулятор давления газа предназначен для поддержания постоянного давления на входе в систему управления направляющими и поддерживающими валками. Рассмотрим применение пропорционального регулятора давления на вертикальном многопоточном автомате модели А5-К3Х. Состоит он из рулонодержателя 1, целлофановой ленты 2, направляющих роликов – 3, фотореле 4, рукавообразователя 5, рукава 6, термогубки продольного шва 7, термогубки поперечных швов 8, ножа 9, готового пакета 10, воронки дозатора 11, и стола сортировки пакетов 12.

**Математическая модель регулятора давления** описывается расчетной схемой регулятора в рабочем положении, представлена на рис. 2. При выводе системы уравнений были приняты следующие допущения: рабочее тело – идеальный газ; теплообмен между газом и стенками регулятора отсутствует; температура газа по проточной части остается постоянной; переходные процессы течения газа в дросселях квазистационарны [4, 5].

Рассматривается обобщенная расчетная схема (рис. 2) регулятора давления с учетом присоединенных магистралей, поддерживающего постоянным давление за собой, составленная на примере пропорциональных