

# ВЕСТНИК

## БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ПИЩЕВЫХ И ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ Научно-методический журнал

*Издается два раза в год*

*№ 1(32), 2022*

*Учредитель: Белорусский государственный университет  
пищевых и химических технологий*

### СОДЕРЖАНИЕ

#### ПИЩЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Т. И. Шингарева, Н. А. Павлистова, В. А. Шаршунов, М. А. Глушаков*  
ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОПАРТИКУЛЯТА СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ  
В ТЕХНОЛОГИИ МЯГКИХ СЫРОВ БЕЗ СОЗРЕВАНИЯ..... 3
- Н. Ю. Азарёнок, М. Л. Микулинич, И. М. Кирик, С. Л. Масанский*  
ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАКТА СОЛОДОВОГО НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА  
БУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ РЖАНОЙ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ МУКИ В УСЛОВИЯХ  
ПАРОКОНВЕКТИВНОЙ ОБРАБОТКИ ..... 17
- Е. М. Моргунова*  
МОНИТОРИНГ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ В ОТНОШЕНИИ  
ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ НАПРАВЛЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ..... 28
- Л. В. Рукшан, Ж. В. Кошак, Е. Е. Рыбкина, Н. Н. Гандлевская*  
ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЧУМИЗЫ БЕЛОРУССКОЙ  
СЕЛЕКЦИИ В ЦЕЛЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ..... 42
- Е. Н. Зеленкова, З. Е. Егорова, П. С. Шабуня, С. А. Фатыкхова*  
КАРОТИНОИДНЫЙ СТАТУС МОРКОВИ БЕЛОРУССКОЙ ЗОНЫ  
ПРОИЗРАСТАНИЯ..... 53
- Е. С. Новожилова, Л. В. Рукшан, Ж. В. Кошак, А. Ю. Агурков*  
ВЛИЯНИЕ ШЕЛУШЕНИЯ И ЭКСТРУДИРОВАНИЯ СЕМЯН ГОРОХА И  
ЛЮПИНА НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ЦЕННОСТЬ ЗЕРНОБОБОВОЙ МУКИ..... 62

<i>М. Л. Микулинич, Н. А. Гузикова</i> <b>ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ПОТРЕБИТЕЛЬСКАЯ ОЦЕНКА КОНСЕРВИРОВАННОГО ПРОДУКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА И ЭКСТРАКТА СОЛОДОВОГО.....</b>	<b>74</b>
<i>Ю. С. Назарова, Н. В. Саманкова</i> <b>ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СПОСОБА СУХОГО ОХМЕЛЕНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ ГОРЕЧИ ПИВА.....</b>	<b>92</b>
<i>З. В. Василенко, Е. Н. Кучерова, А. В. Бычко</i> <b>ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖМЫХА ЛЬНЯНОГО РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ В СОСТАВЕ ФАРШЕВОЙ СИСТЕМЫ ИЗ МЯСА ПТИЦЫ.....</b>	<b>103</b>

## **ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ**

<i>Е. В. Волкова, Е. А. Козлова</i> <b>ОЦЕНКА И НАПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ БЕЛАРУСИ.....</b>	<b>115</b>
<i>О. О. Люштик, А. Г. Мельник</i> <b>МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ И АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИОННЫХ РИСКОВ В СИСТЕМЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ .....</b>	<b>124</b>

---

---

# ПИЩЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 637.1

## ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОПАРТИКУЛЯТА СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ В ТЕХНОЛОГИИ МЯГКИХ СЫРОВ БЕЗ СОЗРЕВАНИЯ

*Т. И. Шингарева<sup>1</sup>, Н. А. Павлистова<sup>1</sup>, В. А. Шаршунув<sup>1</sup>, М. А. Глушаков<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,  
Республика Беларусь

<sup>2</sup> ООО «Техносолекс-Проект», Республика Беларусь

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Микропартикулят сывороточных белков (МПСБ), получаемый концентрированием белков молочной сыворотки на УФ-установках с последующей термомеханической обработкой, обладает новыми технологическими свойствами, позволяющими выполнять функции пластификатора консистенции и усилителя сливочного вкуса в молочной продукции. В целях расширения ассортимента мягких сыров заданной пищевой ценности и повышения эффективности их производства актуальным является обоснование применимости МПСБ в технологии мягких сычужных сыров без созревания.

**Материалы и методы.** Нормализованная молочная смесь с разным содержанием МПСБ. Стандартизированные и общепринятые методы исследований.

**Результаты.** Внесение МПСБ оказывает влияние на процесс сычужного свертывания, снижая интенсивность синерезиса. Содержание МПСБ более 5 % заметно увеличивает потери сухих веществ с сывороткой. Для обеспечения хорошей свертываемости молочной смеси и получения в меру прочного сгустка, хорошо отделяющего сыворотку, предпочтительно применять режим тепловой обработки смеси (72±2) °С 15–20 с. Готовый продукт отличался более мягкой, нежной консистенцией и сливочным вкусом. Хорошая влагоудерживающая способность сывороточных белков обеспечивала увеличение выхода мягкого сыра.

**Выводы.** Использование МПСБ в составе нормализованной молочной смеси позволит расширить ассортимент мягких сычужных сыров без созревания, обладающих высокой пищевой и биологической ценностью, и повысить экономическую эффективность их производства на молокоперерабатывающих предприятиях Республики Беларусь.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** нормализованная смесь; мягкий сычужный сыр; сыворотка; технологические параметры; синерезис; физико-химические показатели; качественные характеристики.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Шингарева, Т. И. Применение микропартикулята сывороточных белков в технологии мягких сыров без созревания / Т. И. Шингарева [и др.] // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 1(32). – С. 3–16.

## APPLICATION OF WHEY PROTEIN MICROPARTICULATE IN THE TECHNOLOGY OF SOFT CHEESES WITHOUT MATURATION

*T. I. Shingareva<sup>1</sup>, N. A. Pavlistova<sup>1</sup>, V. A. Sharshunov<sup>1</sup>, M. A. Glushakov<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus

<sup>2</sup> ООО Technosolex-Project, Republic of Belarus

## ABSTRACT

**Introduction.** Microparticulated whey proteins (MWP) obtained by concentrating whey proteins on UV installations with subsequent thermomechanical treatment has new technological properties that allow it to perform the functions of a consistency plasticizer and a creamy flavor enhancer in dairy products. To expand the range of soft cheeses with specified nutritional value and increase the efficiency of their production, it is relevant to substantiate the applicability of MWP in the technology of soft rennet cheeses without maturation.

**Materials and methods.** Normalized milk mixture with different MPSB content. Standardized and generally accepted research methods.

**Results.** The introduction of MWP affects the process of rennet coagulation, thus reducing the intensity of syneresis. MWP content of higher than 5 % significantly increases the loss of dry matters with whey. To ensure good coagulation of milk mixture and to obtain a moderately strong clot that separates the whey well, it is preferable to apply heat treatment mode of the mixture ( $72 \pm 2$ ) °C 15–20 s. The finished product is characterized by a softer, more delicate consistency and creamy taste. Because of good moisture-retaining ability of whey proteins, an increase in the yield of soft cheese is noted.

**Conclusions.** The use of MWP as a part of a normalized milk mixture will expand the assortment of soft rennet cheeses without maturation with high nutritional and biological value and increase the economic efficiency of their production at milk processing enterprises of the Republic of Belarus.

**KEY WORDS:** *normalized mixture; soft rennet cheese; whey; technological parameters; syneresis; physico-chemical parameters; qualitative characteristics.*

**FOR CITATION:** Shingareva, T. I. Application of whey protein microparticulate in the technology of soft cheeses without maturation / T. I. Shingareva [et al.] // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2022. – № 1(32). – P 3–16 (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

Производство мягких сыров является одним из перспективных направлений в молочной промышленности Республики Беларусь. Преимущество этих сыров перед сырами твёрдыми и полутвёрдыми в том, что технология предусматривает более короткие сроки созревания или вовсе без созревания. Мягкие сыры характеризуются высокими органолептическими показателями, а их производство – упрощенной организацией. При получении мягких сыров предпочтительно применение сычужной коагуляции белков молока, так как по сравнению с кислотной коагуляцией, она имеет большую скорость протекания, а вырабатываемый продукт обладает более высокой пищевой и биологической ценностью [1, 2]. В общем объеме производства сыров в Республике Беларусь мягкие сычужные сыры занимают не более 5 %. Поэтому решение задачи по расширению ассортимента и увеличению объема выпуска таких сыров и, в частности, мягких сычужных сыров без созревания, на молокоперерабатывающих предприятиях Республики Беларусь представляется весьма актуальным.

Одним из перспективных направлений работы молочной отрасли является переработка молочной сыворотки. Неконтролируемый сброс сыворотки в канализационную систему способен нанести окружающей среде огромный ущерб. Вместе с тем молочная сыворотка является ценным источником нутриентов и находит широкое применение в различных отраслях пищевой промышленности [3–5]. Для переработки молочной сыворотки применяют мембранные технологии, реализуемые в ультрафильтрационных установках, а результатом переработки является получение концентрата сывороточных белков, который в дальнейшем подвергается термомеханической обработке. По окончании указанной процедуры он приобретает новые технологические свойства, позволяющие ему выполнять функции структурообразователя и пластификатора консистенции. Концентрат сывороточных белков, подвергнутый термомеханической обработке, получил название продукт сывороточный белковый концентрированный или «микрочастицулят сывороточных белков» (МПСБ). Известно, что молочный жир улучшает вкус и консистенцию молочной продукции, придает сырам характерный приятный сливочный вкус, предотвращает образование грубой, излишне плотной консистенции.

ции [1, 2]. В МПСБ, благодаря компактной укладке белковых глобул в процессе микропартикуляции, частицы микропартикулята имеют схожие с жировыми шариками размеры и рецепторами ротовой полости воспринимаются аналогично молочному жиру, поэтому МПСБ может применяться в качестве имитатора молочного жира в производстве пищевых продуктов [6–10]. Использование МПСБ как имитатора молочного жира в производстве кисломолочных продуктов, таких как йогурт, кефир, творог, сметана показало его высокую эффективность при применении [11–15].

Большой научный и практический интерес приобретает применение МПСБ в технологии различных видов сыров. В отдельных работах приводятся сведения об эффективности применения МПСБ в технологии сыров, полученных способом термокислотной коагуляции, мягких сыров на основе кислотно-сычужной коагуляции, рассольного сыра. По результатам исследований отмечается увеличение выхода продукции и улучшение потребительских свойств сыров, которые приобретают более мягкую сливочную консистенцию и приближаются по характеристикам к полножирным сырам [16–19]. Исследована возможность использования МПСБ в технологии полутвердого сычужного сыра на примере сыра Российского. Выявлено, что внесение микропартикулята в нормализованную смесь в больших дозах оказывает негативное влияние на процесс сычужного свертывания и качество сычужного сгустка. Опытные сыры получались с повышенной массовой долей влаги, что активизировало развитие заквасочной микрофлоры и ферментативные процессы, ускоряющие гидролиз белков [20]. Стоит отметить, что большинство исследований проведены с МПСБ, полученным в лабораторных и полупроизводственных условиях.

В настоящий период на отечественных предприятиях молочной промышленности налажено производство МПСБ для использования на пищевые цели. Срок годности МПСБ не превышает 36 ч [21]. При этом отсутствуют данные исследований о применении МПСБ в производстве мягких сычужных сыров без созревания.

Таким образом, актуальным является исследование возможности использования МПСБ в технологии мягких сычужных сыров без созревания, как наиболее перспективных для производства сыров в сегменте белорусского рынка.

Цель работы – расширение ассортимента производимых на молочных предприятиях Республики Беларусь по интенсивным технологиям высококачественных мягких сыров без созревания, обладающих повышенной пищевой и биологической ценностью.

Научная задача – обоснование применения отечественного МПСБ, произведенного на промышленной основе, в составе нормализованной смеси при производстве мягких сычужных сыров без созревания.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

В качестве объектов исследования рассматривалась подсырная сыворотка, полученная от производства мягкого сычужного сыра, жидкий концентрат микропартикулята сывороточных белков (МПСБ), вырабатываемый на предприятии ОАО «Молочные горки» (ТУ ВУ 190513389.121-2013 [17]), срок годности которого не превышал 36 ч, сычужный сгусток и сыр мягкий сычужный без созревания.

В опытных образцах в состав нормализованной молочной смеси для производства мягкого сыра вводился МПСБ в количестве от 5 до 15 масс. %. Сычужный сгусток получали согласно стандартной последовательности операций, присущих для сычужных сыров.

Мягкий сыр получали по технологическим параметрам, приближенным к технологии сыра «Любительский» [22, 23].

Оценка органолептических показателей проводилась в соответствии со стандартом ISO 22935-2:2009 Milk and milk products. Sensory analysis. Part 2: Recommended methods for sensory evaluation. При проведении работ использовались стандартизированные и общепри-

нятые методы исследований. Определение титруемой кислотности проводилось по ГОСТ 3624; активной кислотности – с использованием рН-метра HI 8314 по ГОСТ 3624. Определение массовой доли жира проводилось кислотным методом Гербера, массовой доли сухих веществ и влаги – методом высушивания до постоянной массы по ГОСТ 3626-73, плотность определялась с использованием ареометра по ГОСТ 3625-84.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для обеспечения качественных показателей мягких сычужных сыров пониженной жирности на уровне, характерном для полножирного мягкого сыра, изучено влияние технологических параметров производства мягкого сычужного сыра без созревания, полученного из нормализованной смеси с разным количественным содержанием МПСБ. Задача первого этапа работы состояла в определении оптимальной концентрации МПСБ, вносимого в нормализованную смесь, для возможности получения в меру плотного сычужного сгустка, обладающего хорошими синергетическими свойствами.

В процессе работы исследованы свойства сычужных сгустков, полученных из нормализованной смеси, включающей обезжиренное молоко и МПСБ, с содержанием в смеси 5 % (опыт 1.1), 10 % (опыт 1.2) и 15 % (опыт 1.3). В качестве контроля сычужной коагуляции применялось обезжиренное молоко без содержания МПСБ. Продолжительность сычужной коагуляции составила 30 мин при температуре  $(32 \pm 2)^\circ\text{C}$ . По завершении сычужной коагуляции исследовалась синергетическая способность сгустков, путем отделения в течение 25 мин белковой массы от сыворотки через фильтрующую лавсановую ткань. Зависимость количества выделившейся сыворотки от продолжительности процесса синерезиса представлена на рис. 1.

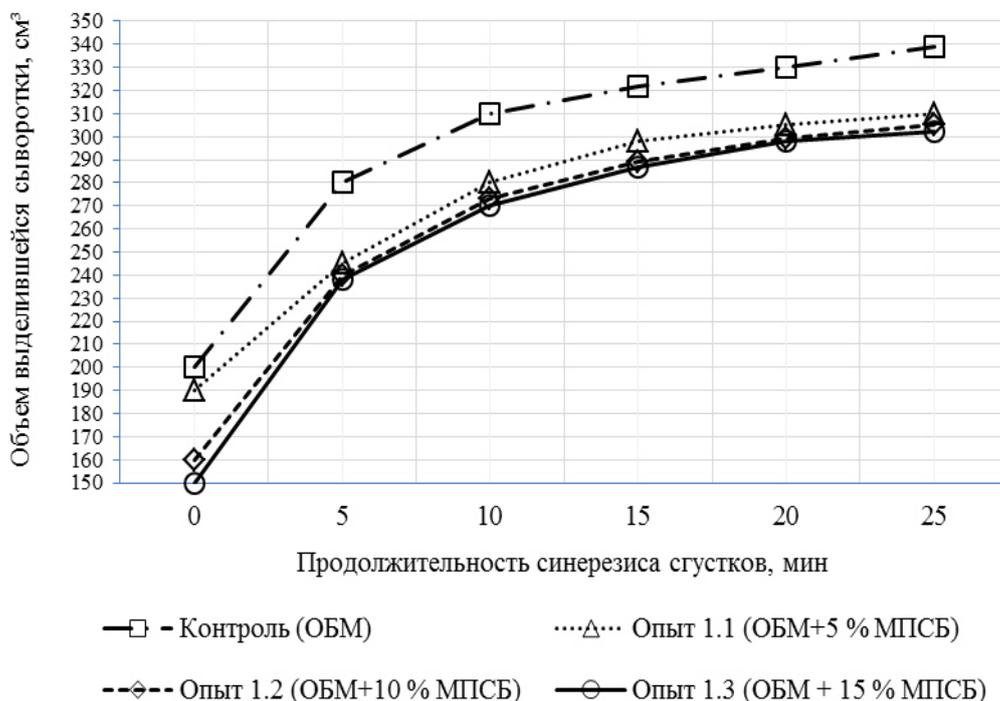


Рис. 1. Зависимость количества выделившейся сыворотки от продолжительности процесса синерезиса

Fig. 1. Dependence of the amount of separated whey on syneresis time

Анализ полученных данных, представленных на рис. 1, показывает, что с увеличением доли МПСБ в смеси скорость отделения сыворотки в опытных образцах, по сравнению с контрольными, с течением времени уменьшается, что вызвано повышенной влагоудерживающей способностью сывороточных белков.

Исследование показателей полученной белковой массы после отделения сыворотки позволило установить, что, по сравнению с контролем, во всех опытах наблюдается существенное увеличение выхода продукта, в среднем на 20 %. Так как в опытных образцах массовая доля влаги незначительно отличалась от контрольного образца, то причиной такого роста является более высокая степень использования сухих веществ.

Сравнение опытных образцов показало, что степень использования сухих веществ в мягком сыре в опыте 1.1 превышает соответствующий показатель контрольного образца в 1,23 раза, в опыте 1.2 – в 1,12 раза и в опыте 1.3 – в 1,08 раза соответственно.

В табл. 1 представлены физико-химические показатели сыворотки, полученной по завершении синерезиса сычужных сгустков.

**Табл. 1.** Физико-химические показатели сыворотки

**Table 1.** Physico-chemical parameters of whey

Показатели	Образцы			
	Контроль (ОБМ)	Опыт 1.1 (ОБМ + 5 % МПСБ)	Опыт 1.2 (ОБМ + 10 % МПСБ)	Опыт 1.3 (ОБМ + 15 % МПСБ)
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1022,0	1022,0	1024,0	1025,0
Титруемая кислотность, °Т	13,0	14,0	14,0	15,0
Активная кислотность, ед. рН	6,5	6,5	6,5	6,5
Массовая доля сухих веществ, %	5,4	5,4	5,8	6,0

Анализ данных табл. 1 показывает, что с повышением концентрации МПСБ в нормализованной смеси увеличивается доля сухих веществ в сыворотке (опыты 1.2 и 1.3) и, соответственно, уменьшается содержание сухих веществ в белковой массе. Поэтому оптимальной концентрацией МПСБ при сычужной коагуляции молочной нормализованной смеси следует считать 5 %.

Таким образом, установлено, что при сычужной коагуляции в молоко следует вносить МПСБ в количестве 5 %, поскольку большее количество МПСБ приводит к увеличению потерь сухих веществ в сыворотку и тем самым снижает степень использования сухих веществ молока.

На втором этапе работы исследовано влияние режимов пастеризации нормализованной смеси, содержащей МПСБ, на протекание технологического процесса производства мягких сычужных сыров и выходные параметры продукта.

Согласно литературным данным, при производстве мягких сычужных сыров без созревания, в зависимости от видовых особенностей продукции могут применяться различные режимы тепловой обработки молока, начиная с  $(72 \pm 2)^\circ\text{C}$  до  $(92 \pm 2)^\circ\text{C}$ . С повышением температуры пастеризации увеличивается степень перехода молочных белков в продукт, что увеличивает степень использования сухих веществ молочного сырья, что, несомненно, имеет положительную сторону. Однако из-за повышенной денатурации сывороточных белков формируется менее прочный сгусток, замедляется процесс отделения сыворотки, что отражается на реологических показателях продукции [1, 2]. Эти факторы следует учитывать при создании новых технологий мягких сыров.

Представляло интерес установить оптимальные режимы пастеризации нормализованной смеси с применением МПСБ, используемой для производства сычужного сыра.

Исследовались следующие режимы термообработки опытных образцов нормализованной смеси с массовой долей жира (м.д.ж.) 2,7 %, содержащей МПСБ в количестве 5 % (Опыты 2.1–2.3):

Опыт 2.1 – температура пастеризации (72±2) °С 15–20 с.

Опыт 2.2 – температура пастеризации (85±2) °С 15–20 с.

Опыт 2.3 – температура пастеризации (92±2) °С 15–20 с.

Контролем служила нормализованная смесь с м.д.ж. 2,7 % без МПСБ, температура пастеризации смеси составляла (72±2) °С 15–20 с.

После тепловой обработки образцы нормализованной смеси охлаждали и проводили сычужное свертывание при температуре 32 °С в течение 60 минут.

Данные по времени начала коагуляции и времени формирования сычужных сгустков приведены в табл. 2.

**Табл. 2.** Показатели формирования сгустков во времени

**Table 2.** Factors of clot formation over time

Образцы	Начало явной коагуляции смеси	Образование сгустка, мин
Контроль (72±2 °С)	30–40	50–60
Опыт 2.1 (МПСБ 5 %, 72±2 °С)	30–40	50–60
Опыт 2.2 (МПСБ 5 %, 85±2 °С)	Нет	Нет
Опыт 2.3 (МПСБ 5 %, 92±2 °С)	Нет	Нет

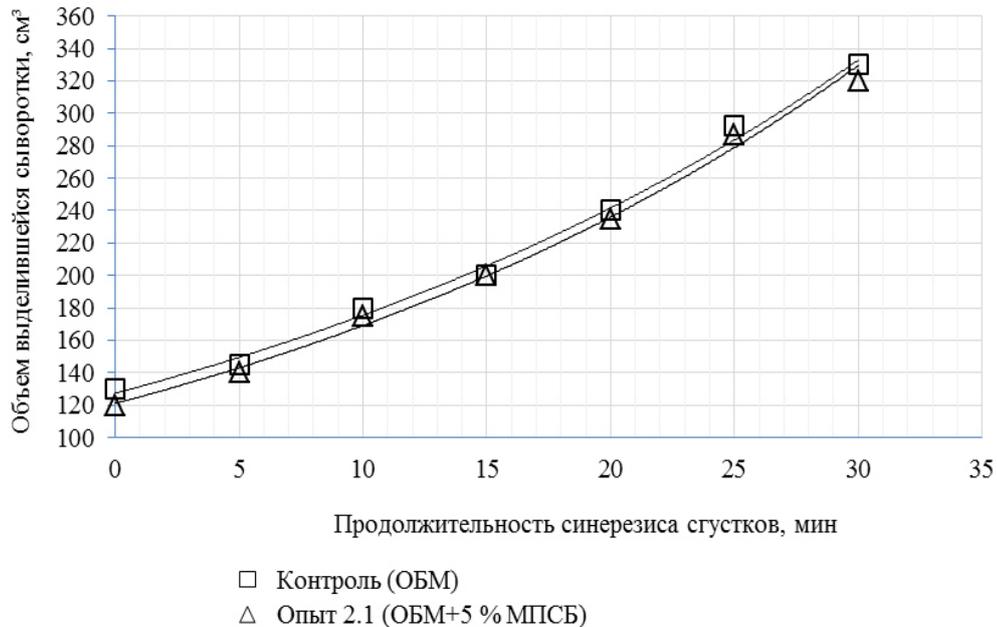
Анализ экспериментальных данных, представленных в табл. 2, показал, что в опытах 2.2 и 2.3 сгусток по истечении заданного времени не сформировался. Из чего следует, что высокая температура пастеризации отрицательно отразилась на завершенности процесса сычужной коагуляции в исследуемый период (60 мин). В то время как в опыте 2.1 и в контрольном образце процесс коагуляции протекал синхронно.

Результаты исследования процесса синерезиса сычужных сгустков, полученных из молочных смесей, прошедших пастеризацию при температуре (72±2) °С в течение 15–20 с (опыт 2.1 и контроль), представлены на рис. 2 в виде зависимости количества выделившейся сыворотки от продолжительности процесса синерезиса.

Как следует из рис. 2, скорости выделения сыворотки в опытах 2.1 и контрольном образце практически полностью совпадают на протяжении всего процесса синерезиса. Таким образом, выбор пониженного режима пастеризации нормализованной смеси, содержащей 5 % МПСБ, при температуре (72±2) °С и выдержке 15–20 с, является вполне оправданным. Такой температурный режим способен обеспечить формирование сычужного сгустка, обладающего синеретическими свойствами схожими с контрольным образцом.

На третьем этапе работы решалась задача о замене части молочного жира в нормализованной молочной смеси на белковую составляющую МПСБ. Принципиальная возможность такой замены подтверждена результатами работ [12, 13], авторы которых показали, что использование в производстве продуктов МПСБ придает продукции сливочный вкус и улучшает органолептические показатели. Таким образом, белковая составляющая МПСБ в определенной степени выполняет функцию молочного жира в готовом продукте.

На этом этапе проводили выработку мягкого сычужного сыра по технологическим параметрам, характерным для мягкого сыра «Любительский свежий» 50 % жирности [18]. Обычно для выработки сыра такой жирности рекомендуется применять молочную смесь с м.д.ж. 3,2 %, что и было в эксперименте взято за основу.



**Рис. 2.** Зависимость количества выделившейся сыворотки от продолжительности процесса синерезиса

**Fig. 2.** Dependence of the amount of separated whey on syneresis time

По итогам предыдущих исследований было установлено, что в нормализованную смесь, используемую для выработки мягкого сычужного сыра, целесообразно вносить жидкий концентрат МПСБ в количестве не более 5 %.

Согласно нормативной документации, в среднем жидкий концентрат МПСБ содержит 10 % сывороточных белков [17], а в 100 г молока их содержание составляет 0,5 %. Если предположить, что сывороточные белки способны выполнять функции молочного жира, то жирность нормализованной смеси может быть снижена на 0,5 %. Однако это требовало экспериментального подтверждения.

С учетом вышеизложенного на данном этапе исследований проводилась сычужная коагуляция следующих образцов нормализованных смесей:

- 1) Контроль: нормализованная смесь с м.д.ж. 3,2 %.
- 2) Опыт 3.1: нормализованная смесь с м.д.ж. 2,7 %.
- 3) Опыт 3.2: нормализованная смесь с м.д.ж. 2,7 % + 5 % МПСБ (0,5 % МПСБ).

Продолжительность свертывания исследуемых образцов нормализованных смесей составляла 60 минут.

Физико-химические параметры исходного молока, жидкого концентрата МПСБ, нормализованной смеси и сыворотки, полученной от производства образцов сыра, приведены в табл. 3.

Анализ данных, представленных в табл. 3, показал, что в опыте 3.1 молочная смесь по физико-химическим показателям несколько отличается от контроля и опыта 3.2, что вызвано введением в смесь МПСБ. Различия в смеси далее отразились и на показателях сыворотки в исследуемых образцах. Добавление к нормализованной смеси 5 % МПСБ приводит к увеличению титруемой кислотности во всех образцах полученной сыворотки на 1 °Т (опыт 3.2). Кроме того, большему значению массовой доли жира в исходном сырье (контрольный образец) соответствует большее значение массовой доли жира в сыворотке (расхождение между контрольным образцом и образцом сыворотки в опыте 3.1 составляет 0,2 %). Любопытно от-

метить, что наличие в молочной смеси 5 % МПСБ (опытный образец 3.2) увеличивает массовую долю жира в сыворотке на 0,1 % по сравнению с образцом 3.1.

**Табл. 3.** Физико-химические показатели исходного молока, МПСБ, нормализованной смеси и сыворотки, полученной от производства образцов сыра

**Table 3.** Physico-chemical parameters of initial milk, MWP, normalized mixture and whey obtained from the production of cheese samples

Показатели	Образец		
	Контроль (м.д.ж. 3,2 %)	Опыт 3.1 (м.д.ж. 2,7 %)	Опыт 3.2 (м.д.ж 2,7 % + 5 % МПСБ)
<b>Исходное молоко</b>			
Массовая доля сухих веществ, %	11,86		
Массовая доля жира, %	3,6		
Массовая доля лактозы, %	4,7		
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1027,7		
Титруемая кислотность, °Т	17,0		
Активная кислотность, ед. рН	6,7		
<b>МПСБ</b>			
Массовая доля сухих веществ, %	15,2		
Массовая доля жира, %	0,02		
Массовая доля лактозы, %	4,6		
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1035,7		
Титруемая кислотность, °Т	38,0		
<b>Нормализованная смесь</b>			
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1027,8	1028,0	1028,5
Титруемая кислотность, °Т	17,0	17,0	18,1
Активная кислотность, ед. рН	6,7	6,7	6,5
<b>Сыворотка от производства сыра</b>			
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1025,0	1025,0	1026,0
Титруемая кислотность, °Т	13,0	13,0	14,0
Активная кислотность, ед. рН	6,5	6,5	6,45
Массовая доля жира, %	0,5	0,3	0,4

Результаты исследований физико-химических параметров образцов сыра, полученных после самопрессования (4 часа), представлены в табл. 4.

**Табл. 4.** Показатели образцов сыра после самопрессования

**Table 4.** Indicators of cheese samples after self-pressing

Показатели сыра	Образцы		
	Контроль (м.д.ж. 3,2 %)	Опыт 3.1 (м.д.ж. 2,7 %)	Опыт 3.2 (м.д.ж 2,7 % + 5 % МПСБ)
Массовая доля влаги, %	60,4	61,1	62,8
Массовая доля жира (абсолютная), %	20,8	16,5	16,2
Массовая доля жира в сухом веществе, %	52,0	42,0	43,5
Активная кислотность, ед	5,4	5,4	5,4
Титруемая кислотность, °Т	125,0	128,0	132,0
Выход, %	16,0	16,0	17,3
Степень использования сухих веществ, %	54,0	54,6	54,0

Сравнительный анализ полученных данных показывает, что отдельные показатели контрольного и опытных образцов 3.1 и 3.2 мягкого сыра либо одинаковы (активная кислот-

ность), либо отличаются незначительно (массовая доля влаги, степень использования сухих веществ).

Заметно отличие исследованных образцов по титруемой кислотности, причем наибольшим значением обладает образец 3.2, содержащий в исходной молочной смеси 5 % добавку МПСБ. Этот результат согласуется с данными по титруемой кислотности сывороток, полученных при выработке сыров (см. табл. 3). Самое высокое значение этого показателя наблюдалось для сыворотки того же самого образца 3.2 с 5 % МПСБ.

Показатель массовой доли жира опытных образцов 3.1 и 3.2 значительно уступает показателю контрольного образца на 4,3 % и 4,6 % соответственно. Образец 3.2 с 5 % МПСБ превосходит оставшиеся по выходу готовой продукции на 1,3 %, за счет лучшей влагоудерживающей способности сывороточных белков.

В табл. 5 представлена органолептическая оценка полученных образцов мягкого сыра.

**Табл. 5.** Органолептическая оценка образцов сыра

**Table 5.** Organoleptic properties of cheese samples

Показатели	Образец		
	Контроль (м.д.ж. 3,2 %)	Опыт 3.1 (м.д.ж. 2,7 %)	Опыт 3.2 (м.д.ж 2,7 % + 5 % МПСБ)
Вкус и запах	Кисловатый, без посторонних привкусов и запахов	Кисловатый, без посторонних привкусов и запахов	Выраженный сливочный, нежный, без посторонних привкусов и запахов
Консистенция	В меру плотная, однородная по всей массе сыра	Очень плотная, однородная по всей массе сыра	Мягкая, однородная по всей массе сыра
Цвет	Белый	Белый	Кремный

Согласно представленным в табл. 5 данным, опытный образец 3.2 сыра, в состав нормализованной смеси которого был включен МПСБ, обладает лучшими органолептическими показателями по сравнению с другими образцами (более выраженный сливочный вкус и мягкая, однородная консистенция). Этот факт свидетельствует о высоких потребительских свойствах полученного продукта. Опытный образец 3.1 сыра при этом существенно проигрывал как опытному образцу 3.2, так и контрольному образцу.

Таким образом, на данном этапе работы опытным путем доказана возможность замены части молочного жира в нормализованной молочной смеси на белковую составляющую МПСБ без ухудшения физико-химических характеристик и органолептических показателей мягкого сычужного сыра. Более того оказалось, что готовый продукт обладает мягкой и нежной консистенцией, выраженным сливочным вкусом и более высокими потребительскими свойствами, по сравнению с сырами, полученными из нормализованной смеси с аналогичной и даже с большей исходной массовой долей жира. Помимо этого, отмечено увеличение выхода опытного образца сыра, что объясняется большей влагоудерживающей способностью сывороточных белков, переходящих в продукт.

Однако несмотря на явное преимущество применения МПСБ в производстве мягких сыров, важным фактором, влияющим на конкурентоспособность продукции, является хранимоспособность сыров, что потребовало дополнительных исследований.

На заключительном этапе работы выполнено исследование хранимоспособности мягкого сычужного сыра, выработанного с применением МПСБ, и изучение параметров прессования продукта. Для определения хранимоспособности осуществлялся контроль изменения показателей качества мягких сыров, вырабатываемых с добавлением и без добавления МПСБ, в течение 20 суток хранения, а параметры прессования определялись по результатам самопрес-

сования (вариант 1), а также подпрессовки сыров путем приложения внешней силы из расчета 1,33 кг на 1 кг сыра (вариант 2).

Контрольный образец сыра вырабатывался по технологии сыра «Любительский» из нормализованной смеси с массовой долей жира 3,2 % без добавления МПСБ. Опытный образец сыра был представлен мягким сычужным сыром, вырабатываемым из нормализованной смеси с массовой долей жира 2,7 % с добавлением 5 % МПСБ. В контрольном и опытном образцах продукта проводилась посолка в зерне из расчета 700 г поваренной соли на 100 кг молока. Физико-химические показатели образцов сыра приведены в табл. 6.

**Табл. 6.** Физико-химические показатели образцов сыра

**Table 6.** Physico-chemical parameters of cheese samples

Показатели	Контроль (м.д.ж. 3,2 %)	Опыт (м.д.ж. 2,7 % + 5 % МПСБ)
<b>Вариант 1</b>		
Массовая доля жира абсолютная (м.д.ж. в сухом веществе), %	20,1 (50,6)	16,1 (43,0)
Массовая доля влаги, %	60,3	62,5
<b>Вариант 2</b>		
Массовая доля жира абсолютная (м.д.ж. в сухом веществе), %	20,7 (48,8)	17,1 (43,6)
Массовая доля влаги, %	57,6	60,2

Хранимоспособность мягких сыров определялась по динамике изменения кислотности и органолептических показателей. Результаты изменения титруемой и активной кислотности в образцах сыра с течением времени представлены на рис. 3 и рис. 4.

Прежде всего следует заметить, что характер изменения кривых активной и титруемой кислотности в контрольном и опытном образцах, подвергнутых самопрессованию и подпрессовке, приблизительно одинаков. Таким образом, подпрессовка не оказывает существенного влияния на скорость протекания процесса, а отражается только на численных значениях активной и титруемой кислотности.

Как видно из представленных рис. 3 и рис. 4, в обоих вариантах, согласно изменению титруемой кислотности, в опытных сырах молочнокислый процесс протекает активно на всем исследуемом интервале, в то время как в контрольных образцах – только до 15 суток. При этом подпрессовка (вариант 2) незначительно снижает данные параметры. Что касается активной кислотности, во всех исследуемых образцах на 20 сутки отмечается ее снижение (показатель рН повышается).

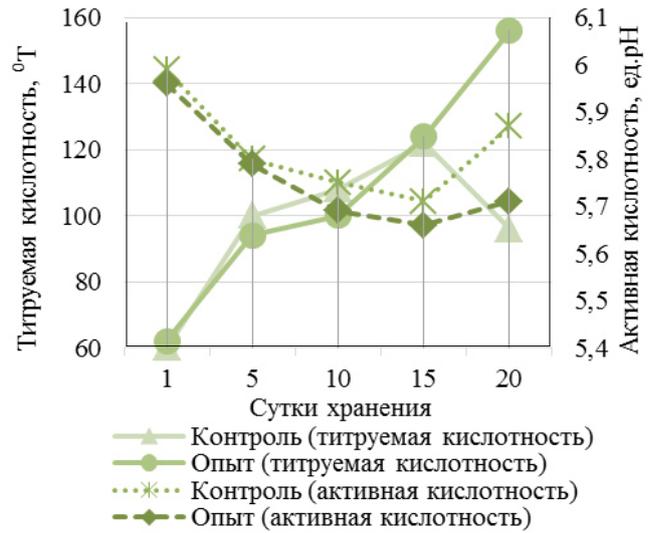
Графики активной кислотности исследованных образцов практически повторяют графики титруемой кислотности. Для сыров, подвергнутых подпрессовке, графики титруемой и активной кислотности контрольного и опытного образцов практически совпадают до 15 суток хранения. В интервале от 15 до 20 дней отмечено резкое изменение хода кривых кислотности для контрольного и опытного образцов.

При определении хранимоспособности мягких сыров очень важным является изменение органолептических показателей в процессе хранения. Результаты определения данных показателей для сыров, подвергнутых самопрессованию и подпрессовке, представлены в табл. 7 и табл. 8 соответственно.



**Рис. 3.** Динамика титруемой и активной кислотности сыров, подвергнутых самопрессованию, в процессе хранения

**Fig. 3.** Dynamics of titrated and active acidity of self-pressed cheeses during storage



**Рис. 4.** Динамика титруемой и активной кислотности сыров, подвергнутых подпрессовке, в процессе хранения

**Fig. 4.** Dynamics of titrated and active acidity of pre-pressed cheeses during storage

**Табл. 7.** Изменение органолептических показателей для сыров, подвергнутых самопрессованию (вариант 1)

**Table 7.** Changes in organoleptic properties for self-pressed cheeses (option 1)

Продолжительность хранения, сутки	Контроль		Опыт	
	Вкус и запах	Консистенция	Вкус и запах	Консистенция
1	Чистый, свойственный для мягких сыров	Плотная, однородная	Чистый, свойственный для мягких сыров	Плотная, однородная
5	Чистый, свойственный для мягких сыров	Плотная, однородная	Чистый, свойственный для мягких сыров	Плотная, однородная
10	Излишне кислый, слегка прогорклый	Однородная, слегка ослизненная	Кислый, слегка прогорклый	Мажущаяся, однородная, слегка ослизненная
15	Излишне кислый, слегка прогорклый	Мажущаяся, однородная, слегка ослизненная	Излишне кислый, прогорклый	Мажущаяся, однородная, ослизненная
20	Излишне кислый, прогорклый	Мажущаяся, однородная, ослизненная	Кислый, прогорклый	Мажущаяся, однородная, ослизненная

Данные табл. 7 свидетельствуют о том, что по вкусу и консистенции контрольный и опытный образцы сыров утратили свои потребительские свойства на 10 сутки: в контрольном образце появилась излишняя кислотность, в опытном – более мажущаяся консистенция.

**Табл. 8.** Изменение органолептических показателей для сыров, подвергнутых самопрессованию и подпрессовке (вариант 2)

**Table. 8.** Changes in organoleptic parameters for pre-pressed cheeses (option 2)

Продолжительность хранения, сутки	Контроль		Опыт	
	Вкус и запах	Консистенция	Вкус и запах	Консистенция
1	Чистый кисло-молочный, свойственный для мягких сыров	Плотная, однородная	Чистый кисло-молочный, свойственный для мягких сыров	Плотная, однородная
5	Чистый кисло-молочный, свойственный для мягких сыров	Плотная, однородная	Чистый кисло-молочный, свойственный для мягких сыров	Плотная, однородная
10	Излишне кислый, слегка прогорклый	Плотная, однородная,	Чистый кисло-молочный, свойственный для мягких сыров	Плотная, однородная,
15	Излишне кислый, слегка прогорклый	Слегка мажущаяся, однородная,	Излишне кислый, слегка прогорклый	Слегка мажущаяся, однородная,
20	Излишне кислый, прогорклый	Мажущаяся, однородная, слегка ослизненная	Излишне кислый, прогорклый	Мажущаяся, однородная, слегка ослизненная

Согласно приведенным данным табл. 8, применение самопрессования и подпрессовки (вариант 2) положительно отражается на органолептических показателях опытного сыра. Этот образец утратил свои потребительские свойства на 15 сутки, в то время как контроль – уже на 10 сутки хранения.

Таким образом, установлено, что для мягкого сычужного сыра без созревания, вырабатываемого из молочной смеси, содержащей МПСБ (5 %), целесообразно проводить не только самопрессование, но и подпрессовку сформованного сыра, что положительно отражается на органолептических показателях качества продукции при ее хранении.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые обоснована возможность и целесообразность применения МПСБ в составе нормализованной смеси при производстве мягких сычужных сыров без созревания. Присутствие МПСБ в таком виде оказывает существенное влияние на протекание процесса сычужного свертывания. Введение МПСБ в молочную смесь в больших количествах приводит к снижению скорости сычужного свертывания и замедлению процесса синерезиса, поэтому целесообразно использовать МПСБ в количестве не более 5 %. Отработаны параметры производства мягкого сычужного сыра, выработанного из молочной смеси, с содержащей в своем составе МПСБ: целесообразно применение низкотемпературного режима тепловой обработки ( $72 \pm 2$ ) °C 15–20 с, что при стандартном режиме свертывания обеспечивает получение в меру плотного сычужного сгустка с хорошим отделением сыворотки.

Производство мягкого сычужного сыра из молочной смеси, содержащей МПСБ, целесообразно проводить с полной посолкой в зерне, что исключает потребность в наличии специальных соляных бассейнов с рассолом. Применение самопрессования с подпрессовкой сформованного мягкого сыра обеспечивает получение высококачественного продукта с хорошей хранимо-

способностью, в случае упаковки продукции в негерметичную тару, хранение сыра увеличивается в 1,5 раза в сравнении с сыром, подвергнутым только самопрессованию. Использование МПСБ в технологии мягких сыров приводит к увеличению выхода продукции за счет увеличения содержания сывороточных белков в составе продукта и повышения влагоудерживающих свойств продукции. При этом достигается экономия молочного жира за счет применения менее жирной молочной смеси, снижается калорийность конечной продукции без ухудшения органолептических показателей качества. В совокупности это позволит повысить экономическую эффективность производства мягких сыров.

С точки зрения практической значимости, результаты исследований могут быть использованы предприятиями молочной промышленности Республики Беларусь при разработке технологий мягких сычужных сыров без созревания, которые будут обладать не только хорошими органолептическими показателями, но и высокой пищевой и биологической ценностью, за счет повышения количественного содержания сывороточных белков в готовой продукции.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 МакСуини, П. Л. Сыр. Научные основы и технологии. В 2-х т. Том 2. Технологии основных групп сыров / П. Л. МакСуини [и др.] – М.: Профессия, 2019. – 572 с.
- 2 Скотт, Р. Производство сыра: научные основы и технологии / Р. Скотт, Р.К. Робинсон, Р.А. Уилби. – СПб.: Профессия, 2012. – 464 с.
- 3 Ramos, O. L. Whey and Whey Powders: Production and Uses/ O. L. Ramos [et al.] // Encyclopedia of Food and Health. Ed. by B. Caballero, P. M. Finglas, F. Toldrá. Oxford: Academic Press. – 2016. – P. 498–505. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00747-9>.
- 4 Михалева, Е. Молочная сыворотка. Потенциал развития Российского рынка / Е. Михалева // Молочная река. – 2018. – № 4. – С. 14–18.
- 5 Повышение эффективности переработки молочных ресурсов: научно-технологические аспекты О. В. Дымар. – Минск: Колорград, 2018. – 236 с.
- 6 Асланова, М. Н. Перспективы использования микропартикулятов сывороточных белков / М. Н. Асланова [и др.] // Переработка молока. – 2014. – № 9 – С. 42–43.
- 7 Torres, I. C. Effect of hydration of microparticulated whey protein ingredients on their gelling behaviour in a non-fat milk system/ I. C. Torres [et al.] // Journal of Food Engineering, 2016. –Vol. 184. – P. 31–37. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.03.018>.
- 8 Мельникова, Е. И. Применение сывороточных белковых ингредиентов для получения имитаторов молочного жира // Е. И. Мельникова, Е. Б. Станиславская // Вестник ВГУИТ. – 2020. – № 82(3). – С. 90–95.
- 9 Евдокимов, И. А. Состав и свойства микропартикулятов сывороточных белков. / И. А. Евдокимов [и др.] // Молочная промышленность. – 2021. – № 4. – С. 40–44.
- 10 Попова, Е. Е. Получение микропартикулята сывороточных белков и его использование в технологии низкокалорийного мороженого: дис. ... канд. техн. наук по спец. 05.18.04 – технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств / Е. Е. Попова; науч. рук. Е. И. Мельникова; Учреждение образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий». – Воронеж, 2013. – 187 с.
- 11 Мельникова, Е. И. Применение микропартикулята сывороточных белков в технологии кефира / Е. И. Мельникова, Е. Б. Станиславская // Молочная промышленность. – 2018. – № 8. – С. 49–51.
- 12 Баранов, С. А. Влияние микропартикулята сывороточных белков на показатели кисломолочных напитков / С. А. Баранов [и др.] // Молочная промышленность. – 2020. – № 9. – С. 59–62.
- 13 Melnikova, E. I., Microparticulation of Casein Whey to Use in Fermented Milk Production / E. I. Melnikova [et al.] // Foods and Raw Materials. – 2017. – Vol. 5. – № 2. – P. 83–93.
- 14 Смирнова, И. А. Использование микропартикулята сывороточных белков в молочных продуктах / И. А. Смирнова, Е. М. Лобачева, А. Д. Гулбани // Молочная промышленность. – 2014. – № 6. – С. 28–30.
- 15 Мельникова, Е. И. Получение и применение микропартикулята сывороточных белков в технологии производства сметаны / Е. И. Мельникова, Е. Б. Станиславская // Пищевые системы. – 2021. – т. 4. – № 2. – С. 117–125.
- 16 Дымар, О. В. Технологические аспекты использования микропартикулятов сывороточных белков при производстве молочных продуктов / О. В. Дымар // Молочная промышленность. – 2014. – № 6. – С. 18–21.
- 17 Sturaro A. Effect of microparticulated whey protein concentration and protein-to-fat ratio on Caciotta cheese yield and composition / A. Sturaro [et al.] // International Dairy Journal. – 2015. – Vol. 48. – P. 46–52. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.02.003>.

- 18 Ipsen, R. Microparticulated whey proteins for improving dairy product texture/ R. Ipsen // International Dairy Journal. – 2017. – Vol. 67. – P. 73–79. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.08.009>.
- 19 Olivares, M. L. Soft lubrication characteristics of microparticulated whey proteins used as fat replacers in dairy systems/ M. L. Olivares [et al.] // Journal of Food Engineering. – 2019. Vol. 245. – P. 157–165. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.10.015>.
- 20 Мельникова, Е. И. Применение микропартикулята сывороточных белков в технологии полутвердых сыров / Е. И. Мельникова, Е. Б. Станиславская // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2019. – № 4. – С. 14–18.
- 21 Концентрат сывороточных белков. Общие технические условия: ТУ ВУ 190513389. 121 – 2013. – ОАО «БелХансен», 2013 г.
- 22 Шингарева, Т. И. Производство сыра / Т. И. Шингарева, Р. И. Раманаускас. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 384 с.
- 23 Раманаускас, Р. И. Технология и оборудование для производства натурального сыра: Учебник / Р. И. Раманаускас [и др.] // СПб.: Изд-во «Лань», 4-е изд., 2021. – 508 с.

*Поступила в редакцию 20.05.2022 г.*

#### **ОБ АВТОРАХ:**

**Шингарева Татьяна Ивановна**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии молока и молочных продуктов, учреждение образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», e-mail: [t-shingareva@mail.ru](mailto:t-shingareva@mail.ru).

**Павлистова Наталья Андреевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии молока и молочных продуктов, учреждение образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», e-mail: [pavlistova2015@yandex.ru](mailto:pavlistova2015@yandex.ru).

**Шаршунов Вячеслав Алексеевич**, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, заслуженный деятель науки РБ, профессор кафедры техносферной безопасности и общей физики, учреждение образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», e-mail: [ot\\_i\\_e@bgut.by](mailto:ot_i_e@bgut.by).

**Глушаков Михаил Александрович**, кандидат технических наук, доцент, директор ООО «Технолекс-Проект», г. Могилев, e-mail: [glushakov\\_m\\_a@mail.ru](mailto:glushakov_m_a@mail.ru).

#### **ABOUT AUTHORS:**

**Tatyana I. Shingareva**, PhD (Engineering), Associate Professor, Head of the Department of Milk and Dairy Products, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: [t-shingareva@mail.ru](mailto:t-shingareva@mail.ru).

**Natalia A. Pavlistova**, PhD (Engineering), Associate Professor of the Department of Milk and Dairy Products, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: [pavlistova2015@yandex.ru](mailto:pavlistova2015@yandex.ru).

**Viacheslav A. Sharshunov**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Republic of Belarus, Honored Scientist, Professor of the Department of Technosphere Safety and General Physics, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: [ot\\_i\\_e@bgut.by](mailto:ot_i_e@bgut.by).

**Mikhail A. Glushakov**, PhD (Engineering), Associate Professor, Director of OOO Technosolex-Project, Mogilev, e-mail: [glushakov\\_m\\_a@mail.ru](mailto:glushakov_m_a@mail.ru).

УДК 664.662

## ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАКТА СОЛОДОВОГО НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА БУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ РЖАНОЙ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ МУКИ В УСЛОВИЯХ ПАРОКОНВЕКТИВНОЙ ОБРАБОТКИ

*Н. Ю. Азаренок, М. Л. Микулинич, И. М. Кирик, С. Л. Масанский*

*Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,  
Республика Беларусь*

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Совершенствование ассортимента продуктов здорового питания в объектах общественного питания на основе ресурсосберегающих технологий является актуальным. Научной задачей исследований явилась оценка влияния экстракта солодового вязкого на потребительские свойства мелкоштучных булочных изделий из ржаной хлебопекарной муки разных сортов, произведенных с применением пароконвективной обработки.

**Материалы и методы.** Образцы мелкоштучных булочных изделий из обойной, обдирной и сеяной ржаной хлебопекарной муки с использованием экстракта солодового ячменного вязкого, произведенного на ПУП «Полоцкие напитки и концентраты» (10–50 % от массы муки). Пароконвектомат АПК-0,85 при заданных технологических режимах. Общепринятые в хлебопекарной отрасли методы.

**Результаты.** Оптимальное количество экстракта в рецептурах изделий из муки разных сортов – 30–40 %. Качественные показатели изделий (пористость мякиша – 53–64 %, влажность мякиша – 34–38 %, кислотность мякиша – 3,1–5,1°) в пределах нормируемых значений при высоких оценках органолептических показателей. Продолжительность технологического процесса сократилась в среднем на 18 %. Разработана пятибалльная шкала для органолептической оценки мелкоштучных булочных изделий из ржаной хлебопекарной муки разных сортов, конкретизирована описательная характеристика квалиметрических шкал для каждого показателя качества.

**Выводы.** Применение экстрактов солодовых в рецептурах мелкоштучных булочных изделий из ржаной хлебопекарной муки позволяет обеспечить заданные потребительские свойства и сократить продолжительность технологического процесса в условиях пароконвективной обработки. Выявлена необходимость в углубленном изучении биохимических процессов, происходящих в тестовой заготовке, в зависимости свойств муки, свойств и содержания солодовых или полисолодовых экстрактов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *мелкоштучные булочные изделия; ржаная хлебопекарная мука; экстракт солодовый; пароконвективный способ обработки; потребительские свойства; органолептические показатели; физико-химические показатели.*

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Азаренок, Н. Ю. Влияние экстракта солодового на потребительские свойства булочных изделий из ржаной хлебопекарной муки в условиях пароконвективной обработки / Н. Ю. Азаренок [и др.] // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 1(32). – С. 17–27.

## EFFECT OF MALT EXTRACT ON CONSUMER PROPERTIES OF RYE FLOUR BAKERY PRODUCTS UNDER CONDITIONS OF STEAM CONVECTION PROCESSING

*N. Yu. Azarenok, M. L. Mikulinich, I. M. Kirik, S. L. Masanskiy*

*Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus*

### ABSTRACT

**Introduction.** To improve the range of healthy food products in public catering facilities based on resource-saving technologies is of current importance. The scientific task of the research is to assess the effect of viscous malt extract on the consumer properties of small-piece bakery products from different types of breadrye

flour, produced under steam convection processing.

**Materials and methods.** Samples of bakery products made of dark, medium and light breadrye flour with the use of malt barley viscous extract (10–50 % of the flour weight) produced at PUE «Polotsk Drinks and Concentrates». Steam convection oven АПК-0,85 under predetermined process conditions. Standard methods of baking industry.

**Results.** The optimal amount of extract in the recipes of products obtained from flour of different varieties equals to 30–40 %. Quality indicators of products (crumb porosity – 53–64 %, crumb moisture – 34–38 %, crumb acidity – 3,1–5,1°) are within specified values with high estimates of organoleptic properties. The duration of the technological process was reduced by 18 % on average. A five-point scale to assess organoleptic properties of small-piece bakery products from breadrye flour of different varieties has been developed. Descriptive characteristics of qualimetric scales for all quality indicators have been specified.

**Conclusions.** The use of malt extracts in the recipes of small-piece bakery products from ryebread flour makes it possible to provide the desired consumer properties and reduce the duration of the technological process under conditions of steam convection processing. The need for thorough study of the biochemical processes occurring in the dough piece, depending on properties of flour, properties and content of malt or polymalt extracts was identified.

**KEY WORDS:** *small-piece bakery products; rye baking flour; barley malt; steam convection processing method; consumer properties; organoleptic properties; physical and chemical indicators.*

**FOR CITATION:** Azarenok, N. Yu. Effect of malt extract on consumer properties of rye flour bakery products under conditions of steam convection processing / N. Yu Azarenok [et al.] // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2022. – № 1(32). – P. 17–27 (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

Хлебобулочные изделия играют важную роль в рационе питания. Они почти наполовину удовлетворяют потребность в углеводах, на треть в белках, более чем на половину в витаминах группы В, солях фосфора и железа [1]. Многочисленные исследования по химическому составу хлеба и булочных изделий показывают, что за счет использования его в питании человек примерно на 30 % удовлетворяет свою физиологическую потребность в пищевых веществах и энергии.

Разработка новых булочных изделий с учетом современных потребностей человека является одним из приоритетных направлений [2]. Актуальным является производство булочных изделий на основе ресурсосберегающих технологий, дополнительно обогащенных биологически активными веществами, обладающих диетическими и функциональными свойствами [3–8]. Современные направления по расширению ассортимента хлеба и булочных изделий направлены на использование нетрадиционных видов сырья (гречневой, чечевичной муки и др.), различных видов заквасок, обогащение булочных изделий витаминами и отрубями, при этом высокой пищевой ценностью обладают изделия из ржаной муки [9–15].

С развитием рынка специализированных объектов быстрого обслуживания среди заведений общественного питания актуальным является задача совершенствование ассортимента хлеба и булочных изделий, на которых эти объекты специализируются. В частности, для объектов быстрого обслуживания, специализирующихся на различных видах мелкоштучных булочных изделий, имеет значение их качество и пищевая ценность. Ассортимент таких изделий из ржаной муки не развит. Кроме этого ввиду особых технологических свойств муки проблематичным является обеспечение заданных потребительских свойств изделий.

Анализ источников [16–18] и патентов (RU 2191511, RU 2709717, RU 41573U1, RU 2202206) показал, что солодовые экстракты используются в качестве технологического улучшителя в хлебопекарной промышленности – ускорение процесса брожения, увеличение сроков годности, придание оригинальных вкусо-ароматических характеристик изделиям, в т. ч. с целью повышения пищевой ценности [19–21]. Экстракты солодовые содержат значи-

тельное количество витаминов, минеральных веществ и аминокислот [22–24], что будет способствовать улучшению пищевой ценности и биологической ценности белка продукта [25]. При этом предел варьирования экстракта солодового в хлебе и хлебобулочных изделиях составлял от 0,5 до 10 % к массе муки или теста. Такое количество, если и увеличит пищевую или биологическую ценность, то незначительно. Поэтому авторами было принято решение увеличить диапазон до 50 %: дальнейшее увеличение – экономически нецелесообразно. Вместе с тем авторами данной статьи была осуществлена пробная выпечка изделий в уже существующих и изученных диапазонах. Установлено, что такая дозировка не оказывает существенного влияния на процесс брожения и органолептические показатели булочных изделий, что связано с товароведно-технологическими свойствами используемого экстракта солодового и согласуется с данными других ученых [17].

Пароконвективная обработка блюд и изделий в объектах общественного питания занимает ключевое значение среди методов тепловой обработки и позволяет максимально сохранить полезные свойства продукции, обеспечить экономию ресурсов, в т.ч. потребляемой энергии [26]. Ранее авторами установлены и оптимизированы параметры процесса расстойки тестовых заготовок и выпечки булочных изделий из ржаной хлебопекарной муки в условиях пароконвективной обработки [27]. Однако применение экстрактов солодовых в рецептуре существенно повлияет на данные процессы и потребительские свойства продукции за счет их сахарообразующей и газообразующей способности [22], которые, возможно, потребуют корректировки технологических параметров тепловой обработки изделий.

Цель работы – совершенствование ассортимента мелкоштучных булочных изделий из ржаной хлебопекарной муки в специализированных объектах быстрого обслуживания среди заведений общественного питания.

Научная задача – оценка влияния экстрактов солодовых вязких на потребительские свойства мелкоштучных булочных изделий из ржаной хлебопекарной муки разных сортов, выпеченных в условиях пароконвективной обработки.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом экспериментальных исследований служили образцы мелкоштучных булочных изделий из обойной, обдирной и сеяной хлебопекарной муки с использованием экстракта солодового ячменного вязкого, произведенного на ПУП «Полоцкие напитки и концентраты», Республика Беларусь, с содержанием сухих веществ 72 %. Содержание экстракта солодового ячменного вязкого в мелкоштучных булочных изделиях варьировали от 10 до 50 % к массе муки. В качестве контроля использовали мелкоштучные булочные изделия из ржаной хлебопекарной муки. Общее количество образцов составило 90.

Технологический процесс приготовления включал замес, брожение, расстойку и выпечку в пароконвекционном аппарате АПК-0,85. Процесс брожения проводили в термостате воздушном ХТ-3/70 при температуре 35 °С. Расстойку осуществляли при температуре 45 °С, влажность в паровоздушной камере 75 %, продолжительность 20 мин. Выпечку изделий проводили при температуре 210 °С в течение 12 мин, влажность в паровоздушной камере – 45 %.

В рецептуру исследуемых образцов входила мука хлебопекарная ржаная, вода, дрожжи сухие хлебопекарные, соль поваренная, рафинированное дезодорированное вымороженное растительное масло, яйцо куриное [28]. Масса готового изделия – 100 г.

Подготовку и проведение испытаний осуществляли стандартными физико-химическими и химическими методами анализа. Содержание влажности мякиша определяли методом высушивания [29] на влагоанализаторе МАС 50, кислотность мякиша – методом объемного титрования в присутствии цветного индикатора [30], пористость мякиша – расчетным методом [31] с помощью прибора Журавлева КП-101, белка – методом Кьельдаля [32] с помощью ав-

томатической установки Kejeltec 2000 и углеводов – спектрометрическим методом.

Исследование органолептических показателей выпеченных образцов проводили с использованием экспертного метода [18].

Аналитические определения для каждой пробы выполнены в 3-кратной повторяемости. Обработку экспериментальных данных осуществляли методами математической статистики с использованием стандартных компьютерных программ.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучено влияние количественного содержания экстракта солодового ячменного вязкого на качественные показатели мелкоштучных булочных изделий.

По градации потребительских свойств к эргономическим показателям относятся органолептические свойства мелкоштучных булочных изделий. Для мелкоштучных булочных изделий из ржаной хлебопекарной муки такими свойствами являются форма, цвет корки, поверхность, состояние мякиша, пористость, аромат, вкус.

Органолептическая оценка мелкоштучных булочных изделий существует в виде описательной характеристики изделий из ржаной хлебопекарной муки, включающая описание формы, цвета корки, поверхности, состояния мякиша, аромата (запах) и вкуса [33]. Однако в данном стандарте отсутствует конкретизация по баллам в рамках каждого показателя качества.

Разработана пятибалльная шкала для органолептической оценки качества мелкоштучных булочных изделий из ржаной муки, в которой на каждый показатель отводилось максимальное количество баллов – 5. Результаты представлены в табл. 1.

Проведен анализ органолептических показателей мелкоштучных булочных изделий из ржаной хлебопекарной муки в соответствии с разработанной квалиметрической шкалой. Дегустационная оценка осуществлялась группой экспертов, в состав которой вошли пять специалистов, имеющих опыт работы в области товарной экспертизы и пищевых технологий. Результаты представлены на рис. 1.

Анализируя результаты, представленные на рис. 1, отмечено, что при увеличении процента добавления экстракта солодового от 10 до 50 % повышалась интенсивность цвета – от светло-желтого до темно-коричневого, вкус – от пресного до умеренно сладкого, аромат – солодовый от слабо- до интенсивно выраженного. Это обусловлено веществами [20, 24], выделяющимися в процессе реакций меланоидинообразования и карамелизации при выпечке мелкоштучных булочных изделий. На качественный состав данных веществ существенно влияет количество углеводов и аминокислот, оставшихся после брожения. Очевидно, что увеличение доли экстракта в рецептуре и соответствующие биохимические процессы при брожении и выпечке способствуют увеличению их количества.

**Табл. 1.** Квалиметрическая шкала 5-балльной оценки показателей качества мелкоштучных булочных изделий из ржаной хлебопекарной муки

**Table 1.** Qualimetric scale of 5-point assessment of rye small-piece bakery products quality indicators

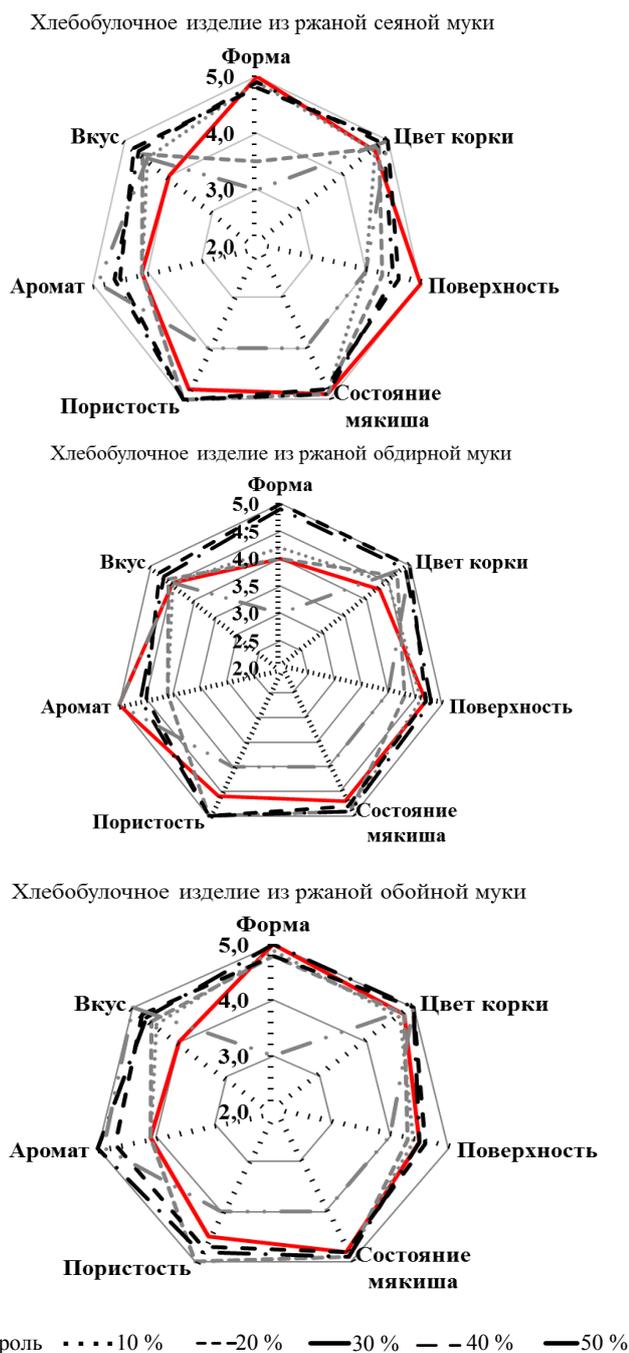
Показатели	Баллы	Соответствующие каждому баллу шкалы словесные характеристики отдельных показателей качества хлебобулочных изделий из хлебопекарной		
		ржаной сеяной муки	ржаной обдирной муки	ржаной обойной муки
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Форма	5	Правильная, симметричная форма для подового		
	4	Достаточно симметричная относительно верхней корки и по периметру или по обоим краям		
	3	Слишком округлая или немного расплывчатая, немного несимметричная относительно верхней корки и по периметру или по обоим краям		
	2	Несимметричная или заметно расплывчатая у подового		
	1	Сильно расплывчатая, искаженная, деформированная		

Продолжение табл. 1.

1	2	3	4	5
Цвет корки	5	Золотистый	Светло-коричневый с серым оттенком Равномерный	Коричневый с серым оттенком
	4	Светло-золотистый, равномерный Желтый	Серо-коричневый, достаточно равномерный Интенсивно темно-коричневый Недостаточно равномерный	От серого до коричневого
	3			
	2	Светло-желтый	От желтого до коричневого Сильно неравномерный	
	1		Бледный или горелый	
Поверхность	5	Гладкая, без трещин и подрывов, глянцевая		
	4	Достаточно гладкая, едва заметные трещины и подрывы, глянцевая		
	3	Слегка пузырчатая, шероховатая, заметные, но не крупные трещины и подрывы, глянец слабый		
	2	Пузырчатая, бугристая, крупные трещины и подрывы, матовая поверхность		
	1	Крупные трещины и подрывы, пузыри, боковые притиски		
Состояние мякиша	5	Очень мягкий, нежный, эластичный		
	4	Мягкий, эластичный		
	3	Удовлетворительно мягкий (немного уплотненный), эластичный		
	2	Заметно уплотненный, крошащийся, заметно заминающийся		
	1	Сильно заминающийся, влажный на ощупь, липкий		
Пористость	5	Хорошо развитая и равномерная, поры мелкие и тонкостенные		
	4	Достаточно развитая и достаточно равномерная, поры мелкие и средние, тонкостенные		
	3	Удовлетворительно развитая пористость, поры различной величины, средней толщины, распределены неравномерно на срезе мякиша		
	2	Поры мелкие, недоразвитые или крупные толстостенные, незначительное количество плотных (беспористых) участков мякиша, разрыв мякиша, заметное отслоение мякиша от корки		
	1	Оторванный от верхней корки и осевший мякиш, закал, плотный (неразрыхленный) мякиш, следы непромеса		
Аромат	5	Интенсивно выраженный, характерный для данного вида изделий		
	4	Выраженный, характерный для данного вида изделий		
	3	Слабовыраженный, характерный для данного вида изделий		
	2	Невыраженный, слегка посторонний		
	1	Сильно кислый, посторонний, неприятный		
Вкус	5	Интенсивно выраженный, характерный для данного вида изделий		
	4	Выраженный, характерный для данного вида изделий		
	3	Слабовыраженный, характерный для данного вида изделий		
	2	Слегка кислый, слегка тестовый		
	1	Резко кислый, пересоленный, посторонний, неприятный, хруст на зубах		

При добавлении в продукт 50 % экстракта ухудшались такие органолептические показатели, как форма – немного расплывчатая, поверхность – не крупные трещины и подрывы, состояние мякиша и пористость – удовлетворительная мягкость и развитость пор. Возможно, это связано с количественным содержанием в экстракте ферментов и углеводов, а также технологическими параметрами при расстойке.

Экспертами отмечено, что при доле экстракта солодового 10–20 % к массе муки изделия имели недостаточно выраженный вкус, аромат и цвет корки.



**Рис. 1.** Графическая интерпретация суммарной характеристики органолептических показателей мелкоштучных булочных изделий

**Fig. 1.** Graphical interpretation of the total characteristics of organoleptic properties of small-piece bakery products

Вместе с тем органолептические показатели мелкоштучных булочных изделий при добавлении экстракта от 10 до 40 % не уступают по сравнению с контрольными образцами по показателям «пористость» (исключение – изделие из ржаной сеяной муки), «вкус» (исключение – изделие из ржаной обдирной муки при добавлении 10 % экстракта солодового), «состояние мякиша» (исключение – изделие из ржаной сеяной муки) и «цвет корки» (исключение – изделие из ржаной обдирной муки при добавлении 10–20 % экстракта солодового).

В результате группой экспертов установлено, что лучшими по органолептическим показателям оказались образцы с добавлением экстракта 30–40% к массе муки. Они имели правильную округлую форму; приятные вкус и солодовый аромат; однородный темно-коричневый цвет; равномерную пористость, без пустот и уплотнений, без комочков и следов непромеса.

По градации потребительских свойств к показателям назначения относятся физико-химические свойства, которые характеризуют основные функции, для выполнения которых предназначены изделия, и обуславливают область их применения. Основными показателями назначения для булочных изделий из ржаной хлебопекарной муки являются влажность, кислотность и пористость мякиша [34].

Результаты по физико-химическим показателям представлены в табл. 2.

**Табл. 2.** Физико-химические показатели мелкоштучных булочных изделий из ржаной муки с содержанием экстракта солодового ячменного

**Table 2.** Physical and chemical indices of rye flour small-piece bakery products containing malt barley extract

Сорт муки	Значение показателей, М±m						Значение показателя в соответствии [35]
	Контроль	Содержание экстракта солодового в изделиях к массе муки					
		10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	
Пористость мякиша, %							
Сеяная	62,0±2,1	62,8±2,2	63,3±2,3	64,2±2,4	62,7±2,5	62,4±1,9	не нормируется
Обдирная	61,6±1,2	61,8±1,9	62,2±2,2	62,5±2,2	62,6±2,3	60,0±2,2	
Обойная	50,4±1,4	52,0±2,1	54,3±2,2	54,9±2,1	53,1±2,1	51,7±2,0	
Кислотность мякиша, град							
Сеяная	2,3±0,1	2,5±0,1	2,7±0,1	3,1±0,1	3,5±0,1	3,7±0,1	не более 9
Обдирная	3,0±0,1	3,1±0,1	3,2±0,1	3,5±0,1	3,7±0,1	3,9±0,1	не более 12
Обойная	3,8±0,1	3,9±0,1	4,1±0,1	4,7±0,1	5,1±0,1	5,3±0,1	не более 14
Влажность мякиша, %							
Сеяная	41,2±1,6	40,7±1,8	39,4±1,7	38,2±1,9	37,3±1,8	37,5±1,9	19–51
Обдирная	40,5±1,4	39,1±1,2	36,6±1,2	34,3±1,3	36,7±1,3	35,0±1,7	
Обойная	39,3±1,5	38,9±1,5	37,1±1,5	36,3±1,3	35,1±1,2	31,3±1,3	

Анализируя результаты, представленные в табл. 2, установлено следующее:

– добавление экстракта солодового от 10 до 50 % не ухудшали исследуемые физико-химические показатели (влажность и кислотность мякиша), которые соответствовали требованиям нормативной документации [35];

– кислотность мякиша по сравнению с контролем выше, в среднем, на 34,8 % для изделий из ржаной сеяной хлебопекарной муки; на 16,7 % – для изделий из ржаной обдирной и обойной хлебопекарной муки, а влажность мякиша – ниже, в среднем, на 5,1 % для изделий из ржаной сеяной хлебопекарной муки, на 9,4 % – для изделий из ржаной обдирной хлебопекарной муки, на 10,7 % – для изделий из ржаной обойной хлебопекарной муки. Это объясняется товароведно-технологическими свойствами экстракта солодового вязкого [22, 23], в частности его газообразующей, сахарообразующей и влагоудерживающей способностью;

– при увеличении доли экстракта солодового с 10 до 50 % в изделиях повышается кислотность мякиша на 48,0; 25,8 и 35,9 % соответственно для изделий из сеяной, обдирной и

обойной ржаной хлебопекарной муки. Это объясняется содержанием в экстрактах большего количества кислот и кислотообразующих компонентов, которые и повышают кислотность мякиша и согласуется с данными [16];

– при увеличении доли экстракта солодового с 10 до 30 % в изделиях повышается пористость мякиша на 2,2; 1,1 и 5,6 % для изделий из сеяной, обдирной и обойной ржаной хлебопекарной муки соответственно, и понижается влажность мякиша – на 6,1; 12,3 и 6,7 % соответственно. Это объясняется содержанием в экстрактах большего количества легкоусвояемых сахаров, увеличивающих газообразующую и сахарообразующую способность тестовых заготовок, и мальтодекстринов, обладающих влагоудерживающей способностью, и согласуется с данными [16–17, 21]. Дальнейшее увеличение экстракта (более 40 %) оказывало разное влияние на физико-химические показатели изделий, в частности пористость и влажность мякиша. Возможно, это связано с химическим и количественным составом экстрактов, технологическими параметрами и биохимическими процессами, происходящими при брожении и расстойке тестовых заготовок.

Анализируя параметры тестовых заготовок – масса, высота, диаметр, формоустойчивость, в процессе брожения (в течение 120 минут), расстойки (в течение 20 минут) и выпечке (в течение 12 минут) установлено, что применение экстракта позволяет сократить продолжительность процесса в среднем на 18 %.

В результате оптимальные параметры тестовых заготовок достигнуты при следующих технологических условиях: брожение – при температуре 35 °С продолжительностью 105 минут, расстойка – при температуре 45 °С продолжительностью 15 минут, выпечка – при температуре 210 °С в течение 10 минут.

На следующем этапе изучено содержание белков, углеводов (в частности полисахаридов) и влаги в мелкоштучных булочных изделиях из разных сортов хлебопекарной ржаной муки без и при добавлении 30 % экстракта солодового ячменного от массы муки. Изделия выпекались при установленных технологических параметрах. Результаты представлены в табл. 3.

Анализируя результаты, представленные в табл. 3, установлено, что добавление экстракта солодового уменьшает в изделиях содержание полисахаридов – на 8,3 % для изделий из хлебопекарной ржаной сеяной муки; на 1,4 % – для изделий из хлебопекарной ржаной обдирной муки и на 0,6 % – для изделия из хлебопекарной ржаной обойной муки; уменьшает содержание белков – на 2,6; 10,4 и 5,0 % для изделий из хлебопекарной ржаной сеяной, обдирной и обойной муки соответственно. Такая разница в показателях связана, с одной стороны, с сортовыми особенностями ржаной хлебопекарной муки, и, с другой стороны, биохимическими процессами, происходящими при брожении, расстойке и выпечке изделий с применением экстрактов.

**Табл. 3.** Химический состав мелкоштучных булочных изделий из ржаной хлебопекарной муки

**Table 3.** Chemical composition of rye small-piece bakery products

Хлебобулочное изделие из ржаной хлебопекарной муки		Вода, г	Белки, г	Углеводы, г
сеяной	без экстракта	40,5±0,1	7,7±0,3	36,1±3,0
	с экстрактом	36,8±0,1	7,5±0,3	33,1±2,5
обдирной	без экстракта	40,4±0,1	7,7±0,3	34,7±2,9
	с экстрактом	34,6±0,1	6,9±0,3	34,2±2,7
обойной	без экстракта	39,0±0,1	7,9±0,3	36,6±2,9
	с экстрактом	36,1±0,1	7,5±0,3	36,4±2,7

Для объяснения причин выявленных изменений в физико-химических показателях и химическом составе мелкоштучных булочных изделий из ржаной хлебопекарной муки разных сортов и ввиду отсутствия данных о влиянии экстрактов солодовых вязких на качество изделий в указанных дозировках, выявлена необходимость в изучении биохимических процессов, происходящих в тестовой заготовке и оценке влияния исходного состава и свойств ингредиентов на качественные показатели мелкоштучных булочных изделий в условиях пароконвективной обработки.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Систематизирована информация о применении экстрактов солодовых при получении хлеба и булочных изделий. Отмечено, что в хлебопекарной промышленности экстракты солодовые применяются как технологические улучшители и обогащающие ингредиенты. Однако исследований о повышении пищевой ценности и биологической ценности белка за счет внесения экстрактов в ржаные хлебобулочные изделия не проводилось.

Разработана пятибалльная шкала для органолептической оценки мелкоштучных булочных изделий из ржаной хлебопекарной муки сеяной, обдирной и обойной. Конкретизирована описательная характеристика квалитетических шкал для каждого показателя качества.

Проведена оценка органолептических и физико-химических показателей мелкоштучных булочных изделий из ржаной хлебопекарной муки разных сортов.

Установлен оптимальный диапазон внесения экстракта солодового вязкого для сохранения потребительских свойств мелкоштучных булочных изделий из ржаной муки – 30–40 %. Высокие органолептические и необходимые физико-химические показатели (пористость мякиша – 53–64 %, влажность мякиша – 34–38 %, кислотность мякиша – 3,1–5,1°) достигнуты при следующих технологических параметрах: брожение – при температуре 35 °С продолжительностью 105 минут, расстойка – при температуре 45 °С продолжительностью 15 минут, выпечка – при температуре 210 °С в течение 10 минут.

Применение экстракта солодового ячменного вязкого при установленном диапазоне позволяет сократить продолжительность процесса расстойки и выпечки в условиях пароконвективной обработки.

Выявлена необходимость в изучении биохимических процессов, происходящих в тестовой заготовке и оценке влияния исходного состава и свойств ингредиентов на качественные показатели мелкоштучных булочных изделий в условиях пароконвективной обработки.

Совокупность полученных результатов способствует расширению и совершенствованию ассортимента мелкоштучных булочных изделий из ржаной хлебопекарной муки и экстрактов солодовых вязких отечественного производства для объектов общественного питания.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Зайцева, Т. А. Влияние белковых добавок на аминокислотный состав хлебобулочных изделий / Т. А. Зайцева, М. П. Могильный // Известия вузов. Пищевая технология. – 2008. – № 4. – С. 30–32.
- 2 Пахомьская, Е. Хлеб и хлебобулочные изделия Украины: стратегия производства и продвижение / Е. Пахомьская // Современная парадигма национальной экономики в 2020 году: сб. матер. междунар. конф. «Paradigme moderne în dezvoltarea economiei naționale și mondiale» Кишинев, Молдова, 30–31 октября 2020. – С. 175–181.
- 3 Protein profile and sensorial properties of rye breads / Horszwald, A., Troszynska, A., del Castillo, M. D., & Zielinski, H. // European Food Research and Technology. – Vol. 229(6), 2009, P. 875–886. DOI: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00217-009-1129-6>.
- 4 Ibidapo, O. P. Quality evaluation of functional bread developed from wheat, malted millet (*Pennisetum Glaucum*) and «Okara» flour blends / O. P. Ibidapo [et al.] // Scientific African. – Volume 10, November 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00622>.
- 5 Буховец, В. А. Разработка технологии производства хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности / В. А. Буховец, Д. В. Ефимова, Л. В. Давыдова // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49. –

- № 2. – С. 193–200. DOI: [https:// doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-193-200](https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-193-200).
- 6 Невская, Е. В. Использование экстракта и порошка кипрея узколистного в рецептуре хлебобулочных изделий / Е. В. Невская, А. Г. Зуева, А. Г. Беляев // *Техника и технология пищевых производств.* – 2020. – Т. 50. – № 1. – С. 61–69.
- 7 Малютенкова, С. М. Современные тенденции в ассортименте ржаного хлеба / С. М. Малютенкова // *Научный альманах.* – 2016. – № 7–1(21). – С. 118–121. DOI: [10.17117/na.2016.07.01.118](https://doi.org/10.17117/na.2016.07.01.118).
- 8 Кирюхина, А. Н. Современное состояние и перспективы развития производства хлеба и хлебобулочных изделий в России / А. Н. Кирюхина, Р. З. Григорьева, А. Ю. Кожевникова // *Техника и технология пищевых производств.* – 2019. – Т. 49. – № 2. – С. 330–337. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-330-337>.
- 9 Матвеева, И. В. Концепция и технологические решения применения хлебопекарных улучшителей // *Пищевая промышленность.* – 2005. – № 5. – С. 20–23.
- 10 Зюзько, А. С. Эффективность использования комплексных улучшителей при приготовлении теста различными способами / А. С. Зюзько, О. С. Герасимова, М. В. Сапунова // *Известия вузов. Пищевая технология.* – 2007. – № 5–6. – С. 38–39.
- 11 Коршенко, Л. О. Обоснование использования гречневого солода при разработке композиции хлебопекарного улучшителя / Л. О. Коршенко [и др.] // *Техника и технология пищевых производств.* – 2014. – № 1(32). – С. 49–53.
- 12 Вершинина, О. Л. Применение пищевых добавок в технологии хлебопечения / О. Л. Вершинина, Н. Н. Корнен, С. А. Ильинова // *Известия вузов. Пищевая технология.* – 2000. – № 5–6. – С. 27–30.
- 13 Коршенко, Л. О. Стабилизация качества хлеба из пшеничной муки с низкими хлебопекарными свойствами / Л. О. Коршенко // *Вестник евразийской науки.* 2014. – № 6(25). – С. 113.
- 14 Кочетов, В. К. Солодовый экстракт – улучшитель вкуса и заменитель химических разрыхлителей / В. К. Кочетов // *Известия вузов. Пищевая технология.* – 2011. – № 4. – С. 42–44.
- 15 Алейник, И. Натуральные обогатители для улучшения аромата бездрожжевого хлеба из муки цельнозернового зерна пшеницы / И. Алейник // *Хлебопродукты.* – 2010. – № 6. – С. 44–45.
- 16 Серякова, Е. Оценка качества хлеба с добавлением солодовых экстрактов / Е. Серякова, А. Романов, З. Гарш // *Хлебопродукты.* – 2009. – № 12. – С. 48–49.
- 17 Дробот, В. И. Повышение качества и сроков хранения хлеба / В. И. Дробот, Т. А. Сильчук // *Продукты и ингредиенты.* – 2006. – № 1. – С. 16–17.
- 18 Man, S. Preliminary Study of the Malt Extract Addition on the Wholemeal Bread Quality / S. Man, A. Paucean, S. Muste, M. Damian // *Bulletin UASVM Agriculture.* 2012. – № 69(2), – P. 1843-5386.
- 19 Широкова, Л. О. Повышение функциональных свойств изделий с использованием ячменного солодового экстракта / Л. О. Широкова, Н. Е. Горюнова // *Современные проблемы и пути их решения в науке, производстве и образовании.* – 2013. – № 1. – С. 160–162.
- 20 Rögner, N. S. Impact of Malt Extract Addition on Odorants in Wheat Bread Crust and Crumb / N. S. Rögner, V. Mall, M. Steinhaus // *Agric. Food Chem.* – 2021. – № 69(45). – P. 13586–13595. DOI: [https://doi.org/ 10.1021/acs.jafc.1c05638](https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c05638).
- 21 Мизинчикова, И. И. Разработка технологии мучных кондитерских изделий без разрыхлителей / И. И. Мизинчикова // *Вопросы питания.* 2018. – Том 87. – № 5. – С. 281–282.
- 22 Микулинич, М. Л. Товароведно-технологические свойства солодовых и полисолодовых экстрактов (обзор) / М. Л. Микулинич [и др.] // *Вестник МГУП.* – 2021. – № 1(30). – С. 3–19.
- 23 Маркова, Ю. В. Особенности использования пароконвектомата для выработки хлебобулочных изделий / Ю. В. Маркова, А. С. Марков, А. С. Романов // *Техника и технология пищевых производств.* – 2018. – Т. 48. – № 2. – С. 136–142. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-136-142>.
- 24 Назимова, Е. В. Совершенствование технологии и товароведная оценка хлеба с применением солодовых экстрактов: автореф. дис. канд ... техн. наук: 05.18.15 / Е. В. Назимова; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2017. – 18 с.
- 25 Микулинич М. Л. Применение дескрипторно-профильного метода дегустационного анализа при моделировании потребительских свойств полисолодовых экстрактов / М. Л. Микулинич [и др.] // *Пищевая промышленность: наука и технологии.* – 2018. – № 3(41). – С. 31–43.
- 26 Кирик, А. В. Тепловая обработка подовых хлебобулочных изделий в движущейся паровоздушной среде в аппаратах периодического действия: автореф. дис. канд ... техн. наук: 05.18.15 / А. В. Кирик; Могилевский государственный университет продовольствия. – Могилев, 2013. – 28 с.
- 27 Азаренок, Н. Ю. Характеристика и формирование потребительских свойств хлебобулочных изделий из ржаной муки на основе тепловой обработки пароконвективным способом / Н. Ю. Азаренок, С. Л. Масанский, Т. С. Шуман // *Повышение качества, безопасности и конкурентоспособности продукции агропромышленного комплекса в современных условиях: сб. науч. тр. IX Междунар. конф. молодых ученых и специалистов / ФРБНУ ВНИИПБиВП; отв. за вып.: А.Л. Панасюк [и др.].* – 2015. – С. 16–20.
- 28 Сборник технологических карт блюд и кулинарных изделий с применением пароконвективной обработки / Сост. С. Л. Масанский, Т. М. Рыбакова, Н. Ю. Азаренок. – Могилев: МГУП. – 2013. – С. 82–83.

- 29 Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности: ГОСТ 21094-75. – Введ. 01.07.1976. – М.: Стандартиформ, 1976. – 4 с.
- 30 Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности: ГОСТ 21094-75. – Введ. 01.07.1976. – М.: Стандартиформ, 1976. – 4 с.
- 31 Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости: ГОСТ 5669-96. – Введ. 01.08.1997. – Минск: Стандартиформ, 1997. – 5 с.
- 32 Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка: ГОСТ 10846-91. – Введ. 01.06.1993. – М.: Стандартиформ, 1993. – 8 с.
- 33 Изделия хлебобулочные из ржаной хлебопекарной и смеси ржаной и пшеничной хлебопекарной муки. Общие технические условия: ГОСТ 31807-2018. Введ. 01.09.2019. – М.: Стандартиформ, 2019. – 16 с.
- 34 Кривошеев, А. Ю. Разработка технологии и нового ассортимента ахлоридных хлебобулочных изделий с использованием ферментных композиций направленного действия: автореф. дис. канд ... техн. наук: 05.18.01 / А. Ю. Кривошеев; Воронежский государственный университет инженерных технологий. – Воронеж, 2018. – 24 с.
- 35 Изделия хлебобулочные из ржаной хлебопекарной и смеси ржаной и пшеничной хлебопекарной муки. Общие технические условия: ГОСТ 31807-2018. Введ. 01.09.2019. – М.: Стандартиформ, 2019. – 16 с.

*Поступила в редакцию 30.05.2022 г.*

#### **ОБ АВТОРАХ:**

**Наталья Юрьевна Азаренок**, старший преподаватель кафедры товароведения и организации торговли, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: azarenok85@mail.ru.

**Марина Леонидовна Микулинич**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры товароведения и организации торговли, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: mikulinichmarina@gmail.com.

**Игорь Михайлович Кирик**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой машин и аппаратов пищевых производств, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: kirik\_mapp@tut.by.

**Сергей Леонидович Масанский**, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры товароведения и организации торговли, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: tot505@yandex.ru.

#### **ABOUT AUTHORS:**

**Natalya Yu. Azarenok**, senior lecturer of the Department of Commodity Science and Trade Organization, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: azarenok85@mail.ru.

**Marina L. Mikulinich**, PhD (Engineering), Associate Professor of the Department of Commodity Science and Trade Organization, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: mikulinichmarina@gmail.com.

**Igor M. Kirik**, PhD (Engineering), head of the Department of Machines and Apparatus of Food Production, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: kirik\_mapp@tut.by.

**Sergey L. Masansky**, PhD (Engineering), Associate Professor, Professor of the Department of Commodity Science and Trade Organization, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: tot505@yandex.ru.

УДК 001: 613.292:577.1

## МОНИТОРИНГ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ В ОТНОШЕНИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ НАПРАВЛЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

*Е. М. Моргунова*

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,  
Республика Беларусь*

**Введение.** Популярность темы здорового образа жизни и включение в рационы питания продуктов функционального, специализированного и персонафицированного назначения – пищевых продуктов направленной эффективности (ППНЭ) – вызывает необходимость целенаправленного развития рынка таких продуктов в Республике Беларусь. Актуальным является получение достоверной информации о потребительских предпочтениях к такой продукции и информации, подтверждающей эффективность ее положительного воздействия на состояние здоровья.

**Материалы и методы.** Исследования проводили путем онлайн-анкетирования (с использованием Google Forms). Для вычисления объема выборки применен онлайн-калькулятор. Объем выборки респондентов для анкетирования определен с доверительной вероятностью 95 %. Отбор, анализ, систематизация и логическое обобщение информации, представленной на официальных сайтах министерств, ведомств, предприятий пищевой промышленности в доменной зоне BY.

**Результаты.** Установлены основные критерии значимости в сохранении здоровья продуктов функционального и специализированного назначения. Выявлены перспективные группы продукции для разработки в качестве продуктов направленной эффективности с учетом их назначения: обогащенные продукты, со сниженным или (без) содержанием соли, сахара, жира, глютена, лактозы, фенилаланина. Установлены факторы покупательского спроса на пищевую продукцию направленной эффективности. Определены основные критерии, которые необходимо учитывать при проектировании продуктов направленной эффективности.

**Выводы.** Заинтересованность потребителей в продукции функционального и специализированного питания отечественного производства как важном факторе для повышения качества питания высокая. Установленные основополагающие критерии для создания новых пищевых продуктов направленной эффективности рекомендуется использовать для развития их рынка в Республике Беларусь.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *потребительские предпочтения; здоровое питание; функциональный продукт; функциональный ингредиент; специализированная продукция; анкетирование; направленная эффективность.*

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Моргунова, Е. М. Мониторинг потребительских предпочтений в отношении пищевых продуктов направленной эффективности / Е. М. Моргунова // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 1(32). – С. 28–41.

## MONITORING OF CONSUMER PREFERENCES FOR TARGETED EFFICIENCY FOOD PRODUCTS

*A. M. Marhunova*

*RUE «Scientific-Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food»,  
Republic of Belarus*

**Introduction.** The popularity of a healthy lifestyle and introduction of functional, specialized and personalized foods – food products of targeted effectiveness into the diet calls for their market development in the Republic of Belarus. Getting reliable information about consumer preferences for such products as well as about their health benefits is of current importance now.

**Materials and methods.** The studies were conducted by Google Forms survey. An online calculator was used to calculate the sample size. Sample size of respondents for the questionnaire with a confidence probability of 95 % was determined. Selection, analysis, systematization and logical generalization of marketing information presented on the official websites of ministries, departments, food industry enterprises in BY domain zone.

**Results.** Main criteria for the importance of functional and specialized products in maintaining good health have been established. There have been identified promising groups of food to be developed as products of targeted efficiency, taking into account their purpose: enriched products with reduced amount (or without) of salt, sugar, fat, gluten, lactose, and phenylalanine. The factors of consumer demand for food products of targeted efficiency have been established. The main criteria that must be taken into account when designing products of directed efficiency have been determined.

**Conclusions.** The obvious interest of consumers in functional and specialized food of domestic production as an important factor for improving the quality of nutrition has been established and the fundamental criteria for the development of new food products of targeted efficiency in the market of the Republic of Belarus have been determined.

**KEY WORDS:** *consumer preferences; healthy nutrition; functional product; functional ingredient; specialized products; survey; targeted efficiency.*

**FOR CITATION:** Marhunova, A.M. Monitoring of consumer preferences for targeted efficiency food products / A.M. Marhunova // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2022. – №. 1(32). – P. 28–41 (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

Правильное и полноценное питание на 50–60 % является залогом дальнейшего успешного функционирования организма человека. Однако рост выпуска пищевых продуктов глубокой переработки, стремительная урбанизация и изменения в образе жизни привели к сдвигам в рационах питания. Тенденция оздоровления с помощью сбалансированных продуктов питания, обладающих добавленной полезностью, является наиболее естественной и реальной возможностью сохранения здоровья каждого человека [1–3]. Мировой опыт убедительно свидетельствует, что наиболее эффективным и целесообразным с экономической, социальной, гигиенической и технологической точек зрения способом кардинального решения проблем питания населения является разработка и производство продуктов здорового питания [2–3]. Рынок продуктов здорового питания представлен в основном следующими сегментами: органические, функциональные, диетические лечебные и диетические профилактические продукты. На сегодня это один из самых быстроразвивающихся рынков в категории продовольственных, и такая тенденция наблюдается как во всем мире, так и в Беларуси. Если в 2018 году объем мирового рынка функциональных продуктов составлял 69,60 млрд долларов США, то к 2030 году его емкость прогнозируется в пределах 94,21 млрд долларов США. Ежегодный рост оценивается в размере 15–20 % [3–9].

При этом важным является достоверная информированность населения о данных группах продукции для получения действительной пользы от их употребления. Для осмысления запросов и предвидения реакции на новые продукты необходимо изучить потребности населения в таких группах продукции. При этом поведение потребителей необходимо рассматривать с учетом следующих позиций: познания – какова осведомленность о товаре, либо его свойствах, наличие четких целей при выборе того или иного продукта; поведения – влияние внешней среды на выбор в процессе покупки (физическая, временная или социальная среда); привычки – поведение, запускаемое ввиду каких-либо ситуаций. Необходимо учесть причинно-следственные связи между основными факторами, влияющими на предпочтения потребителей и мотивацию к покупке: внешняя среда (время года, доступность), соотношение «цена/качество», реклама, известность торговой марки (маркетинг), заданная функциональ-

ная эффективность (ожидания потребителя).

Важность мониторинговых исследований потребительских предпочтений не подвергается сомнению. Помимо очевидной зависимости коммерческой составляющей от точного знания потребностей целевой аудитории, важным является получение актуальных данных о потребительских приоритетах, в частности, сегментация целевых групп по их предпочтениям.

Цель исследований – изучение перспектив развития рынка пищевых продуктов направленной эффективности в Республике Беларусь.

Научная задача – определение потребительских предпочтений в отношении продуктов функционального и специализированного назначения и критериев для проектирования индивидуальных продуктов под конкретного потребителя (персонализированный подход).

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Составлена анкета потребительских предпочтений населения в продуктах направленной эффективности (продукты здорового питания, специализированная и функциональная продукция) и проведен социологический опрос жителей Республики Беларусь. Так как исследование носит выборочный характер, при котором важно, чтобы результат имел возможность применения полученных данных на большую часть населения, то необходимо определить объем выборки с учетом доверительной вероятности. Общепринятое значение в социологических исследованиях – 95 %. Для данного значения соответствует коэффициент Стьюдента  $t=1,96$ , суть которого в том, что при опросе 100 человек достоверность ответов будет на 95 % соответствовать общей генеральной совокупности (всему населению г. Минска, Минской, Гродненской, Гомельской, Брестской, Витебской и Могилевской областей). Для того чтобы по законам статистики ответы находились в пределах  $\pm 5\%$  от исходного, то допустимую ошибку выборочного исследования применяем равную 5 %. Для вычисления объема выборки использовали онлайн-калькулятор. Исследования проводили путем онлайн-анкетирования (с использованием Google Forms).

При планировании опроса определена широкая целевая группа респондентов, а их отбор осуществлялся методом случайной выборки. Объем случайной выборки из данной генеральной совокупности при значении предельной ошибки 5 % не превышающей 10 % от выборочной доли ( $\Delta$ ) и с вероятностью 0,95 составил 384 респондента – жители Минской, Гродненской, Гомельской, Брестской, Витебской и Могилевской областей различного социального положения и возраста [10–12].

Анкета опроса содержала 18 вопросов по теме исследования. При формулировании вопросов в анкете для однозначного понимания были приведены термины, принятые в национальных и международных документах.

Специализированная продукция – продукция, предназначенная для коррекции углеводного, жирового, белкового, витаминного и других видов обмена веществ, в которой изменено содержание и (или) соотношение отдельных веществ относительно естественного их содержания, и (или) в состав которой включены не присутствующие изначально вещества или компоненты, а также продукция, предназначенная для снижения риска развития заболеваний [13–15].

Функциональный продукт – продукт, предназначенный для систематического употребления всеми возрастными группами здорового населения, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов.

Физиологически функциональный пищевой ингредиент – вещество или комплекс веществ, обладающие способностью оказывать благоприятный эффект на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена веществ в организме человека при систематическом употреблении (витамины, минеральные вещества, пищевые волокна, полиненасыщенные жирные кислоты, пребиотики, пробиотики) [16–17].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Распределение респондентов в зависимости от пола, возраста, социального статуса и сферы деятельности составило 85,5 % женщин и 14,5 % мужчин. Основную часть опрошенных представляли лица в возрасте 36–50 лет – 54,6 % и 20–35 лет – 31,6 %. Наименьшую долю (5,9%) – респонденты в возрасте до 20 лет и 7,9% – в возрасте 51–65 лет.

В отношении социального статуса респондентов установлено, что большая часть респондентов – специалисты (61,2 %). Также участие приняли руководители (10,5 %), студенты (8,6 %) и служащие (7,2 %). Наряду с указанными группами участие в опросе приняли представители других социальных групп: домохозяйка/неработающий, находящиеся в декрете, пенсионеры, индивидуальные предприниматели.

При этом (рис.1) 25,3 % респондентов представляют пищевую промышленность, науку и образование – 14,3 и 13,6 % соответственно, торговлю и медицину – 10,4 и 8,4 % соответственно, экономику и финансы – 7,1 %. Также приняли участие представители сельского хозяйства, информационных технологий, строительства и недвижимости, культуры, бытового обслуживания и других областей (стандартизация, легкая промышленность, энергетика, логистика, журналистика, юриспруденция).

Большинство респондентов заинтересованы в сохранении и укреплении здоровья через правильное питание (80,5 % ответов), здоровый образ жизни (83,8 % ответов) и отсутствие вредных привычек (63,2 % ответов).

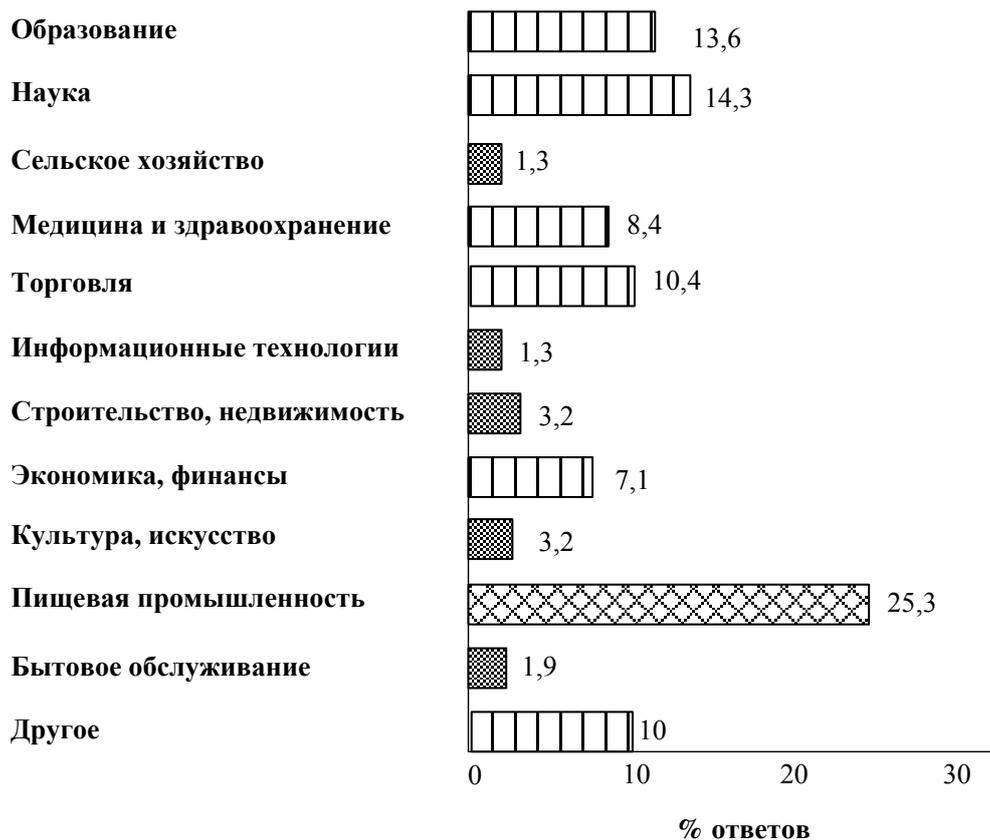
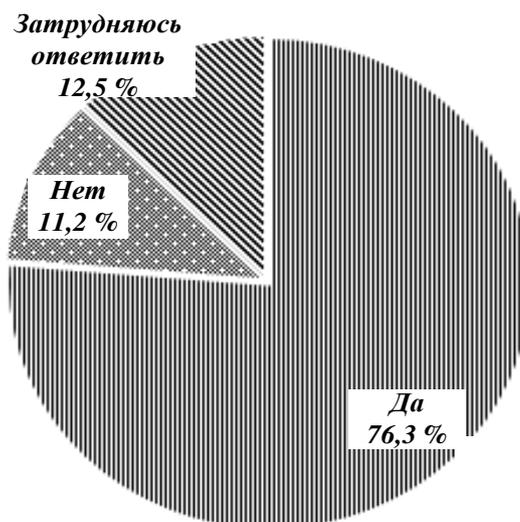


Рис. 1. Сфера деятельности респондентов

Fig. 1. Fields of respondents' activities



**Рис. 2.** Мнение респондентов о функциональных продуктах питания

**Fig. 2.** Respondents' opinion on functional foods

Структура любого выбора достаточно сложна и индивидуальна. Но в конечном итоге результат выбора определен – это продукт, имеющийся в наличии: товар/торговая марка/производитель либо отказ от выбора. И вся сложность заключается в том – какому из представленного ассортимента продуктов и на каком основании потребитель отдаст предпочтение.

Выявление потребительских предпочтений и мотиваций при проектировании и внедрении на потребительский рынок пищевых продуктов направленной эффективности с заданными свойствами является основой для их успешного продвижения.

Большая часть респондентов (76,3 %) (рис. 2) считают функциональные продукты питания важной частью своего рациона как средства для улучшения состояния здоровья. В то же время 11,2 % респондентов отрицательно ответили на данный вопрос, а 12,5 % респондентов затруднились с ответом.

Только 26,3 % респондентов покупают функциональные продукты питания постоянно, в то же время 61,2 % респондентов – покупают иногда; не придают значения важности покупки такой категории продуктов 12,5 % респондентов.

Респонденты, участвующие в опросе, считают (рис. 3), что перспективными для разработки в качестве функциональных являются молочные продукты: так ответили 78,7 % опрошенных; 42,1 % в качестве перспективных отметили продукты сухие на зерновой и крупяной основе; 36,7 % – хлебобулочные изделия и 31,3 % – сахарные кондитерские изделия; 21,3 % – напитки и соки; 19,3 % – мучные кондитерские изделия.

При этом актуальной для большей части респондентов является продукция без добавления сахара, с низким содержанием соли и насыщенных жиров и с добавлением клетчатки.

Перспективными направлениями (рис. 4) для изготовления функциональной продукции могут быть обогащение витаминами и минеральными веществами (61,3 % ответов), пищевыми волокнами (55,3 % ответов), полиненасыщенными жирными кислотами (53,3 % ответов), пребиотиками и пробиотиками (48,1 %). Часть респондентов заинтересованы в производстве продукции с добавлением аминокислот (34,1 % ответов).

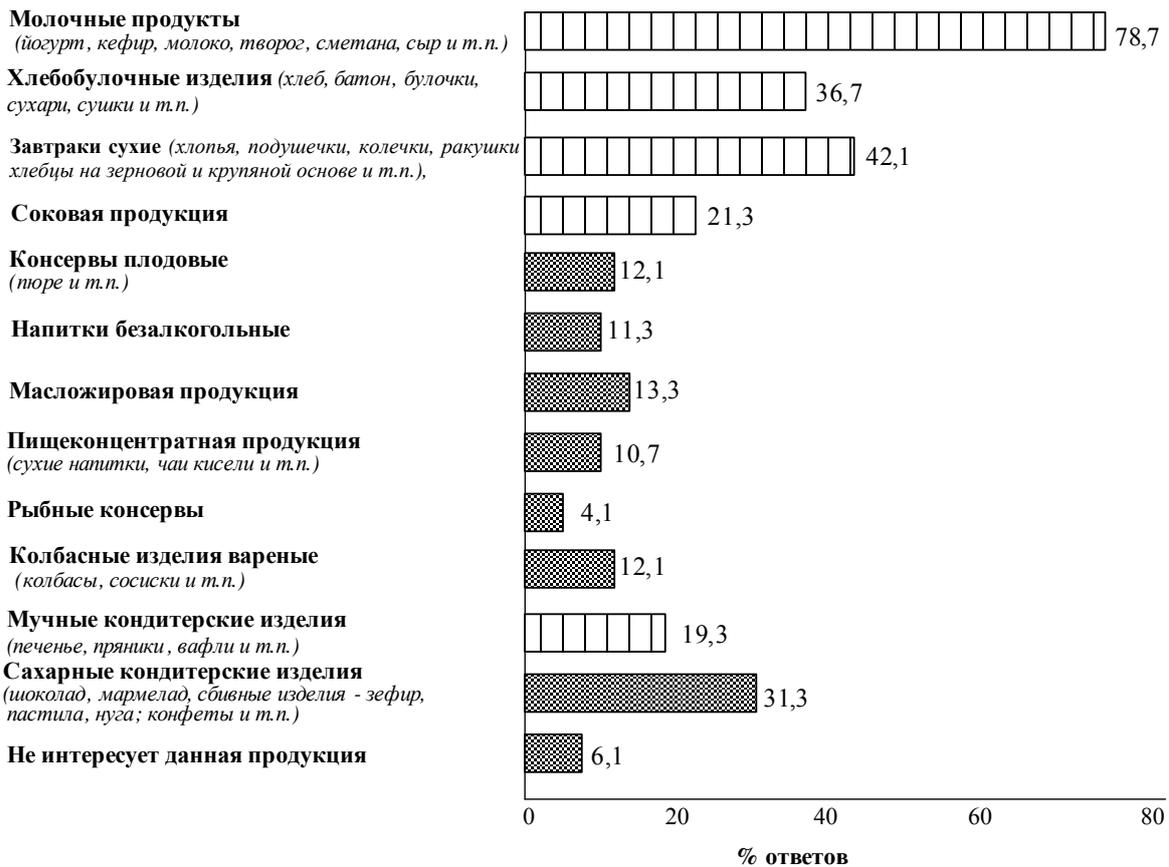


Рис. 3. Мнение респондентов о перспективных группах продукции для разработки в качестве функциональных продуктов

Fig. 3. Respondents' opinion on a promising group of products for development as functional food

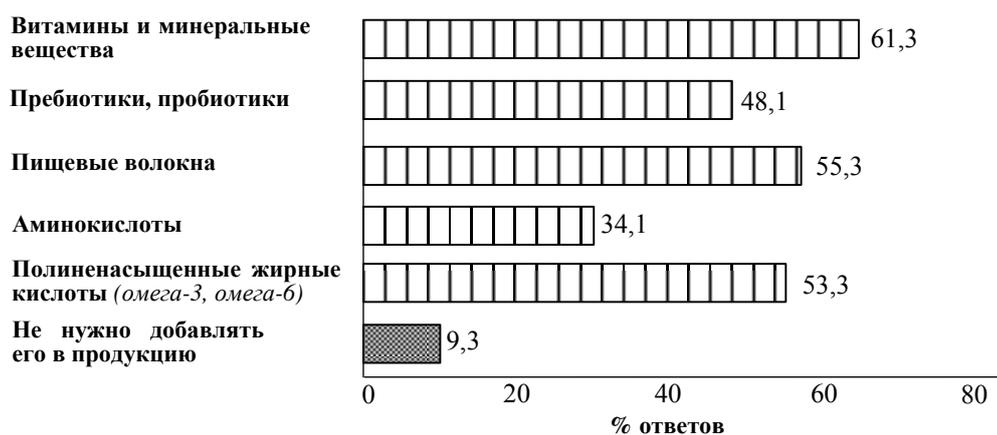


Рис. 4. Мнение респондентов о предпочтительных функциональных ингредиентах

Fig. 4. Respondents' views on preferred functional ingredients

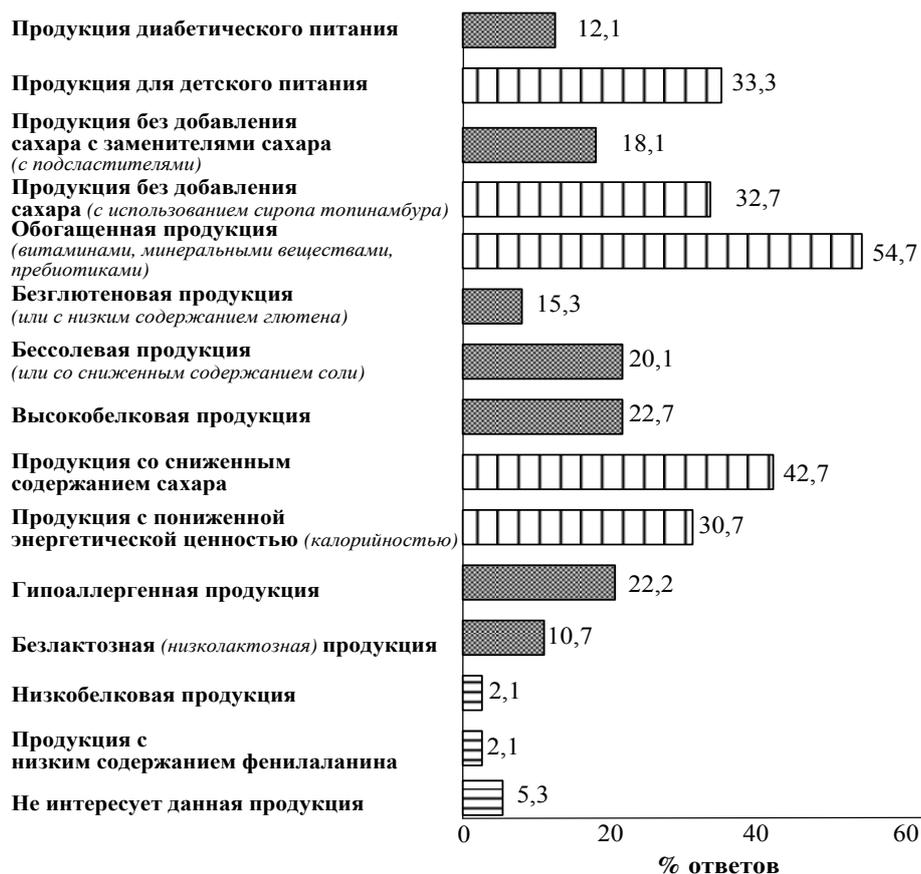


Рис. 5. Мнение респондентов о специализированной продукции

Fig. 5. Respondents' opinion on specialized products



Рис. 6. Мнение респондентов о факторах, влияющих на покупку функционального или специализированного продукта в первый раз

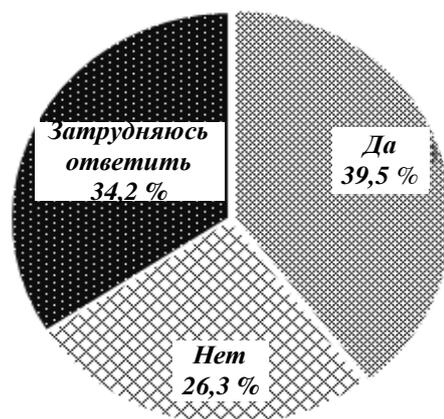
Fig. 6. Respondents' opinion on the factors that can be deciding in a purchase of a functional or specialized product for the first time

Результаты анкетирования по продуктам специализированного назначения (рис. 5) показали заинтересованность большей части респондентов в обогащенной продукции (54,7 % ответов) и продукции со сниженным содержанием сахара (42,7 % ответов). Интерес представляет и продукция для детского питания (33,3 % ответов), без добавления сахара, но с использованием альтернативных сахару ингредиентов (сироп топинамбура, финиковый сироп и т.п.) – (32,7 % ответов), продукты с пониженной энергетической ценностью (30,7 % ответов). Также респонденты заинтересованы в производстве высокобелковой продукции (22,7 % ответов), гипоаллергенной продукции (22,2 % ответов), бессолевой (или со сниженным содержанием соли) продукции – (20,1 % ответов), продукции без сахара, но с использованием натуральных заменителей сахара (18,1 % ответов), безглютеновой (или с низким содержанием глютена) продукции (15,3 % ответов). Часть респондентов заинтересованы в продукции диабетического питания (12,1 % ответов) и безлактозной (низколактозной) продукции (10,7 % ответов).

Анализ полученных ответов (рис. 6) показал, что преимуществом для покупки функционального или специализированного продукта в первый раз для большей части респондентов является польза для здоровья (84,2 % ответов). Наряду с этим в меньшей мере, но имеют значение и такие факторы, как надписи о полезных свойствах продукта (36,7 % ответов), рекомендации врача (34,4 % ответов), интерес к новому продукту (31,3 % ответов). Для части респондентов важными факторами для покупки являются советы родственников и друзей (22,7 % ответов), дегустация в магазине (17,3 % ответов). Установлено, что реклама в СМИ, Интернете и известная торговая марка и изготовитель оказались в числе факторов, в наименьшей степени (13,3 и 12,2 % соответственно) оказывающими влияние на респондентов при принятии решения о покупке функционального или специализированного продукта в первый раз.

Также установлено, что мода на здоровое питание является важным фактором, влияющим на покупку, для относительно небольшого количества респондентов (4,2 %). При этом отдельные респонденты указали важность таких аспектов при выборе продукта, как цена, упаковка, состав и срок годности.

Готовность покупать функциональный или специализированный продукт с нехарактерным и непривычным запахом и вкусом по сравнению с традиционным распределилась среди респондентов практически одинаково (рис. 7).

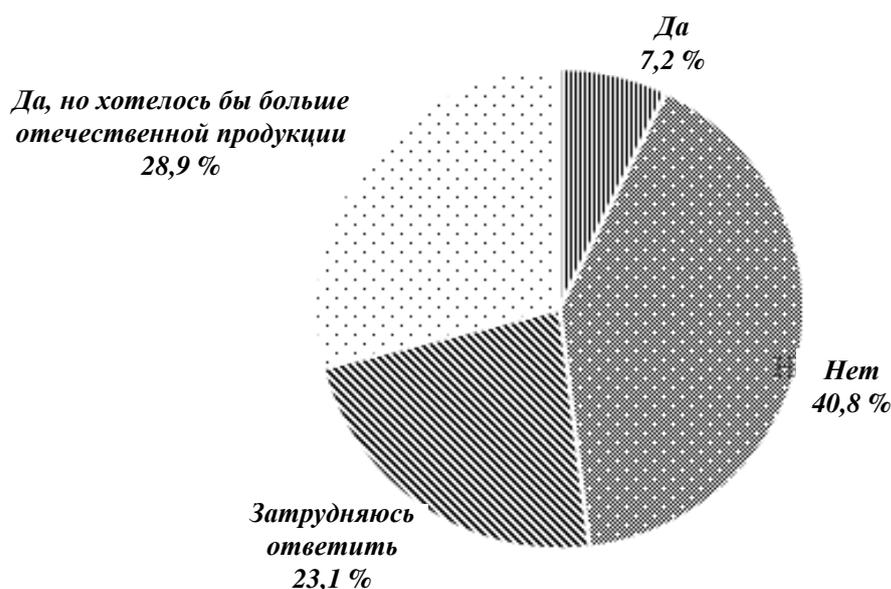


**Рис. 7.** Мнение респондентов о готовности покупать функциональный или специализированный продукт с непривычным вкусом и запахом по сравнению с традиционными вкусами

**Fig. 7.** Respondents' opinion on their willingness to buy a functional or specialized product with an unusual taste and smell compared to a traditional product

Так 39,5 % респондентов положительно ответили на данный вопрос, 26,3 % – отрицательно и 34,2 % – затруднились с ответом.

В результате анкетирования установлено, что большая часть респондентов, готовых покупать продукцию функционального или специализированного назначения, считает возможным увеличение ее стоимости по сравнению с аналогичной традиционной продукцией на 10 % (36,8 % ответов) и 20 % (32,9 % ответов). Меньшая часть респондентов готова увеличить сумму покупки на данные виды продукции на 30 % (10,5 % ответов). Небольшая часть респондентов высказала готовность в приобретении данной продукции при увеличении ее стоимости по сравнению с традиционными видами более чем на 30 %, в том числе отдельные респонденты высказали готовность приобрести продукцию за любую стоимость при заинтересованности в продукции с заданным составом.



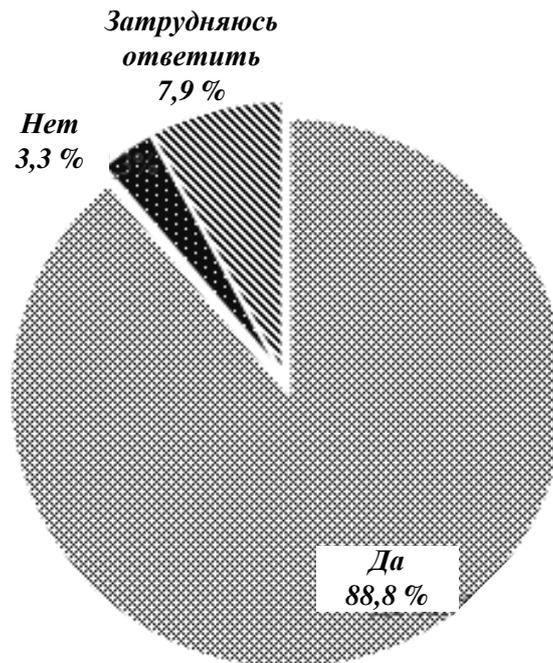
**Рис. 8.** Мнения респондентов относительно разнообразия продукции функционального и специализированного назначения в торговой сети

**Fig. 8.** Respondents' opinions on the diversity of functional and specialized products in the retail network

Анализ полученных ответов по оценке разнообразия продуктов функционального и специализированного назначения в отечественных торговых сетях (рис.8) показал, что большая часть респондентов (40,8 % ответов) не удовлетворена ассортиментом продукции. Часть респондентов (28,9 %) положительно ответили на данный вопрос, но уточнили, что хотелось бы больше продукции отечественного производства.

Подавляющая часть респондентов (80,3 % ответов) считает, что недостаточно социальной рекламы о продукции функционального и специализированного назначения. Меньшая часть респондентов (19,7 % ответов) ответили положительно на данный вопрос.

Установлено, что значительная часть респондентов (78,9 % ответов) считает, что функциональные и специализированные продукты питания должны располагаться в торговой сети на отдельных полках (отдельно от товаров общего назначения) – на полках здорового питания.



**Рис. 9.** Мнения респондентов относительно готовности покупать продукты функционального и специализированного назначения отечественного производства

**Fig. 9.** Respondents' opinions on the willingness to buy functional and specialized products of domestic production

В результате мониторинга установлено, что большая часть респондентов (88,8 % ответов) готова покупать продукты функционального и специализированного назначения отечественного производства. Небольшая часть респондентов (3,3 % ответов) отрицательно ответила на данный вопрос (рис. 9).

Условиями, влияющими на респондентов для приобретения продуктов направленной эффективности, являются: доказанные клинические положительные результаты влияния на организм (42,3 % ответов) и увеличение ассортимента продуктов «для здорового питания» (38,5 % ответов). Реклама продуктов «для здорового питания» имеет значения для приобретения обогащенных продуктов, продуктов функционального назначения для меньшей части респондентов (11,5 % ответов). Наименее значимое влияние (7,7 % ответов) отмечено в отношении установленных законодательных актов, касающихся данной категории продуктов.

При проектировании новых видов продуктов питания, в частности функциональных и специализированных, необходимо учитывать мнение потребителей – какие именно критерии выбора продукта являются основополагающими при желании приобрести данный продукт.

Для решения данного вопроса потребителям было предложено расставить баллы значимости основных товароведных критериев: органолептические (внешний вид, цвет, вкус, запах, консистенция), эргономические (упаковка), экономические (цена), показатели состава (безопасность, полезность). Потребители осуществляют расстановку баллов в соответствии с их относительной значимостью: наиболее предпочтительному показателю присваивается ранг 9, а наименее предпочтительному – 1 (по количеству всех показателей). При расстановке баллов одним потребителем сумма рангов должна быть равна сумме чисел количества показателей.

В данном случае, при наличии 9 показателей сумма будет равна:  $1+2+3+4+5+6+7+8+9=45$ . Также обязательным условием является: сумма рангов каждого показателя = сумма баллов всех экспертов.

Далее определен коэффициент весомости каждого объекта ранжирования. Коэффициенты весомости  $M_i$  рассчитаны по формуле

$$M_i = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij}}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n x_{ij}}, \quad (1)$$

где  $x$  – оценка  $i$ -свойства  $j$ -экспертом;  $m$  – количество экспертов;  $n$  – количество показателей качества.

Условием для верного присвоения коэффициента весомости является то, что сумма коэффициентов весомости каждого показателя должна быть равна 1. Далее рассчитан коэффициент конкордации, который является важным для определения согласованности мнений потребителей. Если мнения несогласованы, то полученные данные о рангах показателей будут статистически недостоверными. Коэффициент конкордации выражен числом от 0 до 1. Чем ближе его значение к 1, тем более высокой считается согласованность. При значении данного показателя менее 0,3 мнения считаются несогласованными. При величине от 0,3 до 0,7 – средняя согласованность, при значении свыше 0,7 – согласованность высокая. Коэффициент конкордации  $W$  рассчитывается по формуле

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)}, \quad (2)$$

где  $m$  – количество экспертов;  $n$  – количество показателей качества;  $S$  – сумма квадратов разности между средним арифметическим среднего значения сумм рангов ( $r_{cp}$ ) и суммой рангов.

Составлена сводная таблица описанных показателей. Определен коэффициент весомости каждого показателя. Ввиду большого объема полученных данных в табл. 1 представлены «среднестатистические» данные. Определены ранги показателей и коэффициент конкордации.

В таблице сумма баллов по каждому показателю равна сумме баллов по каждому потребителю. Следовательно, расчет сумм произведен верно и анализ может быть продолжен. По каждому показателю произведен расчет среднего балла.

Наибольшее значение среднего балла соответствует наивысшему рангу, т.е. наивысший ранг имеют показатели, на которые потребители в первую очередь обращают внимание. Для числового выражения предпочтений рассчитан коэффициент весомости.

Таким образом, по результатам проведенного анализа потребительских предпочтений установлено, что наиболее важными критериями продукта являются: направленная эффективность (полезность) – 22,16 %, безопасность – 18,07 %, вкус – 14,0 %, цена – 13,07 %.

Для выявления согласованности мнений потребителей рассчитан коэффициент конкордации ( $W$ ), равный 0,83. Рассчитанное значение данного показателя является высоким (свыше 0,7) и свидетельствует о том, что согласованность потребителей высокая и все приведенные выше данные являются статистически достоверными.

Табл. 1. Ранжирование показателей потребительских предпочтений

Table 1. Ranking of indicators of consumer preferences

Потребитель	Органолептические показатели					Эргономические показатели	Экономические показатели	Показатели состава		Сумма баллов
	Внешний вид	Цвет	Вкус	Запах	Консистенция			Упаковка	Цена	
	3	8	4	5	2	7	6	9	10	11
1	2	3	6	4	7	1	5	9	8	45
2	3	1	7	6	5	2	4	8	9	45
3	6	3	8	5	9	1	4	7	2	45
...										45
384	3	4	8	6	7	1	2	9	5	45
Сумма рангов	1351	980	2420	1840	589	889	2259	3122	3830	17280
Средний балл	3,52	2,55	6,30	4,79	1,53	2,32	5,88	8,13	9,97	45
Коэффициент весомости, ед.	0,08	0,06	0,14	0,11	0,03	0,05	0,13	0,18	0,22	1
Коэффициент весомости, %	7,82	5,67	14,00	10,65	3,41	5,14	13,07	18,07	22,16	100
$\Gamma_{\text{ср.}}$										<b>1920</b>
Разница между суммой рангов и $\Gamma_{\text{ср.}}$	-569	-940	500	-80	-1331	-1031	339	1202	1910	
Квадрат разницы	323761	883600	250000	6400	1771561	1062961	114921	1444804	3648100	9506108
<b>W</b>										<b>0,83</b>

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Глобализация продовольственного обеспечения требует новых подходов развития технологического цикла и продвижения инновационных продуктов. В соответствии с основными положениями Доктрины национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года стратегической целью является устойчивое обеспечение населения продовольствием для полноценного питания и здорового образа жизни на основе развития конкурентоспособного аграрного производства и создания социально-экономических условий для поддержания потребления основных продуктов питания на рациональном уровне. Приоритетными задачами государственной политики в области здорового питания являются увеличение производства и расширение ассортимента пищевых продуктов, обогащенных функциональными ингредиентами, специализированных продуктов питания, продуктов функционального назначения, в том числе для питания в организованных коллективах.

Решение вопроса персонализации питания, соответствующего потребностям и возможностям индивидуального организма, сбалансированного по всем показателям пищевой и биологической ценности, связано с созданием и продвижением на потребительский рынок пищевых продуктов направленной эффективности с заданными свойствами и характеристиками.

Все перечисленные факторы указывают на целесообразность и актуальность проведения мониторинговых исследований потребительских предпочтений по отношению к новым пи-

щевым продуктам направленной эффективности. Достоверная информация о востребованности таких групп продуктов позволит сформулировать новые теоретические положения, внести уточнения в существующие, а также разработать принципы получения новых пищевых продуктов направленной эффективности на основе отечественных видов растительного сырья для конкретных групп потребителей.

В результате социологического исследования спроса потребителей на производство сбалансированных по пищевой ценности продуктов питания направленной эффективности, была установлена заинтересованность в расширении ассортимента отечественных пищевых продуктов функционального и специализированного назначения.

Определены основополагающие критерии при создании новых продуктов методом рангов и коэффициента весомости. Установлено, что самыми важными показателями для потребителя являются: функциональность, безопасность, вкус и стоимость продукта.

Коэффициент конкордации, равный 0,83, свидетельствует о том, что все проведенные исследования являются статистически значимыми.

### **БЛАГОДАРНОСТИ**

Результаты получены в рамках реализации научного исследования при поддержке гранта Президента Республики Беларусь на 2022 год по теме «Разработка научной концепции комплексного проектирования обогащенной и специализированной пищевой продукции с учетом ее сенсорных характеристик, показателей безопасности и функциональности и создание национальных таблиц химического состава и пищевой ценности продовольственных товаров в целях повышения качества и конкурентоспособности отечественных пищевых продуктов и обеспечения первичной профилактики неинфекционных заболеваний путем внедрения в ежедневные рационы специализированных продуктов питания».

### **ЛИТЕРАТУРА**

- 1 Концепция государственной политики в области здорового питания населения Республики Беларусь на период до 2020 года // *Пищевая промышленность: наука и технологии*. – 2015. – № 4. – С. 3–10.
- 2 Моргунова, Е. М. Научно-методологические подходы создания концепции персонализированного питания // *Пищевая промышленность: наука и технологии*. – Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию (редколлегия: З. В. Ловкис [и др.]). – 2020. – Т. 13. – № 2(48). – С. 6–14.
- 3 Устойчивое здоровое питание. Руководящие принципы. Методические рекомендации ВОЗ. Европейское региональное бюро ФАО и ВОЗ. Рим 2020. – Режим доступа: <https://doi.org/10.4060/ca6640ru>. – Дата доступа: 10.05.2022.
- 4 О Доктрине национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Республики Беларусь, 15 дек. 2017 г., № 962. – Режим доступа: <http://www.government.by/ru/solutions/3060>. – Дата доступа: 23.02.2019 г.
- 5 Гусаков, В. Г. Основные положения Доктрины продовольственной безопасности Республики Беларусь / В. Г. Гусаков [и др.] // *Аграрная экономика*. – 2017. – № 3. – С. 2–14.
- 6 Гусаков, В. Г. Условия и факторы реализации доктрины национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года / В. Г. Гусаков [и др.] // *Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук*. – 2018. – Т. 56. – № 3. – С. 263–285.
- 7 Распространенность факторов риска неинфекционных заболеваний в Республике Беларусь STEPS 2016.– ВОЗ. Европейское региональное бюро. – Минск, 2017. – 250 с.
- 8 Стратегия повышения качества и безопасности пищевой продукции в Республике Беларусь до 2023 года: разработана РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». Согласовано НАН Беларуси (постановление от 27 декабря 2018 г. № 74). – Минск, 2019. – 16 с.
- 9 Основные направления повышения качества питания в соответствии с Римской Декларацией ООН, принятой на второй Международной конференции по вопросам питания, 19–21 ноября 2014 г. // Сайт ФАО [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: [www.fao.org/3/a-mn236r.pdf](http://www.fao.org/3/a-mn236r.pdf). – Дата доступа: 10.05.2022.
- 10 Социальное положение и уровень жизни населения Республики Беларусь: стат. сб. /Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск: РУП «Информационно-вычислительный центр Нац. стат. ком. Респ. Беларусь», 2017. – С. 360.

- 11 Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/>. – Дата доступа: 05.07.2021.
- 12 Расчет выборки: онлайн-калькулятор // Allcalc. – Режим доступа: <https://allcalc.ru/node/100>. – Дата доступа: 05.07.2021.
- 13 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания» ТР ТС 027/2012. – Введ. 01.07.2013 – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2012. – 17 с.
- 14 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» ТР ТС 021/2011. – Введ. 01.07.2013 – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, переиздание 2020. – 143 с.
- 15 Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» ТР ТС 022/2011. – Введ. 01.07.2013 – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, издание в режиме правки и переиздание 2019. – 18 с.
- 16 Пищевые продукты функциональные. Термины и определения: СТБ1818–2007. – Введ. 01.07.2008. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2008. – 3 с.
- 17 Пищевые продукты функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности: ГОСТ Р 55577-2013. – Москва: Стандартиформ, 2014. – 23 с.

*Поступила в редакцию 10.05.2022 г.*

**ОБ АВТОРАХ:**

**Моргунова Елена Михайловна**, кандидат технических наук, доцент, заместитель генерального директора по стандартизации и качеству продуктов питания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию», e-mail: [info@belproduct.com](mailto:info@belproduct.com).

**ABOUT AUTHORS:**

**Alena M. Marhunova**, PhD in Engineering, Assistant Professor, Deputy General Director for standardization and quality of food products of RUE «Scientific and Practical Centre for Food of the National Academy of Sciences of Belarus», e-mail: [info@belproduct.com](mailto:info@belproduct.com).

УДК 66.664.6:664.72

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЧУМИЗЫ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ В ЦЕЛЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Л. В. Рукшан<sup>1</sup>, Ж. В. Кошак<sup>2</sup>, Е. Е. Рыбкина<sup>1</sup>, Н. Н. Гандлевская<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, Республика Беларусь*

<sup>2</sup>*РУП «Институт рыбного хозяйства» НАН Беларуси, Республика Беларусь*

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Цель исследования – развитие сырьевой базы зерноперерабатывающей промышленности для получения продуктов здорового питания массового производства. Проведен сравнительный анализ качества зерна чумизы, проса и пшеницы. Отмечено, что зерно чумизы является перспективным сырьем для зерноперерабатывающей промышленности. Однако, отсутствуют сведения о химическом составе зерна чумизы белорусской селекции, что определило научную задачу исследования.

**Материалы и методы.** Зерно чумизы белорусской селекции (сорта – Золушка, Красуня, Стрела 189, Красная стрела; сортообразцы – Si 6782, Si 57/123, Si 57/131). При оценке качества зерна использованы стандартные методы и методики.

**Результаты.** Установлены пределы вариации комплекса химических показателей. На определяемые показатели зерна оказывает влияние сорт чумизы. Создана товароведная база данных по химическому составу разных сортов зерна чумизы белорусской селекции.

**Выводы.** Все исследуемые сорта чумизы могут использоваться в качестве источников белка и других питательных веществ при производстве мучных изделий и комбикормов, расширяя их ассортимент и питательную ценность. Наилучшим в этом плане является зерно сортов Стрела 189, Красная стрела, Красуня, Золушка и сортообразцов Si 57/131 и Si 6782.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** чумиза; сорт; химический состав; аминокислоты; макро- и микроэлементы; жирные кислоты, витамины.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Рукшан, Л. В. Исследование химического состава чумизы белорусской селекции в целях использования в зерноперерабатывающей промышленности / Л. В. Рукшан [и др.] // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 1(32). – С.42–52.

## STUDIES ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF GREEN FOXTAIL OF BELARUSIAN SELECTION USED IN GRAIN PROCESSING INDUSTRY

*L. V. Rukshan<sup>1</sup>, Zh. V. Koshak<sup>2</sup>, E. E. Rybkina<sup>1</sup>, N. N. Gandlevskaya<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*RUE «Institute for Fish Industry» NAN of Belarus, Republic of Belarus*

### ABSTRACT

**Introduction.** The purpose of the study is to develop the raw material base of the grain processing industry for obtaining mass-produced healthy food products. A comparative analysis of the quality of green foxtail, wheat and millet grains has been carried out. Green foxtail grain is found to be a promising raw material source for the grain processing industry. However, information about the chemical composition of green foxtail grain of Belarusian selection is not available.

**Materials and methods.** Green foxtail (*Setariaviridis*) grain of Belarusian selection (varieties – Zolushka, Krasunya, Strela 189, KrasnayaStrela; species – Si 6782, Si 57/123, Si 57/131). Standard methods and techniques were used in assessing grain quality.

**Results.** The limits of variation of a number of chemical parameters have been determined. The quality indicators under study are influenced by the variety of green foxtail. A commodity database has been created in terms of the chemical composition of different varieties of green foxtail of the Belarusian selection.

**Conclusions.** All the varieties of green foxtail under study can be used as sources of proteins and other nutrients for the production of flour products and compound feeds, thus expanding their range and nutritional value. The grain of the varieties Strela 189, Krasnaya Strela, Krasunya, Zolushka and Si 57/131 and Si 6782 species is found to be the best.

**KEY WORDS:** *green foxtail; variety; chemical composition; amino acids; macro-and micronutrients; fatty acids; vitamins.*

**FOR CITATION:** Rukshan, L. V. Studies on the chemical composition of green foxtail of Belarusian selection used in grain processing industry / L. V. Rukshan [et al.] // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2022. – № 1(32). – P. 42–52 (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

Чумиза – одно из древнейших хлебных растений, издавна возделываемых в Восточной Азии. Полезные нутриенты чумизы положительно влияют на здоровье человека, укрепляя сердечную мышцу, снижая риск развития атеросклероза до минимально возможного, приводя в норму уровень артериального давления и т.п. Продукты из зерна чумизы (мука, крупа, комбикорма) способны очищать организм от шлаков, токсинов и тяжелых металлов. Попытка привлечь чумизу в отечественное земледелие предпринималась еще в пятидесятые годы прошлого столетия. Однако ввиду отсутствия достаточного сортимента и наличия семян эта культура не получила широкого распространения [1–10].

С целью использования зерна чумизы в зерноперерабатывающей промышленности важно знать его химический состав. Однако на данный момент сведения о химическом составе чумизы неоднозначны, единичны и отсутствуют исследования, оценивающие зерно комплексно. Например, по данным авторов [3, 4, 8] в зерне чумизы независимо от сорта содержание сырого протеина, сырого жира, клетчатки, золы, безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) соответственно находится в следующих пределах: 12,7–13,3; 4–5,1; 1,9–8,1; 2–4,8 и 57,9–72,6 %. Рядом авторов отмечается влияние разных сортов на химический состав зерна чумизы.

Так, в зерне чумизы сортов Стачуми-3 сырого протеина, сырого жира и сырой клетчатки содержится в количестве 10,0–10,94; 2,5–3,5 и 6,8–8,81 % соответственно; Стрела – 10,9–14,41; 2,2–2,28 и 13,5–13,86 % соответственно; Оля – 11,09; 2,2 и 13,5 %; Днепровская – 13,9; 5,2 и 7,0 % [5]. Авторами [11] изучены сортообразцы чумизы разной селекции (Россия, Китай, Украина) и установлены следующие пределы варьирования показателей качества зерна: протеин – 11,02–15,36 %; жир – 3,26–6,46 %; клетчатка – 4,77–9,09 %; зола – 1,85–3,26 %; БЭВ – 68,83–74,30 %.

При анализе данных [6, 9, 12] авторами выявлено влияние почвенно-климатических условий произрастания зерна. Так, пределы изменения содержания сырого протеина и сырого жира в чумизе сортов Стачуми, Стрела, Стачуми-3, Рубиновая и Янтарная, выращенной в условиях юга Нечерноземной зоны РФ соответственно равны 13,4–15,3 и 4,7–6,8 % [6].

По данным [9] в чумизе сортов Стачуми 3 содержится 8–9 % протеина, 2,5 % жира, 6,8 % клетчатки, 65 % БЭВ; Янтарная – 13,6; 5,3; 7,3; 2,7 и 71,1 % исследуемых показателей соответственно [12]. При этом следует отметить, что цель исследований вышеперечисленных авторов заключалась в выявлении влияния минеральных удобрений на продуктивность зерна чумизы.

Одно из важнейших преимуществ чумизы – высокое содержание углеводов (около 70 %) [2, 6, 12, 13]. Данные авторов [5, 6, 10–12] свидетельствуют о влиянии сорта на содержание крахмала. Так, в чумизе сортов Стачуми 1, Стачуми-3, Стрела и Рубиновая содержание крахмала

изменялось от 61,5 до 63,8 %; Янтарная – от 54,3 до 57,1 % и Днепровская от 60 до 65 %.

Известно, что недостаток или отсутствие одной из аминокислот ведет к нарушению обменных процессов в любом организме. Зерно чумизы богато незаменимыми аминокислотами и полиненасыщенными жирными кислотами. Считается, что в зерне чумизы больше серосодержащих аминокислот, чем в зерне проса [1]. По данным авторов [3] в чумизе количество лизина и метионина соответственно равно 0,25 и 0,23 %; авторов [10] – в зерне сорта Стачуми 3,0–0,24 и 0,32 %; в зерне сорта Стрела – 0,35 и 0,32 % [1]. Авторы [14] считают, что на данный момент чумиза сорта Янтарная, имеющая высокий аминокислотный скор по таким аминокислотам, как лейцин + изолейцин, аланин, гистидин и фенилаланин + тирозин, метионин, валин, который, соответственно, равен 175, 174, 150, 135, 100, 104, даже при дефиците лизина, является более перспективной по сравнению с другими сортами.

Несомненным достоинством зерна чумизы является высокое содержание (до 64 %) таких незаменимых жирных аминокислот, как арахисовая, линолевая и линоленовая, определяющих содержание в продуктах витамина F. Данный витамин рассматривают как средство повышения устойчивости как человека, так и животных к стрессам и болезням инфекционной этиологии.

Кроме того, витамин F придает продуктам свойства стимулятора обмена протеина и жира, позволяющего улучшить усвоение других жирорастворимых витаминов [3, 7, 8, 15, 16]. Ценность пищевых продуктов определяется соотношением насыщенных и ненасыщенных жирных кислот [16, 17].

По данным авторов [6] в зерне чумизы сорта Стрела содержание таких жирных кислот, как миристиновая, пальмитолеиновая, стеариновая, линолевая, линоленовая, арахисовая и витамина F соответственно равно 0,2 % от суммы, 19,9; 2,0; 20,7; 55,02; 2,14 и 57,16 % от суммы. Пальмитиновая и арахисовая жирные кислоты в зерне чумизы отсутствуют. Соотношение суммы ненасыщенных ЖК к сумме насыщенных ЖК в зерне чумизы сорта Стрела равно 3,52.

В зерне чумизы содержатся витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>4</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub> в количестве 11,6; 1,35; 11,3; 33,1 и 3,9 мг/кг соответственно [3, 12]. Зерно чумизы содержит витамина В<sub>1</sub> почти в три раза больше, чем пшеничная мука, а витамина В<sub>2</sub> в два раза больше, чем рис [6]. По содержанию витаминов группы В степень удовлетворения суточной потребности человека в них 87–100 % [12].

По данным авторов [3, 4, 10, 12] содержание золы в чумизе изменяется от 2 до 4,8 %. В состав золы зерна чумизы входят кальций, фосфор и общий фосфор соответственно в количестве 0,15; 0,31 и 0,06 % [18].

Чумиза является природным сорбентом и хорошо поглощает радионуклиды цезия и стронция [6]. Авторами [12, 19–21] рассматривалась перспективность применения муки из зерна чумизы сорта Янтарная при изготовлении хлеба, мучных кондитерских изделий и выявлено, что при вводе чумизной муки в количестве 20–30 % в рецептуры этих продуктов получают изделия с высокими органолептическими и физико-химическими показателями.

Во многих странах мира чумизу используют для приготовления крупы, так как зерно отличается более легким шелушением и для его получения достаточно одного-двух проходов, обеспечивая при этом снижение энергоемкости процесса на 30 % [16, 22].

Возрастающие цены на основные зернофуражные культуры – кукурузу, пшеницу, ячмень и др. – подталкивают производителей и потребителей на включение в рационы животных и птицы других видов зерна, которые могли бы частично заменять в комбикормах более дорогостоящие компоненты, при этом, не уступая им по биологической ценности. Зерно чумизы является ценным кормом для сельскохозяйственных животных и птицы [4, 6, 9]. Из-за сравнительно низкого содержания клетчатки в зерне чумизы и более высокого содержания переваримого протеина ее кормовые свойства высокие. Питательные вещества чумизы лучше усваиваются организмом животных, чем питательные вещества других компонентов кормов. Чумиза отличается от других зерновых злаковых культур способностью обеспечивать организм животных качественной легкодоступной энергией. Так, обменной энергии в 1 кг зерна этой культуры для крупного рога-

того скота содержится 10,8 МДж, свиней – 13,1 МДж и птицы – 12,7 МДж [3, 8, 23].

Авторы [1], включая в комбикорма для бройлеров чумизу сорта Стачуми-3 в количестве 10–30 %, выявили высокую сохранность птицы и превышение ее живой массы уровня контрольной группы на 5,5–6,9 %. Зерно чумизы имеет тонкую оболочку, легко поддается обрушиванию и поэтому может быть использовано даже в кормлении цыплят.

Необрушенное зерно чумизы используется в качестве сырья для спиртовой промышленности, производства пива и других продуктов. Кроме этого, в России изучается вопрос извлечения масла из зерна чумизы.

Анализ литературных данных показывает, что, к сожалению, чумиза мало распространена и в большинстве случаев ее используют как кормовую культуру. При этом большинство авторов, единодушных во мнении о необходимости расширения сортового ассортимента чумизы, направляют свои исследования только на изучение влияния ряда агрономических приемов на морфологические свойства зерна разных сортов чумизы.

Нами отмечено, что зерно чумизы белорусской селекции изучено, главным образом, с точки зрения агротехники и семеноводства, а такая важная их особенность, как химический состав, являющийся базовым для зерноперерабатывающей промышленности, практически не исследован.

Цель исследований – исследование химического состава чумизы белорусской селекции в целях использования в зерноперерабатывающей промышленности.

Научная задача – создание базы данных по химическому составу зерна чумизы белорусской селекции для зерноперерабатывающей промышленности.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования явились разные сорта (Золушка, Красуня, Стрела 189, Красная стрела) и сортообразцы (Si 6782, Si 57/123, Si57/131) зерна чумизы белорусской селекции, выращенные в одной почвенно-климатической зоне республики в 2018–2020 гг. Предел вариации влажности у исследуемых образцов составил  $(10,5 \pm 0,9)$  %. Все исследуемые сорта включены в Государственный реестр сортов как сорта сельскохозяйственных растений, допущенные для производства, реализации и использования их семян на территории Республики Беларусь [24, 25].

При оценке химического состава зерна чумизы использовали стандартные методы и методики. Так, содержание влаги определяли по ГОСТ 13586.5, белка – по ГОСТ 13496.4, жира – по ГОСТ 13496.15, крахмала – по ГОСТ 10845, клетчатки – по ГОСТ 13496.2, золы – по ГОСТ 10847, кальция – по ГОСТ 26570, фосфора – по ГОСТ 26657, магния – по ГОСТ 30502, калия – по ГОСТ 30504, натрия – по ГОСТ 30503, железа – по ГОСТ 30692, меди – по ГОСТ 30692, цинка – по ГОСТ 30692.

Аминокислотный состав белков и жирно-кислотный состав жиров определяли в РУП «Институт рыбного хозяйства»: аминокислотный состав – на автоматическом анализаторе аминокислот «Aminoacid Analyzer T 339 M» согласно МВИ МН 1363-2000, жирно-кислотный состав жиров – по ГОСТ 31665-2012 и ГОСТ 31663-2012.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В работе обобщены результаты исследований по изучению химического состава различных сортов и сортообразцов чумизы белорусской селекции [26–30]. Сравнительный анализ проводили с продовольственным и фуражным зерном проса и пшеницы [31, 32].

Химический состав белорусской чумизы (2020 г.) представлен в табл. 1.

Из данных табл. 1 следует, что сорт чумизы влияет на ее химический состав. Так, наибольшее содержание сырого протеина содержится в зерне сорта Si57/131, а наименьшее – в зерне сорта Стрела 189. Наименьшим содержанием крахмала характеризуется зерно сорта

Si57/131, а наибольшим – Стрела 189. Менее варьируемыми показателями химических свойств чумизы являются сырая клетчатка, зола, нерастворимая в HCl, и сахара. Наибольшее содержание сырой клетчатки содержится в зерне сорта Si 682, а наименьшее – в зерне сорта Красуня. Шаг варьирования золы, нерастворимой в HCl, и сахаров для всех исследуемых сортов чумизы изменяется от 0,02 до 0,13 %. Содержание безазотистых экстрактивных веществ и энергетическая ценность изменяются незначительно, и пределы их вариации соответственно равны (63,2±0,5) % и (318±4) ккал.

**Табл. 1.** Химический состав чумизы белорусской селекции

**Table 1.** Chemical composition of green foxtail of Belarusian selection

Наименование веществ	Содержание, %							Предел вариации
	Золушка	Красуня	Стрела 189	Красная стрела	Si			
					6782	57/123	57/131	
Протеин	12,12	12,49	11,00	11,64	12,88	12,08	13,18	12,09±1,09
Жир	3,62	3,78	4,12	4,16	3,98	4,32	4,08	3,97±0,35
Углеводы:	65,59	64,58	67,90	66,42	66,12	65,32	64,43	66,17±1,74
- крахмал	56,38	56,08	58,00	57,72	56,40	56,20	55,80	56,90±1,10
- клетчатка	7,50	6,70	8,00	7,02	8,05	7,34	6,98	7,38±0,16
- сахара	1,71	1,80	1,90	1,68	1,67	1,78	1,65	1,78±0,13
Зола	2,55	2,52	2,72	2,37	2,70	2,67	2,65	2,55±0,18

Сравнительный анализ химического состава чумизы разных селекций показал, что в чумизе белорусской селекции в 1,2 и 2 раза меньше крахмала и жира, соответственно, чем в чумизе селекций России и Украины. Так, например, в зерне чумизы российской селекциисортов Стачуми 3 и Днепровская содержится 8–9 и 13,9 % протеина, 2,5 и 5,2 % жира, 6,8 и 7,0 % клетчатки, 65 и 57,9 % безазотистых экстрактивных веществ, 2 % золы, а предел изменения содержания сырого протеина в зерне сорта Янтарная равен 13,6–15,5 %.

Отмечено также, что содержание протеина и жира в зерне всех исследуемых сортов и сортообразцов чумизы белорусской селекции соответственно больше в 1,06/1,14 и 1,03/1,11 раза, чем в зерне продовольственного/фуражного проса, и в 1,03/1,06 и 1,82 раза, чем в зерне продовольственной/фуражной пшеницы. Содержание сырой клетчатки в зерне чумизы в 0,53/0,82 раза меньше, чем в зерне продовольственного/фуражного проса, и в 0,68/2,73 раза больше, чем в зерне продовольственной/фуражной пшеницы, соответственно.

Содержание макро- и микроэлементов в зерне исследуемых сортов и сортообразцов чумизы урожая 2020 г. представлено в табл. 2.

Как видно из табл. 2, наибольшее содержание всех минеральных веществ находится в чумизе сортов Si6782, Красуня и Золушка. Пределы вариации кальция, натрия, калия, железа, цинка и марганца в зерне чумизы белорусской селекции независимо от сорта соответственно равны 8,65±0,64; 9,82±0,84; 17,66±0,97; 2,44±0,04; 2,22±0,30 и (0,77±0,02) мг/100 г. Различия в макро- и микроэлементном составе зерна чумизы, фуражного зерна проса и пшеницы незначительные. Продовольственное зерно проса и пшеницы по содержанию микроэлементов несколько уступает зерну чумизы.

Повышение содержания белков и увеличение доли в них аминокислот в результате селекционной работы или технологий возделывания является очень важным фактором увеличения их питательной ценности. Изучение аминокислотного состава зерна различных сортов и сортообразцов чумизы белорусской селекции в аспекте селекции вызывает особый интерес. Пределы вариации содержания аминокислот в белке в исследуемых сортах и сортообразцах зерна чумизы представлены в табл. 3.

**Табл. 2.** Содержание макро- и микроэлементов в исследуемых образцах чумизы**Table 2.** Content of macro- and microelements in the samples of green foxtail under study

Наименование элементов	Содержание, %						
	Золушка	Красуня	Стрела 189	Красная стрела	Si		
					6782	57/123	57/131
<i>Макроэлементы</i>							
Натрий	0,04	0,03	0,03	0,02	0,04	0,04	0,03
Кальций	0,06	0,07	0,07	0,05	0,08	0,07	0,06
Магний	0,09	0,10	0,08	0,09	0,11	0,08	0,09
Калий	0,44	0,43	0,41	0,42	0,44	0,42	0,43
Итого:	0,63	0,63	0,59	0,58	0,67	0,61	0,61
<i>Микроэлементы</i>							
Марганец	0,014	0,013	0,013	0,012	0,014	0,013	0,014
Медь	0,017	0,016	0,017	0,016	0,017	0,015	0,017
Цинк	0,026	0,027	0,025	0,027	0,025	0,027	0,026
Железо	0,028	0,031	0,028	0,041	0,03	0,031	0,027
Итого:	0,085	0,087	0,083	0,096	0,086	0,086	0,084
<b>Всего:</b>	<b>0,715</b>	<b>0,717</b>	<b>0,673</b>	<b>0,676</b>	<b>0,756</b>	<b>0,696</b>	<b>0,694</b>

**Табл. 3.** Пределы вариации содержания аминокислот в исследуемых сортах зерна чумизы**Table 3.** Limits of variation of amino acid content in the samples of green foxtail under study

Наименование аминокислоты	Массовая доля, мг/100 г	
	предел вариации	среднее значение
<i>Заменимые аминокислоты</i>		
Аспарагиновая кислота	303±107	249
Глутаминовая кислота	7442±5403	4367
Пролин	1720±369	1641
Аланин	1083±116	1039
Серин	526±106	489
Глицин	485±51	478
Аргинин	341±155	270
Тирозин	310±155	253
Гистидин	155±146	105
Цистеин	–	9
Итого:	12485±6495	8899
<i>Незаменимые аминокислоты</i>		
Лейцин	1912±467	1803
Фенилаланин	811±158	756
Валин	794±159	742
Изолейцин	810±217	742
Лизин	636±232	506
Треонин	350±116	328
Метионин	–	9
Итого:	5409±1236	4886
<b>Всего:</b>	<b>18028±7597</b>	<b>13785</b>

Следует отметить, что наибольшим количеством аминокислот характеризуется зерно чумизы сорта Красная стрела (25625 мг/100 г) за счет большего количества глутаминовой кислоты, гистидина, пролина и наличия практически всех незаменимых аминокислот. Количе-

ство незаменимых аминокислот, содержащихся в белках зерна чумизы, от общего количества аминокислот составляет 25,9 % (сорт Красная стрела) – 42,2 % (сорт Стрела 189), а в продовольственном зерне проса и пшеницы их соответственно равно 34,4 и 28,7 %. Повышенным количеством лизина и треонина среди исследуемых сортов и сортообразцов чумизы характеризуется сорт Красная стрела.

Сравнительный анализ показал, что в зерне чумизы по сравнению с продовольственным зерном проса/пшеницы общая сумма аминокислот, сумма незаменимых и заменимых аминокислот соответственно больше в 1,25/1,14 раза, 1,29/1,4 раза и 1,23/1,03 раза. При этом больше в 1,84/1,41 раза глютаминовой кислоты, в 2,56/1,4 раза пролина, в 1,54/2,15 раза лейцина и в 1,01/2,42 раза аланина. По сравнению с фуражным зерном проса и пшеницы эти различия увеличиваются еще в среднем в 1,1–1,5 раза. В зерне исследуемых образцов чумизы мало метионина и цистеина (менее 10 мг/100 г). В зерне продовольственного/фуражного проса и пшеницы метионина в 24/19 раза больше, пшеницы – в 20 раз больше. Во всех случаях лимитирующими аминокислотами являются лизин и треонин, хотя в зерне чумизы, например, лизина в 1,87 и 1,49 раз соответственно больше, чем в продовольственном зерне проса и пшеницы.

Таким образом, анализ аминокислотного состава чумизы показывает, что она при разработке новых пищевых и кормовых продуктов успешно может заменять продовольственное и фуражное зерно проса и пшеницы при производстве муки, крупы и кормов. Лучшими являются сорта Стрела 189 и Красная стрела. Сорта чумизы Золушка и Красуня по аминокислотному составу находятся на среднем уровне.

На последующем этапе исследований изучен жирно-кислотный состав масла исследуемых сортов и сортообразцов зерна чумизы. Пределы вариации и среднее содержание жирных кислот в исследуемых сортах и сортообразцах зерна чумизы представлены в табл. 4.

**Табл. 4.** Пределы вариации содержания жирных кислот в разных сортах зерна чумизы

**Table 4.** Limits of variation of fatty acid content in different varieties of green foxtail grain

Наименование жирной кислоты	Содержание, % от суммы жирных кислот	
	предел вариации	среднее значение
<b><i>Насыщенные жирные кислоты</i></b>		
Арахидиновая С 20:0 (±25%)	0,25±0,25	0,28
Бегеновая С 22:0 (±30%)	0,35±0,05	0,32
Гептадекановая С 17:0 (±30%)	0,05±0,05	0,06
Миристиновая С 14:0 (±25%)	0,05±0,05	0,02
Пальмитиновая С 16:0 (±12%)	6,55±0,15	6,52
Стеариновая С 18:0 (±25%)	1,30±0,10	1,28
Эйкозеновая С 20:1 (±25%)	0,30±0,20	0,30
Итого:	8,80±0,50	8,78
<b><i>Ненасыщенные жирные кислоты</i></b>		
Арахидиновая С 20:4 (±30%)	0,05±0,05	0,02
Эйкозатриеновая С 20:3н3 (±30%)	0,05±0,05	0,04
Пальмитолеиновая С 16:1 (±25%)	0,10±0,10	0,12
α-Линоленовая С 18:3 (±25%)	2,15±0,15	2,18
Линолевая С 18:2 (±12%)	71,65±0,85	71,70
Олеиновая С 18:1 (±12%)	16,85±0,65	16,64
Итого:	90,65±0,55	90,70
<b>Всего:</b>	<b>99,45±0,35</b>	<b>99,48</b>

Как видно из табл. 4, ненасыщенных жирных кислот в среднем в 10 раз больше, чем насыщенных. При этом шаг варьирования значений ненасыщенных ( $\pm 0,55$  %) и насыщенных жирных кислот ( $\pm 0,50$  %) отличается незначительно. Соотношение сумм ненасыщенных и насыщенных жирных кислот в зерне чумизы исследуемых сортов в среднем равно 10,35 (предел вариации –  $10,36 \pm 0,63$  %), в то время как в продовольственном зерне проса и пшеницы это соотношение соответственно равно 2,26 и 1,05. Зерно чумизы белорусской селекции богато мононенасыщенной олеиновой жирной кислотой (максимальное значение у сорта Золушка – 17,5 %, минимальное – у сортов Стрела 189, Красная стрела и Si6782 – 16,2 %), полиненасыщенными кислотами – линолевой (максимальное значение у сорта Si6782 – 72,5 %, минимальное – у сорта Золушка – 70,8 %) и  $\alpha$ -линоленовой (в среднем – 2,18 %). В продовольственном зерне проса и пшеницы содержание этих жирных кислот незначительное. Общая сумма жирных кислот в зерне чумизы сортов Красуня и Золушка соответственно равна 99,6 и 99,8 %. Количество витамина F в зерне исследуемых сортов и сортообразцов чумизы равно ( $73,9 \pm 0,9$  %) от суммы жирных кислот. Сорт чумизы Красуня содержит также такие полиненасыщенные жирные кислоты, как арахидоновая и докозагексаеновая (0,1–0,3 %), относящихся соответственно к классам Омега-6 и Омега-3, и являющихся наиболее ценными для здоровья человека и животных.

Недостаток витаминов неизбежно ведет к сбою обменных процессов любого живого организма. Исследовав витаминный состав чумизы, установлено, что чумиза богата витаминами E, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> и B<sub>6</sub>. Результаты исследований представлены в табл. 5.

**Табл. 5.** Содержание витаминов в зерне чумизы

**Table 5.** Content of vitamins in green foxtail grain

Витамины	Содержание, мг/100 г				
	Золушка	Красуня	Стрела 189	Красная стрела	Si 6782
Витамин E ( $\pm 20,0\%$ )	3,00	4,00	3,40	2,10	2,70
Витамин B <sub>1</sub> ( $\pm 21,5\%$ )	0,14	0,19	0,20	0,20	0,21
Витамин B <sub>2</sub> ( $\pm 14,8\%$ )	0,04	0,05	0,06	0,08	0,05
Витамин B <sub>6</sub> ( $\pm 29,0\%$ )	0,24	0,51	0,14	0,16	0,12

Предел вариации суммы определенных в исследуемых образцах зерна чумизы витаминов равен ( $3,65 \pm 1,11$ ) мг/100 г. Как видно из табл. 5, в зерне чумизы независимо от сорта больше витамина E. В продовольственном зерне проса и пшеницы больше витамина E и B<sub>6</sub>, а в фуражном зерне проса и пшеницы больше витамина E и B<sub>1</sub>. Содержание витаминов E, B<sub>6</sub> и суммарное количество всех определенных витаминов больше по сравнению с остальными исследуемыми сортами и сортообразцами в зерне чумизы сорта Красуня.

Анализ экспериментальных результатов определения химического, аминокислотного, жирно-кислотного и витаминного состава зерна чумизы белорусской селекции свидетельствует о том, что его можно использовать при производстве муки, крупы, хлеба, мучных изделий, комбикормов взамен зерна проса и пшеницы, повышая при этом питательную ценность получаемых продуктов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведены исследования в рамках сравнительной оценки зерна чумизы белорусской селекции по комплексу химических показателей.

Установлено, что на определяемые показатели зерна чумизы оказывает влияние сорт. Определено, что сорта чумизы могут быть использованы в качестве источника биологически ценного растительного белка и других питательных веществ при производстве мучных изделий и комбикормов, что позволит расширить ассортимент продукции повышенной пищевой,

кормовой и биологической ценности. Наилучшим в этом плане является зерно сортов Стрела 189, Красная стрела, Красуня, Золушка и сортообразцов Si 57/131 и Si 6782.

В результате исследований получены новые данные о химическом составе разных сортов зерна чумизы белорусской селекции и установлены пределы их вариации.

Практическая значимость исследований заключается в создании базы данных по химическому составу разных сортов зерна чумизы белорусской селекции и выделении наиболее перспективных сортов для зерноперерабатывающей промышленности.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гулюшин, С. Ю. Питательные свойства зерна чумизы и его использование в комбикормах для цыплят-бройлеров / автореферат дис. ... канд. биологических наук по спец: 06.02.02 – Кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов // С.Ю. Гулюшин, науч. рук. Т.И. Ленкова; Всерос. науч.-исслед. ин-т физиологии, биохимии и питания с.-х. животных. – Боровск, 2002. – 26 с.
- 2 Кадыров, Р. М. Чумиза в Беларуси: опыт и перспективы использования / Р. М. Кадыров, Т. А. Анохина, С. В. Кравцов // Белорусское сельское хозяйство. – 2009. – № 11(91). – С. 55–56.
- 3 Подобед, Л. И. Рациональная, достаточная и экологически сбалансированная система кормопроизводства / Л. И. Подобед. – Одесса: «Печатный дом», 2009. – 216 с.
- 4 Летучий, С. В. Приемы адаптивной технологии выращивания чумизы в одновидовых и подвидовых посевах в сухостепной зоне Поволжья / дис. ... канд. сельскохозяйств. наук по спец: 06.01.09 – Растениеводство / С. В. Летучий; науч. рук. Л. П. Шевцова; ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова». – Саратов, 2009. – 188 с.
- 5 Жужукин, В. И. Исходный материал в Нижнем Поволжье / В. И. Жужукин, М. Ф. Шор // Кормопроизводство, 2009. – №10. – С. 26–27.
- 6 Кулемина, Т. В. Биохимические показатели качества зерна просовидных культур в условиях юга нечерноземной зоны РФ / Т. В. Кулемина [и др.] // Аграрная Россия, 2010. – № 1. – С. 19–23. DOI:10.30906/1999-5636-2010-1-19-23.
- 7 Корзун, О. С. Возделывание просовидных культур в Республике Беларусь: монография / О. С. Корзун [и др.]. – Гродно: ГГАУ, 2011. – 189 с. – ISBN 978-985-6784-90-6.
- 8 Корзун, О. С. Результаты изучения чумизы в экологическом сортоиспытании / О. С. Корзун // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы. – Сб. науч. тр. УО «ГГАУ»; редкол.: В.К. Пестис [и др.]. – Т. 1. – Гродно: Изд-во УО «ГГАУ», 2011. – С. 35–37.
- 9 Жукова, М. П. Биологические особенности и агротехнические приемы возделывания и использования чумизы / М. П. Жукова [и др.] // Научный журнал КубГАУ, 2012. – № 7(03). – С.87–98. <http://ej.kubagro.ru/2012/03/pdf/87.pdf>.
- 10 Бекузарова, С. А. Биологические основы возделывания однолетних злаковых культур на корм и семена / С. А. Бекузарова, Г. В. Лушенко, В. И. Гасиев. – Владикавказ, 2013. – 47 с.
- 11 Жужукин, В. И. Изучение сортообразцов чумизы (*Setaria italica* Subsp. *italica* (L.) P. Beauv) с целью использования в кормопроизводстве Нижневолжского региона / В. И. Жужукин [и др.] // Аграрный журнал, 2020. – № 12. – С. 11–13. DOI: 10.28983/asj.y2020i12pp11-13.
- 12 Туралиева, А. Б. Влияние муки из зерна чумизы на качество крекера / А. Б. Туралиева, М. Г. Садыгова, М. В. Белова // Пищевые технологии будущего: инновации в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2020. – С. 97–101.
- 13 Кузнецова, Л. И. Технологические решения при производстве хлебобулочных изделий с применением продуктов переработки чумизы / Л. И. Кузнецова [и др.] // Вестник КрасГАУ, 2018. – № 3. – С. 176–181.
- 14 Кузнецова, Л. И. Технологические решения переработки зерна чумизы: расширение ресурсного потенциала и ассортимента продуктов повышенной пищевой ценности: авт. дисс. на соис. ученой степ. кандидата сельскохозяйств. наук. – Мичуринск: Изд.-полигр. центр МГАУ, 2021. – 24 с.
- 15 Жаркова, И. М. Оптимизация безглютеновой диеты новыми продуктами / И. М. Жаркова [и др.] // Вопросы детской диетологии. – 2017. – № 6 (том 15). – С. 59–65.
- 16 Анохина, Т. А. Проблемы возделывания чумизы в Беларуси / Т. А. Анохина, Н. Н. Вербило // Селекция и генетика: инновации и перспективы: сборник статей по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию кафедры селекции и генетики. – Горки: БГСХА, 2020. – 262 с. – С. 20–22.
- 17 Нечаев, А. П. Липиды зерна / А. П. Нечаев, Ж. Я. Сандлер. – М.: 1975. – 159 с.
- 18 Корзун, О. С. Роль минеральных удобрений в технологии возделывания чумизы и могоара на зерно / О. С. Корзун // Таврійський науковий вісник. Науковий журнал. – Вип. 71. – Частина 2. – Херсон: Айлант, 2010. – С. 244–250.
- 19 Туралиева, А. Б. Перспективы использования муки из зерна чумизы в технологии хлебобулочных изделий /

- А. Б. Туралиева, Л. И. Кузнецова/ Вклад молодых ученых в аграрную науку: материалы Международной научно-практической конференции. – Кинель: РИО СГСХА, 2018. – С. 419–421.
- 20 Туралиева, А. Б. Влияние муки из зерна чумизы на пищевую ценность мучных изделий / А. Б. Туралиева [и др.] // Современные проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса: сб. статей по итогам международной научно-практической конференции. – Саратов: Амирит. – 2019. – С. 348–352.
- 21 Кузнецова, Л. И. Перспективы применения муки из зерна чумизы в технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий / Л. И. Кузнецова, М. К. Садыгова, А. Б. Туралиева // Международная научная конференция, посвященная 175-летию К. А. Тимирязева 06–08 декабря 2018: сб. докладов ТСХА. – М.: РГАУ Российский государственный аграрный университет, 2019. – С. 587–590.
- 22 Сидун, К. А. Крупа из чумизы / К. А. Сидун // Хранение и переработка зерна, 2003. – № 6(48). – С. 5–7.
- 23 Подобед, Л. И. Оценка кормовых достоинств зерна чумизы / Л. И. Подобед // Эффективне птахівництво та тваринництво, 2004. – № 7(19). – С. 10–12.
- 24 Привалов, Ф. И. Каталог генетических ресурсов зерновых, зернобобовых, крупяных, масличных и кормовых культур 2016–2020гг. / Ф. И. Привалов [и др.] // РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2020. – 548 с.
- 25 Бейня, В. А. Государственный реестр сортов / В. А. Бейня. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2021. – 279 с.
- 26 Рукшан, Л. В. Макро- и микроэлементный состав чумизы / Л. В. Рукшан, А. Ю. Агурков // Актуальные проблемы инновационных технологий в развитии химической, нефтегазовой и пищевой промышленности: сб. трудов междунар. научно-техн. конф., посв. 30-летию Ташкентского химико-технологического института, 25–26 мая 2021 г. – Ташкент: ТХТИ, 2021. – С. 332–333.
- 27 Рыбкина, Е. Е. Исследование возможности использования зерна отечественных сортов чумизы при получении комбикормов для прудовых рыб / Е. Е. Рыбкина, С. В. Равусова, Л. В. Рукшан // Проблеми формування здорового способу життя у молоді: Збірник матеріалів XIV Всеукраїнської науково-практ. конф. молодих учених та студентів з міжнародною участю «Проблеми формування здорового способу життя у молоді», 7–9 октября 2021 г., г. Одесса. – Одеса: ОНАХТ, 2021. – С. 159–160.
- 28 Агурков, А. Ю. Возможность использования отечественной чумизы в качестве сырья в комбикормах для карпа / А. Ю. Агурков, Л. В. Рукшан // 87 International scientific conference of young scientist and students «Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution», April 15–16, 2021. Book of abstract. Part 1. NUFT, Kyiv, 2021. – С. 161–162.
- 29 Равусова, С. В. Зерно чумизы – новый источник питательных веществ при производстве комбикормов для рыб / С. В. Равусова, А. Ю. Агурков, Л. В. Рукшан // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов XII Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, 22–23 апреля 2021 г., Могилев / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП, 2021. – 421 с. – С. 97.
- 30 Кошак, Ж. В. Чумиза – перспективная культура в кормах для карпа / Ж. В. Кошак, А. Г. Кохович // Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку: збірник матеріалів Четвертаї Міжнарод. науково-практ. конф., 21–22 жовтня 2021, Україна, Херсон. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2021. – С. 364–367.
- 31 Скурихин, И. М. Химический состав российских продуктов питания: справочник / под ред. член-корр. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельян. – М.: ДеЛиПринт, 2002. – 236 с. ISBN 5-94343-028-8.
- 32 Классификатор сырья и продукции комбикормового производства Республики Беларусь. – Минск: ПЧУП «Бизнесофсет», 2010. – 192 с.

*Поступила в редакцию 18.04.2022 г.*

#### **ОБ АВТОРАХ:**

**Людмила Викторовна Рукшан**, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры технологии хлебопродуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: rukshanl@bgut.by.

**Жанна Викторовна Кошак**, кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией кормов РУП «Институт рыбного хозяйства», НАН Беларуси, e-mail: koshak.zn@gmail.com.

**Евгения Евгеньевна Рыбкина**, магистрант кафедры технологии хлебопродуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: labkormov@gmail.com.

**Наталья Николаевна Гадлевская**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории кормов РУП «Институт рыбного хозяйства», НАН Беларуси, e-mail: labkormov@gmail.com.

**ABOUT AUTHORS:**

**Lyudmila V. Rukshan**, PhD (Engineering), Associate Professor, Professor of the Department of Grain Products Technology, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: rukshanl@bgut.by.

**Zhanna V. Koshak**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Laboratory of Feeds of RUE «Fish Industry Institute» NAN of Belarus, e-mail: koshak.zn@gmail.com.

**Evgenija E. Rybkina**, Master's Degree student of the Department of Grain Products Technology, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: labkormov@gmail.com.

**Natalia N. Gandlevskaya**, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Feeds of RUE «Institute for Fish Industry» NAN of Belarus, Minsk, Republic of Belarus, e-mail: labkormov@gmail.com.

УДК 547.912; 633.432; 635.132

## КАРОТИНОИДНЫЙ СТАТУС МОРКОВИ БЕЛОРУССКОЙ ЗОНЫ ПРОИЗРАСТАНИЯ

Е. Н. Зеленкова<sup>1</sup>, З. Е. Егорова<sup>1</sup>, П. С. Шабуня<sup>2</sup>, С. А. Фатыкхова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный технологический университет, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Институт биоорганической химии НАН Беларуси, Республика Беларусь

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Целью исследования является повышение управляемости технологическим процессом производства и качеством продукции из моркови столовой в условиях нестабильности ее технологических свойств. Научная задача – оценка каротиноидного статуса новых и традиционных сортов/гибридов моркови белорусской зоны произрастания как сырья для получения сока прямого отжима.

**Материалы и методы.** Морковь 17 сортов/гибридов, выращенных на территории Республики Беларусь. Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии. Аппарат математической статистики в пакете Microsoft Excel.

**Результаты.** Оценена вариабельность содержания каротиноидов – доля сортов/гибридов моркови с высокой концентрацией каротиноидов (>12 мг/100 г) составляет 35 %, со средней (8–11 мг/100 г) – 47 % и низкой (4–7 мг/100 г) – 18 %. Среднее соотношение каротиноидов в моркови белорусской зоны произрастания: 61 % β-каротина, 35 % α-каротина и 4 % лютеина.

**Выводы.** Для производства сока прямого отжима из моркови столовой заданного качества необходимо введение в технологический процесс операции входного контроля моркови по содержанию каротиноидов. Предпочтительными для производства морковного сока прямого отжима являются сорта/гибриды Вулкан F1, Дордонь F1 и Лявоніха.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** сорта/гибриды моркови столовой; каротиноидный статус; состав каротиноидов; сок прямого отжима.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Зеленкова, Е. Н. Каротиноидный статус моркови белорусской зоны произрастания / Е. Н. Зеленкова [и др.] // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 1(32). – С. 53–61.

## CAROTENOID STATUS OF CARROTS GROWN IN BELARUS

E. Zelenkova<sup>1</sup>, Z. Yegorova<sup>1</sup>, P. Shabunya<sup>2</sup>, S. Fatykhova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Belarusian State Technological University, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Institute of Bioorganic Chemistry, NASB, Republic of Belarus

### ABSTRACT

**Introduction.** Improvement of the technological process control and the quality of carrot products due to the instability of its technological properties is the purpose of the research. The scientific task is to evaluate the carotenoid status of new and traditional carrot cultivars / hybrids grown in Belarus as a raw material for obtaining juice of direct extraction.

**Materials and methods.** Carrots of 17 cultivars / hybrids grown in the Republic of Belarus. Method of high performance liquid chromatography. Apparatus of mathematical statistics in the Microsoft Excel package.

**Results.** The variability of the carotenoids content was assessed. The proportion of carrot cultivars/hybrids with a high concentration of carotenoids (>12 mg/100 g) was found to be 35 %, with an average concentration (8–11 mg/100 g) – 47 % and with low concentration (4–7 mg/100 g) – 18 %. The average ratio of carotenoids in selected carrot cultivars grown in Belarus accounted for 61% in β-carotene, 35 % in α-carotene and 4 % in lutein.

**Conclusions.** The stage of testing incoming carrots for carotenoid content should be introduced into the technological process, thus making it possible to obtain carrot juice of direct extraction with specified quality parameters. Cultivars/hybrids Vulkan F1, Dordogne F1 and Lyavonikha are the most suitable for the produc-

tion of carrot juice of direct extraction.

**KEY WORDS:** *carrot cultivars / hybrids; carotenoid status; composition of carotenoids; direct extraction juice.*

**FOR CITATION:** Zelenkova, E. Carotenoid status of carrots grown in Belarus / E. Zelenkova [et al.] // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2022. – № 1(32). – P. 53–61 (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

Для населения многих стран средних географических широт морковь (*Daucus carota*) является одним из основных источников каротиноидов, содержание которых колеблется от 8,4 до 19,2 мг/100 г сырой массы [1–4]. В Республике Беларусь морковь – одна из ведущих возделываемых овощных культур, что подтверждают следующие статистические данные: под посевы моркови столовой в сельскохозяйственных организациях нашей страны отводится около 20 % от общей площади, занятой под овощными культурами открытого грунта, на которой ежегодно выращивается до 350 тыс.т моркови [5].

В настоящее время изучено более шестисот природных каротиноидов, выделенных из растений, водорослей, бактерий и плесеней. Многочисленными исследованиями установлено, что эти природные пигменты от желтого до красного цвета относятся к терпеноидам ( $C_{40}$ ) и включают как незамещенные, так и замещенные углеводороды (кислородсодержащие) [3, 6, 7]. При этом незамещенные каротиноиды, обычно оранжевого цвета, имеют общее название каротины (с общей формулой  $C_{40}H_{56}$ ). Наиболее известный представитель этой группы –  $\beta$ -каротин, проявляющий провитаминные свойства в отношении человеческого организма. Также к каротинам относятся  $\alpha$ -каротин, ликопин и др. Каротиноиды, окрашенные в цвета от желтого до красного, характеризуются наличием кислородсодержащих функциональных групп и называются ксантофиллами (лютеин, зеаксантин, криптоксантин, виолоксантин и др.).

Хотя число каротиноидов, обнаруженных в пищевых продуктах, значительно меньше, однако их качественный и количественный состав может быть достаточно разнообразным и существенно различаться в зависимости от вида растений. Например, в облепихе содержится 19 компонентов каротиноидов (из них 16 представителей ксантофиллов) общей массой до 32,3 мг/100 г; в тыкве – до 10,0 мг/100 г (в том числе от 30 до 40 % приходится на ксантофиллы); шпинате – ~11,6 мг/100 г (60–70 % ксантофиллов) [4, 7]. Яркая окраска плодов томатов (мякоти и кожицы) обусловлена в основном наличием в них бескислородного каротиноида ликопина (62 %); на долю кислородсодержащих каротиноидов приходится 32 % [8].

Основные изомеры каротиноидов моркови –  $\alpha$ -,  $\beta$ -каротин. Также в меньших количествах морковь содержит лютеин [3]. По данным [4, 7]  $\beta$ -каротин составляет 85–90 % суммарного содержания каротиноидов. Проведенные в течение последних 20 лет исследования подтверждают, что содержание каротиноидов варьируется в зависимости от генетических характеристик растений, года сбора урожая, географических условий произрастания исследуемых сортов растений [9, 10]. Так, при исследовании каротиноидов моркови, выращенной в Европейской части, доля  $\beta$ -каротина была найдена равной 72,3–78,5 %. В сортах, культивируемых в Азии, она составила в среднем 74 % от суммы каротиноидов, а в Соединенных Штатах Америки – около 69 % [4, 11]. Ввиду постоянного обновления и расширения сырьевой базы Республики Беларусь, которая по состоянию на 2021 год насчитывала ~90 сортов/гибридов столовой моркови [12], и адаптации сельского хозяйства к изменению климата [13] ее технологические свойства как сырья для промышленной переработки нестабильны, что отрицательно сказывается на качестве готовой продукции и управляемости

технологическим процессом ее производства.

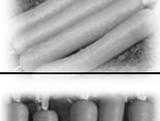
Целью исследования является повышение управляемости технологическим процессом производства и качеством продукции из моркови столовой в условиях нестабильности ее технологических свойств. Научная задача – оценка каротиноидного статуса новых и традиционных сортов/гибридов моркови белорусской зоны произрастания как сырья для получения сока прямого отжима.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

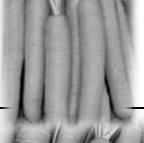
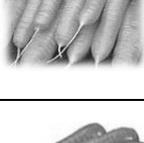
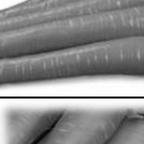
Для исследований использовали морковь 17 сортов/гибридов, выращенных в Республике Беларусь (таблица 1). Отбор образцов осуществлялся в хозяйствах Минского района, выращивающих и заготавливающих сортовую морковь и располагающихся в центральной агроклиматической зоне республики с продолжительностью вегетационного периода 185–195 суток, годовым количеством осадков 550–650 мм. Считается, что центральная агроклиматическая зона Беларуси, характеризующаяся умеренно-влажным климатом с мягкой короткой зимой и умеренно-теплым продолжительным летом, является благоприятной для выращивания моркови с точки зрения климатических условий [13].

**Табл. 1.** Характеристика сортов / гибридов моркови

**Table 1.** Characteristics of cultivars / hybrids of carrots

Наименование, регистрационный номер, год [12]	Фото корнеплода	Характеристика корнеплода	Длина, см / масса, г	Вкусовые качества / пригодность <sup>1</sup>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Балтимор F1 2008213 2011		Цилиндрический с тупым кончиком. Сердцевина, кора оранжевые	18–20 / 120–230	Хорошие, отличные / С, Х
Бангор F1 2003181 2006		Узкоудлиненный, с гладкой поверхностью, кончик тупой, головка слегка вдавленная. Сердцевина, кора оранжевые	14–16 / 125–208	Хорошие / П, Х
Белград F1 2011226 2014		Цилиндрический с тупым кончиком. Сердцевина, кора оранжевые	~20 / 120–220	Хорошие, отличные / С, П
Витаминная 6 6601227 1969		Цилиндрические, тупоконечные. Наружная окраска красно-оранжевая, сердцевина маленькая, круглая, по цвету мало отличается от мякоти	13–15 / 80–120	Отличные / С, П, Х
Вулкан F1 2016238 2019		Правильной цилиндрической формы, насыщенной внешней и внутренней окраски с гладкой поверхностью	18–22 / 90–150	Хорошие, отличные / П
Дордонь F1 2005424 2008		Цилиндрический с тупым кончиком, выровненный по форме и размеру, гладкий. Сердцевина и кора оранжевые	18–20 / 80–128	Хорошие, отличные / С, П, Х
Лагуна F1 2008300 2011		Корнеплоды цилиндрической формы, Продолговатые	до 25 / 120–130	Отличные / С, П

Продолжение табл. 1.

1	2	3	4	5
Лявоніха 9851690 2001		Цилиндрической формы с тупоконическим кончиком, ярко-оранжевый. Сердцевина маленькая, оранжевая	15–20 / 95–150	Хорошие / С, П, Х
Монанта 2004276 2007		Цилиндрический, с округлым кончиком, гладкий, оранжевый, головка плоскоокруглая, сердцевина маленькая, оранжевая	17–20 / 74–116	Хорошие и отличные / С, П, Х
Морелия F1 2014308 2017		Веретеновидный со слабым сбегом и тупым основанием. Сердцевина и кора оранжевые	20–24 / 110–190	Хорошие и отличные / П, Х
Нантская 4 3801063 1949		Форма цилиндрическая, головка плоская, кончик слегка заостренный, сердцевина и кора оранжевые	15–20 / 100–200	Хорошие / С, П, Х
Нантес 2 – Тито 2003217 2006		Цилиндрической формы со слегка заостренным кончиком. Окраска темно-оранжевая, сердцевина – оранжевая	15–20 / 100–200	Хорошие / С, П, Х
Нерак F1 2007212 2010		Цилиндрической формы, с вытянутым кончиком, головка вытянутая, кора и сердцевина красные	18–22 / 130–160	Хорошие / С, П, Х
Нилэнд F1 2011227 2014		Цилиндрический с тупым кончиком. Сердцевина тонкая, мякоть ярко-оранжевая	18–24 / 90–100	Хорошие, отличные / С, Х
Рига P3 2001149 2004		Цилиндрический с тупым кончиком, головка вытянутая. Сердцевина и кора оранжевые	18–20 / 70–160	Хорошие / Х
Сиркана F1 2008299 2011		Цилиндрические с хорошо выполненным кончиком, выровненные по форме и массе, интенсивно-оранжевые. Маленькая сердцевина цвета мякоти	18–20 / 70–150	Хорошие / С, П, Х
Флам 2005178 2008		Крупные конические корнеплоды с заостренным концом, Средне-оранжевого цвета	22–24 / ~200	Хорошие / С, П, Х

Примечание<sup>1</sup> – Пригоден для реализации в свежем виде – С, переработки – П, хранения – Х.

Исследования проводили с использованием метода ВЭЖХ. Навеска моркови составляла  $5,00 \pm 0,10$  г, в качестве экстрагирующего вещества применяли ацетон. Был использован хроматограф Agilent 1200 с диодно-матричным детектором. Разделение компонентов проб проводили на колонке ZORBAX Eclipse Plus C18 ( $3,0 \times 100$  мм; 1,8 мкм) при температуре  $+22$  °С. Температура в автосамплере составляла  $+10$  °С, объем инъекции – 10 мкл. В качестве подвижной фазы использовали смесь ацетонитрил : метанол : этил ацетат (73:20:7). Смесь растворителей подавали со скоростью потока 0,4 мл/мин [14]. Итоговое содержание каротиноидов в мг/100 г сырой массы определяли по формуле

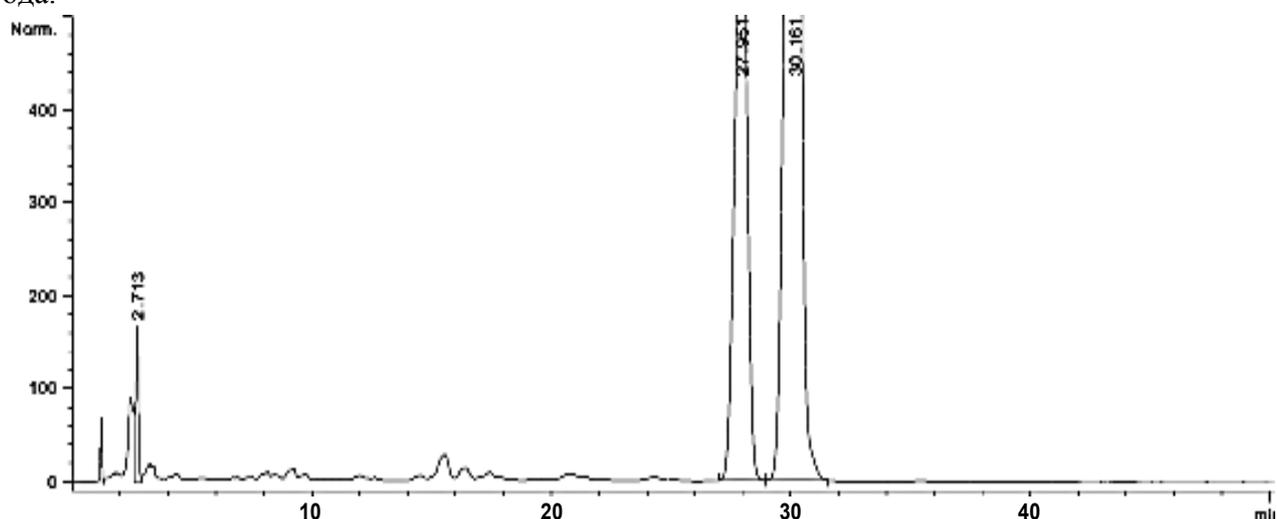
$$X = \frac{C \cdot V}{1000 \cdot m} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $C$  – концентрация каротиноида, найденная по градуировочному графику, мкг/мл;  $V$  – объем экстракта, мл;  $m$  – масса навески, г.

Окончательный результат измерений рассчитывали как среднее арифметическое двух параллельных определений.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

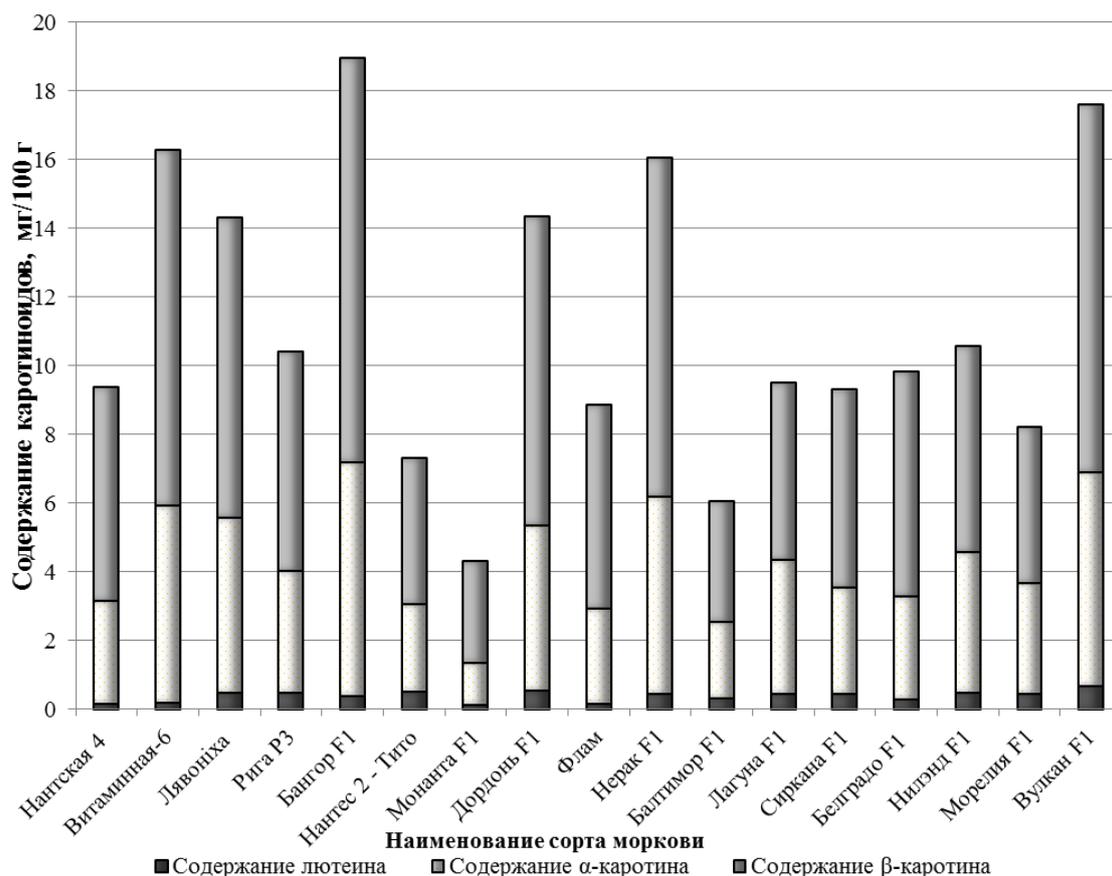
В результате разделения каротиноидов на хроматографической колонке для различных образцов экстрактов были получены схожего вида хроматограммы (рис. 1), характеризующиеся симметричными пиками с хорошей степенью разделения (для рядом элюирующихся пиков  $\alpha$ -каротина и  $\beta$ -каротина она больше 1). Анализ полученных хроматограмм 17 экстрактов показал, что каротиноиды представлены тремя видами данных соединений:  $\alpha$ -,  $\beta$ -каротином и лютеином. При этом время удерживания составило соответственно:  $\sim 2,8$  мин – лютеин,  $\sim 28$  мин –  $\alpha$ -каротин и  $\sim 30$  мин –  $\beta$ -каротин. Остальные индивидуальные представители каротиноидов находятся в следовых количествах либо ниже предела обнаружения метода.



**Рис. 1.** Хроматограмма экстракта каротиноидов моркови (на примере моркови гибрида Дордонь F1)

**Fig. 1.** Chromatogram of carrot carotenoid extract (a study of Dordogne F1 cultivar)

Обобщенные результаты исследований каротиноидного статуса 17 образцов моркови представлены на рис. 2.



**Рис. 2.** Содержание отдельных представителей каротиноидов в моркови белорусской зоны произрастания

**Fig. 2.** The content of certain types of carotenoids in carrots grown in Belarus

Анализ данных, приведенных на рис. 2, свидетельствует о том, что наибольшее суммарное содержание бескислородных каротиноидов (α- и β-каротина) характерно для моркови как современных, так и традиционных сортов/гибридов Бангор F1 (2006), Витаминная 6 (1969), Вулкан F1 (2019), Дордонь F1 (2008), Лявоніха (2001) и Нерак F1 (2010) – от 14 до 19 мг/100 г. При этом содержание лютеина в этих же образцах колебалось от низкого значения (0,193 мг/100 г) в моркови сорта Витаминная 6 до максимального (0,693 мг/100 г) в моркови сорта Вулкан F1. Также было установлено, что к сортам моркови с незначительным содержанием α- и β-каротина относятся Балтимор F1 и Монанта F1, в которых была обнаружена средняя (0,309 мг/100 г) и минимальная (0,123 мг/100 г) концентрация лютеина. По результатам исследований к наиболее богатым лютеином сортам/гибридам моркови следует отнести: Вулкан F1, Дордонь F1, Лявоніха, Нантес 2-Тито. Таким образом, прямая зависимость между общим содержанием каротиноидов и количеством их индивидуальных представителей в моркови белорусской зоны произрастания отсутствует.

Согласно законодательству Республики Беларусь бескислородные оранжевые пигменты, называемые каротинами с общей формулой C<sub>40</sub>H<sub>56</sub>, содержание которых в овощах и овощной продукции определяется по ГОСТ ISO 6558-2 [15] и выражается через β-каротин, входят в список биологически активных веществ, восполняющих нормы физиологических потребностей для населения [16]. В то же время ксантофиллы при оценке пищевой ценности не учитываются.

Однако, как показал анализ литературы [1, 9, 17, 18], лютеин выполняет не менее важные физиологические функции (увеличение остроты зрения и фотопротекция), обусловленные тем, что его гидроксильная молекула с наличием системы сопряженных двойных связей поглощает в сине-фиолетовой части спектра и нейтрализует окислители и свободные радикалы. В зарубежных странах установлен рекомендуемый уровень потребления лютеина, например, в России он составляет 5 мг в сутки, в Соединенных Штатах Америки – 1 мг в сутки [19, 20]. Поэтому при оценке каротиноидного статуса сортов/гибридов моркови важным показателем является содержание лютеина.

Учитывая такое широкое колебание индивидуальных представителей каротиноидов, представляло интерес сравнить полученные нами данные с результатами исследований других авторов. Для этого было рассчитано соотношение  $\alpha$ -,  $\beta$ -каротина и лютеина для каждого сорта. Было установлено, что в моркови изученных сортов  $\alpha$ -каротина содержится 28–41 %,  $\beta$ -каротина – 54–69 %, лютеина – 1–7 % от общего количества, что согласуется с литературными данными [3, 10, 21]. Соотношение индивидуальных представителей каротиноидов, рассчитанное как среднее значение, составило в изученных сортах:  $\beta$ -каротин /  $\alpha$ -каротин / лютеин – 61,6/34,7/ 3,7 % от общего количества.

В соответствии с данными [22] доля каротиноидов в пяти исследованных образцах моркови, выращенной в Моравии, была определена в следующем соотношении:  $\beta$ -каротин /  $\alpha$ -каротин / лютеин / ликопин 75,77/23,82/2,08/0,24 %. А согласно результатам Болотова В. М. с соавторами [7]  $\beta$ -каротин составляет 85–90 % суммарного содержания каротиноидов.

Полученные нами данные по качественному и количественному составу каротиноидов моркови практически совпадают со значениями, включенными в Национальную базу данных питательных веществ Соединенных Штатов Америки [11], согласно которым среднее содержание  $\beta$ -каротина в сырой моркови составляет 8,820 мг/100 г,  $\alpha$ -каротина 3,480 мг/100 г, лютеина+зеаксантина 0,256 мг/100 г, а их соотношение равно 68,9/29,0/2,1 %.

Так как для оценки каротиноидного статуса моркови нами были использованы сорта/гибриды, селекционированные в разные годы (с 1949 по 2019 г.), но характеризующиеся одинаковыми вкусовыми качествами (табл. 1), представляло интерес установить долю сортов/гибридов с высоким (больше 12 мг/100 г) содержанием каротиноидов в каждый период времени. Было установлено, что созданные и внесенные в реестр с 1949 по 1969 г. два сорта моркови характеризовались средним и высоким уровнем общих каротиноидов и низким – лютеина (~0,2 мг/100 г). В моркови восьми сортов/гибридов, зарегистрированных с 2001 по 2010 г., была отмечена концентрация каротиноидов от низкого (25 % сортов/гибридов) и среднего (25 % сортов) до высокого (50 % сортов/гибридов) значений. При этом лютеин в 25 % случаев находился в низкой концентрации (менее 0,2 мг/100 г) и в 75 % – в высокой (более 0,4 мг/100 г). Морковь семи сортов/гибридов (период регистрации 2011–2019 годы) также характеризовалась разным уровнем общих каротиноидов, однако содержание лютеина принимало преимущественно высокое (в 70 % случаев) и среднее (0,2–0,4 мг/100 г) значение в изученных образцах. Подводя итог сравнительному анализу каротиноидного статуса моркови традиционных и современных сортов/гибридов, можно заключить, что выбор сырья по критерию «более новый сорт/гибрид» не гарантирует, что он будет более богат каротиноидами.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

- доля сортов/гибридов моркови с высокой концентрацией каротиноидов (>12 мг/100 г) (по сравнению со справочными данными) составляет 35 % от изученных, со средней (8–11 мг/100 г) – 47 % и низкой (4–7 мг/100 г) – 18 % соответственно;
- соотношение каротиноидов в моркови белорусской зоны произрастания (61 %  $\beta$ -каротина, 35 %  $\alpha$ -каротина и 4 % лютеина) характеризуется несколько меньшей долей

$\beta$ -каротин по сравнению с другими европейскими странами и более высоким содержанием лютеина, что указывает на ее ценность не только как источника провитамина А, но и нутриента, участвующего в обеспечении нормального функционирования зрительной системы человека; – по общему содержанию всех каротиноидов и их отдельных представителей наиболее предпочтительными для производства сока прямого отжима являются только три сорта/гибрида моркови, районированные на территории Республики Беларусь: Вулкан F1, Дордонь F1 и Лявоніха.

Для производства сока прямого отжима заданного качества из моркови столовой белорусской зоны произрастания необходимо введение в технологический процесс операции входного контроля моркови по содержанию каротиноидов.

Целесообразно продолжить исследования по оптимизации технологических режимов производства сока прямого отжима для максимального извлечения в сок каротиноидов из всего доступного производителям сырья моркови столовой.

Полученные результаты могут быть применены на предприятиях консервной отрасли страны при планировании производства соковой продукции из моркови.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Нечаев, А. П. Пищевая химия / А. П. Нечаев и др. Под ред. А. П. Нечаева. Издание 4-е, испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 640 с.
- 2 Шобингер, У. Фруктовые и овощные соки: научные основы и технологии / пер. с нем. под общ. науч. ред. А. Ю. Колесного, Н. Ф. Берестеня, А. В. Орещенко. – СПб: Профессия, 2004. – 640 с.
- 3 Delia, B. R.-A. A guide to carotenoid analysis in foods / B. R.-A. Delia. – Washington: ILSI Press, 2001. – 64 p.
- 4 Выродова, А. П. Содержание бета-каротина в различных овощах / А. П. Выродова и [др.] // Физиология и биохимия культурных растений, 1988. – № 2. – С. 167–171.
- 5 FAO-STAT. Food and Agricultural commodities production. – Режим доступа: <http://faostat.fao.org/site/339 default.aspx>. – Дата доступа: 12.12.2021.
- 6 Третьяков, Н. Н. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Н. Н. Третьяков [и др.]. – М.: Колос, 2000. – 180 с.
- 7 Болотов, В. М. Химическая модификация природных каротиноидов растительного сырья / В. М. Болотов [и др.] // Изв. Вузов. Пищевая технология, 1996. – № 1–2. – С. 19–22.
- 8 Greenberg, E. R. Carotenoids and cancer prevention / E. R. Greenberg, J. A. Baron, J. R. Beck // Saturated Retinoids: New Trends in Research and Therapy. Retinoid Symp., Geneva, 1984. – P. 360–370.
- 9 Delia, B. R.-A. Quantitative analysis, in vitro assessment of bioavailability and antioxidant activity of food carotenoids – A review. / B. R.-A. Delia // Journal of Food Composition and Analysis, 2010. – Vol. 23 – P. 726–740.
- 10 Delia, B. R.-A. Updated Brazilian database on food carotenoids: factors affecting carotenoid composition / B. R.-A. Delia, M. Kimura, H. T. Godoy // Journal of Food Composition and Analysis, 2008b. – Vol. 21. – P. 445–463.
- 11 Food Data Central / U. S. Department of agriculture [Online]. – Available: <https://fdc.nal.usda.gov/ndb/>. – Accessed 20.12.2021.
- 12 Бейня, В. А. Государственный реестр сортов, Минск: Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений / Отв. ред. В.А. Бейня. – 2021. – 279 с.
- 13 Мельник, В. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата / В. Мельник [и др.]. – Минск–Женева, 2017. – 84 с. – <https://minpriroda.gov.by/uploads/files/Agroklimaticheskoe-zonirovanie-Respubliki-Belarus.pdf>.
- 14 Zelenkova, E. HPLC analysis of carotenoids in particular carrot (*Daucus Carota* L.) cultivars / E. Zelenkova [et al.] // Вестник международной академии холода, 2015. – № 4. – С. 9–15.
- 15 Фрукты, овощи и продукты их переработки. Определение содержания каротина спектрофотометрическим методом: ГОСТ ISO 6558-2-2019. – Введ. 01.12.2020. – Минск: МГС, Бюро по стандартам, 2019. – 10 с.
- 16 Санитарные нормы и правила. Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь: СанПиН №180 от 20.11.2019. – Введ. 01.07.2013, Минск: Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 2012. – 21 с.
- 17 Razavi, S. H. UV-HPLC / APCI-MS Method for separation and identification of the carotenoids produced by *Sporobolomyces ruberrimus* H110 / S. H. Razavi, F. Blanchard, I. Marc // Iran. J. Chem. Eng., 2003. – Vol. 25. – № 2. – P. 1–10.
- 18 Chiosa, V. Determination of  $\beta$ -carotene concentration in orange and apple juice and in vitamin supplemented drinks / V. Chiosa [et al.] // Analele Universitatii din Bucuresti – Chimie, Anul XIV, 2005. – Vol. I–II. – P. 253–258.
- 19 Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ: Методические рекомендации МР 2.3.1.1915-04, Москва: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 46 с.

20 Marse-Perlman, J. A. Lutein and Zeaxanthin in the Diet and Serum and Their Relation to Age-related Maculopathy in the Third National Health and Nutrition Examination Survey / J. A. Marse-Perlman [et al.] // Am. J. Epidemiol, 2001. – Vol. 153. – № 5. – P. 424–432.

21 Strati, I. F. Carotenoids from foods of plant, animal and marine origin: an efficient HPLC-DAD separation method / I. F. Strati [et al.] // Foods, 2012. – Vol. 1. – P. 52–65.

22 Marova, L. Physiologically Significant Carotenoids and their Common Food Sources in Czech Population / L. Marova [et al.] // Chem. Papers, 1999. – Vol. 53. – № 3. – P. 174–183.

*Поступила в редакцию 25.03.2022 г.*

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

**Елена Николаевна Зеленкова**, ассистент кафедры физико-химических методов сертификации продукции учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» ФХМСП БГТУ, e-mail: elena.taras@mail.ru, e-mail: zelenkovaelenanik@gmail.com.

**Зинаида Евгеньевна Егорова**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры физико-химических методов сертификации продукции учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» ФХМСП БГТУ, e-mail: egorovaze@tut.by.

**Полина Станиславовна Шабуня**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории физико-химических методов исследования Государственного научного учреждения «Институт биоорганической химии Национальной академии наук Беларуси» (Институт биоорганической химии НАН Беларуси), e-mail: pshabunya@rambler.ru.

**Светлана Анатольевна Фатыкхова**, научный сотрудник лаборатории физико-химических методов исследования Государственного научного учреждения «Институт биоорганической химии Национальной академии наук Беларуси» (Институт биоорганической химии НАН Беларуси), e-mail: fsa1981@tut.by.

#### **ABOUT AUTHORS:**

**Elena Zelenkova**, Assistant lecturer, Department of Physical-chemical Methods of Products Certification, Belarusian State Technological University, e-mail: elena.taras@mail.ru, e-mail: zelenkovaelenanik@gmail.com.

**Zinaida Yegorova**, Ph.D. in Engineering, Assistant Professor, Associate Professor, Department of Physical-chemical Methods of Products certification, Belarusian State Technological University, e-mail: egorovaze@tut.by.

**Polina Shabunya**, Ph.D. in Biology, Senior Research Officer, Laboratory of Physical and Chemical Research Methods, Institute of Bioorganic Chemistry, NASB, e-mail: pshabunya@rambler.ru.

**Svetlana Fatykhava**, Research Officer, Laboratory of Physical and Chemical Research Methods, Institute of Bioorganic Chemistry, NASB, e-mail: fsa1981@tut.by.

УДК 664.641.2

## ВЛИЯНИЕ ШЕЛУШЕНИЯ И ЭКСТРУДИРОВАНИЯ СЕМЯН ГОРОХА И ЛЮПИНА НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ЦЕННОСТЬ ЗЕРНОБОБОВОЙ МУКИ

*Е. С. Новожилова<sup>1</sup>, Л. В. Рукишан<sup>1</sup>, Ж. В. Кошак<sup>2</sup>, А. Ю. Агурков<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, Республика Беларусь*

<sup>2</sup>*РУП «Институт рыбного хозяйства» НАН Беларуси, Республика Беларусь*

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Целью исследования является проектирование производства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с использованием экструдированной муки из семян гороха и люпина на предприятиях пищевой промышленности Республики Беларусь. Однако недостаточно данных о технологических и функциональных свойствах экструдированной зернобобовой муки и изменении ее химического состава в процессе шелушения и экструзии семян гороха и люпина, что определило общую научную задачу исследования.

**Материалы и методы.** Экструдированная мука получена в лабораторных условиях путем шелушения, тепловой экструзии, измельчения и сортирования из сортов гороха Миллениум и люпина Ян белорусской селекции. Общепринятые методы анализа.

**Результаты.** Шелушение семян позволило получить бобовую муку, более питательную по содержанию жира, сахаров и белка, но не оказывало существенного влияния на ее функциональные свойства. Исключение стадии шелушения из технологического процесса позволит упростить и удешевить процесс получения бобовой муки, повысить ее пищевую ценность за счет более высокого содержания клетчатки. Экструдирование семян гороха и люпина способствовало менее выраженному бобовому вкусу и запаху, приводило к изменению химического состава за счет увеличения доли легкоусвояемых углеводов и снижения содержания каротиноидов. Экструдированная мука как из нешелушенных, так и шелушенных семян обладала более высокими значениями кислотности, седиментации, водо- и щелочеудерживающей способности, жиросвязывающей способности и эмульсионной активности по сравнению с пшеничной мукой.

**Выводы.** По технологической ценности оба вида экструдированной муки примерно равнозначны, при этом гороховая предпочтительнее по содержанию крахмала, меньшей кислотности и зольности, а люпиновая – по количеству белка, сахаров, клетчатки и водоудерживающей способности. Рекомендовано использование экструдированной бобовой муки для получения хлебобулочных и мучных кондитерских изделий.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *горох; люпин; шелушение; тепловая экструзия; зернобобовая мука; экструдированная мука; химический состав; функциональные свойства; органолептические показатели.*

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Новожилова, Е. С. Влияние шелушения и экструдирования семян гороха и люпина на технологическую ценность зернобобовой муки / Е. С. Новожилова [и др.] // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 1(32). – С. 62–73.

## EFFECT OF PEELING AND EXTRUSION OF PEA AND LUPIN SEEDS ON THE TECHNOLOGICAL VALUE OF PULSE FLOUR

*A. S. Navazhylava<sup>1</sup>, L. V. Rukshan<sup>1</sup>, J. V. Koshak<sup>2</sup>, A. Yu. Agurkov<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*RUE «Fish Industry Institute» of the National Academy of Sciences of Belarus, Republic of Belarus*

**ABSTRACT**

**Introduction.** The aim of the study is to design the production of bakery and flour confectionery products using extruded flour from pea and lupine seeds at food industry enterprises of the Republic of Belarus. However, there is not enough data on the technological and functional properties of extruded pulse flour and the change in its chemical composition in the process of peeling and extrusion of pea and lupine seeds, which determined the general scientific task of the study.

**Materials and methods.** Extruded flour obtained in laboratory conditions by peeling, thermal extrusion, grinding and sorting grains from pea variety Millennium and lupine variety Yan of Belarusian selection. Standard methods of analysis.

**Results.** Peeling of seeds made it possible to obtain pulse flour, which is more nutritious in terms of fat, sugars, ash and protein, but did not significantly affect its functional properties. The elimination of the peeling stage from the technological process will simplify and reduce the cost of the process of obtaining bean flour, increase its nutritional value due to higher fiber content. The extrusion of pea and lupine seeds contributed to a less pronounced bean taste and smell, resulted in a change in the chemical composition due to an increase in the proportion of easily digestible carbohydrates and a decrease in the content of carotenoids. Extruded flour from both non-hulled and hulled seeds had higher values of acidity, sedimentation, water and alkali-holding capacity, fat-binding capacity and emulsion activity compared to wheat flour.

**Conclusions.** Both types of extruded flour are approximately equivalent in terms of technological value, while pea flour is preferable in terms of starch content, lower acidity and ash content, and lupine flour in terms of the amount of protein, sugars, fiber and water-holding capacity. It is recommended to use extruded pulse flour for the production of bakery and flour confectionery products.

**KEY WORDS:** *pea; lupine; peeling; thermal extrusion; pulse flour; extruded flour; chemical composition; functional properties; organoleptic characteristics.*

**FOR CITATION:** Navazhylava, A. S. Effect of peeling and extrusion of pea and lupine seeds on the technological value of pulse flour / A. S. Navazhylava [et al.] // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2022. – № 1(32). – P. 62–73 (in Russian).

**ВВЕДЕНИЕ**

Технологическая ценность пищевого сырья обуславливается его органолептическими характеристиками, химическим составом и функциональными свойствами.

Семена бобовых культур с древних времен используются в рационе питания человека в качестве источника белка, пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ [1–6]. Белки бобовых по сравнению с другими растительными протеинами считаются менее аллергенными, близки по аминокислотному составу к животным белкам и по мнению ФАО – к так называемому идеальному для человека белку [7, 8]. Отличительной чертой белка бобовых является отсутствие глиаина и глютеина [8] и высокое содержание водорастворимых фракций – альбумина и глобулинов [9]. Так, в люпиновой муке преобладают глобулины (50,5 %) и альбумины (20,65 %) [7, 8], в гороховой – глобулины (85,7 %) [9].

Среди бобовых культур белорусской селекции, возделываемых в Беларуси на пищевые цели, в основном распространены сорта гороха посевного (*Pisum sativum L.*) и люпина узколистного (*Lupinus angustifolius L.*), которых в Госреестре 2021 года [10] зафиксировано 22 и 17 сортов соответственно. Если горох как бобовая культура уже давно используется в питании человека [2–5], то семена люпина для пищевых целей стали применяться относительно недавно [6–8]. Одним из преимуществ и перспективностью выращивания люпина по сравнению с соей является отсутствие генетически модифицированных сортов данной культуры [11]. А по химическому составу люпиновая мука выгодно отличается от пшеничной повышенным содержанием белка (24,1 %), жира (6,9 %), клетчатки (11,1 %), макро- и микроэлементов (Fe, Ca, K, Mg, P), витаминов B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> и β-каротина [11].

Формирование определенного химического состава семян происходит под влиянием раз-

ных факторов: сортовых особенностей бобовых культур, почвенно-климатических условий, агротехники выращивания [2, 3, 5, 6]. В научно-технической литературе приводится достаточно много сведений о химическом составе семян гороха [1–5, 12], люпина [2, 6, 7, 12–17] и мучных продуктов, полученных из них разными способами [7, 8, 11–20]. В основном, эти значения усредненные либо характерные для отдельных сортов бобовых, районированных в других странах [7, 13, 14]. Для промышленного использования семян гороха и люпина в нашей стране немаловажный интерес представляют сортовые особенности местного бобового сырья.

До настоящего времени в Республике Беларусь в основном изучены морфологические, анатомические, агротехнические особенности белорусских сортов гороха [5, 21, 23] и люпина [6, 21, 22] и недостаточно сведений об их функциональных свойствах и изменении химического состава в зависимости от способов переработки в муку. Между тем, в ряде зарубежных публикаций подчеркивается важность и значимость изучения водоудерживающей, жиросвязывающей, эмульгирующей и других технологических характеристик зернобобовой муки для прогнозирования качества пищевых продуктов с ее использованием [8, 9, 11, 12, 20, 24, 25–27]. В основном эти свойства обусловлены высоким содержанием белка и пищевых волокон, содержание которых может сильно изменяться в зависимости от способов обработки: шелушения, теплового воздействия и др. [20, 26, 28, 32].

Так, шелушение семян бобовых ассоциируется со снижением уровня клетчатки и увеличением пропорции растворимых пищевых волокон [15, 29], а тепловая обработка – с изменением структуры белка, крахмала [25, 29] и снижением доли антинутриционных веществ: лектинов, сапонинов, дубильных веществ, фитиновой кислоты, алкалоидов, ингибиторов протеаз [30]. На сегодняшний день основным приемом снижения их уровня в продуктах переработки бобовых является тепловое воздействие, которое может осуществляться путем микронизации, горячей экструзии и другими способами. Например, гранулирование гороховой мучки снижает активность ингибиторов трипсина с 3,86 до 2,7–2,9 мг/г; обработка ИК-излучением – до 0,05–0,07 мг/г; экструдирование – до 1,7–2,1 мг/г [29]. Вместе с тем, для современных «сладких» сортов люпина характерно наличие минимальных количеств алкалоидов и ингибиторов пищеварительных ферментов (в десятки раз ниже по сравнению с таковыми в соевых бобах), что позволяет миновать или сократить их предварительную массивную термообработку. Одним из вариантов кратковременной тепловой обработки является технология экструдирования [31, 32].

При использовании бобового сырья необходимо учитывать и его специфические сенсорные эффекты. Считается, что им можно противодействовать с помощью вкусовых и ароматических веществ [33]. В большинстве публикаций [7–9, 11, 12, 17, 20] показано, что сенсорная приемлемость начинает снижаться при замене более 20 % пшеничной муки на бобовую, в отдельных изделиях – до 50 % [12]. Рядом исследователей отмечено улучшение органолептических свойств бобового сырья после термообработки [20, 25, 29, 31–34]. В некоторых работах [20, 32] обсуждается получение шелушенных и экструдированных зернобобовых компонентов и их вводимое количество. Можно отметить неоднозначность литературных данных об изменении функциональных свойств бобового сырья после экструзии, а также широкие пределы вариации значений для водо- и жиросвязывающей способности [24–28].

Таким образом, знание химического состава семян конкретных сортов бобовых культур, изменения их функциональных свойств в ходе переработки и правильное применение этих факторов при получении пищевой зернобобовой муки позволит подобрать рациональную технологию и выявить оптимальный расход бобовых ингредиентов для мучных изделий.

Сотрудниками учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» (ранее – Могилевский государственный университет продовольствия) в течение ряда лет ведутся комплексные исследования особенностей химиче-

ского состава и технологических характеристик зернобобового сырья белорусской селекции, а также поиска ресурсосберегающих способов его переработки в муку с целью импортозамещения, экономии основного сырья, повышения пищевой ценности и снижения себестоимости мучных изделий (например, цена люпина на мировом рынке вдвое меньше цены сои [35]). Нашими более ранними исследованиями [5, 6, 12] установлено, что по целому комплексу признаков наиболее перспективными для промышленной переработки в зернобобовую муку являются белорусские сорта посевного гороха Миллениум и узколистного люпина Ян. Также ранее нами изучались некоторые технологические свойства зернобобовой муки, полученной в лабораторных условиях путем шелушения и измельчения семян [12, 36]. Однако такая мука характеризуется повышенной ферментной активностью, выраженным бобовым вкусом и запахом, что ограничивает ее сохранность и максимально вводимое количество для мучных изделий – не более 10–20 % [12, 22].

Поэтому для улучшения сенсорных характеристик, стабилизации качества муки среди множества приемов тепловой обработки бобовых семян нами выбран способ тепловой экструзии, технологические режимы которого отрабатывались в условиях НИИ рыбного хозяйства НАН Беларуси [37]. Известно, что после экструзионной обработки улучшаются вкусовые качества продукта; устраняется неприятный запах; увеличивается доля сахаров за счет деструкции полисахаридов; под действием температуры и давления происходит улучшение санитарного статуса продукта; устраняется или значительно уменьшается влияние антипитательных факторов и их отрицательное воздействие на организм [38].

Таким образом, цель исследования – проектирование производства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с использованием экструдированной муки из семян гороха и люпина на предприятиях пищевой промышленности Республики Беларусь.

Научная задача – исследование особенностей сенсорных характеристик, химического состава и функциональных свойств экструдированной муки из шелушенных и нешелушенных семян гороха и люпина местной селекции.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для выполнения исследований использовали семена гороха сорта Миллениум и малоалкалоидного узколистного люпина сорта Ян, выращенные в Минской и Могилевской областях Республики Беларусь в 2019–2021 гг.

Образцы экструдированной муки получали в лабораторных условиях путем экструдирования нешелушенных и шелушенных семян, измельчения экструдатов и сортирования продуктов измельчения. Шелушение семян осуществляли на лабораторной мельнице МРП-1 многократным кратковременным включением; экструдирование – на лабораторном экструдере Ш12-РЭЖ; охлаждение экструдата – в охладителе Ш12-РПГ.ПС; дробление и измельчение – на лабораторной мельнице МРП-1; сортирование продуктов измельчения и формирование муки – просеиванием на лабораторных ситах. Для проведения исследований отбирали средние по гранулометрическому составу фракции гороховой и люпиновой муки, полученные проходом сита № 21 и сходом с сита № 35 (21/35), относительно однородные по размеру частиц (в среднем 200–220 мкм).

Для сравнения использовали образцы муки пшеничной высшего сорта М54-28 (по СТБ 1666, ОАО «Лидахлебопродукт», Беларусь) и гороховой муки «Гарнец» (по ТУ 9293-009-89751414-10, ООО «Гарнец», Россия).

Запах, цвет, вкус и минеральную примесь в образцах муки определяли в соответствии с ГОСТ 27558.

Для анализа химического состава зерна и муки проводили отбор проб семян по ГОСТ 13586.3; отбор проб муки – по ГОСТ 27668. Влажность семян определяли по ГОСТ 13586.5; влажность муки – по ГОСТ 9404; зольность зерна – по ГОСТ 10847; золь-

ность муки – по ГОСТ 27494; массовую доли белка – методом Кьельдаля по ГОСТ 10846; жира – по ГОСТ 29033; крахмала – методом Эверса по ГОСТ 10845; сырой клетчатки – по ГОСТ 31675; общих и редуцирующих сахаров – перманганатным методом по ГОСТ 8756.13.

Содержание каротиноидов определяли экстракцией органического растворителя. Для этого навеску массой 5 г помещали в колбу Эрленмейера и заливали 25 мл ацетона. Экстракцию проводили при температуре 40 °С в течение 40 минут. Количество каротиноидов определяли на приборе ФЭК-56. Контролем служил 0,0036 %-ный водяной раствор бихромкалия.

При оценке физико-химических и функциональных свойств муки измеряли кислотность по ГОСТ 27493; автолитическую активность (АА) – по ГОСТ 27495; показатель седиментации (СО) – по методу Зелени ГОСТ 30043; щелочеудерживающую способность (ЩУС) – модифицированным методом Ямазаки [39]. Водоудерживающую способность (ВУС), жиросвязывающую способность (ЖСС), эмульсионную активность (ЭА) определяли методом центрифугирования образцов в смеси с водой или маслом (метод Каура и Сингха) [24].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Технологическую ценность муки характеризовали по органолептическим показателям, химическому составу, физико-химическим и функциональным свойствам.

Внешний вид и цвет всех исследуемых образцов муки показан на рис. 1.



**Рис. 1.** Внешний вид исследуемых образцов муки

**Fig. 1.** Appearance of the flour samples under study

Как видно из рис. 1, по внешнему виду образцы зернобобовой муки заметно темнее пшеничной, что связано с присутствием оболочечных частиц и красящих пигментов (каротиноидов). Следует отметить, что для экструдированных образцов характерен цвет с менее интенсивной желтизной, причем у муки из шелушенных семян – более светлых оттенков.

Запах характеризовали как свойственный каждому виду муки, без посторонних оттенков, не затхлый, не плесневелый; вкус – также свойственный, у бобовой муки – слегка кисловатый, не горький; у экструдированных образцов отмечен слабовыраженный бобовый запах и привкус. При разжевывании хруст от минеральной примеси отсутствовал.

Таким образом, за счет шелушения и экструдирования семян может быть достигнуто некоторое улучшение сенсорных характеристик гороховой и люпиновой муки, но при этом происходит изменение каротиноидного статуса (табл. 1).

**Табл. 1.** Изменение каротиноидного статуса семян гороха и люпина в процессе шелушения и экструдирования

**Table 1.** Changes in the carotenoid status of pea and lupine seeds during peeling and extrusion

Степень обработки семян	Содержание каротиноидов, мг/кг	
	Горох Миллениум	Люпин Ян
Нешелушенные	5,38 ± 0,24	3,84 ± 0,08
Шелушенные	5,72 ± 0,18	4,96 ± 0,12
Экструдированные	3,47 ± 0,13	3,30 ± 0,06

Анализ результатов, представленных в табл. 1, показал, что содержание каротиноидов в нешелушенных семенах гороха Миллениум было чуть ниже литературных значений [40], при этом более высокое содержание красящих пигментов выявлено для образцов, выращенных в Минской области. У нешелушенных семян люпина сорта Ян доля каротиноидов не зависела от зоны произрастания и соответствовала литературным данным [41]. Количество каротиноидов после шелушения увеличилось за счет количественного перераспределения между семядолями и удаляемыми оболочками. Экструдирование, как и другие способы термообработки, привело к снижению каротиноидного статуса шелушенных семян гороха в 1,65 раза, люпина – в 1,50 раза.

Результаты определения других химических составляющих экструдированных образцов бобовой муки в сравнении с мукой пшеничной высшего сорта и мукой гороховой «Гарнец» представлены в табл. 2.

**Табл. 2.** Химический состав муки, %

**Table 2.** Chemical composition of flour, %

Вид муки	Вода	Белок	Жир	Углеводы			Зола	Прочее
				Крахмал и декстрины	Сахара	Клетчатка		
Пшеничная высшего сорта	12,4	10,0	1,1	69,0	0,20	0,50	0,55	6,25
Гороховая «Гарнец»	10,8	21,0	2,0	50,0	3,4	3,01	2,60	7,19
Экструдированная								
- из нешелушеного гороха	9,4	23,8	0,8	46,0	7,0	4,23	3,22	5,55
- из шелушеного гороха	9,0	22,3	1,0	49,0	8,0	3,88	3,35	3,47
- из нешелушеного люпина	9,4	22,4	6,5	9,4	20,5	5,24	3,63	22,93
- из шелушеного люпина	9,0	26,3	7,6	9,0	21,5	5,19	3,85	17,56

Как видно из табл. 2, по химическому составу все изучаемые образцы зернобобовой муки отличались от муки пшеничной более низким содержанием влаги и крахмала, но превосходили ее по количеству белка, сахаров, клетчатки и минеральных веществ, что очередной раз подтверждает высокую пищевую ценность бобовых культур, отмечаемую в научно-технической литературе [4–7, 12, 14–16, 30, 41].

Для муки из семян гороха белорусской селекции, полученной в лабораторных условиях, при сравнении с гороховой мукой «Гарнец» (Россия), произведенной промышленным способом, можно отметить более низкую влажность, меньшее содержание жира и клетчатки, что можно объяснить особенностями химического состава и технологии переработки семян [26].

Сравнение химического состава образцов муки из шелушенных и нешелушенных семян бобовых (табл. 2) показало незначительные отличия. Вместе с тем в муке из шелушеного гороха выявлено немного больше жира, крахмала и декстринов, простых сахаров и золы, в то время как в муке из нешелушеного гороха – выше содержание белка и клетчатки. В муке из шелушеного

люпина по сравнению с мукой из нешелушенных семян отмечено увеличенное содержание белка, жира, сахаров и золы, но пониженное количество крахмала и клетчатки. Выявленные отличия между шелушеными и нешелушеными образцами в пределах каждого вида бобовой муки обусловлены особенностями распределения химических веществ в оболочках и семядолях гороха и люпина [15, 20], а также воздействием экструдирования [26–28, 37–39].

Влияние шелушения и тепловой экструзии можно проследить при сравнительном анализе химического состава экструдированной муки (табл. 2) и исходного сырья – семян гороха и люпина до шелушения и тепловой обработки (рис. 2).

По результатам изучения химического состава нешелушенных семян гороха сорта Миллениум и люпина сорта Ян отмечено, что содержание белковых веществ, жира, крахмала, сахаров, клетчатки и золы в них соответствовало средним значениям, приведенным для этих культур в научно-технической литературе [1–8, 14–16, 30].

Как видно из данных табл. 2 и рис. 2, процессы шелушения и экструдирования повлияли на химические составляющие гороха и люпина. В гороховой муке доля клетчатки уменьшилась вдвое, содержание крахмала снизилось на 3–6 %, количество сахаров возросло на 2–3 %, количество протеина, жира и золы существенно не изменилось. Более глубокие изменения произошли после в белковом, углеводном и липидном комплексах люпиновой муки: содержание протеинов уменьшилось на 5–9 %, крахмала – в 2,5 раза, клетчатки – втрое; в 3 раза возросла доля сахаров, а доля жира увеличилась в 1,6–1,7 раза, вероятно, из-за разрыва стенок жировых клеток. В целом в результате шелушения семян улучшилась питательность муки за счет снижения доли неусвояемых углеводов, что подтверждается литературными данными [15, 26–28], а экструдирование привело к увеличению доли сахаров и жира в муке.

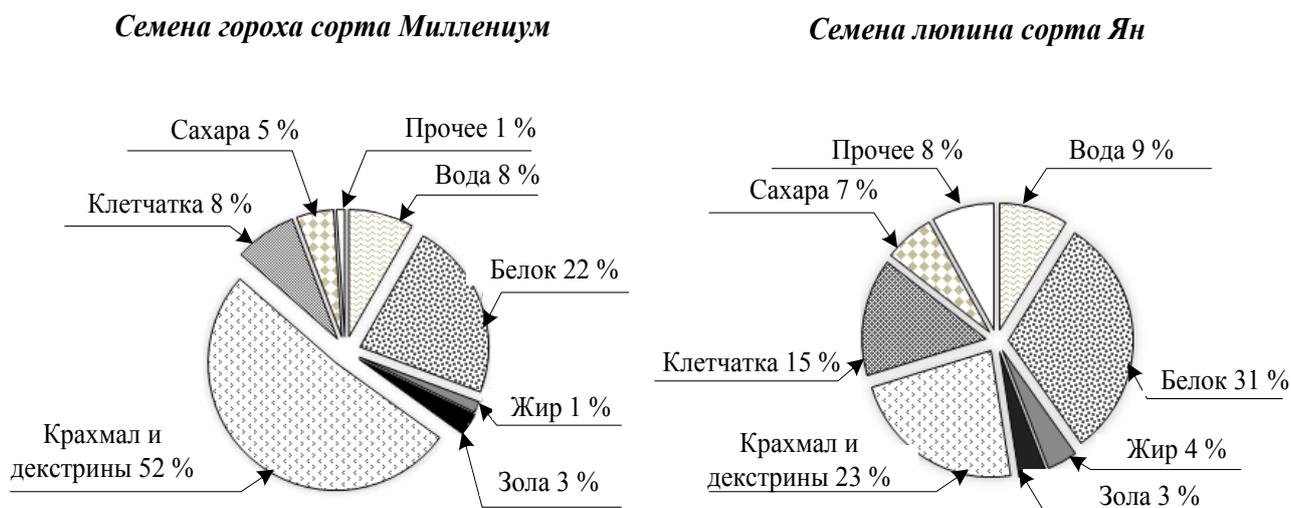


Рис. 2. Химический состав семян зернобобовых культур белорусской селекции

Fig. 2. Chemical composition of seeds of leguminous crops of Belarusian selection

Для оценки перспектив использования экструдированной бобовой муки технологический интерес представляло изучение ее физико-химических и функциональных свойств (табл. 3.).

Из данных табл. 3 видно, что кислотность экструдированной гороховой и люпиновой муки в 7–8 раз превышала значение этого показателя для муки пшеничной высшего сорта и примерно в 1,5 раза – для муки гороховой муки «Гарнец». Повышенная кислотность зернобобовой муки обусловлена более высоким содержанием водорастворимого белка и жиров [42, 43], а процесс экструдирования способствовал их частичному гидролизу до аминокислот и жирных кислот. В то же время шелушение семян существенно не сказалось на значении этого показателя.

**Табл. 3.** Физико-химические и функциональные свойства зернобобовой и пшеничной муки  
**Table 3.** Psychochemical and functional properties of pulse and wheat flour

Показатель	Вид муки					
	ПВс	ГхГарнец	ГЭН	ГЭШ	ЛЭН	ЛЭШ
Кислотность, градус	2,9 ± 0,1	15,6 ± 0,1	22,2 ± 0,1	21,4 ± 0,1	24,5 ± 0,1	24,7 ± 0,1
Автолитическая активность, %	29 ± 3	44 ± 2	44 ± 5	44 ± 3	44 ± 3	44 ± 4
Седиментационный осадок, мл	30,0 ± 2,5	66,1 ± 2,1	53,8 ± 2,4	57,3 ± 2,5	56,0 ± 2,6	53,1 ± 2,5
Щелочеудерживающая способность, %	47 ± 5	66 ± 7	159 ± 8	138 ± 5	129 ± 7	186 ± 5
Водоудерживающая способность, г/г	1,02 ± 0,15	1,77 ± 0,06	2,04 ± 0,12	1,91 ± 0,05	2,43 ± 0,09	2,50 ± 0,10
Жиросвязывающая способность, г/г	2,16 ± 0,02	2,23 ± 0,11	2,20 ± 0,09	2,10 ± 0,04	1,95 ± 0,05	2,22 ± 0,07
Эмульсионная активность, %	45 ± 1	58 ± 1	71 ± 1	67 ± 1	66 ± 2	75 ± 1

Увеличенная кислотность экструдированной бобовой муки в сочетании с достаточно высоким уровнем сахаров (табл. 2) может повлиять на скорость кислотонакопления при брожении теста, и предпочтительными будут ускоренные способы тестоприготовления.

Автолитическая активность (АА) связана с переходом части сухих веществ в водорастворимое состояние под действием всех ферментов муки при прогреве водомучной среды [43]. Все образцы бобовой муки за счет тепловой экструзии семян и возможной при этом инактивации ферментов показали относительно невысокий уровень АА, в 1,5 раза выше, чем у муки пшеничной (табл. 3), и близкий к муке ржаной [43], что предопределяет возможность их использования в рецептурах ржаных и ржано-пшеничных сортов хлеба.

Показатели седиментационного осадка (СО) и щелочеудерживающей способности (ЩУС) косвенно характеризуют количество белка и качество белкового комплекса [39] и важны при оценке качества муки как сырья для хлебопекарных и кондитерских изделий. СО контрольного образца пшеничной муки соответствовал средней по силе муке, что обусловлено присутствием водонерастворимых белков, образующих клейковину. Повышенные значения седиментации и ЩУС бобовой муки по сравнению с мукой пшеничной (табл. 3) хорошо соотносятся с более высоким содержанием в них белковых веществ (табл. 2). Из образцов бобовой муки клейковина не отмывалась, но уровень СО позволяет судить о присутствии в ней водонерастворимых (но не образующих клейковину) фракций белка. Более высокие значения ЩУС отмечены у гороховой муки из нешелушенных семян, а у люпиновой – из шелушенных.

Водоудерживающая способность (ВУС) связана с гидрофильностью белка и полисахаридов, а также указывает на целостность крахмала – аморфная часть крахмала поглощает воды значительно больше, чем нативная [24]. По литературным данным [24, 26–28] значения ВУС сильно отличаются (от 0,95 до 3,88 г/г) в зависимости от вида бобовой муки, региона произрастания семян и режимов их обработки. По данным табл. 3 у всех экструдированных образцов выявлены достаточно высокие значения ВУС, что свидетельствует о благоприятном влиянии выбранного способа тепловой обработки на технологические свойства получаемой бобовой муки.

По уровню ВУС бобовая мука превосходила пшеничную, максимальное значение ВУС наблюдалось у люпиновой муки. По влиянию шелушения семян более высокие значения ВУС выявлены у гороховой муки из цельных семян, а у люпиновой – из шелушенных. Знание уровня ВУС экструдированной бобовой муки позволит получать больший выход теста и готовых изделий, что весьма важно для производства [44].

По данным некоторых исследований [24] жиросвязывающая способность (ЖСС) бобовых

варьирует от 0,93 до 1,38 г/г и зависит от размера частиц муки, капиллярного взаимодействия, содержания крахмала и, особенно, гидрофобных белков. Некоторыми исследователями [26] отмечается снижение ЖСС люпиновой муки после экструзии. Однако, у всех изучаемых образцов муки (табл. 3) значения ЖСС почти вдвое превышали литературные данные, что, возможно, связано как с выбранными режимами экструдирования и со степенью измельчения муки, так и с видовыми и сортовыми особенностями углеводного и белкового комплексов бобовой муки. Выявлено, что шелушение семян при получении люпиновой и гороховой муки не оказывало заметного влияния на уровень ЖСС.

Эмульсионная активность (ЭА) отражает способность белков поглощать поверхность раздела между жирами и водой и образовывать стойкие эмульсии. Этот показатель напрямую зависит от содержания нерастворимых белков и в меньшей степени связан с долей крахмала и жира в бобовой муке [24]. Клетчатка, входящая в состав оболочки бобовых, также является эмульгатором и стабилизатором [8]. В литературных данных встречаются значения ЭА для фасоли [36, 40] и люпиновой муки [11]. Полученные нами значения ЭА для гороховой и люпиновой муки (табл. 3) хорошо соотносятся с результатами исследования химического состава (табл. 2) и уровнем ЩУС, тоже связанным с присутствием нерастворимых белков. Для всех образцов бобовой муки, в том числе и экструдированных, отмечены более высокие значения ЭА по сравнению с пшеничной мукой, что может быть связано с различным соотношением белка к крахмалу и другим компонентам муки. Влияние шелушения на ЭА оказалось неоднозначным, хотя значения этого показателя у образцов бобовой муки из шелушенных и нешелушенных семян отличаются несущественно. Анализ уровня ЖСС и ЭА экструдированной бобовой муки позволяет обосновать ее применение в пищевых продуктах с высоким содержанием жира.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Анализ сенсорных характеристик, химического состава и функциональных свойств муки из экструдированных семян гороха Миллениум и люпина Ян показал ее достаточно высокую технологическую ценность для использования в пищевых продуктах.

Отмечено, что шелушение семян позволяет получить муку, более питательную по содержанию жира, сахаров, золы и белка (для люпина), но не оказывает существенного влияния на ее технологические свойства. Исключение стадии шелушения из технологического процесса позволит упростить и удешевить процесс получения бобовой муки, повысить ее пищевую ценность за счет более высокого содержания клетчатки.

Выявлено, что экструдирование семян гороха и люпина белорусской селекции способствует улучшению органолептических свойств бобовой муки и изменению ее химического состава в направлении повышения доли легкоусвояемых углеводов. Экструдированная мука как из нешелушенных, так и шелушенных семян обладает более высокими значениями кислотности, седиментации, водо- и щелочеудерживающей способности, жиросвязывающей способности и эмульсионной активности по сравнению с пшеничной мукой.

По органолептическим, физико-химическим и технологическим свойствам в совокупности на данном этапе исследований оба вида экструдированной муки примерно равнозначны, при этом гороховая предпочтительнее по содержанию крахмала, меньшей кислотности и зольности, а люпиновая – по количеству белка, сахаров, клетчатки и повышенной водоудерживающей способности.

Использование экструдированной зернобобовой муки рекомендуется для получения хлебобулочных и мучных кондитерских изделий.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Статья написана в рамках выполнения НИР по ГЗ 21–11 «Создание научно-методологических основ переработки зернобобовых культур белорусской селекции для получения мучных изделий» ГПНИ «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность» 5.3, финансируемой Министерством образования Республики Беларусь.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Скурихин, И. М. Химический состав пищевых продуктов: в 2 т. / И. М. Скурихин, М. Н. Волгарев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 2 т.; 600 с.
- 2 Посыпанов, Г. С. Растениеводство / под ред Г. С. Посыпанова. – М.: КолосС, 2007. – 122 с.
- 3 Казаков, Е. Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Е. Д. Казаков. – М.: Агропромиздат, 1989. – 368 с.
- 4 Сериккызы, М. С. Изучение пищевых и химических составов бобовых продуктов: горох, фасоль, соя / М. С. Сериккызы, К. Кызыр // Инновации в науке. – 2016. – № 7(56). – С. 110–114.
- 5 Рукшан, Л. В. Зернобобовые культуры Республики Беларусь – горох / Л. В. Рукшан, Е. С. Новожилова // АРКNews. – 2019. – № 11(22). – С. 32–35.
- 6 Рукшан, Л. В. Зернобобовые культуры Республики Беларусь – люпин / Л. В. Рукшан, Е. С. Новожилова, Д. А. Кудин // АРКnews. – 2020. – № 24(1–2). – С. 50–53.
- 7 Агафонова, С. В. Оценка биологической ценности белков люпина и перспектив его использования в пищевой промышленности / С. В. Агафонова, А. И. Рыков, О. Я. Мезенова // Вестник Международной академии хлеба. – 2019. – № 2. – С. 79–85.
- 8 Руцкая, В. И. Опыт использования люпина и продуктов его переработки в пищевой промышленности / В. И. Руцкая, Н. В. Гапонов // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 17. – С. 83–89.
- 9 Ямашев, Т. А. Исследование структурно-механических свойств теста из смеси пшеничной и гороховой муки с применением альвеографа / Т. А. Ямашев // Вестник Казанского технологического университета, – 2012. – Т. 15. – С. 112–114. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-strukturno-mehanicheskikh-svoystv-testa-iz-smesi-pshenichnoy-i-gorohovoy-muki-s-primeneniem-alveografa> (дата обращения: 14.04.2022).
- 10 Государственный реестр сортов / Отв. ред. В. А. Бейня. – Минск, 2021. – 276 с.
- 11 Труфанова, Ю. Н. Применение люпиновой муки и лактулозы в технологии песочного полуфабриката для диетического профилактического питания // Ю. Н. Труфанова, И. М. Жаркова, М. В. Ткач // Хлебопечение России. – 2017. – № 4. – С. 25–28.
- 12 Рукшан, Л. В. Технологические свойства семян зернобобовых культур как сырья для мучных кондитерских изделий / Л. В. Рукшан, Е. С. Новожилова, Д. А. Кудин // Вестник МГУП. – 2017. – № 2(23). – С. 38–43.
- 13 Буянкин, Н. И. Люпин на корм и сидерат в Калининградской области: монография / Н. И. Буянкин, А. Г. Красноперов, З. Н. Федорова. – Калининград, 2018. – 148 с.
- 14 Tomczak, A. Blue lupine seeds protein content and amino acids composition / A. Tomczak [et al.] // Plant Soil. Environ, 2018, Vol. 64, no 4, P. 147–155. DOI: <https://doi.org/10.17221/690/2017-PSE>.
- 15 Khalid, I. I. Amino acid composition and physicochemical properties of bitter lupine (*Lupinus termis*) seed flour / I. I. Khalid1, S. B. Elhardallou, A. A. Gobouri // Orient. J. Chem. 2016, Vol. 32 (6), P. 3175–3182. DOI: <http://dx.doi.org/10.13005/ojc/320640>.
- 16 Kefale, B. Sweet lupine recipe development and nutritional content at Holeta, Ethiopia / B. Kefale, E. Abrha // J. Food Sci. Nutr. 2018. 4 (1): 009–011. DOI: <http://dx.doi.org/10.17352/jfsnt.000014>.
- 17 Мельников, Е. Продукты быстрого приготовления из гороха / Е. Мельников, О. Носикова // Хлебопродукты. – 2008. – № 10. – С. 60–61.
- 18 Хрулев, А. А. Тенденции развития и экономические аспекты производства горохового протеина / А. А. Хрулев, Н. А. Бесчетникова, И. А. Федотов // Пищевая промышленность. – 2016. – № 4. – С. 24–29.
- 19 Нелюбина, Е. В. Разработка технологии изготовления хлеба на основе продукта ферментированного горохового безглютенового / Е. В. Нелюбина [и др.] // Пищевая промышленность. – 2019. – № 4. – С. 71–72.
- 20 Мусина, О. Н. Рациональная схема получения зернобобового компонента для использования в мучной отрасли / О. Н. Мусина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 10. – С. 60–61.
- 21 Каталог генетических ресурсов зерновых, зернобобовых, крупяных, масличных и кормовых культур 2016–2020 гг. / Ф. И. Привалов [и др.]; РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2020. – 548 с.
- 22 Малышкина, Ю. С. Создание и оценка исходного материала возделываемых видов люпина (*Lupinus L.*) для селекции на скороспелость, продуктивность и антракнозостойчивость: автореферат дис. ... канд. с.-х. наук по спец. 06.01.05 – селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений / Ю. С. Малышкина; науч. рук. работы Е. В. Равков: УО «Белорусская государственная орден Октябрьской Революции и Трудового Красного знамени сельскохозяйственная академия». – Горки: БГСА, 2021. – 26 с.

- 23 Пашкевич, П. А. Создание исходного материала для селекции детерминантных сортов гороха посевного (*Pisum sativum* L.): автореферат дис. ... канд. сельскохозяйств. наук по спец. 06.01.05 – селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений / П. А. Пашкевич; Национальная академия наук Беларуси, РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Жодино, 2019. – 24 с. URL: <http://dep.nlb.by/jspui/handle/nlb/55491>.
- 24 Физико-химические и функциональные свойства цельнозерновой муки [Электронный ресурс] / Ш. Ду [et al.] – Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643813002077> – Дата доступа: 21.01.2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.06.001>.
- 25 Берлогин, В. И. Функциональные свойства натуральной текстурированной муки из зерновых и зернобобовых культур и ее применение в производстве продуктов питания / В. И. Берлогин // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. 2001. – № 1. – С. 28–29.
- 26 Naumann, S. Effects of extrusion processing on the physicochemical and functional properties of lupin kernel fibre / S. Naumann [et al.] // *Food Hydrocolloids*, Volume 111, February 2021, 106222. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODHYD.2020.106222>.
- 27 Zhong, L. Extrusion cooking increases soluble dietary fibre of lupin seed coat / L. Zhong [et al.] // *LWT*, Vol. 99, January 2019, Pages 547–554. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.10.018>.
- 28 Zhong, L. Multi-response surface optimisation of extrusion cooking to increase soluble dietary fibre and polyphenols in lupin seed coat // L. Zhong [et al.] // *LWT*, Vol. 140, April 2021, 110767. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110767>.
- 29 Пономарев, С. Г. Гороховая мука как источник обогащения кондитерских изделий [Электронный ресурс] / С. Г. Пономарев // Электронный журнал Cloud of Science. – 2013. – № 2. – Режим доступа: <http://cloudofscience.ru> – Режим доступа: 09.12.2021.
- 30 Булгакова, Я. С. *Lupinus* spp. как основа органического производства и продовольственной безопасности стран Евразийского экономического союза / Я. С. Булгакова // От биопродуктов к биоэкономике: материалы II Межрегиональной научно-практической конференции (с международным участием), 12–13 апреля 2018 г.; под ред. А. Н. Лукьянова; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул: АлтГТУ, 2018. – С. 23–28.
- 31 Зверев, С. В. Белый люпин: обрушение и термообработка зерна / С. В. Зверев [и др.] – М.: ООО «Сам Полиграфист», 2019. – 128 с.
- 32 Манеева, Э. Ш. Влияние способов обработки зерна на его питательность / Э. Ш. Манеева, С. А. Мирошников // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – № 6. – С. 214–217. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyaniye-sposobov-obrabotki-zerna-na-ego-pitatelnost>. Дата доступа: 23.04.2022.
- 33 Корячкина, С.Я. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки для хлебобулочных и кондитерских изделий / С. Я. Корячкина, Т. В. Матвеева. – СПб: ГИОРД, 2013. – 528 с.
- 34 Tanger, C. Pea protein microparticulation using extrusion cooking: Influence of extrusion parameters and drying on microparticle characteristics and sensory by application in a model milk dessert / C. Tanger [et al.] // *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, Vol. 74, December 2021, 102851. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102851>.
- 35 Цифры и факты / [webticiprom.ru](http://webticiprom.ru) // Комбикорма. – 2014. – № 6. – С. 41–46.
- 36 Рукшан, Л. В. Оценка технологических свойств муки из фасоли отдельных сортов применительно к технологии мучных кондитерских изделий / Л. В. Рукшан, Е. С. Новожилова // Вестник МГУП. – 2019. – № 1(26). – С.11–23.
- 37 Агурков, А. Ю. Исследование возможности получения экструдированных продуктов из белорусских сортов люпина / А. Ю. Агурков, С. В. Равусова, Л. В. Рукшан // Проблемы формування здорового способу життя у молоді: Збірник матеріалів XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів з міжнародною участю «Проблеми формування здорового способу життя у молоді», 7–9 октября 2021 г., г. Одеса, Міністерство освіти і науки України. – Одеса: ОНАХТ, 2021. – 308 с. – С. 155.
- 38 Технология экструдирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.zhivkorm.by/tehnologiya-ekstrudirovaniya/>. – Дата доступа: 12.08.2021.
- 39 Василенко, И. И. Оценка качества зерна / И. И. Василенко, В. И. Комаров. – М.: Агропромиздат, 1987. – 207 с.
- 40 Романова, Х. С. Разработка технологии фасолевого матрикса и функциональных продуктов на его основе: дис. ... канд. сельскохозяйств. наук по спец. 05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания / Х. С. Романова. // ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова». – Саратов, 2019. – 166 с.
- 41 Пашенко, Л. П. Семена люпина – перспективный белковый обогатитель продуктов питания / Л. П. Пашенко, И. П. Черных, В. Л. Пашенко // Современные наукоемкие технологии. – 2006. – № 6. – С. 54–54; URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=22854>. Дата доступа: 13.04.2022.
- 42 Шаршунов, В. А. Технология и оборудование для производства мучных кондитерских изделий: пособие / В. А. Шаршунов [и др.]. – Минск: Мисанта, 2015. – 991 с.
- 43 Пучкова, Л. И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 264 с.

44 Шелепина, Н. В. Использование продуктов переработки зерна гороха в пищевых технологиях / Н. В. Шелепина // Известия Вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2016. – Том 6. – № 4. – С. 110–118.

*Поступила в редакцию 16.05.2022 г.*

**ОБ АВТОРАХ:**

**Елена Сергеевна Новожилова**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии хлебопродуктов учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» (БГУТ), e-mail: [novojilova@bgut.by](mailto:novojilova@bgut.by).

**Людмила Викторовна Рукшан**, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры технологии хлебопродуктов учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» (БГУТ), e-mail: [rukshanl@bgut.by](mailto:rukshanl@bgut.by).

**Жанна Викторовна Кошак**, кандидат технических наук, доцент, заведующая лабораторией кормов РУП «НИИ рыбного хозяйства» НАН Беларуси, E-mail: [koshak.zn@Gmail.com](mailto:koshak.zn@Gmail.com)

**Алексей Юрьевич Агурков**, магистрант кафедры технологии хлебопродуктов учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» (БГУТ), e-mail: [lex253188@mail.ru](mailto:lex253188@mail.ru)

**ABOUT AUTHORS:**

**Alena S. Navazhylava**, PhD (Engineering), Associate Professor of the Department of Grain Products Technology, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: [novojilova@bgut.by](mailto:novojilova@bgut.by).

**Liudmila V. Rukshan**, PhD (Engineering), Associate Professor, Professor of the Department of Grain Products Technology, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: [rukshanl@bgut.by](mailto:rukshanl@bgut.by).

**Zhanna V. Koshak**, PhD (Engineering), Associate Professor, Head of the Laboratory of Feeds of RUE «Fish Industry Institute» of the National Academy of Sciences of Belarus, e-mail: [koshak.zn@Gmail.com](mailto:koshak.zn@Gmail.com).

**Alexey Yu. Agurkov**, Master's Degree student, the Department of Grain Products Technology, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: [lex253188@mail.ru](mailto:lex253188@mail.ru).

УДК 641.522.9 : 636.085.5 : 664.76 : 664.86

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ПОТРЕБИТЕЛЬСКАЯ ОЦЕНКА КОНСЕРВИРОВАННОГО ПРОДУКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА И ЭКСТРАКТА СОЛОДОВОГО

*М. Л. Микулинич, Н. А. Гузикова*

*Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,  
Республика Беларусь*

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Актуальным является использование пророщенного зерна в консервной отрасли. Это позволит повысить степень удовлетворения населения продуктами здорового питания и эффективность использования отечественного зернового сырья. Научная задача – обосновать технологию получения нового консервированного продукта с использованием пророщенного зерна в заливке экстракта солодового или полисолодового вязкого.

**Материалы и методы.** Консервированные продукты с использованием проросшего зерна пшеницы (*Triticum aestivum L.*) и овса голозерного (*Avena sativa*). Солодовый (ПУП «Полоцкие напитки и концентраты») и полисолодовые экстракты лабораторного изготовления. Стандартные физико-химические и химические методы анализа, дескрипторно-профильный метод моделирования потребительских свойств. Биологическая ценность белковых компонентов – по Н. Н. Липатову и А. И. Рогову.

**Результаты.** Максимальное содержание витаминов В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> – 0,19–0,44 мг/100 г, минеральных веществ (Zn, Cu, Fe) – 0,45–9,60 мг/100 г и достаточно высокая биологическая ценность белка – 58–73 % достигнуты при воздушно-водяном замачивании зерна при температуре 13 °С – 15 °С продолжительностью 24–32 часа до достижения влажности 45,0 %, проращивание при температуре 16–18 °С продолжительностью от 2 до 3 суток (в зависимости от зернового сырья); бланширование при температуре 85 °С в течение 30 мин; соотношение ингредиентов в консервированном продукте с использованием пророщенного овса голозерного – 50 % зерна и 50 % экстракта солодового, пророщенной пшеницы – 40 % зерна и 60 % экстракта солодового или полисолодового вязкого. На органолептические показатели, биохимический состав и срок годности существенно влияет качественный и количественный ингредиентный состав консервированного продукта.

**Выводы.** Возможно использование экстракта солодового и полисолодового в качестве заливки для консервирования пророщенного зерна при обоснованных технологических параметрах. Выявлена необходимость в изучении физико-химических и биохимических процессов, происходящих при консервировании зерна экстрактом солодовым и проведении более глубоких исследований в оценке сроков годности нового продукта.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *продукт консервированный; пророщенное зерно; солодовый экстракт; технологические параметры; ингредиентный состав; сенсорный анализ; потребительские свойства.*

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Микулинич, М. Л. Технологические аспекты получения и потребительская оценка консервированного продукта с использованием пророщенного зерна и экстракта солодового / М. Л. Микулинич, Н. А. Гузикова // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 1(32). – С. 74–91.

## TECHNOLOGICAL ASPECTS OF PRODUCTION AND CONSUMER EVALUATION OF CANNED FOODS WITH SPROUTED GRAIN AND MALT EXTRACT

*M. L. Mikulinich, N. A. Guzikova*

*Belarusian State University of Food and Chemical Technologies,  
Republic of Belarus*

**Abstract:**

**Introduction.** The use of sprouted grains in canning industry is of current importance. It will increase customer satisfaction with healthy food and the efficiency of using domestic cereal raw materials. The scientific task is to prove the technology of manufacturing a new canned product using sprouted grain in malt or viscous polymalt extract media.

**Materials and methods.** Canned foods with sprouted wheat grains (*Triticum aestivum* L.) and bare-grained oats (*Avena sativa*). Malt (PUE "Polotsk Drinks and Concentrates") and polymalt extracts produced in laboratory environment. Standard methods of physicochemical and chemical analysis, descriptor-profile method of modeling consumer properties. Biological value of protein components by N. N. Lipatov and A. I. Rogov's method.

**Results.** Maximum content of vitamins B<sub>1</sub> and B<sub>2</sub> – 0,19–0,44 mg/100 g, mineral substances (Zn, Cu, Fe) – 0,45–9,60 mg/100 g and sufficiently high biological value of protein – 58–73 % was achieved in air-water soaking of grain at a temperature of 13–15 °C for 24–32 hours until humidity reached 45,0 %, sprouting at a temperature of 16–18 °C for 2 to 3 days (depending on cereal raw materials); blanching at 85 °C for 30 minutes; ratio of ingredients in canned foods with sprouted bare-grained oats – 50 % of grain and 50 % of malt extract, sprouted wheat – 40 % of grain and 60 % of malt or viscous polymalt extract. Organoleptic properties, biochemical composition and shelf life are significantly influenced by the qualitative and quantitative ingredient composition of canned foods.

**Conclusions.** Malt and polymalt extracts can be used as media for canning sprouted grain under appropriate process conditions. The need to study the physicochemical and biochemical processes occurring in canning of grain with malt extract and conducting in-depth studies to assess shelf life of the new product has been identified.

**KEY WORDS:** *canned foods; sprouted grain; malt extract; technological process parameters; ingredient composition; sensory analysis; consumer properties.*

**FOR CITATION:** Mikulinich, M. L. Technological aspects of production and consumer evaluation of a canned foods with sprouted grain and malt extract / M. L. Mikulinich, N. A. Guzikova // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2022. – №. 1(32). – P. 74–91 (in Russian).

**ВВЕДЕНИЕ**

В последние десятилетия государство делает акцент на здоровое питание, которое исключало бы пищевые добавки синтетического происхождения в составе продуктов, повышало пищевую ценность продукции за счет присутствия необходимых минорных веществ и понижало калорийность продукции. Это приводит научное сообщество к поиску инновационных технологий и использованию в технологиях пищевых продуктов и кулинарной продукции натуральных ингредиентов, таких как пророщенное зерно<sup>1</sup> [1–5].

Известно, что пророщенные семена зерновых культур являются сбалансированно богатым источником витаминов, макро- и микроэлементов, полисахаридов, аминокислот и ферментов естественного происхождения, что в совокупности будет способствовать повышению иммунитета и нормализации кислотно-щелочного баланса организма человека. Вместе с тем существует проблема в сохранении свойств пророщенного зерна, т.к. оно хранится от 6 часов до 2 суток и росток или увядает, или появляется посторонняя микрофлора, что сказывается на потребительских свойствах «зеленого» солода.

Исследованиями консервирования пророщенного зерна занимались ученые Марийского государственного университета (РФ), Московского государственного университета пищевых производств (РФ), сотрудники научно-практического центра «Росток» (РБ, БГУТ), ООО

<sup>1</sup> Шаскольская, Н. Д. Использование пророщенных семян и изделий из них в качестве оздоровительных продуктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – <https://hari-katha.org/svetik/articles/solod.htm>. – Дата доступа: 09.05.2022.

«Инновационные технологии» (РБ), сотрудники ГП «Белтехнохлеб» НПЦ «НАН Беларуси по продовольствию» (РБ) и др. Данные исследования связаны с физическими (радиационно-конвективная сушка, лиофильная сушка, сушка инфракрасным излучением и др.) [2, 6–8], физико-химическими (заливка в виде раствора сахара и соли) [9] и химическими (в качестве консерванта используется молочная и уксусная кислота)<sup>1</sup> способами консервирования, предусматривающими дальнейшее применение консервированного полуфабриката в технологии пищевых продуктов.

Авторами данной статьи предлагается в качестве «консерванта» использовать экстракт солодовый или полисолодовый вязкий. Бурмагиной Т. Ю. [10] доказано, что экстракт солодовый вязкий в технологии концентрированных молочных консервов оказывают консервирующий эффект при замене сахара в рецептурах. В исследованиях установлено, что наибольшей консервирующей способностью обладают моно- и дисахара в ряду: фруктоза, глюкоза, сахароза, мальтоза, которых содержится в экстракте, в совокупности, более 70 %; наименьшей – полисахариды (мальтодекстрин). Помимо консервирующего эффекта экстракт солодовый обладает богатым биохимическим составом [11], что позволит использовать его в технологии консервированного продукта в качестве функционального пищевого ингредиента, а полученный продукт использовать не только как полуфабрикат в технологиях пищевых продуктов – хлебопекарной, молочной промышленности или для приготовления блюд в общественном питании, но и как самостоятельный продукт, обладающий функциональными свойствами.

Технологические аспекты получения нового продукта включают солодоращение, бланширование, смешивание ингредиентов и пастеризацию.

Оптимальные технологические параметры замачивания и проращивания устанавливаются в зависимости от вида, сорта зернового сырья и дальнейшего его применения. В солодовенной промышленности проращивание следует вести таким образом, чтобы ростки развивались и росли равномерно у всех зерен до достижения длины  $2/3-1$  длины зерна<sup>2</sup> (примерно 3–5 мм). При таком размере они накапливают достаточное количество гидролитических групп ферментов, с помощью которых на стадии затирания достигается полное растворение всех его резервных веществ, а также под влиянием которых еще при проращивании часть сложных веществ зерна превращается в мальтозу, глюкозу, мальтодекстрины, пептиды, аминокислоты и др. Однако стоит учитывать и пищевую ценность пророщенного зерна, в т. ч. содержание природных антиоксидантов<sup>3-4</sup>. Имеются данные [1, 9, 12–14] о том, что проращивание зерна, используемого в рецептурах пищевых продуктов или при его консервировании, целесообразно проводить до достижения длины ростка 1–3 мм. Вместе с тем имеются исследования [15] по изучению антиоксидантного статуса зерна, свидетельствующего о том, что максимальное значение природных антиоксидантов приходится на 5–7-е сутки проращивания при длине зародышевого ростка более 3 мм. В то же время отмечено, что ростки зерна (от 3 до 10 мм) или их сок содержат ряд полезных веществ и также применяются в технологиях пищевых продуктов [16].

По данным [17–18] определение «пророщенное зерно» трактуется как *«соложенные или пророщенные зерна, содержащие все исходные отруби, зародыши и эндосперм, должны*

<sup>1</sup> Лаптенко, Н. Белорусские исследователи изобрели новую технологию для экспорта пророщенного зерна / SB&BY. Беларусь сегодня. [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – <https://www.sb.by/articles/beloruskie-issledovateli-izobrelili-novuyu-tekhnologiyu-dlya-eksporta-tsennogo-produkta.html>. – Дата доступа: 09.05.2022.

<sup>2</sup> Кунце, В. Технология солода и пива: пер. с нем. / В. Кунце, Г. Мит. – СПб.: Изд-во «Профессия», 2001. – 912 с.

<sup>3</sup> Шаскольская, Н. Д. Самая полезная еда: проростки / Н. Д. Шаскольская, В. В. Шаскольский. – СПб.: Веды, Азбука-Аттикус, 2011. – 192 с.

<sup>4</sup> Feng H., Nemzer B., Devries J. W. Sprouted Grains: Nutritional Value, Production, and Applications. Elsevier Woodhead Publishing. 2019, P. 55–66. ISBN 978-0-12-811526-8.

считаться цельными зернами, если рост проростков не превышает длину ядра, и питательные ценности не уменьшаются». Следовательно, однозначного мнения о длине зародышевого ростка в пророщенном зерне, используемом в качестве пищевого ингредиента, нет. Поэтому авторами принято решение осуществлять проращивание зерна как в солодовой промышленности – до 2/3 длины зерна.

В качестве зернового сырья предлагается использовать зерно пшеницы, поскольку в земледелии оно занимает в сравнение с другими культурами наибольшую посевную площадь<sup>1</sup>; зерно овса голозерного – наиболее перспективный вид зерновой культуры, обладающий диетическими и лечебно-профилактическими свойствами за счет богатого биохимического состава и высокой биологической ценности белков зерна<sup>2-3</sup>.

Целью работы является проектирование производства консервированных продуктов из пророщенного зерна.

Научная задача – обоснование технологии получения нового консервированного продукта с использованием пророщенного зерна пшеницы и овса голозерного в заливке экстракта солодового ячменного или полисолодового ячменно-овсяно-пшеничного вязкого.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами экспериментальных исследований явились зерно пшеницы (*Triticum aestivum* L.) (2018 года урожая, Могилев) и свежепроросший пшеничный солод на его основе; зерно овса голозерного (*Avena sativa*) (2019 года урожая, Минск) и свежепроросший овсяный солод на его основе; экстракт солодовый ячменный вязкий (ПУП «Полоцкие напитки и концентраты», РБ) с содержанием сухих веществ 72 %; экстракт полисолодовый вязкий с содержанием сухих веществ 74 %, полученный из ячменного, овсяного, пшеничного солодов в лабораторных условиях БГУТ; консервированные продукты с использованием пророщенного зерна в заливке из экстракта солодового (или полисолодового) вязкого; объектом исследования – процесс получения консервированного продукта; предметом исследования – технологические параметры и потребительские свойства консервированных продуктов.

Отбор проб, подготовка и проведение испытаний осуществлялись общепринятыми и специальными методиками, суть которых изложена ниже.

Замачивание зерна проводили воздушно-водяным двухзамочным способом, проращивание – в термостате воздушном ХТ-3/70, бланширование зерна – в открытом сосуде в воде при температуре 85 °С, куда погружали зерно после проращивания в металлической сетке. Пастеризацию осуществляли погружением продукта в стеклянной емкости (250 г) в воду температурой 65 °С продолжительностью в течение 30 минут.

Для оценки антиоксидантных свойств пророщенного зерна использовали метод В. И. Прилуцкого [19]. Измерение редокс-потенциала измеряли на иономере лабораторном рХ-150МП с использованием платинового электрода относительно хлорсеребряного электрода сравнения.

Содержание белка в консервированном продукте определяли методом *Кьельдаля* с помощью автоматической установки Kejeltec 2000 по ГОСТ 10846; витаминов В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> – флюорометрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат Ф-02»; меди, цинка, железа, кадмия, свинца,

<sup>1</sup> Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник за 2014–2020 гг. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/241/241db6e8c9671732fede4b275828d2ae.pdf>. – Дата доступа: 09.05.2022.

<sup>2</sup> Касьянова, Л. А. Переработка овса голозерного в муку и крупяные продукты / Л. А. Касьянова, Т. А. Дубина, С. Н. Байтова. – Могилев: МГУП, 2014. – 212 с.

<sup>3</sup> Иванова, Ю. С. Биологическая и селекционная ценность голозерного овса в условиях северного Зауралья: дис. канд ... с.-х. наук: 06.01.05 / Ю. С. Иванова; ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова. – Санкт-Петербург, 2018. – 208 с.

мышьяка, ртути – атомно-эмиссионным методом на спектрометре МДР-3 Ломо; аминокислотный состав – с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии с помощью хроматографа Agilent 1200.

Микробиологические показатели определяли по ГОСТ 10444.12, 10444.15, 26670, 30519, 31747, с использованием микроскопа Prima Star. Титруемую кислотность определяли методом объемного титрования в присутствии цветного индикатора по ГОСТ 6687.4, органолептические показатели – с помощью дескрипторно-профильного дегустационного анализа с учетом существующей нормативной базы на зерно и экстракты солодовые по ГОСТам 10967, 6687.5 и ТУ ВУ 700036606.118, РЦ ВУ 700036606.245, РЦ ВУ 700036606.246, базы по методологии проведения органолептического анализа и построения профиля продукта по ГОСТам ISO 8586, 8587, 13299 и СТБ ISO 6564, 11036.

При разработке критериев оценки органолептических свойств консервированных продуктов применялись следующие методы: метод согласия (при разработке панели дескрипторов для моделирования вкусо-ароматического профиля консервированных продуктов), сенсорный SWOT-анализ (при выявлении сильных и слабых сторон, касающихся эргономических и социальных особенностей консервированных продуктов), ранжирование (при определении наиболее значимых органолептических показателей) [20].

При оценке пищевой ценности продукта использовали интегральный скор

$$ИС = \frac{\Pi}{\Pi_{ПФН}} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $\Pi$  – величина соответствующего показателя в исследуемом продукте;  $\Pi_{ПФН}$  – величина показателя в формуле сбалансированного питания.

При расчете биологической ценности белковых компонентов использовали показатели и критерии, разработанные академиками Н. Н. Липатовым и А. И. Роговым<sup>1</sup>, основанные на развитии принципа Митчелла-Блока. Используя данный принцип, оценили аминокислотный состав и его сбалансированность в консервированных продуктах.

Аминокислотный скор ( $C_{\text{скор}}$ , %) определяли по формуле

$$C_{\text{скор}} = \frac{A_i}{A_{i2}} \cdot 100, \quad (2)$$

где  $A_i$  – содержание  $i$ -й незаменимой аминокислоты в белке изучаемого образца, мг/100 г белка;  $A_{i2}$  – содержание  $i$ -й незаменимой аминокислоты, соответствующей физиологически необходимой норме (эталону), мг/100 г белка.

Коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС, %) определяли по формуле

$$\text{КРАС} = \frac{\sum_{i=1}^k \Delta \text{РАС}_i}{k}, \quad (3)$$

где  $k$  – количество незаменимых аминокислот;  $\Delta \text{РАС}_i$  – разность между значением аминокислотного сора  $i$ -ой незаменимой аминокислоты ( $C_{\text{скор},i}$ ) и аминокислотным скором первой лимитирующей аминокислоты ( $C_{\text{скор},\text{min}}$ ):

$$\Delta \text{РАС}_i = C_{\text{скор},i} - C_{\text{скор},\text{min}}. \quad (4)$$

<sup>1</sup> Лисин, П. А. Оценка аминокислотного состава рецептурной смеси пищевых продуктов / П. А. Лисин [и др.]// Аграрный вестник Урала: сб. ст. / Уральский государственный аграрный университет; редкол. И. М. Донник [и др.]. – Екатеринбург, 2012. –Ч. 3. – С. 26–28.

Биологическую ценность (БЦ<sub>расч</sub>, %) пищевого белка определяли по формуле

$$\text{БЦ} = 100 - \text{КРАС}, \quad (5)$$

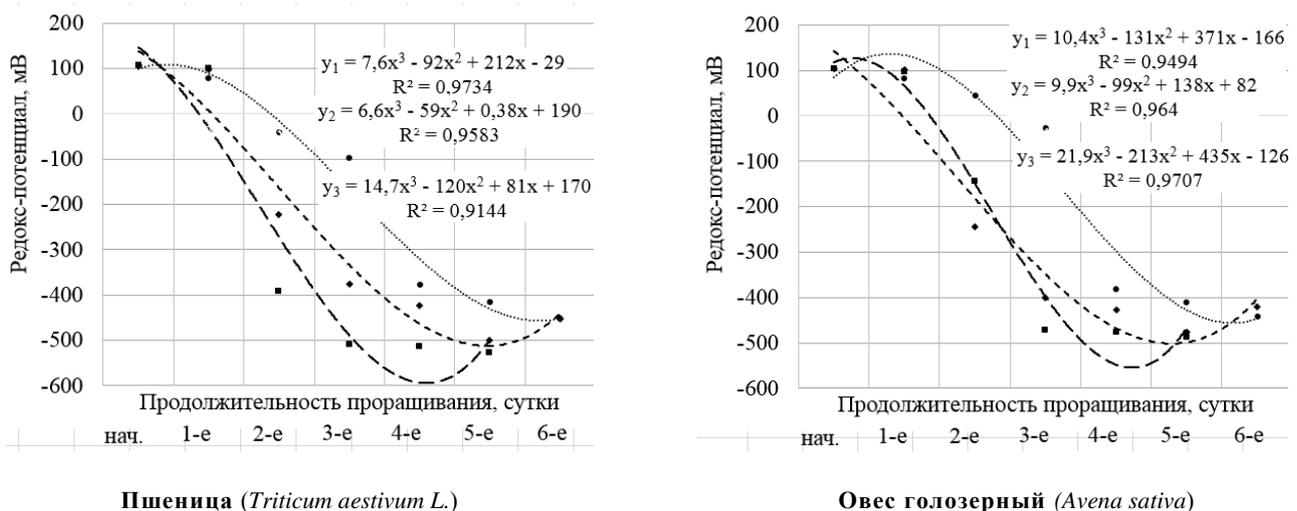
Исследования проводились в период с 2019 по 2021г. на кафедре товароведения и организации торговли учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий».

Обработка результатов проводилась с использованием встроенных стандартных функций пакета компьютерных программ Excel. Совокупность полученных результатов исследований характеризовали среднеарифметическим значением, которое определяли из трех параллельных опытов при 2–3-кратном повторении измерений.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

Проведены исследования<sup>1-2</sup>, в результате которых отработаны технологические режимы замачивания, проращивания и бланширования пшеницы и овса голозерного.

Изучен редокс-потенциал для пшеницы и овса голозерного в процессе проращивания. Результаты представлены на рис. 1.



**Рис. 1.** Зависимости влияния температуры и продолжительности проращивания на значение редокс-потенциала

**Fig. 1.** Dependences of the effect of temperature and germination time on redox potential

Увеличение температуры проращивания способствовало снижению редокс-потенциала и максимум значений наблюдался при продолжительности процесса на 5-е сутки – минус 488 мВ

<sup>1</sup> Микулинич, М. Л. Изучение влияния технологических параметров проращивания на потребительские свойства зерна в технологии консервированных продуктов / М. Л. Микулинич, Н. А. Гузикова // Пища. Экология. Качество: тр. XVIII Междунар. науч.-практ. конф., Краснообск, 18–19 ноября 2021 г. / Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук; сост.: Нициевская К. Н. [под ред. д.т.н. Мотовилова О. К., д.б.н., чл.-корр. РАН, профессора Мотовилова К. Я.]. – Краснообск, 2021. – С. 368–372.

<sup>2</sup> Микулинич, М. Л. Особенности бланширования пророщенного зерна при получении консервированного продукта / М. Л. Микулинич, Н. А. Гузикова // Инновационные технологии в пищевой промышленности: материалы XVIII Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 2 октября 2020 г. / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»; редкол.: З. В. Ловкиса [и др.]. – Минск, 2020. – С. 72–75.

(для овса голозерного) и минус 528 мВ (для пшеницы) при температуре  $(19 \pm 1)^\circ\text{C}$ . Однако при данном режиме проращивания зерно приобрело посторонний запах. Полученные результаты согласуются с данными авторов [15] по содержанию антиоксидантов в прорастающем зерне.

Установлено, что наиболее равномерное и одинаково по всему объему прорастание анализируемого зерна происходит при температуре  $(17 \pm 1)^\circ\text{C}$  на 2–3 сутки проращивания, редокс-потенциал при данном режиме составил минус 375 мВ для пшеницы и минус 245 мВ – для овса голозерного.

Обработка экспериментальных данных позволила получить уравнения, устанавливающие зависимости значения редокс-потенциала прорастающего зерна от температуры и продолжительности процесса, которые могут быть использованы для оперативного управления процессом проращивания.

В совокупности полученные результаты позволили определить оптимальные температурные режимы замачивания, проращивания и бланширования для пшеницы и овса голозерного, используемого при получении консервированного продукта, и получить с достаточно низким значением редокс-потенциала (минус 245 мВ) пророщенное зерно без постороннего запаха, привкуса солода и мягкой консистенции, равномерного цвета. Поврежденные зерна бланшированного зерна отсутствуют.

В результате разработана проектная технологическая схема получения консервированного продукта, представленная на рис. 2.

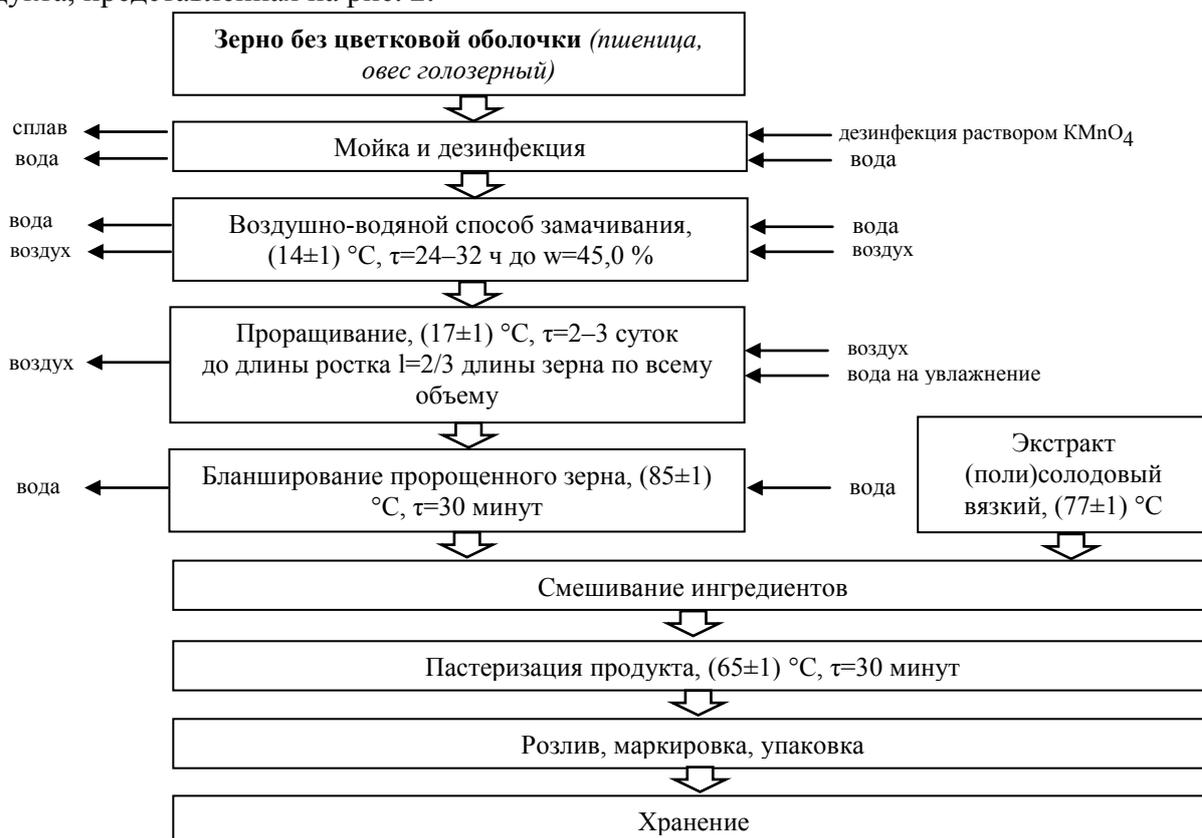


Рис. 2. Проектная технологическая схема получения консервированного продукта с использованием пророщенного зерна и солодового экстракта

Fig. 2. Design process diagram for the production of canned foods with sprouted grain and malt extract

Важным этапом, влияющим на качественные показатели готового продукта, является определение его оптимального ингредиентного состава.

На следующем этапе исследовано влияние доли бланшированного зерна и компонентного состава экстракта полисолодового вязкого на потребительские свойства консервированного продукта.

Долю зерна и экстракта варьировали от 33 до 67 % («зерно : заливка» – 33:67, 40:60, 50:50, 60:40 и 67:33 %, что соответствует соотношению – 1:2; 1:1,5; 1:1; 1,5:1 и 2:1 соответственно). Выбор данного диапазона обосновывается следующим: в соответствии с ГОСТ 28649, 33317, 34112, 34114 на консервы (овощи, фрукты, грибы в «заливке») доля основного сырья варьирует от 40 до 60 %. Однако продукт с использованием проросшего зерна и экстракта солодового не изучался ранее – диапазон был увеличен.

Для описательной характеристики и оценки потребительских свойств консервированного продукта группой экспертов, в состав которой вошли студенты 2-й степени получения высшего образования и преподаватели кафедры товароведения и организации торговли БГУТ:

1) конкретизированы 32 признака дескрипторов: 11 признаков для оценки внешнего вида, 6 – для оценки аромата, 10 – для оценки вкуса, 3 – для оценки консистенции и 2 – для оценки эмоциональной характеристики. Наиболее важными дескрипторами при оценке органолептических показателей консервированных продуктов являются равномерность покрытия зерна экстрактом, насыщенность золотистого цвета, равномерно окрашенное золотисто-коричневого цвета и целое зерно, выраженность яблочного, медового и карамельного аромата, сладость и насыщенность во вкусе таких «оттенков», как яблочный, медовый и солодовый, гармоничный вкус;

2) выявлены сильные (приятный яблочный аромат – с использованием проросшего овса голозерного, медовый аромат – с использованием проросшей пшеницы, сладкий вкус с легкой кислинкой, золотисто-коричневый цвет, значительная функциональность и полезность продукта) и слабые (неприятное послевкусие, негармоничный сладкий или кислый вкус с горечью, мутность продукта) стороны продукта;

3) дана описательная характеристика 5-балльной словесной шкалы для дескрипторов: 0 – признак отсутствует, 1 – только узнаваемый или ощущаемый, 2 – слабая интенсивность, 3 – умеренная интенсивность, 4 – сильная, 5 – очень сильная интенсивность [21], которая адаптирована для оценки консервированного продукта с использованием экстракта (поли)солодового и проросшего зерна (рис. 3).

Проведена дегустационная оценка модельных консервированных продуктов в зависимости от доли проросшего зерна пшеницы или овса голозерного и «заливки», ингредиентного состава композиции (пшеница / овес голозерный : экстракт солодовый / полисолодовый). Сравнивая портреты, отмечено следующее:

– при увеличении доли проросшего зерна в консервированном продукте уменьшается покрытие зерна экстрактом, бледность и твердость зерна, прозрачность экстракта, гляцевый отлив, интенсивность коричневого цвета и выраженность солодово-яблочного аромата;

– наиболее насыщенным коричневым цветом с гляцевым отливом, сладким яблочно-медовым вкусом с легкой кислинкой, выраженным яблочно-медово-солодовым ароматом, высокой востребованностью и натуральностью характеризуются образцы в соотношениях 33:67 и 40:60 %, гармоничность сладко-кислого вкуса в продукте наблюдалась при соотношениях 60:40 и 50:50 %;

– применение в качестве заливки экстракта полисолодового по сравнению с экстрактом солодовым уменьшает кислотность, хлебный аромат и увеличивает выраженность солодово-карамельно-медового аромата и сладость продукта;

– использование проросшего овса голозерного придает продукту выраженный яблочно-солодовый вкус и аромат, проросшей пшеницы – карамельно-медовый аромат.

		Однополярная шкала порядка: 0...5		
Внешний вид	Продукта	Равномерность покрытия зерна экстрактом	0 баллов – зерно превышает уровень экстракта; ... 5 баллов – экстракт сильно превышает уровень зерна.	
		Коричневый Золотистый	0 баллов – цвет/оттенок отсутствует; ... 5 баллов – очень сильная интенсивность цвета/оттенка.	
			Прозрачный	0 баллов – мутный; ... 5 баллов – прозрачный.
		Экстракта	Насыщенность	0 баллов – насыщенность цвета/оттенка слабая; ... 5 баллов – очень сильная насыщенность цвета/оттенка.
			Глянцевый «отлив»	0 баллов – глянцевый «отлив» отсутствует; ... 5 баллов – очень сильная насыщенность глянцевого «отлива».
			Тягучесть	0 баллов – тягучесть отсутствует; ... 5 баллов – очень сильная тягучесть.
	Пророщенного зерна	Коричневый Золотистый	0 баллов – цвет/оттенок отсутствует; ... 5 баллов – очень сильная интенсивность цвета/оттенка.	
			Целостность	0 баллов – все зерна поврежденные; ... 5 баллов – поврежденные зерна отсутствуют.
		Бледность	0 баллов – «бледность» зерна отсутствует; ... 5 баллов – очень сильная интенсивность «бледности» зерна.	
		Равномерность окрашивания	0 баллов – окрашивание не равномерное; ... 5 баллов – окрашивание равномерное.	
		Мягкость оболочки	0 баллов – оболочка твердая; ... 5 баллов – очень сильная мягкость оболочки.	
		Твердость	0 баллов – твердость отсутствует; ... 5 баллов – очень сильная интенсивность твердости зерна.	
	Аромат	Хлебный Солодовый Карамельный Медовый Яблочный/травяной Выраженность	0 баллов – аромат отсутствует; ... 5 баллов – очень сильная интенсивность аромата.	
			0 баллов – выраженность аромата слабая; ... 5 баллов – очень сильная выраженность аромата.	
			0 баллов – отсутствует сбалансированность вкуса; ... 5 баллов – очень сильная сбалансированность вкуса.	
			0 баллов – насыщенность вкуса слабая; ... 5 баллов – очень сильная насыщенность вкуса.	
			Вкус	Продукта
	Насыщенность	0 баллов – насыщенность вкуса слабая; ... 5 баллов – очень сильная насыщенность вкуса.		
Экстракта	Кислотность	0 баллов – вкус отсутствует; ... 5 баллов – очень сильная интенсивность вкуса.		
	Сладость	0 баллов – вкус отсутствует; ... 5 баллов – очень сильная интенсивность вкуса.		
	Солодовый Яблочный/травяной Медовый Горечь	0 баллов – вкус отсутствует; ... 5 баллов – очень сильная интенсивность вкуса.		
Пророщенного зерна	Травянистый	0 баллов – вкус отсутствует; ... 5 баллов – очень сильная интенсивность вкуса.		
	Сладость	0 баллов – вкус отсутствует; ... 5 баллов – очень сильная интенсивность вкуса.		
Эмоциональные характеристики	Востребованность	0 баллов – востребованность отсутствует; ... 5 баллов – очень сильная востребованность.		
	Натуральность	0 баллов – не натуральный; ... 5 баллов – натуральный.		

Рис. 3. Модель потребительских свойств консервированного продукта

Fig. 3. Model of consumer properties of canned foods

Разработан «идеальный» портрет нового продукта для моделирования рецептур консервированного продукта с заданными свойствами (рис. 4).

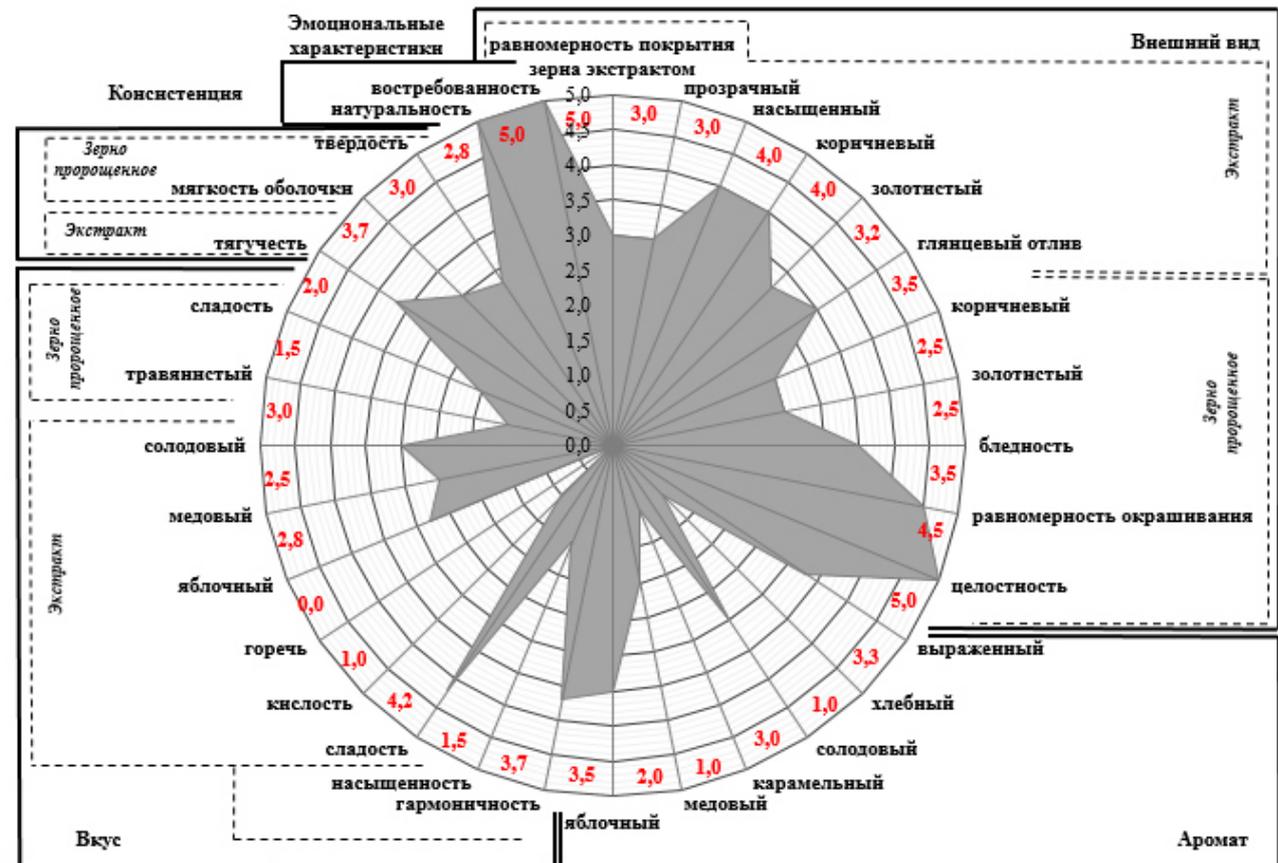


Рис. 4. Общий портрет «идеального» консервированного продукта

Fig. 4. Profile of a «perfect» canned product

Из рис. 4 видно, что «идеальный» консервированный продукт характеризуется как прозрачный с легкой опалесценцией, с сильной насыщенностью коричневого цвета, умеренной интенсивностью золотистого цвета с глянцевым отливом, с сильной тягучестью, равномерно окрашенное целое зерно, с сильной выраженностью яблочного и умеренной интенсивностью солодового аромата, гармоничность сладкого вкуса с легкой кислинкой, умеренной насыщенностью яблочно-солодового вкуса, со слабой интенсивностью сладко-травяного вкуса зерна, умеренной твердостью зерна, отсутствием горечи.

Сравнение вариаций модельных образцов консервированного продукта относительно «идеального» портрета позволило рекомендовать следующее соотношение ингредиентов в консервированном продукте: с использованием пророщенного овса голозерного в заливке экстракта солодового – 50:50 %, с использованием пророщенной пшеницы в заливке экстракта солодового (полисолодового) – 40:60 %.

Разработаны требования к органолептическим и физико-химическим показателям на новые консервированные продукты и проведена их оценка. Результаты представлены в табл. 1.

Анализируя результаты, представленные в табл. 1, видно, что наиболее выраженным вкусом и ароматом, мягкой консистенцией зерна обладает образец из пророщенной пшеницы в заливке экстракта полисолодового. Более сладкий вкус и аромат, в первую очередь, объясняется более выраженными вкусо-ароматическими характеристиками экстракта полисолодово-

го за счет наличия в составе не только ячменного, но и пшеничного, и овсяного солодов; во вторую очередь, большей сладостью пшеницы за счет большего содержания в пророщенном зерне сахаров (глюкозы, мальтозы, мальтотриозы, декстринов и др.).

**Табл. 1.** Органолептические и физико-химические показатели разработанных консервированных продуктов

**Table 1.** Organoleptic and physicochemical indices of developed canned foods

Показатели	Пророщенный овес голозерный с солодовым экстрактом	Пророщенная пшеница с солодовым экстрактом	Пророщенная пшеница с полисолодовым экстрактом
Внешний вид	Пророщенные зерна без повреждений, не треснувшие, хорошо сохранившие свою форму и равномерно распределены в экстракте. Экстракт с глянцевой поверхностью, без помутнений. Цвет зерна от светло- до темно-коричневого с золотистым оттенком, экстракта – коричневый		
Вкус и запах	Умеренно выраженный сладковатый вкус экстракта с медово-солодовым ароматом	Выраженный сладковатый вкус экстракта с солодовым ароматом	
	Зерна слегка сладкие, с легкими нотками вкуса экстракта. Посторонний вкус и запах отсутствует		
Консистенция	Консистенция экстракта жидкая		
	Ощущается небольшая твердость зерна		Зерна умеренно мягкие
Кислотность, к. ед. (не более 30)	27,1	25,3	22,6

Поскольку овес голозерный обладает меньшей амилолитической активностью [22], то в результате гидролиза крахмала в процессе проращивания под действием ферментов образуется меньшее количество сахаров. Более выраженная мягкость зерна возможно связана с процессами «перемещения» влаги в пророщенном зерне и экстракте, и с меньшим обезвоживанием пророщенной пшеницы при этом.

Наибольшая кислотность отмечена для образца из пророщенного овса в заливки экстракта солодового, что возможно объясняется химическим составом зерна, содержащего большее количество органических и жирных кислот и согласуется с данными др. ученых [23].

На следующем этапе изучен химический состав консервированного продукта в разных композициях и определена степень удовлетворения суточной потребности человека в белке, витаминах и минеральных веществах. Результаты приведены в табл. 2–3, расчеты интегрального сора полученных продуктов – в табл. 3.

**Табл. 2.** Степень удовлетворения суточной потребности человека в белке, содержащимся в 100 г консервированной продукции

**Table 2.** Daily allowance for protein (per 100 grams of product)

Суточная потребность	Пророщенный овес голозерный с солодовым экстрактом	Пророщенная пшеница с солодовым экстрактом	Пророщенная пшеница с полисолодовым экстрактом
	<i>Содержание белка, г/100 г</i>		
	6,4	4,7	5,3
	<i>Степень удовлетворения, %</i>		
89*	7,2	5,3	6,0

Примечание – \* усредненное значение нормы физиологической потребности в белках для мужчин и женщин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь [Электронный ресурс]: 20 сентября 2012 г. № 180. – Режим доступа: <http://www.bsmu.by> . – Дата доступа: 09.05.2022.

Наибольшее суточное удовлетворение в белках отмечено в консервированном продукте с использованием овса голозерного, что объясняется большим содержанием белка в исходном зерне по сравнению с пшеницей.

**Табл. 3.** Химический состав полученных консервированных продуктов и степень удовлетворения суточной потребности человека в витаминах и минеральных веществах, содержащихся в 100 г консервированной продукции

**Table 3.** Chemical composition of the developed canned foods and daily allowance for vitamins and minerals (per 100 g of product)

Наименование показателя	Комбинации консервированного продукта						Суточная потребность, П <sub>ПФН</sub> <sup>1</sup>
	Пророщенный овес голозерный с солодовым экстрактом		Пророщенная пшеница с солодовым экстрактом		Пророщенная пшеница с полисолодовым экстрактом		
	П	ИС, %	П	ИС, %	П	ИС, %	
<b>Витамины, мг/100 г:</b>							
Тиамин	0,41	27	0,29	19	0,30	20	1,5
Рибофлавин	0,36	20	0,44	24	0,19	11	1,8
<b>Минеральные вещества, мг/100 г:</b>							
Цинк	2,57	21	1,59	13	0,99	8	12,0
Медь	0,58	58	0,45	45	0,65	65	1,0
Железо	9,60	69	1,56	11	2,89	21	14,0*

Примечание – \* суточная потребность определена как усредненное значение нормы физиологической потребности в железе для мужчин и женщин.

Из данных, представленных в табл. 3, отмечено наибольшее суточное удовлетворение по содержанию тиамина, цинка и железа имеет консервированный продукт из пророщенного овса голозерного с солодовым экстрактом, по содержанию рибофлавина – консервированный продукт с пророщенной пшеницей и солодовым экстрактом, по содержанию меди – консервированный продукт с пророщенной пшеницей и полисолодовым экстрактом. Это можно объяснить химическим составом пророщенного зернового сырья и солодового экстракта, а также их количественным содержанием в композициях.

Результаты по аминокислотному составу полученных консервированных продуктов и расчеты показателей биологической ценности белка приведены в табл. 4.

Первой лимитирующей аминокислотой в исследуемых продуктах является метионин, второй – лизин. Значение коэффициента различия аминокислотного сора варьирует от 27 до 42 %, что свидетельствует о высокой биологической ценности белковых веществ продукта. Наибольшее содержание незаменимых аминокислот отмечено для продукта «Пророщенный овес голозерный в заливке солодовым экстрактом», однако для него отмечена меньшая биологическая ценность белка, что возможно связано с высоким различием между значением аминокислотного сора незаменимой аминокислоты и аминокислотным скором первой лимитирующей аминокислоты. Наибольшей биологической ценностью белка обладает образец «Пророщенная пшеница в заливке солодовым экстрактом» (73 %).

На следующем этапе изучены показатели безопасности разработанных консервированных продуктов. Поскольку данная продукция новая, то основные показатели безопасности выбирали в соответствии с ингредиентным сырьем в составе – зерно продовольственное и продукты переработки зерна: зерновые концентраты. В соответствии с нормативными докумен-

<sup>1</sup> Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь [Электронный ресурс]: 20 сентября 2012 г. № 180. – Режим доступа: <http://www.bsmu.by>. – Дата доступа: 09.05.2022.

тами<sup>1-2</sup> для зерна и зерновых концентратов – это содержание токсичных элементов (кадмий, свинец, мышьяк, ртуть) и наличие посторонней микрофлоры.

**Табл. 4.** Результаты расчетов показателей биологической ценности белка в консервированных продуктах

**Table 4.** Calculated indices for biological value of protein in canned foods

Незаменимая аминокислота	по данным ФАО/ ВОЗ (1973) $A_i$ , мг/100 г	Содержание аминокислот в продукте, мг/100 г белка								
		Пророщенный овес голозерный с солодовым экстрактом			Пророщенная пшеница с солодовым экстрактом			Пророщенная пшеница с полисолодовым экстрактом		
		$A_i$ , мг/100 г	Скор, %	$\Delta$ РАС, %	$A_i$ , мг/100 г	Скор, %	$\Delta$ РАС, %	$A_i$ , мг/100 г	Скор, %	$\Delta$ РАС, %
Валин	5000	4661	93	58	2495	50	27	3777	76	43
Изолейцин	4000	3295	82	47	2173	54	31	2710	68	35
Лейцин	7000	5810	83	48	3864	55	32	4315	62	29
<i>Лизин</i>	5500	2920	53	18	1711	31	8	2211	40	8
<i>Метионин</i>	3500	1227	35	0	804	23	0	1140	33	0
Треонин	4000	2554	64	29	1787	45	22	2205	55	23
Триптофан	1000	1292	129	94	966	97	74	1236	124	91
Фенилаланин	6000	4565	76	41	2759	46	23	2918	49	16
КРАС, %		42			27			31		
БЦ, %		58			73			69		

Установлено, что содержание токсичных элементов и количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) не превышают предельно допустимых норм (кадмий – не более 0,1 мг/кг, свинец – не более 0,5 мг/кг, мышьяк – не более 0,1 мг/кг, ртуть – не более 0,03 мг/кг, КМАФАнМ – не более  $5 \times 10^4$ ), плесени и дрожжи, бактерии группы кишечных палочек и *S. aureus* отсутствовали.

Важным при разработке технологии продуктов питания является установление сроков годности, поэтому изучены органолептические, физико-химические и микробиологические показатели в процессе хранения консервированного продукта. Продукт хранили в течение месяца при температуре  $(6 \pm 2)$  °С. Каждые 3 дня контролировали внешний вид, запах, вкус и кислотность, каждые 6 дней определяли содержание КМАФАнМ, плесени и дрожжей в консервированных продуктах.

Результаты изменения органолептических показателей приведены в табл. 5, титруемой кислотности продукта в процессе хранения – на рис. 5.

Анализ органолептических показателей показал, что внешний вид, вкус и запах изменился после 12 суток хранения – для продукта консервированного, в состав которого входил овес голозерный пророщенный и солодовый экстракт, после 18 суток – для продукта консервированного, в состав которого входила пшеница пророщенная и солодовый экстракт, после 21 суток – для продукта консервированного, в состав которого входила пшеница пророщенная и полисолодовый экстракт (продукт помутнел, интенсивность окраски продукта и зерна уменьшилась, появился посторонний вкус и запах).

Из рис. 5 видно, что титруемая кислотность достигает предельных значений (предельное значение кислотности для экстракта полисолодового вязкого в соответствии с ТУ ВУ

<sup>1</sup> О безопасности пищевой продукции [Электронный ресурс]: ТР ТС 021/2011. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902320560>. – Дата доступа: 09.05.2022.

<sup>2</sup> Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь [Электронный ресурс]: 21 июня 2013 г. № 52. – Режим доступа: [http://www.svetlce.by/wp-content/uploads/2013/05/post\\_mzrb\\_52-21062012.pdf](http://www.svetlce.by/wp-content/uploads/2013/05/post_mzrb_52-21062012.pdf). – Дата доступа: 09.05.2022.

700036606.118 составляет 30 к.ед.) на 12...21 сутки в зависимости от комбинации консервированного продукта.

Результаты по содержанию КМАФАнМ в контрольных образцах продукции после 6, 12, 18 и 30 дней хранения представлены в табл. 6.

Анализ микробиологических показателей показал, что после 18 суток хранения для образцов №№ 1–2 и 30 суток – для образца № 3, содержание КМАФАнМ превышало предельно допустимое значение. Установлено, что содержание плесени и дрожжей превышало предельно допустимое содержание (10 КОЕ/г)<sup>1</sup> после 30 суток хранения для всех образцов.

**Табл. 5.** Изменения органолептических показателей в консервированных продуктах в процессе хранения

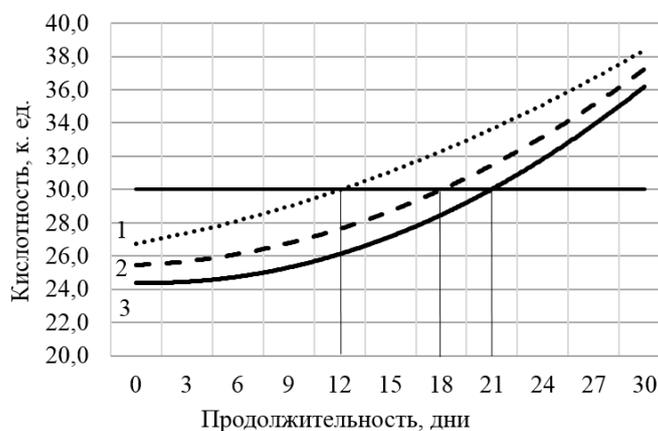
**Table 5.** Changes in organoleptic indices in canned foods during storage

τ, дни	Органолептические показатели	
	Внешний вид	Вкус и запах
1	2	3
<b>Образец № 1 – Пророщенный овес голозерный с экстрактом солодовым вязким</b>		
0	Экстракт с глянцевой поверхностью, без помутнений. Цвет зерна от светло-коричневого с золотистым оттенком, экстракта – коричневый	Умеренно выраженный сладковатый вкус экстракта с медо-во-солодовым ароматом. Зерна слегка сладкие, с легкими нотками вкуса экстракта. Посторонний вкус и запах отсутствует
3		Посторонний вкус и запах отсутствует
6		
9	Экстракт без помутнений. Цвет зерна и экстракта светло-коричневый	Выраженный кислый вкус экстракта. Присутствует посторонний вкус и запах
12		
15	Экстракт с помутнением	Присутствует посторонний вкус и запах
18		
21		
24		
27		
30		
<b>Образец № 2 – Пророщенная пшеница с экстрактом солодовым вязким</b>		
0	Экстракт с глянцевой поверхностью, без помутнений. Цвет зерна коричневый с золотистым оттенком, экстракта – коричневый	Умеренно выраженный сладковатый вкус экстракта с медо-во-солодовым ароматом. Зерна слегка сладкие, с легкими нотками вкуса экстракта. Посторонний вкус и запах отсутствует
3		Посторонний вкус и запах отсутствует
6		
9	Экстракт без помутнений. Цвет зерна и экстракта коричневый	Выраженный кисло-сладкий вкус экстракта. Присутствует посторонний вкус и запах
12		
15	Экстракт с помутнением	Присутствует посторонний вкус и запах
18		
21		
24		
27		
30		

<sup>1</sup> Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь [Электронный ресурс]: 21 июня 2013 г. № 52. – Режим доступа: <http://www.slgigiena.by>. – Дата доступа: 09.05.2022.

Продолжение табл. 5.

1	2	3
<b>Образец № 3 – Пророщенная пшеница с экстрактом полисолодовым вязким</b>		
0	Экстракт с глянцевой поверхностью, без помутнений. Цвет зерна коричневый с золотистым оттенком, экстракта – коричневый	Выраженный сладковатый вкус экстракта с солодовым ароматом. Зерна слегка сладкие, с легкими нотками вкуса экстракта. Посторонний вкус и запах отсутствует
3		Посторонний вкус и запах отсутствует
6		
9		
12		
15		
18	Экстракт без помутнений. Цвет зерна и экстракта светло-коричневый	Выраженный кисло-сладкий вкус экстракта. Присутствует посторонний вкус и запах
21		
24	Экстракт с помутнением	Присутствует посторонний вкус и запах
27		
30		



1 – для композиции из пророщенного овса голозерного и солодового экстракта; 2 – для композиции из пророщенной пшеницы и солодового экстракта; 3 – для композиции из пророщенной пшеницы и полисолодового экстракта

**Рис. 5.** Изменение кислотности консервированных продуктов при хранении

**Fig. 5.** Changes in acidity of canned foods during storage

**Табл. 6.** Изменения микробиологических показателей в консервированных продуктах в процессе хранения

**Table 6.** Changes in microbiological indicators in canned foods during storage

Показатели качества	Допустимые уровни <sup>1</sup>	Образец №	Срок хранения, сутки				
			0	6	12	18	30
КМАФАнМ, КОЕ/г (см <sup>3</sup> ), не более	5×10 <sup>4</sup>	1	2,2×10 <sup>3</sup>	2,5×10 <sup>4</sup>	4,5×10 <sup>4</sup>	6,9×10 <sup>4</sup>	9,4×10 <sup>4</sup>
		2	1,7×10 <sup>3</sup>	8,3×10 <sup>3</sup>	2,5×10 <sup>4</sup>	5,2×10 <sup>4</sup>	7,5×10 <sup>4</sup>
		3	1,2×10 <sup>3</sup>	7,5×10 <sup>3</sup>	1,2×10 <sup>4</sup>	4,0×10 <sup>4</sup>	7,1×10 <sup>3</sup>

Анализ проведенных испытаний по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям позволил установить возможные сроки годности для консервиро-

<sup>1</sup> Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь [Электронный ресурс]: 21 июня 2013 г. № 52. – Режим доступа: [http://www.svetlce.by/wp-content/uploads/2013/05/post\\_mzrb\\_52-21062012.pdf](http://www.svetlce.by/wp-content/uploads/2013/05/post_mzrb_52-21062012.pdf). – Дата доступа: 09.05.2022.

ванных продуктов (с учетом коэффициента резерва для скоропортящегося продукта при сроках годности до 30 суток равного 1,3)<sup>1</sup>: для продукта консервированного, в состав которого входит овес голозерный пророщенный и экстракт солодовый вязкий – 9 суток; для продукта консервированного, в состав которого входит пшеница пророщенная и экстракт солодовый вязкий – 13 суток; для продукта консервированного, в состав которого входит пшеница пророщенная и экстракт полисолодовый вязкий – 16 суток.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана проектная технологическая схема получения нового консервированного продукта с использованием пророщенного зерна и (поли)солодового экстракта, включающая процессы замачивания и проращивания, бланширование пшеницы и овса голозерного, смешивание ингредиентов и пастеризацию продукта.

Проведена сравнительная оценка модельных образцов продукта в зависимости от ингредиентного состава. Конкретизированы органолептические показатели и словесно-балльная шкала для дескрипторов. Разработан «идеальный» портрет консервированного продукта с учетом сильных и слабых сторон продукта, позволивший установить оптимальные ингредиентные соотношения сырья в продукте: с использованием пророщенного овса голозерного в заливке экстракта солодового – 50:50 %, с использованием пророщенной пшеницы в заливке экстракта солодового (полисолодового) – 40:60 %.

Разработаны требования к органолептическим и физико-химическим показателям на консервированные продукты. Дана комплексная оценка новому продукту. Качественные показатели продукта характеризовались высокими органолептическими (пророщенные зерна не треснувшие, хорошо сохранившие свою форму, продукт без помутнений коричневого цвета с глянцевой поверхностью, цвет зерна от светло- до темно-коричневого с золотистым оттенком, от умеренного до выраженного сладковатого вкуса экстракта с медово-солодовым ароматом и слегка сладким вкусом зерен от едва уловимой твердости до умеренной мягкости зерна) и физико-химическими показателями (кислотность – 22,6–27,1 к. ед.).

Рассчитана пищевая ценность продукта и степень удовлетворения суточной потребности человека в пищевых веществах (100 г продукта удовлетворяет суточную потребность в витамине В<sub>1</sub> на 19–27 %, В<sub>2</sub> – 11–24 %; цинке – 8–21 %, меди – 45–65 %, железе – 11–69 %). Новый продукт обладает достаточно высокой биологической ценностью белка – 58–73 %.

Исследован процесс хранения консервированного продукта. Установлено, что срок годности продукта составляет от 9 до 16 суток.

Выявлена необходимость в изучении физико-химических и биохимических процессов, происходящих при консервировании зерна солодовым экстрактом и проведении более глубоких исследований в оценке сроков годности нового продукта.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования, описанные в данной статье, проводились в рамках гранта студенту «Исследование возможности использования солодовых экстрактов при производстве консервированных продуктов функционального назначения» (№ гос. рег. 20200555) при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Бережная, О. В. Проростки пшеницы – ингредиент для продуктов питания / О. В. Бережная [и др.]// Пищевая промышленность. – 2015. – № 5. – С. 26–29.

<sup>1</sup> Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Методические указания. – М.: ФЦ госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – Режим доступа: <https://docviewer.yandex.by>. – Дата доступа 09.05.2022.

- 2 Шаршунов, В. А. Биотехнологические приемы повышения эффективности использования зерновых ресурсов Беларуси / В. А. Шаршунов [и др.] // Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2008. – С. 101–106.
- 3 Курганов, Е. В. Разработка технологии функциональных продуктов на основе пророщенного зерна / Е. В. Курганов, А. Л. Ишевский // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – № 3. – 2014. – С. 114–122.
- 4 Ikram, A. Nutritional and end-use perspectives of sprouted grains: A comprehensive review / A. Ikram [et al.] / Food Science & Nutrition published. – 2021. – № 9(2). – P. 4617–4628. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.2408>.
- 5 Finnie, S. Sprouted grains as a food ingredient / S. Finnie, V. Brovelli, D. Nelson / Sprouted Grains. Nutritional Value, Production and Applications. – 2019. – P. 113–142. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811525-1.00006-3>.
- 6 Долгих, П. П. Исследование инфракрасного способа сушки зерна / П. П. Долгих, Н. В. Кулаков, Е. В. Лоц // Вестник КрасГАУ. – № 12. – 2016. – С. 85–92.
- 7 Рахматуллина, Ю. Р. Радиационно-конвективное консервирование пророщенных семян пшеницы и ржи / Ю. Р. Рахматуллина, А. А. Андреева, И. Н. Елькин, А. Ф. Доронин // Пищевая промышленность. – 2012. – № 2. – С. 52–54.
- 8 Бурова, Н. О. Особенности производства сухих пророщенных зерен пшеницы и ржи / Н. О. Бурова, [и др.] // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». – 2016. – № 3(7). С. 10–14.
- 9 Зенькова, М. Л. Подготовка зерна пшеницы при разработке технологии консервов «Вторые обеденные блюда» / М. Л. Зенькова, Д. А. Бабич // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48. – № 2. – С. 46–53. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-46-53>.
- 10 Гнездилова, А. И. Исследование активности воды в водных растворах некоторых сахаров / А. И. Гнездилова, Т. Ю. Бурмагина // Молочнохозяйственный вестник. – 2014. – № 4(16). – С. 63–68.
- 11 Микулинич, М. Л. Товароведно-технологические свойства солодовых и полисолодовых экстрактов (обзор) / М. Л. Микулинич [и др.] // Вестник БГУТ. – 2021. – № 1(30). – С. 3–19.
- 12 Науменко, Н. В. Интенсификация процесса проращивания зерна, используемого для производства хлеба, и его влияние на качество готовых изделий / Н. В. Науменко, И. Ю. Потороко, И. В. Калинина // Индустрия питания. – 2019. – Т. 4. – № 1. – С. 47–54. DOI 10.29141/2500-1922-2019-4-1-5.
- 13 Никишова, А. С. Использование проросшего зерна в технологии напитков / А. С. Никишова, А. С. Новикова // Аллея науки. – 2021. – Т. 1. – № 5(56). – С. 248–255.
- 14 Шаршунов, В. А. Оптимизация режимов проращивания зерна гороха / В. А. Шаршунов, Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2014. – № 1. – С. 101–106.
- 15 Коротких, Е. А. Антиоксидантная активность солодов, порошкообразного полисолодового экстракта и кваса на его основе / Е. А. Коротких, С. В. Востриков, И. В. Новикова // Пиво и напитки. – 2011. – № 3. – С. 48–49.
- 16 Казина, В. В. Разработка технологии получения сока из ростков пшеницы с определением режимов и сроков его хранения / В. В. Казина, Т. Н. Сафронова, Л. Г. Ермош // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48. – № 2. – С. 64–72. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-64-72>.
- 17 Benincasa, P. Sprouted grains: A comprehensive review / P. Benincasa [et al.] // Nutrients. – 2019. – № 11(2). – P. 421–502. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu11020421>.
- 18 Lemmens, E. Impact of cereal seed sprouting on its nutritional and technological properties: A critical review / E. Lemmens [et al.] // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2019. – P. 305–328. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12414>.
- 19 Федосеева, Л. М. Определение антиоксидантной активности настоя травы шавеля кислого методом *in vitro* / Л. М. Федосеева, Г. Р. Кутателадзе // Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный медицинский университет», 2019. – № 3. – С. 64–70.
- 20 Заворохина, Н. В. Потенциал дескрипторно-профильного метода дегустационного анализа / Н. В. Заворохина, О. Г. Чугунова // Вестник южно-уральского гос. ун-та. Сер.: пищевые и биотехнологии. – 2014. – Т. 2. – № 2. – С. 58–63.
- 21 Mikulinich, M. Application of descriptor and profile method of the tasting analysis when modelling of preserved product formulations using sprouted grain and malt extract / M. Mikulinich, N. Guzikova // Food Science and Applied Biotechnology. – № 4(1). – 2021. – С. 22–30. DOI: <https://doi.org/10.30721/FSAB2021.V4.I1.113.12>.
- 22 Гридина, С. Б. Ферментативная активность зерновых культур / С. Б. Гридина [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 8(95). – С. 57–60.
- 23 Мудрых, Н. М. Оценка качества зерна пленчатых и голозерных сортов овса / Н. М. Мудрых, Л. В. Бессонова, Р. И. Вяткина // Пермский аграрный вестник. – 2020. – № 2(30). – С. 57–60. DOI: <https://doi.org/10.24411/2307-2873-2020-10028>.

Поступила в редакцию 30.05.2022 г.

**ОБ АВТОРАХ:**

**Марина Леонидовна Микулинич**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры товароведения и организации торговли учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», e-mail: mikulinichmarina@gmail.com.

**Гузикова Наталья Александровна**, магистр (специальность 1-25 80 07 – Товароведение и экспертиза товаров), выпускница кафедры товароведения и организации торговли учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», e-mail: guzikova.natasha@yandex.ru.

**ABOUT AUTHORS:**

**Marina L. Mikulinich**, PhD (Engineering), Associate Professor of the Department of Commodity Science and Trade Organization, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: mikulinichmarina@gmail.com.

**Natalya A. Guzikova**, master's degree (speciality 1-25 80 07 – Commodity Research and Examination of Goods), graduate of the Department of Commodity Science and Trade Organization, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: guzikova.natasha@yandex.ru.

УДК 644.44

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СПОСОБА СУХОГО ОХМЕЛЕНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ ГОРЕЧИ ПИВА

Ю. С. Назарова<sup>1</sup>, Н. В. Саманкова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,  
Республика Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский государственный экономический университет, Республика Беларусь

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Цель исследования – импортозамещение хмеля на пивоваренных предприятиях республики. Научная актуальность обусловлена необходимостью обоснования режимов сухого охмеления для обеспечения необходимой степени горечи напитка при использовании хмеля белорусской селекции.

**Материалы и методы.** Хмель гранулированный трех сортов: Tettnanger, Northern Brewer, Perle в процессе полного и дробного сухого охмеления. Экстракции горьких веществ из суслу изооктаном, спектрофотометрическое определение оптической плотности изооктанового экстракта при длине волны 255 нм.

**Результаты.** При полном сухом охмелении внесение хмеля в количестве 30 и 35 г/дал является нецелесообразным, в этих образцах значение горечи пива ниже, чем в контрольных образцах. При дробном сухом охмелении внесение хмеля в количестве 30, 35 и 40 г/дал позволяет получать молодое пиво с содержанием горечи выше, чем в контрольных образцах.

**Выводы.** Способ сухого охмеления является предпочтительным и рекомендуется для использования при установленных технологических режимах для производства пива с использованием хмеля белорусской селекции.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** хмель; сухое охмеление; горечь пива; сорт; сбраживание суслу.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Назарова, Ю. С. Оценка влияния способа сухого охмеления на изменение горечи пива // Ю. С. Назарова, Н. В. Саманкова // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 1(32). – С. 92–102.

## EVALUATION OF THE INFLUENCE OF DRY HOPPING METHOD ON THE CHANGE IN THE BITTERNESS OF BEER

Yu. S. Nazarova<sup>1</sup>, N.V. Samankova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Belarusian State Economic University, Republic of Belarus

### ABSTRACT

**Introduction.** The purpose of the study is to focus on import substitution of hops at the breweries of the Republic of Belarus. The scientific relevance is due to the need to justify the dry hopping regimes to ensure the required level of beer bitterness produced with hops of Belarusian selection.

**Materials and methods.** Granulated hops of three varieties: Tettnanger, Northern Brewer, Perle in complete and fractional dry hopping. Iso-octane extraction of bitter substances from the must, spectrophotometric optical density of iso-octane extract at a wavelength of 255 nm.

**Results.** In complete dry hopping, the introduction of hops in the amount of 30 and 35 g/dal is found to be inappropriate. In these samples the bitterness of beer is lower than that in reference samples. With fractional dry hopping applied, the introduction of hops in the amount of 30, 35 and 40 g/dal makes it possible to obtain schenk beer with higher bitterness level than that in reference samples.

**Conclusions.** The dry hopping method is found out to be preferable and can be recommended for the use under certain technological conditions in the production of beer using hops of the Belarusian selection.

**KEY WORDS:** *hops; dry hopping; bitterness of beer; variety; must fermentation.*

**FOR CITATION:** Nazarova, Yu. S. Evaluation of the influence of the method of dry hopping on the change in the bitterness of beer // Yu. S. Nazarova, N. V. Samankova // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2022. – № 1(32). – P. 92–102 (in Russian).

## **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время интерес к производству пива верхового брожения во всем мире резко возрос, в основном за счет увеличения количества мини-пивоварен. Главной отличительной чертой данных сортов пива является внесение больших порций хмеля в пивное сусло на стадии охмеления, а иногда и непосредственно в готовое пиво для придания ярко выраженного хмелевого вкуса и аромата [1–5].

Пиво верхового брожения в Республике Беларусь практически не производится, а импортируется из других стран. Однако в последние годы оно является трендовым, и многие пивоварни пытаются освоить его производство, тем самым увеличив ассортимент и потребительский спрос на свою продукцию [6–7]. В связи с этим сегодня так актуальна проблема повышения конкурентоспособности этого напитка за счет разработки технологии сортов пива верхового брожения, где в качестве источника горьких и ароматических веществ будет использован хмель белорусской селекции.

Особенностью производства пива верхового брожения является применение метода сухого охмеления. Эта технология находит всё большую популярность в пивоварении, данный способ охмеления хоть и является трудоемким, но в то же время и наиболее эффективным именно для крафтового пивоварения, позволяет получать сорта пива, выделяющиеся из общей линейки традиционных сортов.

Технология холодного охмеления, иначе называемая сухим охмелением (англ. «dry hopping»), вызывает повышенный интерес. О сухом охмелении можно говорить только в том случае, если внесение хмеля происходит на холодном участке пивоваренного производства [8–12].

Экстрагирование соединений хмеля при «сухом» охмелении, то есть при внесении хмеля на стадии главного брожения, значительно отличается от тех же процессов при классическом охмелении на стадии кипячения суслу с хмелем. Это связано с различием растворителя или среды: в случае классического охмеления средой служит водный раствор экстрагируемых соединений зернопродуктов при температуре кипения; в случае «сухого» охмеления – водно-спиртовой раствор. Также влияние оказывают технологические условия процесса: при классическом охмелении происходит экстракция и превращение растворимых соединений хмеля при кипячении, что влечет за собой потери хмелевых летучих соединений при испарении жидкости, при «сухом» охмелении температура процесса зависит от применяемых рас дрожжей и колеблется от 0 до 20 °С и потери летучих соединений хмеля в основном не значительны и связаны с адсорбцией на поверхности пузырьков диоксида углерода и клеток дрожжей [6, 8, 10, 11].

Однако, несмотря на значительные достижения в этой области, существует и ряд проблем, от решения которых будет зависеть не только качество готового продукта, но и экономическая эффективность предприятия в целом. Одной из них является использование импортного сырья – ведь весь хмель (за единичным исключением), используемый для создания сортов пива в данной стилистике, имеет американское или новозеландское происхождение, а требуемое его количество для достижения необходимой горечи в таких сортах велико, что приводит к ощутимому росту себестоимости напитка. Это особенно важно в свете «жесткой» конкуренции на современном рынке пивоваренной продукции.

Цель исследования – импортозамещение хмеля на пивоваренных предприятиях республики.

Общая научная задача – оценка влияния способа сухого охмеления на изменение горечи пива для обоснования технологических режимов его получения при использовании хмеля белорусской селекции.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований являлся хмель гранулированный трех сортов: Tettnanger, Northen Brewer, Perle, выращенный в Гродненской области, Малоритском районе на предприятии СП «Бизон», а также объектами исследований являлись образцы пивного суслу (лабораторного и охмеленного), молодого и готового пива, полученные в лабораторных условиях учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий».

В работе применены общепринятые и специальные физико-химические методы оценки и анализа свойств сырья, лабораторного и охмеленного суслу, молодого пива.

В процессе работы исследовали показатели хмеля: органолептические – по ГОСТ 32912, влажность методом высушивания до постоянной массы по ГОСТ 13586.5. Определение зольности определяют отношением массы золы, оставшейся после прокаливания навески хмеля, к массе навески.

Определение  $\alpha$ -кислот проводили методом кондуктометрического титрования по ГОСТ 21948. При определении содержания горьких веществ использовали спектрофотометрический метод по методике ЕВС (8.8). Содержание горечи в сусле определяли путём экстракции горьких веществ из суслу изооктаном и определения оптической плотности изооктанового экстракта на спектрофотометре при длине волны 255 нм.

Для получения пивного суслу использовали 100 % светлый ячменный солод, затирание проводили настольным способом.

Процесс главного брожения для опытных и контрольных образцов вели при температуре 20 °С. Длительность главного брожения составляла 7 суток. Сбраживали пивное суслу с содержанием сухих веществ 11 % в стеклянных бутылках ёмкостью 750 см<sup>3</sup>. Дрожжи задавали в количестве 20 млн. клеток/ см<sup>3</sup>.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В работе были изучены качественные характеристики трех сортов гранулированного хмеля: Tettnanger, Northen Brewer, Perle отечественного производства. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Анализ данных, представленных в табл. 1, позволяет сделать вывод о том, что по всем показателям качества хмель соответствует требованиям ГОСТ 32912-2014. Следовательно, данные сорта хмеля можно использовать в дальнейших исследованиях.

В проводимых экспериментальных исследованиях изучали возможность замены классического охмеления на стадии кипячения суслу с хмелем на сухое охмеление на стадии сбраживания пивного суслу. В первом случае проводили 100 % сухое охмеление на стадии главного брожения, во втором случае осуществляли дробное охмеление, то есть совмещали классическое охмеление на стадии кипячения суслу с хмелем, а также сухое охмеление на стадии главного брожения. Контролем служили образцы, в которых процесс охмеления вели классическим способом. Расчётное количество хмеля вносили в два приёма, первые 50 % через 15 минут от начала процесса кипячения и 50 % за 15 минут до конца кипячения. Продолжительность процесса составляла 40–50 минут.

**Табл. 1.** Качественные показатели различных сортов гранулированного хмеля**Table 1.** Qualitative indicators of various varieties of granulated hops

Наименование показателя	Требование ГОСТа 32912-2014	Хмель гранулированный		
		Сорт Tettnanger	Сорт Perle	Сорт Northen Brewer
Запах	Специфический хмелевой	+	+	+
Цвет	От светло-желто-зеленого до золотисто-зеленого	+	+	+
Влажность, %, не более	6,00 – 13,00	6,75 ± 0,10	7,14 ± 0,02	6,55 ± 0,10
Массовая доля зола в пересчете на абсолютно сухое вещество, % не более	14,00	9,74 ± 0,01	9,85 ± 0,01	9,78 ± 0,20
Массовая доля горьких веществ, %, не менее	2,50	24,5 ± 0,01	28,3 ± 0,20	17,9 ± 0,05
Массовая доля α- кислот, в пересчете на сухое вещество, %, не менее	2,50	7,3 ± 0,02	8,8 ± 0,15	5,0 ± 0,01

Для опытных образцов, с полным сухим охмелением, пивное сусло вначале подвергали кипячению в течение 40–50 минут, но не более 80 минут. Затем сусло фильтровали и охлаждали. В сусло вносили расчетное количество хмеля, предварительно измельчив его. Количество вносимого хмеля составляло 30; 35 и 40 г/дал с учётом того, что готовое пиво должно иметь степень горечи 50–60 IBU.

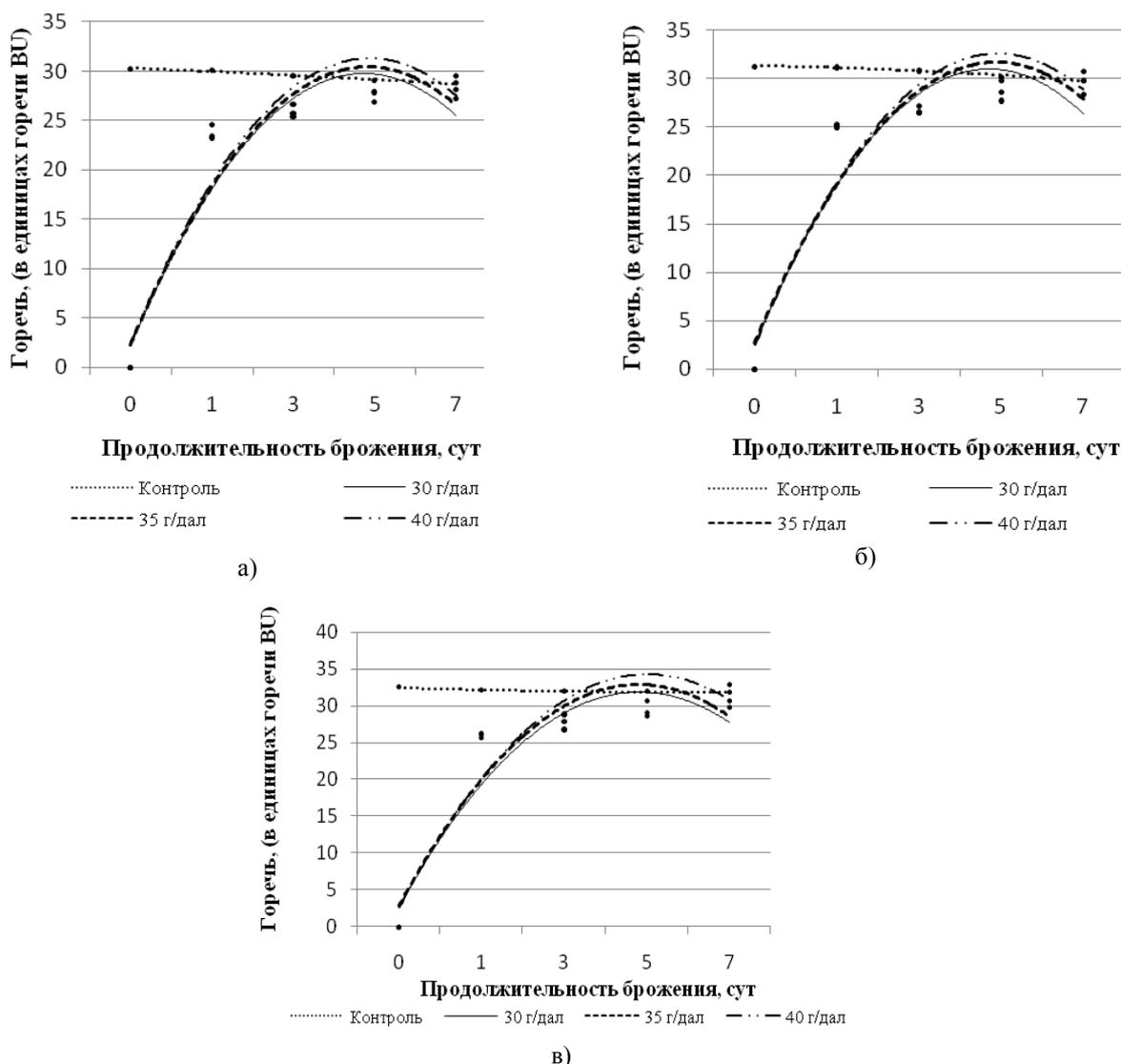
В процессе сбраживания пивного сусла контролировали динамику перехода растворимых в воде и спирте компонентов хмеля, в первую очередь общую горечь.

Динамика экстрагирования горьких веществ в пивное сусло в процессе главного брожения, представленная на рис. 1, свидетельствует о том, что для всех трех сортов хмеля в опытных образцах наблюдается интенсивный переход горьких веществ в пивное сусло. Однако стоит отметить, что при полном сухом охмелении только в опытных образцах с дозировкой хмеля 40 г/дал содержание горечи превышает контрольные показатели.

Для сорта Tettnanger, Perle и Northen Brewer наибольшая горечь пришлась на седьмые сутки, в опытных образцах с внесением хмеля в количестве 40 г/дал, что превышает контрольные показатели на 2,60; 2,81 и 3,47 % соответственно.

Это, вероятно, связано с тем, что при использовании классического способа охмеления сусла на стадии кипячения сусла с хмелем труднорастворимые неизомеризованные α-кислоты обычно осаждаются во время брожения в результате снижения значения pH. За счет частичного нахождения α-кислот в сбраживаемой среде при определении единиц горечи у образцов пива с сухим охмелением этот показатель существенно повышается.

Многие ароматические соединения, производные эфирного масла хмеля, формируются при сухом охмелении в процессе сбраживания пивного сусла при pH 3,8–4,3 в результате дрожжевого метаболизма и гидролитических процессов, что влияет на вкусовые оттенки готового пива [4, 5]. В присутствии дрожжей терпеновые соединения адсорбируются на поверхности дрожжей, и их содержание уменьшается в процессе сухого охмеления [7], что связано с полярностью: полярные эфирные масла, например, мирцен и гумулен, адсорбируются в большей степени, чем менее полярные, такие как линалоол и гераниол [8]. Поэтому для определения влияния количества вносимого хмеля трех разных сортов при полном сухом охмелении на стадии главного брожения на горечь, воспринимаемую органами чувств, был проведен органолептический анализ молодого пива.



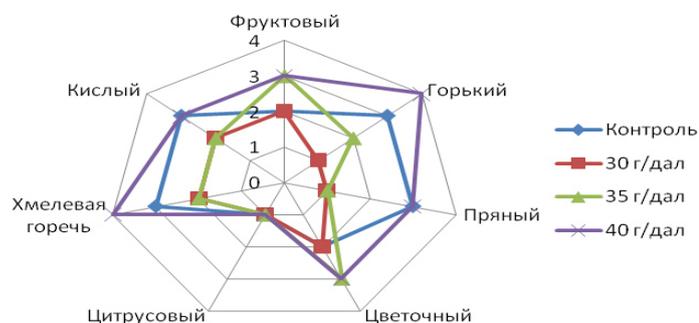
**Рис. 1.** Изменение содержания горечи в процессе главного брожения при полном сухом охмелении: а) Northern Brewer; б) Tettnanger; в) Perle

**Fig. 1.** Changes in bitterness level during main fermentation with complete dry hopping: а) Northern Brewer; б) Tettnanger; в) Perle

Изучались такие органолептические показатели, как хмелевая горечь, аромат и вкус. На основании проведенной органолептической оценки образцов молодого пива были построены профилограммы органолептических показателей. Используемый при этом профильный метод анализа позволяет оценивать органолептические характеристики пива по степени выраженности каждого отдельного показателя по пятибалльной шкале. Результаты органолептической оценки представлены на рис. 2–4.

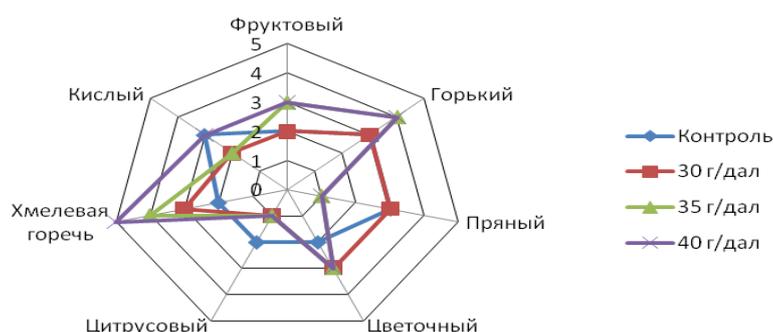
На основании сравнительного анализа построенных профилограмм органолептических показателей молодого пива, полученного с использованием различных количеств хмеля трех сортов, установлено, что изученные опытные образцы имеют наиболее полный, чистый и гармонично сложенный вкус, чистый, свежий, тонкий хмелевой аромат. Хмелевая горечь – мягкая, слаженная, соответствующая типу пива.

Опытные образцы молодого пива, в которые хмель вносили в количестве 30 г/дал не зависимо от используемого сорта хмеля, имели выраженный хмелевой аромат, в котором в отличие от контрольных образцов явно прослеживались фруктовые и цветочные тона. Однако по интенсивности горечи уступали контрольным образцам.



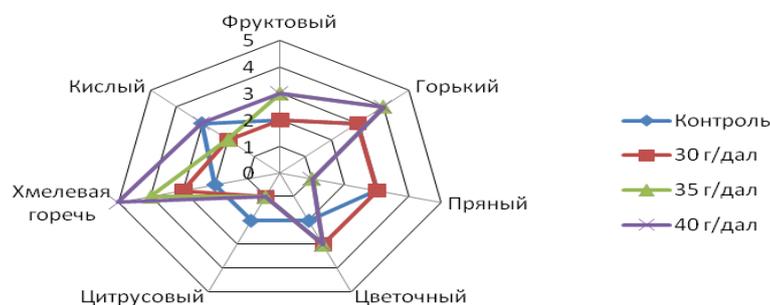
**Рис. 2.** Органолептический профиль вкуса молодого пива, полученного при полном сухом охмелении хмелем сорта Northern Brewer

**Fig. 2.** Organoleptic taste profile of schenk beer obtained by complete dry hopping with Northern Brewer hops



**Рис. 3.** Органолептический профиль вкуса молодого пива, полученного при полном сухом охмелении хмелем сорта Tettnanger

**Fig. 3.** Organoleptic taste profile of schenk beer obtained by complete dry hopping with Tettnanger hops



**Рис. 4.** Органолептический профиль вкуса молодого пива, полученного при полном сухом охмелении хмелем сорта Perle

**Fig. 4.** Organoleptic taste profile of schenk beer obtained by complete dry hopping with Perle hops

Опытные образцы молодого пива, в которые хмель вносили в количестве 35 и 40 г/дал, характеризовались нарастающей интенсивностью горечи, при этом хмелевая горечь была слаженной, нетерпкой, слегка остающейся в послевкусии.

Вероятно, с увеличением количества вносимого хмеля, а также за счет снижения pH броющей среды, температуры брожения, а также биохимических процессов, происходящих под действием дрожжевой культуры, происходит усиление ароматообразования углеводородами посредством разрыва эфирных соединений гераниола, линалоола,  $\alpha$ -терпинеола [10–13].

Для опытных образцов, которые подвергались дробному сухому охмелению, на стадии кипячения суслу с хмелем вносили 50 % от общего количества вносимого хмеля, подвергали кипячению в течение 40–50 минут, но не более 80 минут. Затем сусло фильтровали и охлаждали. Вносили в охмеленное сусло оставшееся количество хмеля, предварительно измельчив его.

В процессе дробного сухого охмеления также определяли значение горечи для образцов молодого пива. Динамика экстрагирования горьких веществ в пивное сусло в процессе главного брожения, представленная на рис. 5, свидетельствует о том, что для всех трех сортов хмеля в опытных образцах наблюдается интенсивный переход горьких веществ в пивное сусло. Однако, стоит отметить, что при дробном сухом охмелении во всех опытных образцах содержание горечи превышает контрольные показатели.

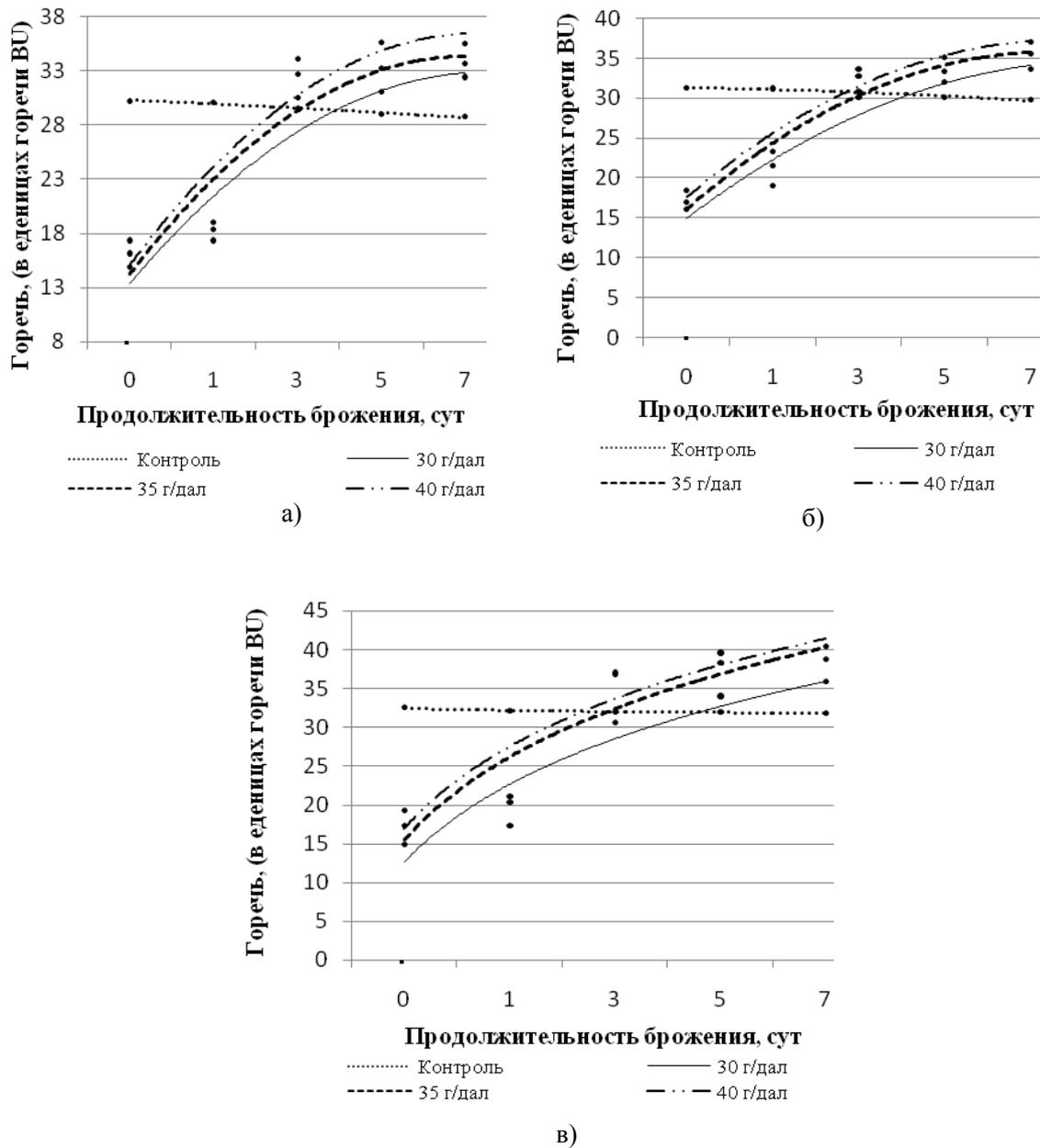
Образцы сорта хмеля Tettnanger, в которые хмель вносили в количестве 30; 35 и 40 г/дал, превышали контроль по содержанию горечи соответственно на 12,57; 19,44 и 24,10 %; для сорта хмеля Northern Brewer превышали контрольные показатели по содержанию горечи соответственно на 12,52; 17,05 и 23,31 %; для сорта хмеля Perle превышали контрольные показатели по содержанию горечи соответственно на 12,74; 21,74 и 27,39 %.

Вероятно такое повышенное содержание горечи связано с тем, что часть хмеля вносили на стадии кипячения суслу с хмелем как при классическом способе охмеления суслу в результате чего часть  $\alpha$ -кислот хмеля подверглась изомеризации и перешла в растворимые изо- $\alpha$ -кислоты.

Так же были исследованы органолептические показатели молодого пива, полученного способом дробного сухого охмеления. На основании сравнительного анализа построенных профилограмм органолептических показателей молодого пива, представленных на рис. 6–8, установлено, что применение технологии дробного сухого охмеления позволяет получить пиво с более высокой степенью горечи, а также обогатить пиво ароматическими компонентами.

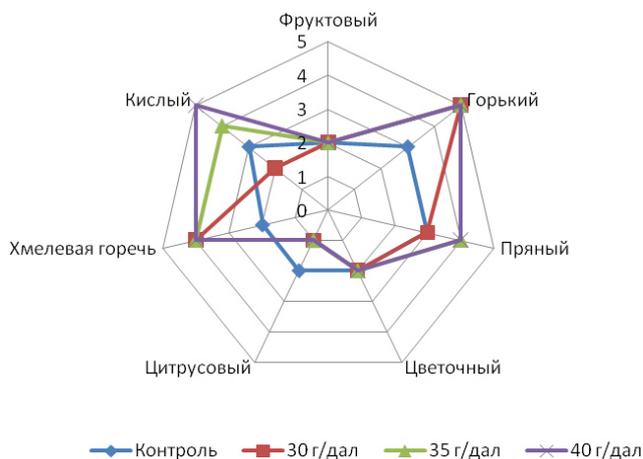
Опытные образцы молодого пива, независимо от используемого сорта хмеля, имели выраженный хмелевой аромат, с пряными, цветочными и травянистыми оттенками. По интенсивности горечи опытные образцы превосходили контрольные, причем интенсивность горечи увеличивалась прямо пропорционально повышению дозировки вносимого хмеля [13–17].

Опытные образцы молодого пива, в которые хмель вносили в количестве 40 г/дал, характеризовались нарастающей интенсивностью горечи, при этом хмелевая горечь была терпкой, остающейся в послевкусии. Для опытных образцов с использованием хмеля сорта Perle проявлялась кислота во вкусе.



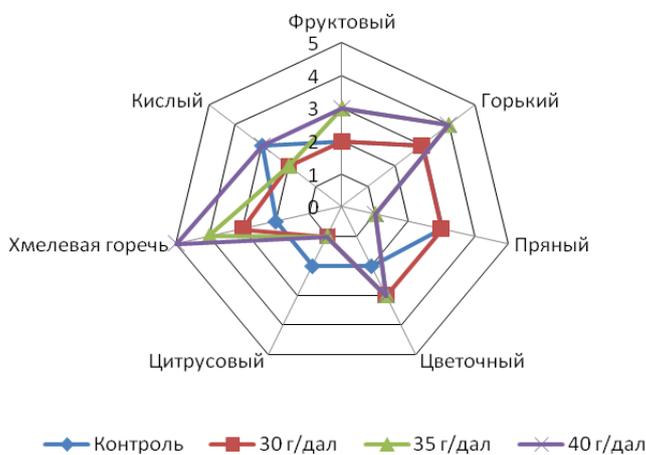
**Рис. 5.** Изменение содержания горечи в процессе главного брожения при полном сухом охмелении: а) Northern Brewer; б) Tettninger; в) Perle

**Fig. 5.** Changes in bitterness level during main fermentation with complete dry hopping: а) Northern Brewer; б) Tettninger; в) Perle



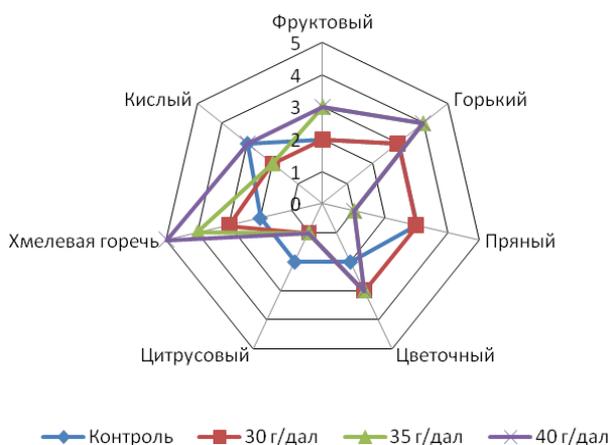
**Рис. 6.** Органолептический профиль вкуса молодого пива, полученного при дробном сухом охмелении хмелем сорта Northern Brewer

**Fig. 6.** Organoleptic taste profile of schenk beer obtained by fractional dry hopping with Northern Brewer hops



**Рис. 7.** Органолептический профиль вкуса молодого пива, полученного при дробном сухом охмелении хмелем сорта Tettnanger

**Fig. 7.** Organoleptic taste profile of schenk beer obtained by fractional dry hopping with Tettnanger hops



**Рис. 8.** Органолептический профиль вкуса молодого пива, полученного при дробном сухом охмелении хмелем сорта Perle

**Fig. 8.** Organoleptic taste profile of schenk beer obtained by fractional dry hopping with Perle hops

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, обобщая полученные данные, установлено, что при дробном сухом охмелении переход горьких веществ в пиво на стадии главного брожения происходит намного интенсивнее, чем при полном сухом охмелении, и зависит от содержания  $\alpha$ -кислот в хмеле и количества вносимого хмеля. Также установлено, что при дробном сухом охмелении внесение хмеля в количестве 30; 35 и 40 г/дал позволяет получать молодое пиво, в котором значенные горечи выше, чем в контрольных образцах на 22,52–27,39 %. Это подтверждается данными, полученными при оценке сенсорных профилей опытных образцов молодого пива, несмотря на то, что пиво приобрело насыщенный гармоничный аромат хмеля, цветов и фруктов и полноту вкуса, горечь в опытных образцах с содержанием хмеля 40 г/дал была терпкая, остающаяся, а также пиво приобрело незначительную кислотность во вкусе.

Исследования проводились в рамках выполнения ГПНИ, финансируемой Министерством образования Республики Беларусь.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Шёнбергер, К. Хорошо проведенное сухое охмеление – половина успеха / К. Шёнбергер // Мир пива. – 2014. – № 3 – С. 277–280.
- 2 Кокуцца, З. Влияние сухого охмеления на горечь пива / З. Кокуцца, В. Миттер // Мир пива. – 2016. – № 2 – С. 80–82.
- 3 Форстер, А. Поведение некоторых ингредиентов хмеля при сухом охмелении / А. Форстер // Мир пива. – 2016. – № 3 – С. 94–98.
- 4 Takoi, K. Biotransformation of Hop-Derived Monoterpene Alcohols by Lager Yeast and Their Contribution to the Flavor of Hopped Beer / K. Takoi [et al.]. // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2010. – Vol. 58. – P. 5050–5058.
- 5 Yang, X. Hydrolysis and reversible isomerization of humulene epoxides II and III / X. Yang, M. L. Deinzer // J. Org. Chem. – 1992. – Vol. 57. – P. 4717–4722.
- 6 Грибкова, И. Н. Влияние соединений хмеля на формирование органолептических показателей пива при «холодном» способе охмеления / И. Н. Грибкова, О. А. Борисенко // Пиво и напитки. – 2021. – № 1. – С. 30–35.
- 7 Гернет, М. В. Влияние соединений хмеля и хмелепродуктов на сенсорный профиль готового пива / М. В. Гернет, И. Н. Грибкова // XXI век: итоги прошлого, проблемы настоящего плюс. – 2020. – № 1(45). – С. 93–99.
- 8 Praet, T. Biotransformations of hop-derived aroma compounds by *Saccharomyces cerevisiae* upon fermentation / T. Praet [et al.]. // Cerevisia. – 2012. – Vol. 36. – P. 125–132.
- 9 Noro, Y. Selective adsorption of hop derived aroma substances by nonviable dry brewing yeast / Y. Noro [et al.] // Proceedings of the ASBC Annual Meeting. – La Quinta, California, 2015. – P. 255–259.
- 10 Cibaka, M. L. K. Dry Hopping with the Dual-Purpose Varieties Amarillo, Citra, Hallertau Blanc, Mosaic, and Sorachi Ace: Minor Contribution of Hop Terpenol Glucosides to Beer Flavors / M. L. K. Cibaka, C. S. Ferreira, L. Decourrière // Journal of the American Society of Brewing Chemists. – 2017. – Vol. 75(2). – P. 122–129.
- 11 Sharp, D. C. The effect of hopping regime, cultivar and  $\beta$ -glucosidase activity on monoterpene alcohol concentrations in wort and beer / D. C. Sharp, J. Steensels, T. H. Shellhammer // Journal of the Institute of Brewing. – 2017. – Vol. 123 (2). – P. 185–191.
- 12 Матвеева, Н. А. Выбор сорта хмеля для технологии сухого охмеления / Н. А. Матвеева, А. А. Титов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2014. – № 4 – С. 120–125.
- 13 Пиво. Общие технические условия: СТБ 395-2017. – Введ. 29.06.2017. – Минск: Гос. Комитет по стандартизации Республики Беларусь: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2017. – 26 с.
- 14 Пиво. Общие технические условия: ГОСТ 31711-2012. – Введ. 01.07.2013. – М.: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации: ИПК Издательство стандартов, 2019. – 31 с.
- 15 Гернет, М. В. Влияние соединений хмеля и хмелепродуктов на сенсорный профиль готового пива / М. В. Гернет, И. Н. Грибкова // XXI век: итоги прошлого, проблемы настоящего плюс. – 2020. – № 1(45). – С. 93–99.
- 16 Назарова, Ю. С. Сухое охмеление пива верхового брожения // Ю. С. Назарова // Тезисы Междун. научно-технич. конфер. «Инновационные технологии в обеспечении качества и безопасности химических и пищевых продуктов», Ташкент, 24–25 сентября 2021 г. / Ташкентский химико-технологический институт. – Ташкент, 2021. – С. 168.
- 17 Назарова, Ю. С. Изменение горьких веществ хмеля при сухом охмелении пива // Ю. С. Назарова // Тезисы Междун. научно-технич. конфер. «Инновации в агропромышленной отрасли Узбекистана и интеграция тенденций переработки сельскохозяйственного сырья в странах центральной Азии и Казахстана», Ташкент, 29 ноября 2021 г. / Ташкентский химико-технологический институт. – Ташкент, 2021. – С. 170–173.

*Поступила в редакцию 29.05.2022 г.*

**ОБ АВТОРАХ:**

**Юлия Станиславовна Назарова**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии пищевых производств, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: juliya.nazarova2015@yandex.ru.

**Наталья Викторовна Саманкова**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры товароведение непродовольственных товаров, Белорусский государственный экономический университет, e-mail: samankova@list.ru.

**ABOUT AUTHORS:**

**Yulia S. Nazarova**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food Production Technology, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: juliya.nazarova2015@yandex.ru.

**Natalya V. Samankova**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Commodity Science of Non-food Products, Belarusian State Economic University, e-mail: samankova@list.ru.

УДК 665.117.2:631.563.3

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖМЫХА ЛЬНЯНОГО РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ В СОСТАВЕ ФАРШЕВОЙ СИСТЕМЫ ИЗ МЯСА ПТИЦЫ****З. В. Василенко, Е. Н. Кучерова, А. В. Бычко***Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,  
Республика Беларусь***АННОТАЦИЯ**

**Введение.** Рациональное использование растительного сырья и полезных веществ, содержащихся в нем, для производства продуктов питания является актуальным. Научной задачей исследований явилось изучение технологических свойств муки из жмыха льняного и фаршевых систем из мяса птицы с его использованием в зависимости от степени измельчения.

**Материалы и методы.** Жмых льняной отечественного производства, производимый на ОАО «Воложинский льнокомбинат», образцы фаршевых систем из мяса птицы с добавлением муки из жмыха льняного разной степени измельчения. Общепринятые и специальные методы исследований.

**Результаты.** Показано, что технологические свойства муки из жмыха льняного зависят от степени измельчения. Дана характеристика органолептических и реологических показателей фаршевых систем из мяса птицы, на основании чего выбран оптимальный вариант степени измельчения муки для разработки технологии вареной колбасы. Охарактеризован аминокислотный состав белков разработанной колбасы с использованием муки из жмыха льняного.

**Выводы.** Технологические свойства муки из жмыха льняного превышают аналогичные свойства соевой муки (ВСС жмыха льняного на 115,3 % превышает данный показатель для соевой муки, по ВУС при  $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$  превышает на 166,0 %, при  $t=70\text{ }^{\circ}\text{C}$  – на 118,0 %, по ВУС в растворе соли превышает на 96,0 %, по ЖУС – на 30,0 %, по ЭС и СЭ – на 22,0 и 20,0 % соответственно), а также зависят от степени ее измельчения. ВУС при  $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $t=70\text{ }^{\circ}\text{C}$  для муки с размерами частиц 0,3 и 0,4 мм находилась в прямо пропорциональной зависимости от степени измельчения муки из жмыха льняного, с увеличением степени измельчения до 1,0 мм ВУС снижалась. ВУС при  $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$  в 2,5 %-ном растворе соли также возрастала с увеличением степени измельчения от 0,3 до 0,6 мм и уменьшалась – с увеличением размера частиц до 1,0 мм. Лучшей ВУС обладала мука из жмыха льняного гидратированная в воде, а не в растворе соли. Наибольшей ВСС обладала мука из жмыха льняного со степенью измельчения 0,6 и 1,0 мм. Наиболее заметными изменениями ЖУС были отмечены образцы муки из жмыха льняного с диаметром размера частиц 0,3 и 0,4 мм, а для муки с размерами частиц 0,6 и 1,0 мм данные значения практически не отличались. Изучены органолептические и реологические характеристики мясных фаршевых систем. Внесение муки из жмыха льняного позволило улучшить аминокислотный состав белков.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *жмых льняной; показатели безопасности; технологические свойства; степень измельчения; вареная колбаса.*

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Василенко, З. В. Технологические свойства жмыха льняного разной степени измельчения в составе фаршевой системы из мяса птицы // З. В. Василенко, Е. Н. Кучерова, А. В. Бычко // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 1(32). – С. 103–114.

**TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF FLAXSEED OIL CAKE OF VARIOUS FINENESS DEGREE INCORPORATED IN CHICKEN FORCEMEAT****Z. V. Vasilenko, E. N. Kucherova, A. V. Bychko***Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus*

**ABSTRACT**

**Introduction.** The rational use of vegetable raw materials and valuable substances contained in them are currently of utmost importance for food production. The scientific task of the research is to study the technological properties of flaxseed flour and chicken forcemeat with this kind of flour depending on its fineness degree.

**Materials and methods.** Flax seed oil cake produced at OAO «Vолоzhinskiy flax plant», samples of chicken forcemeat with flax seed oil cake of various fineness degree. General and specific methods of research.

**Results.** It is shown that technological properties of flax seed oil cake depend on its fineness degree. The characteristics of organoleptic properties and rheological parameters of chicken forcemeat have been determined. Optimum particle size of flour that can be used for the development of boiled sausage technology has been found out. Amino acid composition of sausage proteins with the use of flaxseed oil cake has been described.

**Conclusions.** The technological properties of flaxseed oil cake are higher than those of soya flour (water binding capacity (WBC) of flaxseed oil cake is 115,3 % higher than that of soya flour, water holding capacity (WHC) at a temperature of 20 °C exceeds by 166,0 %, at 70 °C – by 118,0 %; water holding capacity in salt solution exceeds by 96,0 %, fat holding capacity – by 30,0 %, emulsifying capacity and emulsion stability – by 22,0 and 20,0 % respectively), and also depend on its fineness degree. WHC at a temperature of 20 °C and 70 °C for flour with particle sizes of 0,3 and 0,4 mm was in direct proportion to the degree of flour fineness of flaxseed seed oil cake, with an increase in the fineness degree to 1,0 mm WHC decreased. WHC at a temperature of 20 °C in 2,5 % salt solution also increased with an increase in the fineness degree from 0,3 to 0,6 mm and decreased with an increase in particle size up to 1,0 mm. The highest level of WBC was obtained from flaxseed flour hydrated in water rather than in salt solution. Flaxseed flour with fineness degree of 0,6 and 1,0 mm had the highest level of WBC. The most noticeable changes in fat holding capacity were observed in the samples of flaxseed flour with a particle size diameter of 0,3 and 0,4 mm. In flour with a particle size of 0,6 and 1,0 mm these values were almost the same. Organoleptic properties and rheological characteristics of chicken forcemeat have been studied. Introduction of flaxseed flour made it possible to improve the amino acid composition of proteins.

**KEY WORDS:** *flax seed oil cake; safety indicators; technological properties; fineness degree; boiled sausage.*

**FOR CITATION:** Vasilenko, Z. V. Technological properties of flaxseed oil cake of various fineness degree incorporated in chicken forcemeat // Z. V. Vasilenko, E. N. Kucherova, A. V. Bychko // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2022. – № 1(32). – P. 103–114 (in Russian).

**ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время в рационе питания современного человека отмечается значительный дефицит основных пищевых веществ. Из-за этого организм человека не получает полного набора незаменимых биологически активных нутриентов. Поэтому одним из путей улучшения структуры и качества питания населения является развитие производства продуктов здорового питания [1–4].

Здоровое питание – это питание, удовлетворяющее потребности организма в энергии и пищевых веществах, а также способствующее профилактике хронических неинфекционных заболеваний, сохранению здоровья и долголетия [5–9].

Поэтому государственная политика Республики Беларусь направлена на повышение качества продуктов питания и обеспеченности их доступности для всех слоев населения [10].

В решении данной задачи ведущая роль принадлежит мясной промышленности. Сочетание мясного и растительного сырья обеспечивает возможность взаимного обогащения входящих в их состав ингредиентов, что повышает пищевую и биологическую ценность готовой продукции [11]. Применение растительного сырья не только обогащает мясную продукцию питательными веществами, но и влияет на ее технологические свойства и способствует расширению ассортимента [12–16].

В работах многих исследователей [17–19] отмечается положительное влияние использования продуктов переработки масличных культур в продуктах питания на здоровье человека.

В Республике Беларусь наиболее распространенной масличной культурой является лен, семена которого, в основном, используются для производства масла. Жмых льняной, образующийся при этом, по данным зарубежных авторов [20–27], представляет собой источник ценных питательных веществ, так недостающих нашему организму. Особенностью химического состава жмыха масличных культур является отсутствие антипитательных и токсичных соединений. Так в семенах льна сортов современной селекции линамарин (нитрилглюкозид, расщепляющийся под действием глюкозидазы с образованием синильной кислоты) присутствует в следовых количествах [21]. Жмых льняной имеет высокую энергетическую и пищевую ценность – в 1 кг жмыха содержится 13,73 МДж, 287 г перевариваемого протеина, а также богатый состав микроэлементов и витаминов. Белки жмыха льняного отличаются высокой усваиваемостью и достаточно сбалансированным аминокислотным составом [20], жиры характеризуются высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), в том числе омега-3 жирные кислоты – до 50 % от общей массовой доли жирных кислот [22].

Учеными [23] исследовано использование льняной муки в рецептурах сухариков, хлебобулочных и мучных изделий [20, 25, 26] на технологические свойства композитных смесей и качество готовых изделий. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности использования льняной муки в качестве пищевой обогащающей добавки при производстве сухариков и хлебобулочных изделий.

Авторы [24] использовали льняную муку в качестве функционального ингредиента для замены жира в куриных котлетах. Было установлено положительное влияние льняной муки на органолептические и технологические характеристики готовых изделий. При этом наблюдалось повышение выхода изделий и водоудерживающей способности. Имеются данные об использовании льняной муки в технологии производства мясорастительных консервов [27], которые характеризовались высокими органолептическими показателями и экономической эффективностью.

Таким образом, использование жмыха льняного для производства продуктов питания является актуальным и отвечает задаче рационального использования растительного сырья и полезных веществ, содержащихся в нем.

Цель исследования – оценить эффективность использования муки из жмыха льняного отечественного производства как функционально-технологической добавки при разработке рецептур и технологий вареных колбас из мяса птицы.

Научная задача – исследование технологических свойств муки из жмыха льняного в зависимости от степени измельчения и в составе фаршевых систем из мяса птицы.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований являлся жмых льняной отечественного производства, производимый на ОАО «Воложинский льнокомбинат», мука из жмыха льняного различной степени измельчения (0,3 мм, 0,4 мм, 0,6 и 1,0 мм), а также объектами исследований являлись образцы мясных фаршевых систем из мяса птицы с использованием жмыха льняного, полученные в лабораторных условиях учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий».

В работе применены общепринятые и специальные методы оценки и анализа свойств жмыха льняного и разработанной вареной колбасы с его использованием.

В процессе работы отбор проб и подготовку их к исследованию проводили общепринятыми методами по СТБ 1053, ГОСТ 15113.0, СТБ ГОСТ Р 51447. Массовую долю влаги определяли методом высушивания по ГОСТ Р 54705-2011, массовую долю золы определяли минерализацией навески по ГОСТ 31727. Содержание жира определяли по ГОСТ 29033.

Содержание белка определяли по методу Кьельдаля по ГОСТ 26889. Удельную активность цезия определяли согласно МВИ, МН 1181-2011. Содержание свинца и кадмия определяли по ГОСТ 30178, мышьяка – по ГОСТ 31266, ртути – по ГОСТ 33412. Содержание афлатоксина В<sub>1</sub> определяли согласно МВИ, МН 2785. Содержание пестицидов гексахлорциклогексан (ГХЦГ) ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -изомеры) и ДДТ и его метаболиты определяли по ГОСТ 13496.20.

Общее микробное число (ОМЧ), сальмонеллы в 25 г, энтеропатогенные типы кишечной палочки в 1,0 г, энтерококки в 1,0 г и анаэробы в 1,0 г определяли по ГОСТ Р 54354-2011 и МУ № 03-02/33 от 14.06.2019. Дрожжи и плесени определяли по ГОСТ 10444.12. *S. aureus* определяли по ГОСТ 31746-2012. Перекисное число жиров определяли по СТБ ГОСТ Р 51487-2001. Кислотное число жиров определяли по СТБ ГОСТ Р 51413-2001 (ИСО 7495-90).

Определение степеней эластичности, упругости, пластичности фаршевых систем проводили на приборе Вейлера-Ребиндера путем определения деформации, нарастающей пропорционально продолжительности действия постоянного напряжения ( $P=const$ ), и после снятия нагрузки ( $P=0$ ). Органолептические исследования проводили по ГОСТ 9959, ГОСТ 31936-2012, технологические – по [28]. Массовую долю белка определяли по ГОСТ 25011-2017. Содержание аминокислот в колбасных изделиях определяли с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии согласно МВИ МН 1363-2000.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на то, что до последнего времени жмыхи и шроты большинства масличных культур рассматривались, в основном, в качестве высокобелковых компонентов растительных кормов, сегодня перспективы их использования в производстве продуктов питания связывают с возможностью придания новым продуктам функциональных свойств не только за счет белков, но и за счет пищевых волокон, минеральных и ряда других не менее ценных в нашем питании компонентов.

При получении масла холодным прессованием сырьё не измельчается, поэтому выход масла включает только свободную фракцию липидов. Поскольку прочность липопротеиновых связей в масличном сырьё находится в корреляционной связи со степенью ненасыщенности жирных кислот липидов, получаемые жмыхи из нетрадиционных видов сырья характеризуются не только сохранением ценных пищевых компонентов в нативной форме, но и закономерно высоким остаточным содержанием масла.

Физико-химические показатели качества жмыха льняного отечественного производства представлены в табл. 1.

**Табл. 1.** Физико-химические показатели жмыха льняного отечественного производства

**Table 1.** Physico-chemical indicators of flax seed oil cake of domestic production

Наименование показателей	Регламентируемые показатели	Значение
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Массовая доля влаги, %, не более	9,0	8,0
Массовая доля сырого протеина для жмыха льняного в пересчёте на сухое вещество, %, не менее	20,0	34,5
Массовая доля сырого жира в пересчёте на сухое вещество, %, не более	25,0	13,0
Массовая доля золы, не растворимой в соляной кислоте, %, не более	1,0	0,38

Продолжение табл. 1.

1	2	3
Массовая доля металлопримесей, %, не более:		
– частиц в виде пыли	0,01	–
– частиц размером до 2 мм включительно	0,001	Отсутствует
– частицы размером более 2 мм, частицы с острыми режущими краями	Не допускаются	Отсутствует
Посторонние примеси	Не допускаются	Без посторонних примесей
Крупность помола	Проход без остатка через сито № 1,0	Проход без остатка через сито

Согласно данным, представленным в табл. 1, видно, что полученные физико-химические показатели качества жмыха льняного полностью соответствуют регламентируемым для масличных культур [29].

Исследовали показатели безопасности жмыха льняного отечественного производства в сравнении с показателями безопасности, утвержденными для вторичных продуктов масличных культур, которые представлены в табл. 2.

Табл. 2. Показатели безопасности жмыха льняного отечественного производства

Table 2. Safety indicators of home-produced flax seed oil cake

Наименование показателей		Регламентируемые показатели (допустимые уровни)	Значение
Масса продукта (г), в которой не допускаются	патогенные, в т. ч. сальмонеллы	25,0	не обнаружено
	БГКП (колиформы)	0,1	не обнаружено
	<i>S. aureus</i>	0,1	не обнаружено
	сульфитредуцирующие клостридии	0,1	не обнаружено
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более		$5 \times 10^4$	$6,2 \times 10^3$
Дрожжи, КОЕ/г, не более		$1 \times 10^2$	$1 \times 10^1$
Плесени, КОЕ/г, не более		$1 \times 10^2$	$1 \times 10^1$
Токсичные элементы, мг/кг, не более:	свинец	1,0	0,18
	мышьяк	1,0	0,4
	кадмий	0,2	0,085
	ртуть	0,03	0,01
Пестициды, мг/кг, не более:			
- гексахлорциклогексан ( $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -изомеры)		0,4	не обнаружено
- ДДТ и его метаболиты		0,1	не обнаружено
Показатели окислительной порчи жира, не более:			
– кислотное число, мг КОН/г жира		4,0	0
– перекисное число, ммоль активного кислорода/кг жира		10,0	1,6
Микотоксины: афлатоксин В <sub>1</sub> , мг/кг, не более		0,005	0,001
Удельная активность цезия-137, Бк/кг, не более		80,0	менее 4,85

Из представленных данных следует, что по показателям безопасности жмых льняной отечественного производства соответствует установленным требованиям для вторичных продуктов масличных культур.

Следовательно, жмых льняной является безопасным продуктом и может быть использован для производства продуктов питания. Результатом данных исследований явилась разработка Технических условий «Жмых льняной измельченный пищевой» ТУ ВУ 700036606.133-2022 (государственная регистрация № 064757, срок действия с 06.04.2022 г. до 06.04.2027 г.)

Для того чтобы более полно оценить качество жмыха льняного отечественного производства как пищевого ингредиента для производства мясных изделий, был исследован его хи-

мический состав, который характеризуется повышенным содержанием белка (34,5 %), пищевых волокон (33,2 %), жира (13,0 %), минеральных веществ (6,4 %) и более низким содержанием углеводов (6,2 %).

Для рационального использования жмыха льняного в мясных изделиях в работе были исследованы его технологические свойства в сравнении с соевой мукой, которая более всего используется в производстве мясных изделий во всем мире.

Одними из основных технологических свойств жмыха льняного являются водосвязывающая способность (ВСС, %), водоудерживающая способность (ВУС, %), жирудерживающая способность (ЖУС, %), эмульгирующая способность (ЭС, %) и стабильность эмульсии (СЭ, %). Результаты исследований представлены в табл. 3.

**Табл. 3.** Сравнительная характеристика технологических свойств жмыха льняного с соевой мукой

**Table 3.** Comparative characteristics of technological properties of flax seed oil cake with soya flour

Наименование показателя	Значение, %	
	жмых льняной	соевая мука
Водосвязывающая способность	527,3	412,0
Водоудерживающая способность в воде t=20 °С	532,0	366,0
Водоудерживающая способность в воде t=70 °С	568,0	450,0
Водоудерживающая способность в 2,5 %-ном растворе NaCl, t=20 °С	418,0	322,0
Жирудерживающая способность	165,0	135,0
Эмульгирующая способность	100	78,0
Стабильность эмульсии	100	80,0

Из данных, представленных в табл. 3, следует, что жмых льняной характеризуется высокой ВСС, превышающей данный показатель соевой муки на 115,3 %. Водоудерживающая способность жмыха льняного и соевой муки в воде при t=20 °С составляет 532,0 и 366,0 % соответственно, при температуре до 70 °С происходит увеличение ВУС на 36,0 и 84,0 % соответственно. В 2,5 %-ном растворе NaCl ВУС жмыха льняного снижается и составляет 418,0 %, что связано, по-видимому, с особенностями его белково-углеводного состава. ВУС соевой муки также снижается и составляет 322,0 %. ЖУС жмыха льняного на 30,0 % превышает ЖУС соевой муки. Эмульгирующая способность и стабильность эмульсии жмыха льняного составляют 100 %, для соевой муки данные показатели снижаются на 22,0 и 20,0 % соответственно.

Таким образом, жмых льняной по сравнению с соевой мукой обладает лучшими технологическими свойствами.

Производимый на предприятиях республики жмых льняной представляет собой гранулы разного размера (от 0,7×1,2 мм до 0,7×1,0 мм). Гранулы равномерно не распределяются в мясной фаршевой системе, что естественно влияет на качество готовой продукции, поэтому получали из жмыха муку. Это способствовало равномерному распределению и увеличению площади соприкосновения и взаимодействия частиц муки жмыха льняного с мясным сырьем.

Поскольку при измельчении частички жмыха льняного получают с разными размерами, в работе была исследована мука из жмыха льняного в зависимости от различной степени измельчения.

Для исследования технологических свойств жмыха льняной измельчали до состояния муки и просеивали через сита с разными диаметрами отверстий: 0,3 мм, 0,4 мм, 0,6 и 1,0 мм.

Определяли такие технологические свойства, как ВСС, ВУС, ЖУС. Водоудерживающую способность определяли в воде и в 2,5 %-ном растворе соли. Установлено, что ВУС при t=20 °С для муки с размерами частиц 0,3 и 0,4 мм находилась в прямо пропорциональной за-

висимости от степени измельчения муки из жмыха льняного. С увеличением степени измельчения муки из жмыха льняного с размерами частиц до 1,0 мм ВУС снижалась. Одновременно в работе исследовали влияние продолжительности гидратации муки на технологические свойства. Так, увеличение продолжительности гидратации муки из жмыха льняного при  $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$  способствовало повышению ВУС независимо от степени измельчения.

Водоудерживающая способность при  $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$  в 2,5 %-ном растворе соли также возрастала с увеличением степени измельчения от 0,3 до 0,6 мм и уменьшалась – с увеличением размера частиц до 1,0 мм. При увеличении продолжительности гидратации водоудерживающая способность при  $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$  в 2,5 %-ном растворе соли также увеличивалась независимо от степени измельчения, но несколько в меньшей степени, чем в воде.

Лучшей ВУС обладала мука из жмыха льняного гидратированная в воде, а не в растворе соли. Так, ВУС в воде для муки из жмыха льняного со степенью измельчения 0,3 мм составляет 600 %, а в растворе соли – 434 %, что в 1,5 раза меньше, чем при гидратации в воде. Такая тенденция наблюдается и в муке с остальными степенями измельчения. Для дальнейших исследований гидратацию муки из жмыха льняного проводили только в воде.

ВСС при  $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$  также как и ВУС находилась в прямо пропорциональной зависимости от степени измельчения муки из жмыха льняного. Наибольшей водосвязывающей способностью обладала мука из жмыха льняного со степенью измельчения 0,6 и 1,0 мм и составляет 100 %.

Так как на предприятиях мясной промышленности готовности колбасных изделий в центре батона соответствует температура  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , исследовали значение ВУС при данной температуре. Установлено, что при увеличении времени гидратации ВУС при  $t=70\text{ }^{\circ}\text{C}$  возрастала также, как и при  $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$  для муки из жмыха льняного до степени измельчения от 0,3 до 0,6 мм. Для муки из жмыха льняного со степенью измельчения 1,0 мм с увеличением продолжительности гидратации наблюдалось незначительное увеличение ВУС на 48 %.

Сравнивая результаты ВУС при  $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$  с результатами при  $t=70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , можно сказать, что при  $t=70\text{ }^{\circ}\text{C}$  ВУС несколько выше. Так, для муки из жмыха льняного со степенью измельчения 0,3 мм при 60 мин гидратации ВУС отличается на 7 %, для 0,4 мм – на 33 %, для 0,6 мм – на 10 %, для 1,0 мм – на 8 % от аналогичных показателей при  $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . С увеличением времени гидратации независимо от степени измельчения ВУС практически не увеличивалась.

Следовательно, для дальнейших исследований рекомендовали гидратацию муки из жмыха льняного проводить при  $t=70\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение 45–60 мин.

Следует обратить внимание, что значения ВУС для муки из жмыха льняного с размерами частиц до 1,0 мм несколько меньше, чем для степеней измельчения с размерами частиц 0,3 мм, 0,4 и 0,6 мм.

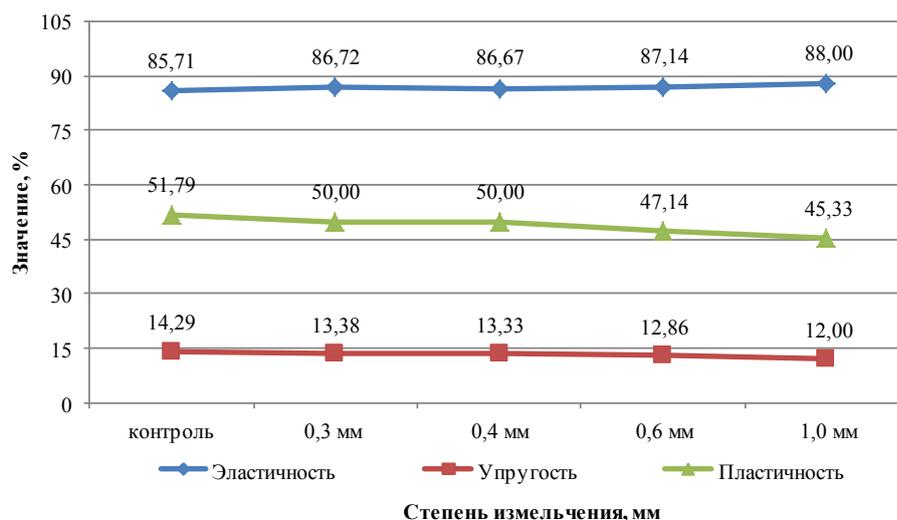
ЖУС независимо от продолжительности гидратации находилась в прямо пропорциональной зависимости от степени измельчения муки из жмыха льняного. С увеличением времени гидратации ЖУС жмыха льняного увеличивалась от 121,0 до 141,0 %, от 133,0 до 153 %, от 156,0 до 166,0 % и от 174,0 до 187,0 % для муки из жмыха льняного со степенями измельчения 0,3 мм, 0,4 мм, 0,6 и 1,0 мм соответственно. Наиболее заметными изменениями ЖУС были отмечены образцы муки из жмыха льняного с диаметром размера частиц 0,3 и 0,4 мм, а для муки с размерами частиц 0,6 и 1,0 мм данные значения практически не отличались, но незначительно превышали аналогичные значения для муки со степенью измельчения 0,3–0,4 мм.

Таким образом, было установлено, что технологические свойства муки из жмыха льняного зависят от степени измельчения. Показано, что лучшими технологическими свойствами обладает мука из жмыха льняного со степенью измельчения 0,3–0,4 мм.

Поскольку степень измельчения муки из жмыха льняного влияла на ее технологические свойства, то в дальнейшей работе исследовали влияние степени измельчения на структурно-механические и органолептические показатели качества мясной системы.

Известно, что свойства продуктов в значительной степени зависят от их реологических характеристик, в частности от упругих деформаций. Упругие деформации проявляются пропорционально продолжительности действия постоянного напряжения ( $P=const$ ) и после снятия нагрузки ( $P=0$ ), которые были сняты для мясных фаршевых систем с добавлением муки с различной степенью измельчения: 0,3 мм, 0,4 мм, 0,6 и 1,0 мм. Они характеризуются структурной вязкостью и ее количественными характеристиками (эластичностью, упругостью, пластичностью), определяемыми по кривой кинетики деформации мясной системы.

Реологические характеристики фаршевых систем из мяса птицы контрольного образца и образцов в зависимости от степени измельчения муки из жмыха льняного представлены на рис. 1.



**Рис. 1.** Зависимость эластичности, упругости, пластичности фаршевых систем от степени измельчения муки из жмыха льняного

**Fig. 1.** Dependence of elasticity, firmness, plasticity of chicken forcemeat on the fineness degree of flaxseed flour

Из представленных данных видно, что при добавлении муки из жмыха льняного в мясную фаршевую систему из мяса птицы эластичность незначительно увеличивалась с увеличением размера частиц от 0,3 до 1,0 мм на 1,28 %. При этом эластичность увеличилась на 1,0 % уже при введении частиц с размером 0,3 мм. При добавлении муки из жмыха льняного в мясную фаршевую систему из мяса птицы пластичность и упругость с увеличением размера частиц снижались на 4,67 и 2,29 % соответственно. При этом пластичность и упругость незначительно снижались уже при введении частиц с размером 0,3 мм на 1,79 и 0,91 % соответственно.

Такие изменения эластичности, пластичности и упругости связаны с наличием в муке из жмыха льняного слизи. Поэтому для дальнейших исследований было принято использовать муку из жмыха льняного с размерами частиц 0,3–0,4 мм.

Так как при производстве мясных изделий большое значение имеют органолептические показатели качества готовых изделий, то в работе были исследованы органолептические показатели качества мясных фаршевых систем из мяса птицы в зависимости от степени измельчения муки из жмыха (табл. 4).

**Табл. 4.** Органолептические показатели качества мясных фаршевых систем с использованием муки из жмыха льняного в зависимости от степени измельчения

**Table 4.** Organoleptic quality indicators of chicken forcemeat with flaxseed flour depending on the fineness degree

Степень измельчения муки из жмыха льняного	Характеристика органолептических показателей качества фаршевых систем с использованием муки из жмыха льняного
0,3	Внешний вид фаршевой системы соответствует фаршевым системам с использованием мяса птицы. Запах свойственный мясу птицы с легким оттенком жмыха льняного. Цвет фаршевой системы серого цвета
0,4	Внешний вид фаршевой системы соответствует фаршевым системам с использованием мяса птицы. Запах свойственный мясу птицы с легким оттенком жмыха льняного. Цвет фаршевой системы светло серого цвета
0,6	Внешний вид фаршевой системы соответствует фаршевым системам с использованием мяса птицы с включением частиц жмыха льняного. Запах свойственный мясу птицы с легким оттенком жмыха льняного. Цвет фаршевой системы темно-серого цвета
1,0	Внешний вид фаршевой системы соответствует фаршевым системам с использованием мяса птицы с включениями частиц жмыха льняного. Запах свойственный мясу птицы с легким оттенком жмыха льняного. Цвет фаршевой системы темно-серого цвета

Исходя из данных, представленных в табл. 4, внешний вид и запах фаршевых систем из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного со степенью измельчения 0,3 и 0,4 мм одинаковый, отличались данные системы только цветом от светло-серого до серого. Образцы фаршевых систем с использованием муки из жмыха льняного со степенью измельчения 0,6 и 1,0 мм по внешнему виду отличались от предыдущих образцов видимыми включениями частиц жмыха льняного, что снижало их качество.

Поэтому для дальнейших исследований при производстве вареных колбас рекомендовали использовать муку из жмыха льняного со степенью измельчения 0,3–0,4 мм.

Далее для разработки рецептуры и технологии колбасы вареной из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного была взята традиционная рецептура колбасы вареной «Оливье» высшего сорта по СТБ 1060-97, РЦ ВУ 700453018.446-2017. Показано, что муку из жмыха льняного лучше вводить в гидратированном виде, оптимальное количество которой составило 28 %, взамен такого же количества мяса птицы механической обвалки и шпика свиного. Это обеспечивало оптимальные технологические и органолептические показатели качества готового продукта, а также максимальный выход вареной колбасы – 114,9 %.

Исследования аминокислотного состава белков колбасы с использованием муки из жмыха льняного позволили установить, что они превосходят контрольный образец по содержанию таких незаменимых аминокислот, как изолейцин, лейцин, фенилаланин+тирозин, а также по содержанию многих заменимых аминокислот: аспарагиновой кислоте, серину, глицину, аргинину, пролину, гистидину.

Наименьшим показателем утилитарности незаменимых аминокислот как в белках контрольного образца, так и в разработанной колбасе вареной с использованием муки из жмыха льняного, обладал триптофан. В наибольшей степени в белках исследуемых образцов вареных колбас усваивались метионин+цистеин. Вместе с тем следует, что показатель утилитарности по таким незаменимым аминокислотам, как валин, треонин и лизин, белки разработанных вареных колбас превышали белки контрольного образца на 7,64, 12,98 и 5,86 % соответственно.

По величинам коэффициента утилитарности аминокислотного состава белки вареных колбасных изделий с использованием муки из жмыха льняного незначительно уступали кон-

трольному образцу и составляли 6,1 и 5,4 соответственно. По показателям избыточности содержания незаменимых аминокислот, сопоставимой избыточности и индексу незаменимых аминокислот белки разработанной вареной колбасы близки к белкам контрольного образца. По показателю избыточности содержания незаменимых аминокислот и показателю сопоставимой избыточности белки разработанной вареной колбасы ближе к «идеальному белку», чем белки контрольного образца.

Следовательно, использование муки из жмыха льняного в рецептуре вареной колбасы из мяса птицы улучшает аминокислотный состав белка готового продукта.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследованы технологические свойства муки из жмыха льняного в сравнении с соевой мукой. ВСС жмыха льняного на 115,3 % превышает данный показатель для соевой муки; по ВУС при  $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$  превышает на 166,0 %, при  $t=70\text{ }^{\circ}\text{C}$  – на 118,0 %; по ВУС в растворе соли – превышает на 96,0 %; по ЖУС – на 30,0 %; по ЭС и СЭ – на 22,0 и 20,0 % соответственно. Полученные данные позволяют аргументировано рекомендовать использовать муку из жмыха льняного в качестве функционально-технологической добавки при производстве вареных колбас из мяса птицы.

Исследовано влияние степени измельчения на технологические свойства муки из жмыха льняного, реологические и органолептические характеристики мясных фаршевых систем с ним. ВУС при  $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $t=70\text{ }^{\circ}\text{C}$  для муки с размерами частиц 0,3 и 0,4 мм находилось в прямо пропорциональной зависимости от степени измельчения муки из жмыха льняного, с увеличением степени измельчения до 1,0 мм ВУС снижалась. ВУС при  $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$  в 2,5 %-ном растворе соли также возрастала с увеличением степени измельчения от 0,3 до 0,6 мм и уменьшалась – с увеличением размера частиц до 1,0 мм. Лучшей ВУС обладала мука из жмыха льняного гидратированная в воде, а не в растворе соли. Наибольшей ВСС обладала мука из жмыха льняного со степенью измельчения 0,6 и 1,0 мм. Наиболее заметными изменениями ЖУС были отмечены образцы муки из жмыха льняного с размера частиц 0,3 и 0,4 мм, а для муки с размерами частиц 0,6 и 1,0 мм данные значения практически не отличались. Показано, что лучшими показателями характеризуется жмых льняной со степенью измельчения 0,3–0,4 мм.

Исследованы показатели безопасности жмыха льняного отечественного производства. По физико-химическим показателям, таким как содержание массовой доли влаги, сырого протеина и жира, массовой доли золы, не растворимой в соляной кислоте, массовой доли металлопримесей, наличия посторонних примесей и крупности помола жмых льняной соответствует регламентируемым показателям. В нем не обнаружено патогенных, в т.ч. сальмонеллы, БГКП, *S. aureus*, сульфитредуцирующих клостридий, а также пестицидов (гексахлорциклогексан, ДДТ и его метаболиты). По содержанию токсичных элементов, показателям окислительной порчи жира, содержанию афлатоксина В<sub>1</sub> и удельной активности цезия-137 жмых льняной отечественного производства также соответствует регламентируемым показателям. Установлено, что жмых льняной является безопасным продуктом и его можно использовать для производства продуктов питания.

Установлена биологическая ценность белков разработанной вареной колбасы. Показано, что белки разработанной вареной колбасы превосходят контрольный образец по содержанию таких незаменимых аминокислот, как изолейцин, лейцин, фенилаланин+тирозин, а также по содержанию многих заменимых аминокислот: аспарагиновой кислоте, серину, глицину, аргинину, пролину, гистидину.

На основании проведенных исследований разработана рецептура и технология вареной колбасы из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного и подана заявка на изобретение (№ а 20220169).

## БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования, описанные в данной статье, проводились в рамках гранта студенту «Разработка технологии колбасы вареной, обогащенной минеральными веществами» (№ гос. рег. 20220465) при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Асланова, М. А. Функциональные мясные продукты: проблемы и перспективы / М. А. Асланова, О. К. Деревицкая, А. С. Дыдыкин // Мясная индустрия. – 2018. – № 3. – С. 38–41.
- 2 Малахова, Т. Н. Функциональные продукты питания и их значение в питании / Т. Н. Малахова // Наука в современных условиях: от идеи до внедрения. – 2016. – № 15. – С. 51–58.
- 3 Кочеткова, А. А. Принципы рационального питания: медико-биологическая значимость мяса и мясопродуктов / А. А. Кочеткова, А. И. Жаринов // Мясная индустрия. – 2015. – № 12. – С. 4–8.
- 4 Киселева, Л. С. Характеристика тенденций и приоритетов в питании у россиян / Л. С. Киселева, А. С. Чередниченко // Международный научно-исследовательский журнал. – Екатеринбург. – 2016. – № 5 (47), часть 6. – С. 33–36.
- 5 Тутельян, В. А. Здоровое питание – основа здорового образа жизни и профилактики хронических неинфекционных заболеваний, в книге: Здоровье молодежи: новые вызовы и перспективы / В. А. Тутельян, Д. Б. Никитюк, Х. Х. Шарафетдинов. Москва, 2019. – С. 204–206.
- 6 Погожева, А. В. К здоровью нации через многоуровневые образовательные программы для населения в области оптимального питания / А. В. Погожева, Е. А. Смирнова // Вопросы питания. – 2020. – № 4. – том 89. – С. 262–272.
- 7 Тутельян, В. А. Здоровое питание для общественного здоровья / В. А. Тутельян // Общественное здоровье. – 2021. – № 1 (1). – С. 56–64. DOI: 10.21045/2782-1676-2021-1-1-56-64.
- 8 Орлова, Г. Г. Роль здорового и сбалансированного питания в профилактике наиболее распространенных и социально-значимых заболеваний / Г. Г. Орлова // Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. – 2016. – № 1. – С. 83–85.
- 9 Рогов, И. А. Медико-технологические аспекты разработки и производства функциональных пищевых продуктов / И. А. Рогов, Е. Н. Орешкин, В. Н. Сергеев // Пищевая промышленность. – 2017. – № 1. – С. 33–35.
- 10 Доктрина национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года. [Электронный ресурс] / Утверждена постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 15.12.2017 г. № 962 – Режим доступа: <http://www.bgp.by/>.
- 11 Гуринович, Г. В. Льняная мука и качество мясных рубленых полуфабрикатов / Г. В. Гуринович [и др.] // Мясная индустрия. – 2013. – № 9. – С. 38–41.
- 12 Сычева, О. В. Использование продуктов переработки растительного сырья в технологии мясных полуфабрикатов [Текст] / О. В. Сычева [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. 2017. – № 4. – С. 43–48.
- 13 Разработка рецептуры мясо-растительного паштета из мяса индейки / Н. А. Величко, В. Г. Баркова, О. В. Иванова // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 5. – С. 163–173.
- 14 Разработка новых видов кулинарных рубленых изделий из мяса птицы / М. Д. Батраев, О. М. Сергачева, И. В. Изосимова // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 7. – С. 157–165.
- 15 Farouk, M. M. Novel meat-enriched foods for older consumers / M. M. Farouk [et al.] // Food Research International. – 2018. – Vol. 104. – P. 134–142. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.10.033>.
- 16 Алексеев, А. П. Использование в технологии мясных рубленых полуфабрикатов муки пророщенных семян из нута / А. П. Алексеев, Т. В. Алексеева // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 12. – С. 139–145.
- 17 Пахомова, О. Н. Перспективность использования жмыхов и шротов масличных культур / О. Н. Пахомова // Науч. зап. ОрелГИЭТ. – 2011. – № 2. – С. 377–381.
- 18 Использование продуктов переработки растительного сырья в технологии мясных полуфабрикатов / О. В. Сычева [и др.] // Технология пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания, 2017. – № 4. – С. 43–48.
- 19 Chauhan, M. P. Post Harvest Uses of Linseed / M. P. Chauhan, Singh Sadhna, Kumar Singh A. // Journal of Human Ecology. – 2009. – Vol. 28(3). – P. 217–219.
- 20 Береулов, М. Ш. Технология хлебопечения с использованием льняного жмыха / М. Ш. Береулов, Е. О. Сычева // Известия ТСХА. – 2017. – № 3. – С. 110–127.
- 21 Шульвинская, И. В. Композиционные белковые добавки из семян масличных и бахчевых растений / И. В. Шульвинская, О. А. Доля, О. В. Ширококорядова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 5–6. – С. 40–42.
- 22 Ловкис, З. В. Применение клетчатки льняной как физиологически функционального ингредиента в производстве обогащенных пищевых концентратов / З. В. Ловкис [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2019. – Т. 7. – № 3. – С. 368–378.

- 23 Томашева, Е. В. Использование льняной муки в рецептуре сухариков «Кантуччи» / Е. В. Томашева [и др.] // Наука, питание и здоровье: материалы II Международного конгресса (Минск, 3-4 октября 2019 г.). – Минск: ИВЦ Минфина. – 2019. – С. 385–390.
- 24 Cócáro, E. S. The addition of golden flaxseed flour (*Linum usitatissimum* L.) in chicken burger: Effects on technological, sensory, and nutritional aspects / E. S. Cócáro [et al.] // Food Science and Technology International. – 2019. – Т. 26. – № 2. – С. 105–112.
- 25 Султаева, Н. Л. Исследование свойств семян льна и разработка на их основе технологии хлебобулочных изделий / Н. Л. Султаева, В. С. Перминова // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». – 2015, том 7. – № 1. – 13 с.
- 26 Тылова, О. Ю. Разработка индустриальной технологии замороженных полуфабрикатов на основе льняной муки / О. Ю. Тылова, Н. В. Барсукова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2014. – №3. – С. 43–52.
- 27 Мисюра, К. А. Использование фасоли и льняной муки при производстве мясорастительных консервов / К. А. Мисюра [и др.] // Все о мясе. – 2017. – № 3. – С. 43–45.
- 28 Гурова, Н. В. Методы определения функциональных свойств соевых белковых препаратов / Н. В. Гурова, И. А. Попелло, В. В. Сучков // Мясная индустрия, 2001. – № 9. – С. 30–32.
- 29 Егорова, Е. Ю. Определение технических требований к жмыхам нетрадиционных масличных культур пищевого назначения / Е. Ю. Егорова, Н. С. Бочкарев, И. Ю. Резниченко // Техника и технологии пищевых производств. – 2014. – №1. – С. 131–138.

*Поступила в редакцию 29.05.2022 г.*

**ОБ АВТОРАХ:**

**Зоя Васильевна Василенко**, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, заслуженный деятель науки РБ, заведующий кафедрой технологии продукции общественного питания и мясопродуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: [vzv0003@rambler.ru](mailto:vzv0003@rambler.ru).

**Екатерина Николаевна Кучерова**, старший преподаватель кафедры технологии продукции общественного питания и мясопродуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: [katya.1485@mail.ru](mailto:katya.1485@mail.ru).

**Анна Витальевна Бычко**, студент (специальность 1-49 01 02 – Технология хранения и переработки животного сырья) кафедры технологии продукции общественного питания и мясопродуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: [anuyvg3@gmail.com](mailto:anuyvg3@gmail.com).

**ABOUT AUTHORS:**

**Zoja V. Vasilenko**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Republic of Belarus, Honored Scientist of the Republic of Belarus, Head of the Department of the Technology of Food Processing and Meat Products, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: [vzv0003@rambler.ru](mailto:vzv0003@rambler.ru).

**Ekaterina N. Kucheroва**, senior lecturer of the Department of Technology of public catering and Meat Products, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: [katya.1485@mail.ru](mailto:katya.1485@mail.ru).

**Anna V. Bychko**, student (speciality 1-49 01 02 – Technology of storage and processing of animal raw materials) of the Department of Technology of public catering and Meat Products, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: [anuyvg3@gmail.com](mailto:anuyvg3@gmail.com).

# ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНО- ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

УДК 338.5

## ОЦЕНКА И НАПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ БЕЛАРУСИ

*Е. В. Волкова, Е. А. Козлова*

*Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,  
Республика Беларусь*

**АННОТАЦИЯ.** В статье проведен трендовый анализ основных показателей уровня цифровой трансформации экономики Республики Беларусь с учетом внешних и внутренних факторов. Выполнен анализ и прогноз функционирования национальной индустрии ИКТ. Определены приоритетные направления инновационно-цифрового развития экономики Беларуси.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *цифровая экономика; развитие; оценка; Республика Беларусь; инвестиции; инновации; экспорт; прогноз; перспективы.*

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Волкова, Е. В. Оценка и направления информационно-цифрового развития экономики Беларуси / Е. В. Волкова, Е. А. Козлова // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 1(32). – С. 115–123.

## ASSESSMENT AND DIRECTIONS OF INFORMATION AND DIGITAL DEVELOPMENT OF THE ECONOMY OF BELARUS

*E. V. Volkova, E. A. Kozlova*

*Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus*

**ABSTRACT.** The article provides a trend analysis of the main indicators of the level of digital transformation of the economy of the Republic of Belarus, taking into account external and internal factors. The analysis and forecast of operation of the national ICT industry has been carried out. Priority areas for innovative and digital development of the Belarusian economy have been identified.

**KEYWORDS:** *digital economy; development; assessment; Republic of Belarus; investments; innovations; exports; forecast; prospects.*

**FOR CITATION:** Volkova, E.V. Assessment and directions of information and digital development of the economy of Belarus / E. V. Volkova, E. A. Kozlova // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2022. – № 1(32). – P. 115–123 (in Russian).

### ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе цифровая трансформация различных стран является глобальным трендом и проникает во все сферы жизни общества. Каждая страна разрабатывает и реализует стратегии и политику в области мобильной связи и искусственного интеллекта с целью получения конкурентных стратегических преимуществ. В этих условиях особенно востребо-

ванными являются оценка и разработка направлений информационно-цифрового развития национальной экономики.

На данном этапе цифровая экономика – это система социальных, культурных, экономических и технологических отношений между государством, бизнес-сообществом и гражданами, функционирующая в глобальном информационном пространстве, посредством широкого использования сетевых цифровых технологий генерирующая цифровые виды и формы производства и продвижения к потребителю продукции и услуг, которые приводят к непрерывным инновационным изменениям методов управления и технологий в целях повышения эффективности социально-экономических процессов.

Выделяют три базовые составляющие цифровой экономики: инфраструктура, включающая аппаратные средства, программное обеспечение, телекоммуникации и др.; электронные деловые операции, охватывающие бизнес-процесс, реализуемые через компьютерные сети в рамках виртуальных взаимодействий между субъектами виртуального рынка; электронная коммерция, включающая в себя все финансовые и торговые транзакции, осуществляемые при помощи компьютерных сетей, а также бизнес-процессы, связанные с проведением таких транзакций [1].

Развитие цифровой экономики тесно связано с развитием информационно-коммуникационных технологий. Основными направлениями развития цифровой экономики является совершенствование условий, содействующих трансформации различных сфер деятельности под воздействием информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), которые исследуют как совокупность методов, производственных процессов, программно-технических средств и их интеграция с целью сбора, обработки, хранения, распространения, отображения, последующего использования информации в интересах ее пользователей [2, 3].

Анализ и обобщение научной литературы подтверждают актуальность различных аспектов проблемы развития цифровой экономики. Учеными уделяется значительное внимание становлению эволюционных взглядов к понятийному аппарату, исследованию современных тенденций и определению перспективных направлений развития цифровой экономики. Вместе с тем многогранность, многоаспектность и дискуссионность отдельных подходов по данной проблеме обуславливает необходимость дальнейших научных исследований.

Целью исследования явилось измерение уровня развития цифровой экономики Республики Беларусь, степени ее цифровой трансформации и разработка направлений повышения эффективности деятельности организаций сектора информационно-коммуникационных технологий.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Методология исследования основана на комплексном подходе, применяемом при оценке развития цифровой экономики РБ, с использованием общенаучных методов анализа, синтеза, сравнения, обобщения, ЭММ.

Методология формирования рейтинга стран по уровню развития цифровой экономики состоит из иерархической трехуровневой модели: готовность стран к внедрению новых цифровых технологий, интенсивность применения цифровых технологий в экономике и влияние цифровых технологий [4].

## **РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Республика Беларусь расположена в центре Европы и относится к числу восточноевропейских государств, территория которой составляет 207,6 тыс. квадратных километров. В 2018 г. по результатам мониторинга данных стран цифровой экономики и общества Республике Беларусь дана оценка 4 (максимальное значение 5) [5]. Одной из важнейших задач реализации Государственной программы «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 гг. является развитие инструментов цифровой экономики в различных отраслях национальной экономики, предусматривающих применение передовых производственных технологий в производстве и процессах ведения внешнеэкономической деятельности, формирование не-

обходимых условий для сохранения и повышения конкурентоспособности белорусских предприятий на мировом рынке [6].

Согласно исследованию Международного союза электросвязи ООН Республика Беларусь поднялась на 32 место в рейтинге по индексу развития ИКТ (в 2017 г. – 34 место), который равен 7,59 (7,55 – в 2017 г.). Республика Беларусь четвертый год входит в ТОП-10 экономик мира с наибольшей динамикой роста показателей ИКТ, характеризующей как технический уровень развития современной информационно-коммуникационной инфраструктуры, так и как инфраструктура используется обществом, бизнесом и государством. По рейтингу GSMA Mobile Connectivity Index в 2018 г. Беларусь имеет 66,4 пунктов из 100 (инфраструктура мобильной связи – 60,8; доступность (в экономическом плане) устройств и услуг – 64,0; готовность потребителей покупать их – 85,9; доступность релевантного контента и услуг – 58) и 60 место в рейтинге (35 место – в Европе). Республика Беларусь обладает высоким уровнем развития человеческого капитала, занимая в данной сфере 53 место в мире по оценке ООН. По данным Всемирного банка Беларусь занимает 45 место из 146 стран мира в индексе знаний и 30 место – в индексе образования. В Глобальном индексе инноваций за 2016–2020 гг. Республика Беларусь поднялась с 78 на 46 место и в этом индексе занимает 32 место по показателю «результаты научно-технологической деятельности» и 15 место по показателю «создание нового знания». При этом по количеству заявок на патенты и полезные модели от резидентов Республика Беларусь занимает, соответственно, 7 и 3 места (8,9 и 6,3 единиц на млрд. долларов валового внутреннего продукта) [7].

Значимый вклад в устойчивое динамичное развитие ИТ-сферы в Республике Беларусь вносит Парк высоких технологий (ПВТ), который создан в 2005 г. в целях благоприятного развития экономики, использования высоких технологий, увеличения экспорта информационных услуг, высокотехнологичных продуктов и привлечения иностранных инвестиций. На данный момент ПВТ включает 1021 компанию, которые занимаются различными видами деятельности: от передовых решений в области искусственного интеллекта до разработки высококлассного программного обеспечения, инженерных решений, игр и мобильных приложений, информационные технологии в области здравоохранения, сельского хозяйства, банковского программного обеспечения, лазерных технологий, оптики. Свыше 600 резидентов парка занимаются разработкой программного обеспечения различных организаций, в том числе известных мировых корпораций: Coca-Cola, Microsoft, Intel, Amazon, Jaguar&Land Rover, Bosch, Citibank, Bank of America, Deutsche Bank, Lufthansa, Oracle и др. [8].

Проведенный анализ показал, что в 2020 г. по сравнению с 2016 г. увеличился удельный вес отгруженной продукции (работ, услуг) собственного производства организациями-резидентами Парка высоких технологий (ПВТ) в общем объеме отгруженной продукции на 23 %. За данный период вырос удельный вес экспорта услуг сферы ИКТ организаций-резидентов ПВТ в общем объеме экспорта услуг сферы ИКТ на 18,5 %. Наблюдается снижение удельного веса инновационно-активных организаций-резидентов ПВТ в общем числе организаций-резидентов ПВТ – на 0,8 % и удельного веса отгруженной инновационной продукции (работ, услуг) организациями-резидентами ПВТ в общем объеме отгруженной продукции организациями-резидентами ПВТ – на 1 %.

Необходимо также отметить, что в 2020 г. по сравнению с 2016 г. увеличился удельный вес инновационно-активных организаций-резидентов научно-технологических парков (НТП) в общем числе организаций-резидентов НТП – на 5,3 % и удельный вес отгруженной инновационной продукции (работ, услуг) организациями-резидентами НТП, в общем объеме отгруженной продукции организациями-резидентами НТП – на 10,2 %. За исследуемый период наблюдается рост удельного веса розничного товарооборота интернет-магазинов в розничном товарообороте организаций торговли – на 2,6 %.

Развитие цифровой экономики является ключевым фактором роста валового внутреннего продукта, валовой добавленной стоимости и получения синергетического эффекта за счет полной автоматизации процессов, внедрения современных бизнес-моделей и цифровых технологий.

Динамика основных оценочных показателей национальной индустрии ИКТ приведена в табл. 1.

**Табл. 1.** Динамика основных оценочных показателей национальной индустрии ИКТ

**Table 1.** Dynamics of the main estimated indicators of the national ICT industry

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Темп роста, % (или +, -, процентных пунктов), 2020 г. / 2016 г.
Количество организаций, ед.	3962	4492	4996	5202	5341	134,8
Списочная численность работников организации сектора ИКТ, чел.	85405	92193	100655	111316	118778	139,1
Объем производства продукции (работ, услуг) организаций в фактических ценах, млн. руб.	5862,7	7233,4	8576,8	10878,1	13352,9	227,8
Удельный вес объема производства продукции (работ, услуг) организаций в общем объеме производства продукции (работ, услуг), %	4,3	4,6	4,7	5,5	6,3	+ 2,0
Валовая добавленная стоимость (ВДС) сектор ИКТ в текущих ценах, млн. руб.	4265,5	5539,6	6792,6	8725,3	10816,8	253,6
Удельный вес НДС в общей структуре НДС, %	5,2	6,0	6,5	7,4	8,4	+ 3,2
Удельный вес НДС в общей структуре валового внутреннего продукта, %	4,5	5,2	5,6	6,5	7,4	+ 2,9

Данные, приведенные в табл. 1, показывают, что в национальной индустрии ИКТ в 2020 г. по сравнению с 2016 г. увеличилось количество организаций на 34,8 %, списочная численность работников организации – на 39,1 %. За данный период увеличилась валовая добавленная стоимость (ВДС) – на 153,6 %, увеличился объем производства продукции (работ, услуг) организаций – на 127,8 %, удельный вес НДС в общей структуре НДС – на 3,2 % и удельный вес НДС в общей структуре валового внутреннего продукта – 2,9 %.

Динамика привлечения инвестиций для развития информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) приведена в табл. 2.

Данные, приведенные в табл. 2, показывают, что в развитие национальной индустрии ИКТ в 2020 г. по сравнению с 2016 г. увеличились инвестиции в основной капитал на 11,2 %, иностранные инвестиции – на 75,3 %. За данный период увеличился удельный вес иностранных инвестиций в общем объеме иностранных инвестиций – на 1,9 %.

На перспективу больше половины инвестиций в ИТ-решения будут связаны с цифровой трансформацией экономики. Организации, перешедшие на цифровые технологии, будут обеспечивать устойчивые операционные модели за счет перевода 70 % всех издержек на технологии и услуги на модели «как услуга» и модели, ориентированные на конечные результаты деятельности. Инвестиции потребуются для поддержки разнообразных сценариев привлечения клиентов и операций, построенных на использовании данных. Примерно 70 % организаций получают в два раза больше эффект от инвестиций в технологии, расширяющие профессиональную деятельность сотрудников и клиентов, по сравнению с инвестициями в автоматизацию отдельных процессов. Синергетический эффект получен от совместных уси-

лий, направленных на расширение опыта и деятельности по принятию решений для различных заказчиков.

**Табл. 2.** Динамика привлечения инвестиций для развития ИКТ

**Table 2.** Dynamics of attracting investments for the development of ICT

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Темп роста, % (или +, -, процентных пунктов), 2020 г. / 2016 г.
Инвестиции в основной капитал сектора ИКТ в фактически действовавших ценах, млн. руб.	650,3	668,5	775,7	756,0	723,5	111,2
Удельный вес в общем объеме инвестиций в основной капитал, %	3,5	3,2	3,1	2,6	2,5	- 1,0
Иностранные инвестиции, поступившие в организации сектора ИКТ, млн. долл. США	366,7	509,9	585,8	715,4	642,8	175,3
Удельный вес иностранных инвестиций в общем объеме иностранных инвестиций, %	4,3	5,2	5,4	7,1	7,4	+ 3,1

Одним из условий обеспечения эффективного развития цифровой экономики является разработка и внедрение инноваций. В перерабатывающей и пищевой промышленности основными инновационными технологиями будут являться: цифровой двойник – это цифровой аналог бизнеса, моделирующий его устройство, который будет отображать все аспекты от навыков работников до рыночной стоимости продукции. Благодаря блокчейну, интернету и искусственному интеллекту каждый участник цепочки поставок будет точно знать, сколько продукции нужно выращивать и продавать, потери продовольствия сократятся, повысится его качество и доступность. С помощью датчиков патогенов, которые будут либо портативными, либо встроенными в мобильные телефоны, производители продуктов питания и потребители смогут выявлять их в пище. Также в течение пяти лет разработают методику для быстрого анализа генетики микробов, с помощью которой смогут узнавать о безопасности пищи и использовать микробы для защиты продуктов.

Динамика основных показателей оценки инновационного развития национальной индустрии ИКТ приведена в табл. 3.

Данные, приведенные в табл. 3, показывают, что в 2020 г. по сравнению с 2016 г. увеличился удельный вес внутренних затрат на научные исследования и разработки организаций сектора ИКТ в общем объеме данных затрат на 1 %. При этом за исследуемый период наблюдается снижение удельного веса инновационно-активных организаций сектора ИКТ в общем числе организаций данного сектора – на 8,1 % и удельного веса отгруженной инновационной продукции (работ, услуг) организациями сектора ИКТ в общем его объеме – на 0,8 %.

**Табл. 3.** Динамика основных показателей оценки инновационного развития национальной индустрии ИКТ

**Table 3.** Dynamics of the main indicators for assessing the innovative development of the national ICT industry

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Темп роста, % (или +, –, процентных пунктов), 2020 г. / 2016 г.
Удельный вес внутренних затрат на научные исследования и разработки организаций сектора ИКТ в общем объеме данных затрат, %	4,1	6,0	4,3	4,5	5,1	+ 1,0
Удельный вес инновационно-активных организаций сектора ИКТ в общем числе организаций данного сектора, %	16,4	15,7	12,3	9,8	8,3	– 8,1 п.п.
Удельный вес отгруженной инновационной продукции (работ, услуг) организациями сектора ИКТ в общем его объеме, %	4,6	4,1	4,5	4,3	3,8	– 0,8 п.п.

Сегодня более пяти миллиардов потребителей ежедневно взаимодействуют с информацией, а к 2025 г. их количество увеличится до шести миллиардов (75 % населения). Каждый пользователь сети Интернет будет взаимодействовать с цифровыми данными примерно один раз каждые 20 секунд. В конечном итоге, учитывая количество источников цифровых данных и скорости их обработки, изменится структура экономики различных стран, принципы деятельности, включая требования к участникам европейского и мирового рынка. В Республике Беларусь развитие отечественной ИТ-индустрии направлено на обеспечение возрастающих потребностей населения, государства и субъектов хозяйствования в различных услугах ИТ-сектора на основе цифровых технологий. Это обусловлено возрастающим спросом населения на интернет-услуги, что подталкивает производителей расширять присутствие на виртуальных рынках посредством сети Интернет. Мобильная связь, интернет, социальные сети, научные исследования, технологии и др. способствуют эффективному развитию цифровизации.

Динамика использования информационно-коммуникационных технологий в организациях приведена в табл. 4.

Данные, приведенные в табл. 4, показывают, что в 2020 г. в целом уровень использования информационно-коммуникационных технологий в организациях высокий, в том числе организации, использовавшие электронную почту – 98,4 %, что по сравнению с 2016 г. выше на 1,6 %; организации, использовавшие локальные вычислительные сети – 78,3 %, что по сравнению с 2016 г. ниже на 3,8 % и организации, использовавшие интернет – 98,7 %, что по сравнению с 2016 г. выше на 1,3 %. Необходимо отметить, что за данный период значительно увеличилось количество организаций, имеющих веб-сайт – на 8,2 %.

Динамика основных показателей оценки эффективности деятельности организаций сектора ИКТ Республики Беларусь приведена в табл. 5.

**Табл. 4.** Динамика использования информационно-коммуникационных технологий в организациях (в % к общему числу обследованных организаций)

**Table 4.** Dynamics of the use of information and communication technologies in organizations (in % out of the total number of surveyed organizations)

Наименование	2016 г.	2018 г.	2020 г.	+, -, процентных пунктов, 2020 г. / 2016 г.
<i>Организации, использовавшие:</i>				
Электронную почту	96,8	96,2	98,4	+ 1,6
Локальные вычислительные сети	82,1	79,8	78,3	- 3,8
Интернет	97,4	96,8	98,7	+ 1,3
Интранет	23,6	26,6	27,6	+ 4,0
Экстранет	9,3	13,5	14,7	+ 5,4
Организации, имевшие веб-сайт	62,2	67,2	70,4	+ 8,2

**Табл. 5.** Основные показатели оценки эффективности деятельности организаций сектора ИКТ Республики Беларусь

**Table 5.** Key indicators for evaluating the performance of organizations in ICT sector of the Republic of Belarus

Наименование	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Темп роста, % (или +, -, процентных пунктов), 2020 г. / 2016 г.
Чистая прибыль организаций, млн. руб.	997,4	1105,0	1451,2	1956,7	2666,7	267,3
Рентабельность продаж организаций, %	18,6	19,4	18,7	18,1	18,7	+ 0,1 п.п.
Удельный вес товаров сферы ИКТ в общем объеме экспорта товаров, %	1,1	1,0	1,0	1,1	1,4	+ 0,3 п.п.
Удельный вес услуг сферы ИКТ в общем объеме экспорта услуг, %	16,8	18,4	21,0	25,0	30,7	+ 13,9 п.п.

Данные, приведенные в табл. 5, показывают, что в Республике Беларусь в 2020 г. по сравнению с 2016 г. темп роста чистой прибыли организаций сектора ИКТ составил 167,3 %. В 2020 г. рентабельность продаж составила 18,7 %, что по сравнению с 2016 г. выше на 0,1 %. За исследуемый период выросла доля товаров сферы ИКТ в общем объеме экспорта товаров на 0,3 % и доля услуг сферы ИКТ в общем объеме экспорта услуг – на 13,9 %.

Выполним прогноз удельного веса услуг сферы ИКТ Республики Беларусь в общем объеме экспорта услуг на период до 2025 г. Построим уравнение тренда:

$$Y = 3,44x + 12,06 \quad (R^2 = 0,9469). \quad (1)$$

С помощью полученного уравнения рассчитаем прогноз удельного веса услуг сферы ИКТ в общем объеме экспорта услуг (табл. 6).

Табл. 6. Прогноз удельного веса услуг сферы ИКТ в общем объеме экспорта услуг

Table 6. Forecast of the share of ICT services in the total export of services

Показатель	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.	Темп роста, 2021 г. / 2025 г., %
Доля услуг сферы ИКТ в общем объеме экспорта услуг, %	32,7	36,1	39,6	43,0	46,5	142,2

Расчеты показали, что темп прироста удельного веса услуг сферы ИКТ в общем объеме экспорта услуг в 2025 г. по сравнению с 2021 г. составит 42,2 %, что отражает устойчивое развитие цифровой экономики Республики Беларусь.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Перспективными направлениями цифровой экономики Республики Беларусь являются:

- 1) развитие национальной инфраструктуры;
- 2) развитие государственной системы оказания электронных услуг, использования мобильной электронной цифровой подписи;
- 3) реализация проектов электронного образования, здравоохранения, занятости, логистики, торговли и других направлений, создание и внедрение концепции Индустрия 4.0 и «умный город». Концепция Индустрия 4.0 определяется реализацией следующих направлений: цифровизация и интеграция вертикальных и горизонтальных цепочек создания стоимости, цифровизация продуктов и услуг, цифровые бизнес-модели и доступ клиентов.

К 2025 г. будут сформированы профессиональные команды по цифровому устойчивому развитию экономики, задачами которых будут являться: оценка, сертификация, координация использования данных и аналитических платформ по устойчивому развитию бизнеса и информационных технологий.

В результате анализа мировых рейтингов, статистических данных и проведенного исследования Республику Беларусь можно отнести к перспективной группе стран по уровню цифровой трансформации экономики и общества. Созданы развитая и соответствующая мировым стандартам сеть передачи данных, центры их хранения и обработки, механизмы идентификации, системы онлайн-платежей, современные электронные сервисы и средства защиты информации. Результаты проведенной оценки показали, что организации сферы ИКТ в Республике Беларусь в основном ориентированы на экспорт и выполнение услуг на заказ (аутсорсинговая модель). Необходим переход IT-организаций к продуктовой модели, то есть к активизации и созданию отечественных IT-продуктов, в том числе для внутреннего рынка.

Приоритетными направлениями развития цифровой экономики являются инновационное развитие предпринимательства, улучшение делового и инвестиционного климата благодаря повышению доступности и эффективности производства, повышению прозрачности условий ведения бизнеса, развитие экосистемы бизнес-сервисов.

### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Головенчик, Г. Г. Цифровая экономика: умк / Г. Г. Головенчик. – Минск: БГУ, 2020. – 143 с.
- 2 Volkova, Y. Digital economy: essence, approaches, elements, transformation / Y. Volkova // Journal of Scientific Papers «VUZF REVIEW», 2022. – Volume 7. – Issue 1. – P. 161–168.
- 3 Mickiewicz, B. Economic assessment and forecast models for the development of the agri-food sector of the Republic of Belarus / B. Mickiewicz, A. Efimenko // Journal of Scientific Papers «VUZF REVIEW», 2021. – Vol. 6. – Issue 4. – P. 42–48.
- 4 Стома, Н. Оценка развития цифровизации Республики Беларусь: анализ позиций в мировых рейтингах / Н. Стома // Банковский вестник, 2020. – № 1. – С. 52–61.
- 5 Официальный сайт Национального статистического комитета Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki>. – Режим доступа: 10.01.2022.

6 Государственная программа «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 гг. // Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 02.02.2021. – № 66 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mpt.gov.by>. – Дата доступа: 04.01.2022.

7 Гнатюк, С. Н. Цифровая экономика как драйвер устойчивого развития Беларуси / С. Н. Гнатюк // Современные проблемы и пути повышения конкурентоспособности бизнеса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – М.: Автономная некоммерческая организация высшего образования «Институт бизнеса и дизайна», 2020. – С. 8–17.

8 Парк высоких технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.park.by>. – Режим доступа: 04.01.2022.

*Поступила в редакцию 23.05.2022 г.*

**ОБ АВТОРАХ:**

**Екатерина Васильевна Волкова**, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики и организации производства, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: [kate\\_ag@mail.ru](mailto:kate_ag@mail.ru).

**Елена Алексеевна Козлова**, кандидат экономических наук, доцент, декан экономического факультета, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: [kozlova@bgut.by](mailto:kozlova@bgut.by).

**ABOUT AUTHORS:**

**Ekaterina V. Volkova**, PhD (Economics), Associate Professor of the Department of Economics and Organization of Production, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: [kate\\_ag@mail.ru](mailto:kate_ag@mail.ru).

**Elena A. Kozlova**, PhD (Economics), Associate Professor, dean of the Faculty of Economics, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: [kozlova@bgut.by](mailto:kozlova@bgut.by).

## МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ И АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИОННЫХ РИСКОВ В СИСТЕМЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*О. О. Люштик, А. Г. Мельник*

*Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,  
Республика Беларусь*

**АННОТАЦИЯ.** В статье рассмотрены теоретические аспекты оценки информационных рисков искажения данных о финансово-хозяйственной деятельности организации, дана классификация и характеристика бухгалтерских рисков, даны рекомендации по раскрытию информации о рисках в «Примечаниях к бухгалтерской отчетности» и разработана методика оценки риска полноты и достоверности «Примечаний к бухгалтерской отчетности».

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *теоретические основы; оценка; информационные риски; бухгалтерские риски; риски хозяйственной деятельности; организации пищевой промышленности; бухгалтерская отчетность; примечания к бухгалтерской отчетности.*

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Люштик, О. О. Методики оценки и анализа информационных рисков в системе экономического управления предприятиями пищевой промышленности / О. О. Люштик, А. Г. Мельник // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 1(32). – С. 124–133.

## METHODS FOR ASSESSING AND ANALYZING INFORMATION RISKS IN THE SYSTEM OF ECONOMIC MANAGEMENT OF FOOD INDUSTRY ENTERPRISES

*O. O. Liushtsik, A. G. Melnik*

*Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus*

**ABSTRACT.** The article discusses the theoretical aspects of assessing the information risks of distorting data on the financial and economic activities of an organization. Classification and characteristics of accounting risks as well as recommendations on the disclosure of information about them in Notes to accounts are given. Methodology for assessing the risk of adequacy and reliability of notes to accounts has been developed.

**KEYWORDS:** *theoretical bases; assessment; information risks; accounting risks; business risks; food industry organizations; accounts; notes to accounts.*

**FOR CITATION:** Liushtsik, O. O. Methods for assessing and analyzing information risks in the system of economic management of food industry enterprises / O. O. Liushtsik, A. H. Melnik // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2022. – № 1(33). – P. 124–133 (in Russian).

### ВВЕДЕНИЕ

Пищевая промышленность как объект управления является весьма сложным комплексным производством, что предъявляет особые требования к качеству и оперативности информационной системы, которая включает бухгалтерский учет, контроль, экономический анализ, планирование и прогнозирование. От их качества во многом зависит рациональность и эффективность принимаемых управленческих решений.

Объектом исследования выступает система экономического управления организаций пищевой промышленности.

Предметом исследования является оценка информационных (бухгалтерских) рисков искажения данных о финансово-хозяйственной деятельности организаций пищевой промышленности Республики Беларусь.

Целью исследования является изучение сущности информационных (бухгалтерских) рисков, оценка их влияния на искажение данных о финансово-хозяйственной деятельности организаций пищевой промышленности.

Исследованию рисков хозяйственной деятельности, их классификации и оценке, свойствам и функциям рисков, формированию эффективных систем управления рисками на предприятиях в Республике Беларусь и других странах посвящены научные исследования Деминой И. Д. [1], Сафиевской М. В. [2, 3], Яковлевой И. Н. [4], Шевелева А. Е. [5], Бернштейна П. [6], Мешковой Г. В. [7], Андреева Д. В. [8] и других [9, 10].

Вместе с тем изучение вышеприведенных работ позволяет сделать вывод, что методики оценки и анализа информационных рисков в системе экономического управления предприятиями пищевой промышленности изучены недостаточно, хотя они в значительной мере влияют на деятельность организации и при наличии эффективных методик способствуют улучшению ее эффективности. Это свидетельствует о необходимости проведения дополнительных исследований и обосновывает актуальность выбранной темы.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Методология проведенного исследования основана на системном подходе с использованием таких общенаучных методов, как: наблюдение, сравнение, при этом происходит накопление фактов и их описание, далее применяется обобщение и систематизация данных, их анализ, синтез, логическое исследование собранных фактов, выработка суждений и умозаключений, создаются теоретические обобщения, используются методы системного анализа и устанавливаются границы их применения.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Национальные стандарты бухгалтерского учета формируются под влиянием общей экономической ситуации в стране, структуры и источников финансирования предприятий, запросов пользователей их отчетности. Неопределенность возникает первоначально с разработки учетных стандартов и продолжается на стадии их практического применения.

Несоблюдение или нарушение учетных принципов приводят к возникновению неопределенности в бухгалтерском учете и отчетности и, как следствие, к искажению учетной и отчетной информации.

В системе бухгалтерского учета выделяют два вида риска, имеющих разную экономическую природу:

- предпринимательские риски, отражаемые в бухгалтерском учете и бухгалтерской (финансовой) отчетности;
- информационные (бухгалтерские) риски, связанные с искажением информации в системе бухгалтерского учета, а следовательно искажением информации об имущественном, финансовом положении и результатах деятельности коммерческой организации.

Поскольку предметом исследования является оценка информационных (бухгалтерских) рисков, поэтому далее подробнее остановимся на них. Бухгалтерский риск необходимо рассматривать в качестве комплексного учетного объекта, что предопределяется самой экономической основой его структуры. Все имеющиеся риски в конечном итоге интегрируются в учетную информацию и занимают свое место в бухгалтерской отчетности, оказывая очевидное влияние на финансовые результаты.

Для того чтобы оценить влияние информационных (бухгалтерских) рисков, необходимо установить их сущность, виды и причины возникновения. Рассмотрим теоретические подходы к пониманию сущности информационных (бухгалтерских) рисков, представленных в экономической литературе (табл. 1).

**Табл. 1.** Теоретические подходы к пониманию сущности информационных (бухгалтерских) рисков

**Table 1.** Theoretical approaches to understanding the essence of information (accounting) risks

Автор/Источник	Сущность информационных (бухгалтерских) рисков
Бернстайн П. Против богов: Укрощение риска [6]	Бухгалтерский риск – комплексная (двойственная) категория, которая имеет первопричинный фактор человеческой природы; возникает также из-за неточности, свойственной учетному процессу, которая состоит в наличии альтернативных принципов бухгалтерского учета, нечеткого критерия их определения и, следовательно, нечеткости самих стандартов бухгалтерского учета.
Шевелев А. Е. Риски в бухгалтерском учете [5]	Бухгалтерский риск представляет собой «вероятность неблагоприятного финансового исхода для хозяйствующего субъекта в результате неправильного отражения фактов хозяйственной жизни, несоответствия применяемой учетной политики». Под неблагоприятным финансовым исходом понимается недополучение прибыли или получение убытка.
Андреев В. Д. Комплексный риск-ориентированный аудит коммерческих организаций [8]	Бухгалтерский риск – комплексная категория, которая объективно существует в результате неточностей, имеющих место в учетном процессе (наличие альтернативных принципов бухгалтерского учета, двойственность отдельных положений стандартов бухгалтерского учета), а также в определенной степени связана с человеческим фактором.

По результатам обобщения, сравнения и критического анализа понятий, представленных в литературе, сформулируем следующее определение: информационные (бухгалтерские) риски – это вероятность неправильного отражения в учете информации, нарушения стандартов и принципов бухгалтерского учета, в результате искажения показателей бухгалтерской (финансовой) отчетности и получения финансовых потерь.

Далее на основании изучения и обобщения классификаций в экономической литературе [1, 3, 5, 7, 8] рассмотрим более подробно основные виды информационных (бухгалтерских) рисков и их характеристику (табл. 2).

**Табл. 2.** Классификация бухгалтерских рисков и их характеристика

**Table 2.** Classification of accounting risks and their characteristics

Признаки	Виды рисков	Характеристика информационных (бухгалтерских) рисков
Причина возникновения	преднамеренный	искажение информации в целях снижения налогового бремени, фальсификация показателей финансовой отчетности
	непреднамеренный	ошибки в расчете показателей и регистрации объектов учета; снижение качества финансовой отчетности и контроля за движением учетных объектов
Масштаб влияния	внешний	обусловленные государственным регулированием бухгалтерского учета, связанные с переходом на МСФО, неточностями в стандартах бухгалтерского учета, Налоговом кодексе
	внутренний	несоответствие учетной политики специфике деятельности организации, снижение эффективности деятельности
Место возникновения	риск аналитического учета	ошибки в складском учете, пересортица в учете материальных ценностей, недостоверность расчетов с поставщиками, покупателями, работниками организации
	риск синтетического учета	арифметические ошибки в учетных регистрах, несоответствие данных синтетического и аналитического учета
	риск достоверности бухгалтерской отчетности	несоответствие данных учета и бухгалтерской (финансовой) отчетности, неполное раскрытие информации и искажение показателей отчетности, снижение достоверности отчетности

Неопределенность в бухгалтерском учете – это отсутствие у заинтересованных пользователей качественной информации, позволяющей обеспечить им сохранность и доходность своих инвестиций. Именно неопределенность бухгалтерской информации является основной причиной появления бухгалтерских рисков.

Причины, ведущие к возникновению неопределенности в бухгалтерском учете, можно разделить на внутренние и внешние [5].

К основным внешним причинам относятся: нестабильность экономической или политической ситуации в стране; уровень государственного регулирования отраслей экономики; изменения в законодательстве; информационное обеспечение; форс-мажорные обстоятельства, действия конкурентов и т.д.

К основным внутренним причинам относятся: нарушение принципов и правил бухгалтерских стандартов; низкий профессиональный уровень руководства и бухгалтеров; утечка внутренней конфиденциальной информации; просчеты при выборе вариантов способов учета, регламентированных стандартами бухгалтерского учета и т.д.

Таким образом, к основным причинам появления информационных (бухгалтерских) рисков в организациях пищевой промышленности, приводящих к искажениям бухгалтерского учета и отчетности, можно отнести следующие:

1) несвоевременность корректировки технологии учетного процесса и учетной политики организации в связи с изменениями в нормативных правовых документах по бухгалтерскому учету и налогообложению;

2) расхождения между бухгалтерским учетом и налоговым учетом при признании и классификации доходов и расходов, в способах оценки запасов, основных средств, в способах начисления амортизации основных средств и нематериальных активов;

3) невысокая квалификация работников бухгалтерии при внедрении новых бухгалтерских информационных систем, недостатки в повышении квалификации и переподготовке кадров;

4) появление новых направлений экономической деятельности, новых типов операций, в связи с чем ряд показателей бухгалтерского учета и отчетности зависит от личного суждения и оценок ее составителей, в результате возникает неопределенность, и как следствие – бухгалтерский риск;

5) бухгалтерская отчетность содержит информацию только об отчетном периоде деятельности экономического субъекта и недостаточно пригодна для формирования мнения пользователей о перспективах его деятельности.

Бухгалтерские риски объективно являются комплексным объектом бухгалтерского учета, возникающим в связи с неправильным толкованием бухгалтерского и налогового законодательства, наличием альтернативных принципов бухгалтерского учета, а также связаны с человеческим фактором и субъективным профессиональным суждением бухгалтера.

В связи с возможным возникновением бухгалтерских рисков в организации требуется формирование системы риск-ориентированного экономического управления, что является необходимым условием повышения надежности бухгалтерской отчетности. Для того чтобы эффективно управлять ими, необходимо организовать учет последствий бухгалтерских рисков на предприятии.

Задачами информационно-аналитического обеспечения бухгалтерского учета рисков являются следующие:

- регистрация и документирование информации о наличии и динамике бухгалтерских рисков, анализ их влияния на достоверность бухгалтерской отчетности;
- предотвращение негативных последствий, связанных с бухгалтерским риском;
- обеспечение учетной информацией внутренних и внешних пользователей [2].

Для возможного и текущего возмещения последствий бухгалтерских рисков некоторые экономисты рекомендуют использовать специальный термин – «Резервы под влияние бухгалтерских рисков (компенсационные резервы)» и дополнить VIII раздел «Финансовые результаты» Плана счетов бухгалтерского учета активно-пассивным счетом «Резервы под бухгалтерские риски» (например, счет 92). Также информацию о бухгалтерских рисках считают необходимым представить в бухгалтерском балансе в V разделе «Краткосрочные обязательства» статьей «Компенсационные резервы».

В настоящее время действующие формы бухгалтерской отчетности являются важным источником информации о хозяйственных рисках организации.

Так, из данных, содержащихся в «Бухгалтерском балансе», можно выявить следующие риски: риск ликвидности организации, риски потери платежеспособности; риски потери финансовой устойчивости и независимости; риски структуры активов и пассивов; риск достаточности собственного капитала, имущественный риск, кредитный риск и др.

Изучение «Отчета о прибылях и убытках» позволяет оценить такие виды риска, как: риск снижения доходности организации, риск уменьшения рентабельности продаж, риск увеличения прямых и косвенных расходов, риск увеличения расходов по процентам и др.

Вместе с тем в национальном законодательстве пока еще нет отдельных положений, посвященных раскрытию информации о рисках хозяйственной деятельности в бухгалтерской отчетности, поэтому целесообразно перенимать международный опыт. В МСФО (IFRS) 7 «Финансовые инструменты: раскрытие информации» установлены требования к организациям по раскрытию в их финансовой отчетности информации, позволяющей пользователям оценить характер и размер рисков, которым организация подвержена в течение периода и на дату окончания отчетного периода в связи с финансовыми инструментами, и каким образом организация управляет этими рисками. Эти риски обычно включают кредитный риск, риск ликвидности и рыночный риск, но не ограничиваются ими [4]. Так, согласно МСФО (IFRS) 7 в финансовой отчетности необходимо раскрывать качественную и количественную информацию по рискам. Исходя из вышеизложенного, по каждому виду рисков, возникающих в связи с финансовыми инструментами, организация должна раскрыть:

1) информацию качественного характера:

- подверженность соответствующему риску и причины ее возникновения;
- свои цели, политику и процессы управления данным риском и методы, используемые для оценки этого риска;
- изменения по сравнению с предыдущим периодом;

2) количественную информацию:

- суммарные количественные данные о своей подверженности соответствующему риску по состоянию на дату окончания отчетного периода;
- информацию о концентрациях риска, если это не очевидно.

Таким образом, для повышения качества системы риск-ориентированного экономического управления организаций пищевой промышленности предлагается в Примечаниях к бухгалтерской отчетности ввести раздел «Бухгалтерские риски», где бы раскрывалась информация (а) о качественных характеристиках рисков и (б) о резервах на устранение последствий бухгалтерских рисков.

(а) О качественных характеристиках рисков в Примечаниях к бухгалтерской отчетности предлагается раскрытие такой информации, как:

- подверженность организации рискам и причины их возникновения, с описанием конкретной характеристики, которая отличает каждую причину (контрагенты, регионы, валюта расчетов и платежей);
- виды рисков (предпринимательские риски, отражаемые в бухгалтерском учете и бухгалтерской (финансовой) отчетности, бухгалтерские (информационные) риски);
- механизм управления рисками, применяемый в организации: цели, политика, применяемые процедуры в области управления рисками и методы, используемые для оценки риска, изменения по сравнению с предыдущим отчетным годом.

(б) О резервах на устранение последствий бухгалтерских рисков в Примечаниях к бухгалтерской отчетности предлагается раскрытие:

- порядка начисления и отражения в учете и бухгалтерской (финансовой) отчетности резервов на устранение последствий бухгалтерских рисков;
- порядка использования и отражения в учете и бухгалтерской (финансовой) отчетности резервов на устранение последствий бухгалтерских рисков.

Изучение Примечаний к бухгалтерской отчетности показало, что в отличие от других форм бухгалтерской отчетности, форма данного документа не регламентирована. В пунктах 51 и 52 НСБУ № 104 «Индивидуальная бухгалтерская отчетность» [11] определен состав

информации, подлежащей указанию в Примечаниях к бухгалтерской отчетности. Поэтому для понимания достоверности бухгалтерской отчетности применительно к Примечаниям к бухгалтерской отчетности рекомендуется проводить оценку риска достоверности и полноты раскрытия информации.

Так как форма Примечаний к бухгалтерской отчетности законодательно не установлена, объективно оценить риск полноты раскрытия информации в этом документе затруднительно. Поэтому разработан перечень критериев определения риска достоверности и полноты вышеуказанного документа с применением балльной системы, в которой:

- не раскрытие информации по установленным критериям (при их фактическом наличии) оценивается в 0 баллов;
- частичное предоставление сведений оценивается в 1 балл;
- полное раскрытие информации оценивается в 2 балла.

Следует отметить, что отсутствие того или иного события оценивается в 2 балла, т.к. отсутствие и, как следствие, не раскрытие в Примечаниях к бухгалтерской отчетности определенных событий не снижает достоверность и полноту данного документа.

Изучение риска достоверности и полноты Примечаний к бухгалтерской отчетности предлагается проводить по следующим направлениям:

- общие сведения о предприятии;
- общие данные о применяемой учетной политике;
- раскрытие информации об изменении учетных оценок, которые повлияли на показатели бухгалтерской отчетности за отчетный период;
- раскрытие информации о корректировке ошибок прошлых лет в бухгалтерской отчетности при их наличии;
- детализация данных по ключевым статьям баланса и отчетов;
- предоставление информации о причинах возникновения несоответствий, в случае расхождения каких-либо показателей;
- раскрытие информации о событиях, которые произошли после даты составления бухгалтерской отчетности и значительно изменили величину актива и/или пассива;
- оценка общего экономического состояния предприятия.

Образец теста для оценки риска полноты и достоверности Примечаний к бухгалтерской отчетности приведен в табл. 3.

**Табл. 3.** Образец теста для оценки риска полноты и достоверности Примечаний к бухгалтерской отчетности

**Table 3.** Sample test for assessing the risk of adequacy and reliability of Notes to Accounts

Наименование фактора	Оценка уровня риска надежности и достоверности Примечаний к отчетности (обведите верный ответ)			Балл (указать)
	высокий уровень риска	средний уровень риска	низкий уровень риска	
	0 баллов	1 балл	2 балла	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1. Общие сведения о предприятии				
а) общие сведения о предприятии (место нахождения, структура, подчиненность, размер уставного фонда, информация об учредителях)	Отсутствуют	Имеются частично	Раскрыты	
б) основные направления деятельности предприятия и факторы, влияющие на его развитие	Отсутствуют	Имеются частично	Раскрыты	

Продолжение табл. 3.

1	2	3	4	5
в) показатели, характеризующие деятельность организации (среднесписочная численность работников, выручка, затраты на производство и реализацию, прибыль)	Отсутствуют	Имеются частично	Раскрыты	
2. Общие данные о применяемой учетной политике				
а) способы бухгалтерского учета (виды учетной оценки, способы группировки и обобщения хозяйственных операций)	Отсутствуют	Имеются частично	Раскрыты	
б) причины и описание внесенных в учетную политику предприятия преобразований	Не отражены при их фактическом наличии	Обоснованы причины, изложено содержание изменений	Отсутствуют изменения / обоснованы причины, изложено содержание изменений, дана оценка результата изменений в денежном выражении	
3. При изменении учетных оценок, которые повлияли на показатели бухгалтерской отчетности за отчетный период	Не отражены при их фактическом наличии	Сведения имеются частично	Отсутствуют изменения/указано содержание и суммы изменений в учетных оценках	
4. Исправление ошибок прошлых лет в бухгалтерской отчетности при их наличии	Не отражены при их фактическом наличии	Раскрыт характер ошибок; суммы корректировок сальдо каждой связанной с этими ошибками статьи бухгалтерской отчетности	Отсутствуют ошибки / раскрыт характер ошибок; суммы корректировок сальдо каждой связанной с этими ошибками статьи; суммы корректировок других связанных с этими ошибками статей	
5. Данные по ключевым статьям баланса и отчетов (данные об изменениях в капитале организации; о составе и движении резервов предстоящих расходов и платежей; оценочные резервы организации; изменения в структуре и объеме нематериальных активов и основных средств; данные об арендованном имуществе организации; сведения о финансовых вложениях, дебиторской и кредиторской задолженности; состав затрат на производство и прочих расходов; объемы реализации продукции, товаров, работ, услуг по видам деятельности организации и рынкам сбыта; данные об обеспечении обязательств организации)	Отсутствуют	Имеются частично	Установлены детальным образом	

Продолжение табл. 3.

1	2	3	4	5
6. Предоставление информации о причинах возникновения несоответствий, в случае расхождения каких-либо показателей	Не отражены при их фактическом наличии	Отражены в большей степени	Отсутствуют несоответствия / отражены в полном объеме	
7. События, которые произошли после даты составления бухгалтерской отчетности и значительно изменили величину актива и/или пассива (решения о реорганизации предприятия, о выпуске ценных бумаг, приобретение основных средств в крупных размерах, различные действия со стороны государства, форс-мажорные обстоятельства и прочее)	Не отражены при их фактическом наличии	Сведения имеются частично	Отсутствуют события / дана характеристика вышеупомянутых событий и их возможные последствия для организации	
8. Оценка общего экономического состояния предприятия				
а) расчет коэффициентов платежеспособности (коэффициенты текущей ликвидности, обеспеченности финансовыми обязательствами активами, обеспеченности собственными оборотными средствами)	Отсутствует	Представлен выборочно	Представлен в полном объеме	
б) расчет стоимости чистых активов	Отсутствует	Представлен выборочно	Представлен в полном объеме	
в) анализ структуры бухгалтерского баланса	Отсутствует	Представлен выборочно	Представлен в полном объеме	
г) расчет показателей, не указанных выше (показатели рентабельности, обеспеченности кредиторской задолженности активами, оборачиваемости капитала и др.)	Отсутствует	Представлен выборочно	Представлен в полном объеме	
д) сравнительная характеристика отчетного и предшествующего ему годов	Отсутствует	Представлен выборочно	Представлен в полном объеме	
<b>Итоговое количество баллов</b>	<i>максимально возможное количество баллов 30</i>			

Для итоговой оценки риска достоверности и полноты Примечаний к бухгалтерской отчетности целесообразно рассчитать коэффициент риска ( $K_{pc}$ ) по формуле (1), как отношение итогового количества баллов к максимально возможной сумме баллов

$$K_{pc} = 1 - \frac{\text{Итоговое количество баллов}}{\text{Максимально возможное количество баллов}} \quad (1)$$

Совокупность обобщенных и приведенных в табл. 3. оценочных показателей риска достоверности и полноты Примечаний к бухгалтерской отчетности, в зависимости от целей и поставленных задач проведения анализа, может быть изменена и дополнена.

В зависимости от полученного значения коэффициента риска достоверности и полноты Примечаний к бухгалтерской отчетности ( $K_{pc}$ ), определяется его уровень (низкий, средний, высокий) для принятия руководством мер по устранению угроз существенного искажения информации.

Классификация уровней риска полноты и достоверности Примечаний к бухгалтерской отчетности приведена в табл. 4.

**Табл. 4.** Классификация уровней риска полноты и достоверности Примечаний к бухгалтерской отчетности

**Table 4.** Classification of risk levels of adequacy and reliability of Notes to Accounts

Значение показателя $K_{pc}$	Уровень риска полноты и достоверности Примечаний к бухгалтерской отчетности	Характеристика риска
0,00–0,33	Низкий	Примечания к бухгалтерской отчетности содержат достаточную и надежную информацию, требуется ежегодное тестирование полноты и достоверности внешним аудитором
0,34–0,66	Средний	В Примечаниях к бухгалтерской отчетности в основном представлена достаточная и надежная информация, требуется постоянное тестирование риска полноты и достоверности внутренним аудитором, разработка мер по устранению рисков искажения данных
0,67–1,0	Высокий	Примечания к бухгалтерской отчетности содержат фрагментарную информацию, требуются меры со стороны руководства по совершенствованию учета и внутреннего контроля за формированием бухгалтерской отчетности

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволяет сделать вывод, что бухгалтерские риски являются комплексным объектом бухгалтерского учета и возникают в связи с неправильным толкованием законодательства, наличием альтернативных принципов бухгалтерского учета, а также человеческим фактором и субъективным профессиональным суждением бухгалтера.

Следовательно, необходимым условием повышения надежности бухгалтерской отчетности является формирование системы риск-ориентированного экономического управления. Для этого предлагается в Примечаниях к бухгалтерской отчетности ввести раздел «Бухгалтерские риски», где раскрывать информацию о качественных характеристиках рисков и о резервах на устранение их последствий, что повысит понимание деятельности организации заинтересованными лицами.

Также разработана методика оценки риска достоверности и полноты Примечаний к бухгалтерской отчетности, применение которой позволит руководству принимать своевременные меры по устранению угроз существенного искажения информации, что в свою очередь обеспечит повышение надежности бухгалтерской отчетности.

Рассчитывая эффективность внедрения предложенных методик анализа и оценки информационных рисков в системе экономического управления предприятиями пищевой промышленности, необходимо учитывать, что величина ожидаемых убытков в случае наступления риска больше или равна совокупной стоимости мероприятий по управлению рисками. Результат будет зависеть от качества, достоверности информации, полноты проведенного анализа и точности расчетов.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Демина, И. Д. Концепция риск-ориентированной системы бухгалтерского учета в коммерческих организациях / И. Д. Демина // Экономика и современный менеджмент: теория и практика. Изд-во: Ассоциация научных сотрудников «Сибирская академическая книга». – 2015. – № 45. – С. 26–35.
- 2 Стафиевская, М. В. Бухгалтерский учет рисков в коммерческих организациях / М. В. Стафиевская // Международный бухгалтерский учет. – 2014. – № 35(329). – С. 16–29.

- 3 Стафиевская, М. В. Концептуальные основы бухгалтерского учета рисков: автореф. дис. канд. экон. наук: 08.00.12. – Нижний Новгород, 2013. – 20 с.
- 4 МСФО (IFRS) 7 «Финансовые инструменты: раскрытие информации» [Электронный ресурс] Режим доступа: [https://www.minfin.ru/common/upload/library/2016/02/main/RU\\_BlueBook\\_GVT\\_2015\\_IFRS\\_7.pdf](https://www.minfin.ru/common/upload/library/2016/02/main/RU_BlueBook_GVT_2015_IFRS_7.pdf). Режим доступа: 20.05.2022.
- 5 Шевелев, А. Е. Риски в бухгалтерском учете: учеб. пособие / А. Е. Шевелев, Е. В. Шевелева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: КНОРУС, 2017. – 304 с.
- 6 Бернштейн, П. Против богов: Укрощение риска / П. Бернштейн. – М.: Олимп Бизнес, 2008. – 400 с.
- 7 Мешкова, Г. В. Бухгалтерские риски: сущность, проблемы управления и пути их сокращения / Г. В. Мешкова // материалы Междунар. научн. конф. Информационное обеспечение эффективного управления деятельностью экономических субъектов. – М., 2016. – С. 214–220.
- 8 Андреев, В. Д. Комплексный риск-ориентированный аудит коммерческих организаций : учеб. пособие / В. Д. Андреев. – М.: Магистр: ИНФРАМ, 2019. – 248 с.
- 9 Риск-ориентированный аудит финансовой (бухгалтерской) отчетности и предпосылок её составления [Электронный ресурс] Режим доступа: [https://vuzlit.ru/243999/risk\\_orientirovannyy\\_audit\\_finansovoy\\_buhgalterskoy\\_otchetnosti\\_predposylok\\_sostavleniya](https://vuzlit.ru/243999/risk_orientirovannyy_audit_finansovoy_buhgalterskoy_otchetnosti_predposylok_sostavleniya). Режим доступа: 20.05.2022.
- 10 Яковлева, И. Н. Оценка финансовых рисков на базе бухгалтерской отчетности [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.cfin.ru/finanalysis/risk/accounting.shtml> Режим доступа: 20.05.2022.
- 11 Национальный стандарт бухгалтерского учета и отчетности «Индивидуальная бухгалтерская отчетность», утв. пост М-ва финансов Республика Беларусь, 12.12.2016 г. № 104 // Консультант Плюс: Беларусь [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Республика Беларусь. – Минск, 2022.

*Поступила в редакцию 23.05.2022 г.*

#### **ОБ АВТОРАХ:**

**Ольга Олеговна Люштик**, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: [liushtsik\\_buaa@bgut.by](mailto:liushtsik_buaa@bgut.by).

**Алеся Геннадьевна Мельник**, старший преподаватель кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: [melnik\\_buaa@bgut.by](mailto:melnik_buaa@bgut.by).

#### **ABOUT AUTHORS:**

**Olga O. Liushtsik**, PhD (Economics), Associate Professor of the Department of Accounting, Analysis and Audit, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: [liushtsik\\_buaa@bgut.by](mailto:liushtsik_buaa@bgut.by).

**Alesya G. Melnik**, senior lecturer of the Department of Accounting, Analysis and Audit, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: [e-mail: melnik\\_buaa@bgut.by](mailto:melnik_buaa@bgut.by).