

УДК 664.69.022.39

Поступила в редакцию 24.05.2019  
Received 24.05.2019**Ж.В. Кошак<sup>1</sup>, А.В. Покрашинская<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*РУП «Институт рыбного хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь*<sup>2</sup>*Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно, Республика Беларусь***ПОДБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВА  
МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПОРОШКОМ АРОНИИ**

**Аннотация.** В ходе проведенных исследований было установлено влияние внесения порошка черноплодной рябины на количество и качество клейковины в используемой муке. Определены дозировка порошка черноплодной рябины и влажность макаронного теста с применением этого порошка, при которых достигаются оптимальные параметры процессов замеса и прессования (производительность пресса, давление прессования и скорость прессования) макаронного теста. Установлены параметры комбинированной сушки, включающей конвективную и СВЧ-сушку, которые позволяют получать макаронные изделия с внесением пищевого порошка черноплодной рябины соответствующие установленным показателям влажности, прочности и количества сухих веществ, прошедших в варочную воду.

**Ключевые слова:** макаронные изделия, порошок черноплодной рябины, показатели качества, сушка

**Z.V. Koshak<sup>1</sup>, A.V. Pokrashinskaya<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*The Institute for Fish Industry, Minsk, Republic of Belarus*<sup>2</sup>*The Grodno State Agrarian University, Grodno, Republic of Belarus***SELECTION OF OPTIMAL PARAMETERS OF PRODUCTION  
OF PASTA PRODUCTS WITH CHOKEBERRY POWDER**

**Abstract.** In the course of this work, the influence of the introduction of black chokeberry powder on the quantity and quality of gluten in the flour used was established. The dosage of chokeberry powder and the moisture content of pasta dough with the application of this powder at which the optimum parameters of the kneading and pressing processes (press performance, pressing pressure and pressing speed) of pasta dough are achieved are determined. The parameters of the combined drying, including convective and microwave drying, are established, which allow to obtain pasta with the addition of edible powder of chokeberry of a certain moisture, strength and amount of dry substances that have passed into the cooking water.

**Keywords:** pasta, black chokeberry powder, quality indicators, drying

**Введение.** Одной из актуальных задач пищевой промышленности является обогащение продуктов питания биологически активными компонентами. В настоящее время ведутся разработки по созданию новых видов макаронных изделий с улучшенными свойствами и повышенной пищевой ценностью для организма человека. Макароны, пользующиеся достаточно высоким спросом у населения, изготавливаются только из муки и воды, содержат в своем составе незначительное количество биологически активных соединений, следовательно, могут служить удобным объектом для обогащения. Для этого целесообразно использовать измельченные до порошкообразного состояния, предварительно высушенные плоды и ягоды. Перспективным сырьем для производства подобных продуктов являются измельченные до порошкообразного состояния, предварительно высушенные плоды и ягоды, например, арония черноплодная.

Арония обладает антиоксидантными и противоаллергическими качествами. Большое содержание йода позволяет использовать её при заболевании щитовидной железы. Помимо этого, ягоды помогают в лечении болезни желчного пузыря, почек, печени, желудочно-кишечного тракта и сосудистой системы. Регулярное употребление плодов рябины черноплодной способствует повышению аппетита и приводит к понижению артериального и внутричерепного давления. Этот эффект достигает-

ся в результате того, что плоды способствуют разжижению крови, понижают свертываемость крови, снижают риск образования тромбозов в мелких артериях и венах [1, 2].

При внесении порошка аронии макаронные изделия обогащаются витаминами: группы В, РР, С, β-каротином, минеральными веществами (калием, натрием, кальцием, магнием, медью, железом) и пищевыми волокнами (клетчаткой, пектиновыми веществами) [3]. Такие макаронные изделия могут быть рекомендованы для питания всех групп населения.

Целью представленной работы является подбор оптимальных параметров производства макаронных изделий с внесением порошка аронии. Основным сырьевым компонентом при получении макаронных изделий является мука. В исследованиях использовалась мука пшеничная первого сорта, показатели качества которой представлены в табл. 1.

Таблица 1. Органолептические и физико-химические показатели качества муки пшеничной первого сорта

Table 1. Organoleptic and physico-chemical quality indicators of wheat flour of the first grade

Наименование показателя	Характеристика
Цвет	Белый с кремовым оттенком
Запах	Свойственный запаху муки, без посторонних запахов не затхлый, не плесневый
Вкус	Свойственный вкусу муки, без посторонних привкусов, не кислый, не горький
Хруст	При разжевывании хруст отсутствует
Влажность, %	12,0
Кислотность, град.	3,0
Количество клейковины, %	34,0
Качество сырой клейковины, усл. ед. прибора ИДК	95,7
Зольность, %	0,45
Содержание жёлтого пигмента, мг в-каротина	0,016
Металломагнитная примесь	Не наблюдается
Заражённость вредителями хлебных запасов	Не наблюдается

Данные, представленные в табл. 1, удовлетворяют всем необходимым требованиям [4].

При введении в рецептуру дополнительного компонента, в частности порошка аронии черноплодной, необходимо оценить его влияние на технологические свойства муки. Влияние различных дозировок на количество и качество клейковины представлено на рис. 1.

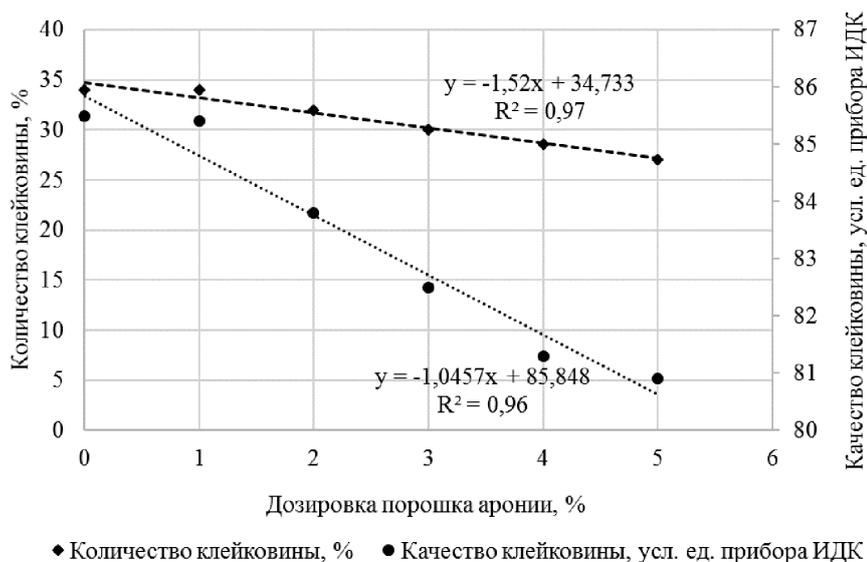


Рис. 1. Зависимость количества и качества клейковины от дозировки порошка аронии  
Fig. 1. The dependence of the quantity and quality of gluten on dosing powder chokeberry

Полученные данные показывают, что внесение пищевого порошка аронии черноплодной в количестве до 1 % практически не оказывает влияния на количество клейковины. При внесении большего количества порошка происходит уменьшение содержания клейковины в муке, и при внесении порошка в количестве 5 %, содержание клейковины уменьшается в 1,25 раз.

В то же время внесение пищевого порошка приводит к укреплению клейковины. Причем, чем больше вносится пищевого порошка, тем сильнее она становится. Обусловлено это наличием в составе порошка аронии соединений окислительного действия (табл. 2), которые способствуют образованию дисульфидных связей между третичными и четвертичными структурами белковых молекул, тем самым упрочняя клейковинный каркас [5, 6]. При внесении порошка аронии черноплодной в количествах от 1 до 5 % качество клейковины улучшается на 5,4 %.

Т а б л и ц а 2. Химический состав порошка аронии черноплодной  
Table 2. The chemical composition of chokeberry powder

Показатель	Характеристика
Влажность, %	7,96
Зольность, % на СВ	1,49
Кислотность, град, в пересчете на яблочную кислоту	0,12
Содержание экстрактивных веществ, % на СВ	48,09
Содержание дубильных веществ, % на СВ	6,66
Содержание каротиноидов, %, в пересчете на β-каротин	0,07
Содержание пектиновых веществ, % на СВ	75,25
Содержание свободных органических кислот, % на СВ	9,46
Содержание моносахаридов, % на СВ	21,26
Содержание сахарозы, % на СВ	0,009

Таким образом, пищевой порошок аронии черноплодной содержит достаточное количество полезных соединений и может использоваться при получении макаронных изделий [7, 8, 9]. Внесение данного порошка приведет к изменению органолептических и физико-химических показателей качества готовых изделий.

Помимо качества исходного сырья на физические свойства теста, сырых изделий и качество макаронной продукции оказывают влияние различные технологические параметры, такие как влажность теста, температура теста и продолжительность замеса.

При проведении исследований применялся холодный тип замеса теста (температура воды, идущей на замес 30 °С). Такой тип замеса рекомендуют использовать при низком содержании клейковины [10, 11], а внесение порошка аронии черноплодной приводит к уменьшению ее доли. Кроме того, холодный тип замеса целесообразно использовать при внесении в макаронное тесто пищевого порошка, содержащего витамины и другие биологически активные вещества с целью их сохранения.

Продолжительность замеса макаронного теста составила 10 мин. Этого времени достаточно для того, чтобы частицы муки пшеничной первого сорта, равномерно пропитались влагой [12, 13].

Для определения влияния дозировок порошка аронии на параметры прессования использовали планирование эксперимента ПФЭ 2<sup>2</sup> со звездным плечом в пакете StatGraphics Plus [14, 15].

В качестве входных факторов принимались:

- ♦ влажность теста в диапазоне 30–36 %;
- ♦ дозировка порошка аронии в диапазоне 2–6 %.

Параметрами оптимизации выступили производительность макаронного пресса, скорость прессования и давление прессования. Матрица планирования представлена в табл. 3.

При статистической обработке экспериментальных данных получены следующие уравнения регрессии: (1) — производительность пресса, (2) — скорость прессования, (3) — давление прессования в стандартизированных переменных, адекватно описывающие зависимость исследуемых показателей качества от выбранных факторов:

$$P = -53,29 + 3,33 \cdot W + 0,12 \cdot D - 0,05 \cdot W^2 + 0,0013 \cdot W \cdot D - 0,017 \cdot D^2, \quad (1)$$

$$V = -170,86 + 10,6 \cdot W + 1,17 \cdot D - 0,16 \cdot W^2 - 0,0083 \cdot W \cdot D - 0,087 \cdot D^2, \quad (2)$$

$$P = 125,57 - 6,50 \cdot W - 0,9 \cdot D + 0,087 \cdot W^2 + 0,0071 \cdot W \cdot D + 0,092 \cdot D^2, \quad (3)$$

где W — влажность теста, %; D — дозировка порошка аронии, %.

Таблица 3. Матрица ПФЭ 2<sup>2</sup> со звездным плечом для определения параметров замеса  
Table 3. FFE 2<sup>2</sup> matrix with a star shoulder for determining parameters

№п/п	Входящие факторы		Параметры оптимизации		
	влажность теста, %	дозировка порошка аронии, %	производительность пресса, кг/час	скорость прессования, м/с·10 <sup>-3</sup>	давление прессования, МПа
1	33	4	1,65	5,6	4,08
2	30	2	0,97	3,4	7,84
3	36	2	0,85	2,8	2,94
4	30	6	1,05	3,9	8,0
5	36	6	0,96	3,1	3,27
6	28,7574	4	0,93	3,2	8,5
7	37,2426	4	0,78	3	2,45
8	33	1,17157	1,55	4,5	4,41
9	33	6,82843	1,72	6,1	4,9
10	33	4	1,6	5,5	4,2

Для более полного изучения влияния входящих факторов на все параметры оптимизации (производительность пресса, скорость прессования и давления прессования) целесообразно использовать карты линий равного уровня.

При наложении карт линий равного уровня производительности, скорости и давления прессования была построена диаграмма (рис. 2), с помощью которой можно определить оптимальные: влажность теста и дозировку порошка аронии черноплодной.

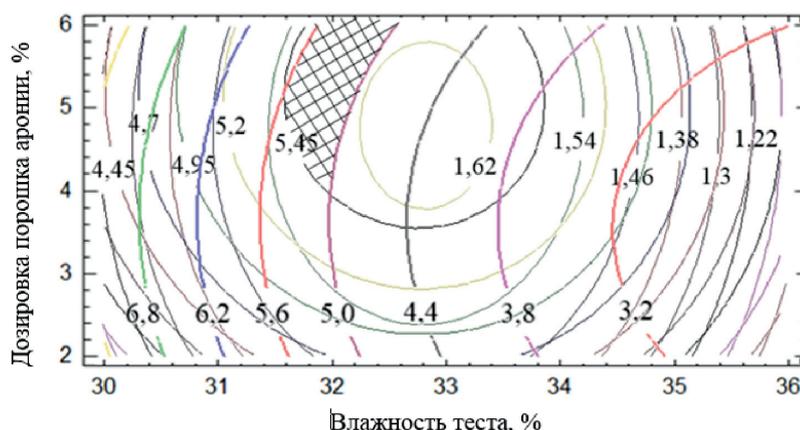


Рис. 2. Диаграмма определения производительности, скорости и давления прессования в зависимости от влажности теста и дозировки порошка аронии

Fig. 2. Diagram for determining the productivity, speed and pressure of pressing depending on the moisture content of the dough and the dosage of choke powder

Пересечение линий равного уровня на полученной диаграмме указывает на область, в которой устанавливаются оптимальные значения производительности пресса (1,5–1,6 кг/час), скорости прессования ( $5,45 \cdot 10^{-3}$ – $5,7 \cdot 10^{-3}$  м/с) и давления прессования (5–5,6 МПа). Такие значения параметров достигаются при влажности теста в диапазоне от 31,65 до 32,5 % и дозировке порошка аронии — от 4 до 6 %.

Сушка макаронных изделий является наиболее длительной стадией процесса их производства, от которой зависит качество готовой продукции. Высушивание заканчивают по достижении изделиями влажности 13,5–14 %, чтобы после остывания, перед упаковкой, влажность их составляла не более 13 % [13, 16].

Как отмечалось ранее, макаронные изделия с внесением пищевого порошка аронии обогащены витаминами и другими биологически активными веществами. С целью их сохранения в готовой продукции целесообразно использовать низкотемпературный режим сушки с температурой сушильного воздуха до 60 °С. Однако данный способ сушки является достаточно длительным (несколько часов) [17, 18, 19].

Значительно более интенсивным методом сушки является сушка в электромагнитном поле сверхвысокой частоты (СВЧ). Использование СВЧ-энергии позволяет сократить длительность обработки

продуктов в 5–10 раз, уменьшая энергозатраты на единицу продукции в 1,5–2,5 раза. Однако использование СВЧ-энергии на протяжении всего процесса сушки приводит к образованию вздутий внутри макаронных изделий, что отрицательно сказывается на показателях качества и варочных свойствах готовой макаронной продукции [10, 20, 21].

С целью сокращения длительности сушки и повышения качества изделий будем использовать комбинированный способ сушки:

- ♦ конвективный способ на предварительной стадии;
- ♦ СВЧ-сушка на заключительной стадии.

Для подбора оптимальной продолжительности сушки на обеих стадиях использовалось планирование эксперимента 2<sup>2</sup> со звездным плечом в пакете StatGraphics Plus [14, 15].

В качестве входных факторов принимались:

- ♦ продолжительность конвективной сушки при температуре 60 °С в течение 20–40 мин;
- ♦ продолжительность СВЧ-сушки при мощности 1,93 Вт/г в течении 5–10 мин.

Параметрами оптимизации выступили влажность полученных макаронных изделий, прочность сухих изделий и количество сухих веществ, перешедших в варочную воду.

Подбор оптимальных режимов сушки проводили на макаронных изделиях с внесением 5 % порошка аронии черноплодной при влажности макаронного теста 32,5 %. Матрица планирования для определения режимов сушки представлена в табл. 4.

Таблица 4. Матрица ПФЭ 2<sup>2</sup> со звездным плечом для определения режимов сушки  
Table 4. FFE 2<sup>2</sup> matrix with a star shoulder for determining drying conditions

№п/п	Входящие факторы		Параметр оптимизации		
	продолжительность конвективной сушки, мин	продолжительность СВЧ-сушки, мин	влажность изделий, %	прочность, Н	количество СВ в варочной воде, %
1	40	7,5	12,17	0,52	8,26
2	20	5	17,7	0,56	12,72
3	60	5	14,63	0,76	11,8
4	20	10	16,5	0,70	14,56
5	60	10	13,89	0,63	9,98
6	11,7157	7,5	19,09	0,67	13,58
7	68,2843	7,5	9,29	0,97	9,22
8	40	3,96447	16,9	0,65	11,1
9	40	11,0355	10,4	0,62	14,11
10	40	7,5	13	0,45	7,5

При статистической обработке экспериментальных данных получены следующие уравнения регрессии: (4) — влажность изделий, (5) — прочность, (6) — количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, в стандартизированных переменных, адекватно описывающие зависимость исследуемых показателей качества от выбранных факторов:

$$W = 36,057 - 0,39 \cdot T_1 - 2,98 \cdot T_2 + 0,0031 \cdot T_1^2 + 0,0023 \cdot T_1 \cdot T_2 + 0,16 \cdot T_2^2, \quad (4)$$

$$П = 1,087 - 0,017 \cdot T_1 - 0,089 \cdot T_2 + 0,00038 \cdot T_1^2 + 0,0014 \cdot T_1 \cdot T_2 + 0,0094 \cdot T_2^2, \quad (5)$$

$$W = 32,95 - 0,30 \cdot T_1 - 4,89 \cdot T_2 + 0,0046 \cdot T_1^2 - 0,018 \cdot T_1 \cdot T_2 + 0,39 \cdot T_2^2, \quad (6)$$

где T<sub>1</sub> — продолжительность конвективной сушки, мин; T<sub>2</sub> — продолжительность СВЧ-сушки, мин.

При наложении карт линий равного уровня для всех параметров оптимизации получается диаграмма (рис. 3), с помощью которой можно определить оптимальные продолжительности конвективной и СВЧ-сушки.

Пересечение линий равного уровня на полученной диаграмме указывает на область, в которой достигаются оптимальные значения влажности высушенных изделий (12,6–13,4 %) [22], прочности сухих макаронных изделий (0,58–0,62 Н) [23, 24] и количества сухих веществ, перешедших в варочную воду (8,0–8,7 %) [25]. Такие значения показателей достигаются при продолжительности конвективной сушки 48–52 мин и СВЧ-сушки 5,8–6,3 мин.

**Заключение.** В ходе проведенной работы установлено влияние внесения порошка аронии черноплодной на количество и качество клейковины в используемой муке. При внесении порошка аронии черноплодной в количествах от 1 до 5 % количество клейковины уменьшается в 1,25 раз, а качество клейковины улучшается на 5,4 %.

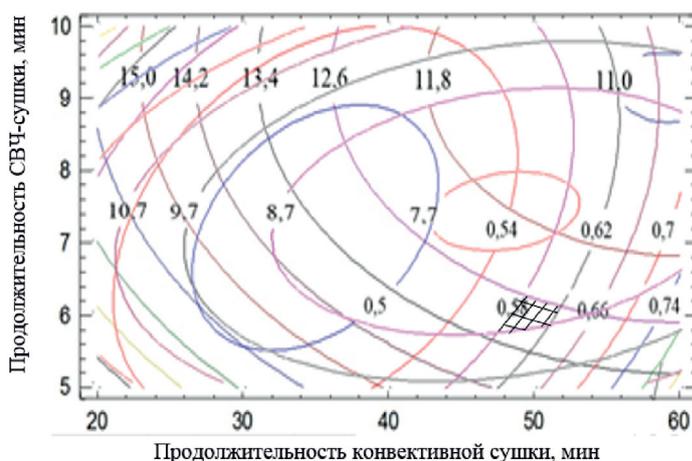


Рис. 3. Диаграмма определения влажности и прочности макаронных изделий в зависимости от продолжительности конвективной и СВЧ-сушки  
 Fig. 3. Diagram for determining the moisture and strength of pasta, depending on the duration of convective and microwave drying

Экспериментально установлены параметры замеса и прессования: производительность прессы, давление прессования и скорость прессования для макаронных изделий с порошком аронии черноплодной. Оптимальные значения данных параметров достигаются при влажности теста в диапазоне от 31,65 до 32,5 % и дозировке порошка аронии от 4 до 6 %.

Также определены параметры комбинированной сушки, включающей конвективную и СВЧ-сушку. Установлено, что при продолжительности конвективной сушки 48–52 мин и СВЧ-сушки 5,8–6,3 мин достигаются оптимальные значения влажности высушенных изделий, прочности сухих макаронных изделий и количества сухих веществ, перешедших в варочную воду.

#### Список использованных источников

1. Школьник, Ю. Растения. Полная энциклопедия / Ю. Школьник. — М.: Эксмо, 2007. — 257 с.
2. Большая книга о плодах и ягодах — М.: Харвест, 2002. — 232 с.
3. Черноплодная рябина / [Электронный ресурс] — 2010-2019. — Режим доступа : / <https://edaplus.info/produce/chokeberry.html>. — Дата доступа : 12.12.2018.
4. СТБ 1666-2006 Мука пшеничная. Технические условия. — Мн.: Госстандарт, 2011. — 13 с.
5. Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства. 9-е изд. испр. и доп. / Л.Я. Ауэрман. — СПб.: Профессия, 2005. — 415 с.
6. Вакар, А.Б. Клейковина пшеницы / А.Б. Вакар. — М.: Издательство академии наук СССР, 1961. — 253 с.
7. Кошак, Ж.В. Химический состав пищевых порошков черноплодной и красной рябины / Ж.В. Кошак, А.В. Покрашинская // Современные технологии сельскохозяйственного производства / Материалы XVIII Международной научно-практической конференции, 15 мая 2015 г. — Гродно: ГГАУ, 2015. — С. 263–265.
8. Кошак, Ж.В. Повышение пищевой ценности макаронных изделий с помощью порошков плодов и ягод / Ж.В. Кошак, А.В. Покрашинская // Пищевые технологии — 2013: материалы IX международной научно-практической конференции, 28–29 сентября 2013. — г. Одесса, 2013. — С. 179–184.
9. Покрашинская, А.В. Макароны с порошком аронии / А.В. Покрашинская, Ж.В. Кошак, Е.Л. Волынская // Техника и технология пищевых производств / Материалы XII Международной научно-практической конференции, 19–20 апреля 2018 г. — Могилев, 2018. — С. 253–254.
10. Медведев, Г.М. Технология макаронного производства / Г.М. Медведев. — М.: Колос, 2000. — 270 с.
11. Казеннова, Н.К. Формирование качества макаронных изделий: монография / Н.К. Казеннова, Д.В. Шнейдер, Т.Б. Цыганова. — М.: ДеЛипринт, 2009. — 99 с.
12. Назаров, Н.И. Технология макаронных изделий / Н.И. Назаров. — М.: Пищевая промышленность, 1978. — 288 с.
13. Осипова, Г.А. Технология макаронного производства / учебное пособие для вузов / Г.А. Осипова. — Орел: Орел ГТУ — 2009. — 153 с.

14. Кошак, Ж.В. Моделирование и оптимизация технологических процессов зерноперерабатывающей и хлебопекарной промышленности / Кошак Ж.В., Кошак А.Э. — Мн.: ИВЦ Минфина, 2015. — 152 с.
15. Красовский, Г.И. Планирование эксперимента / Г.И. Красовский, Г.Ф. Филаретов. — Мн.: Изд-во БГУ, 1982. — 302 с.
16. Гинзбург, А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов / А.С. Гинзбург. — М.: Пищевая промышленность, 1973. — 359 с.
17. Калошина, Е.Н. Влияние различных методов термической обработки на качество макаронных изделий / Е.Н. Калошина, Э.А. Демченкова, Г.В. Дивцивадзе. — М.: Сб. научн. трудов ЗИСТ каф. Товароведение пищевых продуктов, 1973. — С. 256–260.
18. Таранов, И.Т. Конвективные многостадийные режимы сушка макарон в плоских кассетах / И.Т. Таранов // Харчова Промисловість. — 1973. — №2. — С.42–46.
19. Осипова, Г.А. Анализ сушки нетрадиционных макаронных изделий / Г.А. Осипова // Хлебопродукты. — 2011. — №3. — С. 47–49.
20. Сушка пищевых продуктов [Электронный ресурс] / Режим доступа : <http://www.prosushka.ru/44-osobennosti-mikrovolnovoj-sushki.html>. — Дата доступа: 20.05.2014.
21. Кошак, Ж.В. Исследование влияния СВЧ — обработки на качество макаронных изделий / Ж.В. Кошак, А.В. Покрашинская // Новітні тенденції у харчових технологіях та якість і безпека продуктів: збірник матеріалів VII Всеукраїнської наук.-практ. конф., 16–17 квітня 2015, м. Львів.: Міністерство освіти і науки України, Львівський інститут економіки і туризму, 2015. — С. 77–80.
22. СТБ 1666-2006 Изделия макаронные. Общие технические условия. — Мн.: Госстандарт, 2010. — 28 с.
23. Кошак, Ж.В. Прочность макаронных изделий с порошком аронии / Ж.В. Кошак, А.В. Покрашинская // Инновационные технологии в пищевой промышленности / Материалы XVI Международной научно-практической конференции, 5–6 октября 2017 г. — Минск, 2017. — С. 129–131.
24. Установка для определения прочности макаронного изделия: патент на изобретение № 21224 Республики Беларусь, МПК G 01 N 33 / 02, G 01 N 33 / 10 / Ж.В. Кошак, А.Э. Кошак, А.В. Покрашинская, А.И. Ермаков, И.П. Саросек; заявитель УО «Гродненский государственный аграрный университет»; № а 20131143 заявл. 03.10.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2017. — № 4. — С. 108–109.
25. ТУ ВУ 500134647.012-2018 Изделия макаронные с пищевой добавкой «Арония». Введены 29.12.2018. — Гродно, ГГАУ. — 19 с.

### References

1. Shkol'nik Y.U. Rasteniya. Polnaya entsiklopediya [*Plants. Full encyclopedia*]. Moscow, Eksmo, 2007, 257 p. (in Russian).
2. Bol'shaya kniga o plodakh i yagodakh [*Big book on fruits and berries*]. Moscow, Kharvest, 2002, 232 p. (in Russian).
3. Chernoplodnaya ryabina [*Chokeberry*]. Available at: <https://edaplus.info/produce/chokeberry.html/> (accessed 12 December 2018) (in Russian).
4. СТБ 1666-2006. Muka pshenichnaya. Tekhnicheskije usloviya [*standard of Belarus 1666-2006. Wheat flour. Technical conditions*]. Minsk: State Standard, 2011. 13 p. (in Russian).
5. Auerman L.YA. Tekhnologiya khlebopekarnogo proizvodstva [*Technology of bakery production*]. St. Petersburg, Professiya, 2005, 415 p. (in Russian).
6. Vakar A.B. Kleykovina pshenitsy [*Wheat gluten*]. Moscow Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1961, 253 p. (in Russian).
7. Koshak ZH.V., Pokrashinskaya A.V. Khimicheskiy sostav pishchevykh poroshkov chernoplodnoy i krasnoy ryabiny [*The chemical composition of food powders black and red rowan*]. Sovremennyye tekhnologii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva / Materialy XVIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [*Modern technologies of agricultural production / Materials of the XVIII International Scientific and Practical Conference*]. Grodno, 2015, pp. 263–265 (in Russian).
8. Koshak ZH.V., Pokrashinskaya A.V. Povysheniye pishchevoy tsennosti makaronnykh izdeliy s pomoshch'yu poroshkov plodov i yagod [*Increasing the nutritional value of pasta using fruit powders and berries*]. Pishchevye tekhnologii — 2013: materialy IX mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [*Food Technologies — 2013: Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference*]. Odessa, 2013, pp. 179–184 (in Russian).
9. Pokrashinskaya A.V., Koshak ZH.V., Volynskaya Ye.L. Makaronnyye izdeliya s poroshkom aronii [*Pasta with chokeberry powder*]. Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv / Materialy XII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [*Technique and technology of food production / Proceedings of the XII International Scientific and Practical Conference*]. Mogilev, 2018, pp. 253–254 (in Russian).

10. Medvedev G.M. Tekhnologiya makaronnogo proizvodstva [*Technology of macaroni production*]. Moscow, Kolos, 2000, 270 p. (in Russian).
11. Kazennova N.K., Shneyder D.V., Tsyganova T.B. Formirovaniye kachestva makaronnykh izdeliy: monografiya [*Formation of the quality of pasta: monograph*]. Moscow, DeLiprint, 2009, 99 p. (in Russian).
12. Nazarov N.I. Tekhnologiya makaronnykh izdeliy [*Technology pasta*]. Moscow, Food industry, 1978, 288 p. (in Russian).
13. Osipova G.A. Tekhnologiya makaronnogo proizvodstva [*Technology of macaroni production*]. Orel, GTU, 2009, 153 p. (in Russian).
14. Koshak ZH.V., Koshak A.E. Modelirovaniye i optimizatsiya tekhnologicheskikh protsessov zernoperera batyvayushchey i khlebopekarnoy promyshlennosti [*Modeling and optimization of technological processes of the grain processing and baking industry*]. Minsk: ITC of the Ministry of Finance, 2015, 152 p. (in Russian).
15. Krasovskiy G.I., Filaretov G.F. Planirovaniye eksperimenta [*Planning experiment*]. — Minsk: BSU Publishing House, 1982, 302 p. (in Russian).
16. Ginzburg A.S. Osnovy teorii i tekhniki sushki pishchevykh produktov [*Fundamentals of the theory and technology of drying food*]. Moscow, Food industry, 1973, 359 p. (in Russian).
17. Kaloshina Ye.N., Demchenkova E.A., Divtsivadze G.V. Vliyaniye razlichnykh metodov termicheskoy obrabotki na kachestvo makaronnykh izdeliy [*The influence of various heat treatment methods on the quality of pasta*]. Moscow, Sat. scientific Works ZIST Kaf. Food Merchandising, 1973, pp. 256–260 (in Russian).
18. Taranov I.T. Konvektivnyye mnogostadiynnye rezhimy sushka makaron v ploskikh kassetakh [*Convective multi-stage drying of pasta in flat cassettes*]. Kharchova Promislovist' [*Food industry*], 1973, № 2, pp. 42–46 (in Russian).
19. Osipova G.A. Analiz sushki netraditsionnykh makaronnykh izdeliy [*Analysis of drying non-traditional pasta*]. Khleboprodukty [*Bakery products*], 2011, № 3, pp. 47–49 (in Russian).
20. Sushka pishchevykh produktov [*Food Drying*]. Available at: <http://www.prosushka.ru/44-osobennosti-mikrovolnoy-sushki.html/> (accessed 20 May 2014) (in Russian).
21. Koshak ZH.V., Pokrashinskaya A.V. Issledovaniye vliyaniya SVCH — obrabotki na kachestvo makaronnykh izdeliy [*Study of the effect of microwave processing on the quality of pasta*]. Novitni tendentsii u kharchovikh tekhnologiyakh ta yaknist' n bezpechnist' produktiv: zbirkni materialiv VII Vseukrains'kon nauk.-prakt. konf., [New trends in harvested technologies and perceptions and safety of products: the laborer of materials of the VIIth All-Ukrainian Academy of Sciences]. Lviv, 2015, pp.77–80 (in Ukraine).
22. STB 1963–2009. Izdeliya makaronnyye. Obshchiye tekhnicheskiye usloviya [*standard of Belarus 1963–2009. Pasta. General technical conditions*]. Minsk, State Standard, 2010. 28 p. (in Russian).
23. Koshak ZH.V., Pokrashinskaya A.V. Prochnost' makaronnykh izdeliy s poroshkom aronii [*The strength of pasta with chokeberry powder*]. Innovatsionnyye tekhnologii v pishchevoy promyshlennosti / Materialy XVI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [*Innovative technologies in the food industry / Proceedings of the XVI International Scientific and Practical Conference*]. Minsk, 2017, pp. 129–131 (in Russian).
24. Koshak ZH.V., Koshak A.E., Pokrashinskaya A.V., Yermakov A.I., Sarosek I.P. Ustanovka dlya opredeleniya prochnosti makaronnogo izdeliya [*Installation for determining the strength of pasta*]. Patent of Belarus, № a 20131143, 2017 (in Russian).
25. TU BY 500134647.012-2018. Izdeliya makaronnyye s pishchevoy dobavkoy «Aroniya». [TU BY 500134647.012-2018. Pasta with food supplement “Aronia”]. Grodno, GGAU. 19 p. (in Russian).

#### Информация об авторах

*Кошак Жанна Викторовна* — кандидат технических наук, доцент, заведующая лабораторией кормов РУП «Институт рыбного хозяйства», НАН Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: Koshak.zn@gmail.com.

*Покрашинская Алла Владимировна* — старший преподаватель кафедры технологии хранения и переработки растительного сырья учреждения образования «Гродненский государственный аграрный университет» (ул. Терешковой, 28, 230008, г. Гродно, Республика Беларусь). E-mail: pokrashinskaya@gmail.com.

#### Information about authors

*Koshak Zhanna V.* — candidate of technical sciences, associate professor, head of the feed laboratory of the RUE «Institute for Fish Industry», National Academy of Sciences of Belarus (22 Stebeneva st., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Koshak.zn@gmail.com.

*Pokrashinskaya Alla V.* — Senior Lecturer, Department of Technology of Storage and Processing of Vegetable Raw Materials, Grodno State Agrarian University (28 Tereshkovoï st., 230008, Grodno, Republic of Belarus). E-mail: pokrashinskaya@gmail.com.