

# ВЕСТНИК

## БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ПИЩЕВЫХ И ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

### Научно-методический журнал

*Издаётся два раза в год  
№ 2(33), 2022*

*Учредитель: Белорусский государственный университет  
пищевых и химических технологий*

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПИЩЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

<i>Т. Д. Самуиленко, Т. А. Гуринова, А. В. Акулич, А. А. Бодунова, Д. Н. Шувыкина</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АССОРТИМЕНТА СНЕКОВОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ.....	3
<i>М. Л. Зенькова</i> ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПРОРАЩИВАНИЯ НА СОСТАВ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ И ГРЕЧИХИ.....	14
<i>З. В. Василенко, В. И. Никулин, Т. В. Трофименко</i> ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЖМЫХА ИЗ СЕМЯН РАПСА СОРТА «НЕМАН» БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ.....	27
<i>Ю. А. Арбекова, В. Н. Тимофеева, И. В. Бубырь</i> ПОВЫШЕНИЕ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ КОНСЕРВОВ ПАШТЕТНЫХ МЯСОСОДЕРЖАЩИХ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ ЛИЦ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА.....	37
<i>О. А. Гмырак</i> РАДИАЦИОННАЯ ОЦЕНКА КОМПЛЕКСНЫХ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	46
<i>О. И. Купцова, Ю. Ю. Чеканова</i> ТЕХНОЛОГИЯ СМЕТАНЫ С ВЫСОКОЙ ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТЬЮ НА ОСНОВЕ СЛИВОК И ПАХТЫ.....	56
<i>С. В. Волкова, Е. А. Цед</i> ВЛИЯНИЕ ПРЯНОАРОМАТИЧЕСКОГО СЫРЬЯ НА КАЧЕСТВО АЛКОГОЛЬНОГО НАПИТКА ИЗ ЗЕРНОВОГО ДИСТИЛЛЯТА И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ЕГО ПРОИЗВОДСТВА.....	71

<i>A. A. Миронцева, Е. А. Цед, С. В. Волкова</i> НОВЫЕ КРИТЕРИИ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СПИРТОВОГО СУСЛА ИЗ БИОАКТИВИРОВАННОГО ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ....	81
---	----

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

<i>Т. И. Сушко, Е. П. Сымук</i> МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОТИВАЦИИ ТРУДА ПЕРСОНАЛА КОММЕРЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ.....	94
<i>С. Н. Гнатюк, О. П. Громыко</i> КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УРОВНЯ СОГЛАСОВАННОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНТЕРЕСОВ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ АПК НА ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА.....	105

## **ЮБИЛЕИ**

<b>АКУЛИЧ АЛЕКСАНДР ВАСИЛЬЕВИЧ (К 65-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ).....</b>	<b>114</b>
--	------------

---

# ПИЩЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

УДК339.13, 664.6

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АССОРТИМЕНТА СНЕКОВОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

*Т. Д. Самуиленко, Т. А. Гуринова, А. В. Акулич, А. А. Бодунова, Д. Н. Шувыкина*

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

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** На отечественных предприятиях снековая продукция улучшенной пищевой ценности выпускается в ограниченном ассортименте. В то же время запрос на такую продукцию на потребительском рынке высокий, что определило актуальность исследования. Научной задачей явилось обоснование структуры ассортимента и показателей качества снековой продукции улучшенной пищевой ценности на основе потребительских предпочтений.

**Материалы и методы.** Для оценки потребительского поведения использовали метод анкетирования. Объем выборки составил 500 человек.

**Результаты.** Установлено, что классическая снековая продукция и мучные снеки являются предпочтительной основой для проектирования нового пищевого продукта. Выявлено, что при проектировании снековой продукции улучшенной пищевой ценности следует акцентироваться на ее вкусе как приоритетном потребительском свойстве. Определено, что целесообразно улучшать пищевую ценность снековой продукции путем использования в ее составе преимущественно овощных и/или фруктовых порошков, витаминных комплексов, нетрадиционных видов муки.

**Выводы.** Структура ассортимента, показатели потребительских свойств снековой продукции улучшенной пищевой ценности рекомендуются для проектирования и постановки ее на производство на отечественных предприятиях пищеконцентратной отрасли.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** маркетинговые исследования; спрос; потребители; несладкие мучные снеки; здоровое питание.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Самуиленко, Т. Д. Совершенствование ассортимента снековой продукции на основе анализа предпочтений потребителей / Т. Д. Самуиленко [и др.] // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 2(33). – С. 3–13.

## IMPROVING THE RANGE OF SNACK PRODUCTS BASED ON THE ANALYSIS OF CONSUMER PREFERENCES

*T. D. Samuilenko, T. A. Gurinova, A. V. Akulich, A. A. Bodunova, D. N. Shuvykina*

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

### ABSTRACT

**Introduction.** Snack products of improved nutritional value are produced in a limited range at domestic enterprises. At the same time, such products are in high demand in the consumer market. This fact determined the relevance of the study. The scientific task was to substantiate the structure of the assortment and quality indicators of snack products of improved nutritional value based on consumer preferences.

**Materials and methods.** The questionnaire method was used to assess consumer behavior. The sample size was 500 people.

**Results.** It is established that classic snack products and flour snacks are the preferred basis for designing a new food product. It is revealed that when designing snack products of improved nutritional value, it is necessary to focus on its taste as a priority consumer property. It is determined that it is advisable to improve the nutritional value of snack products by using mainly vegetable and/or fruit powders, vitamin complexes, and non-traditional types of flour in its composition.

**Conclusions.** The structure of the assortment, indicators of consumer properties of snack products of improved nutritional value are recommended for designing and putting it into production at domestic enterprises of the food concentrate industry.

**KEY WORDS:** *market research; demand; consumers; unsweetened flour snacks; healthy eating.*

**FOR CITATION:** Samylenko, T. Improving the range of snack products based on the analysis of consumer preferences / T. Samylenko [et al.] // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2022. – № 2(33). – P. 3–13 (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

Белорусский рынок широко представлен различными видами классической несладкой снековой продукции на основе продуктов переработки растительного сырья – это чипсы, продукты экструзии, «хлебные закуски» и др. Одним из лидеров на рынке снековой продукции является сегмент чипсов и по прогнозам экспертов эта тенденция сохранится [1–4]. Стоит отметить, что ассортимент их достаточно велик, начиная от традиционных картофельных чипсов, заканчивая мучными, зерновыми и фруктовыми. Технологии их производства также значительно разнятся и могут включать этапы обжарки и/или сушки. Несмотря на эти нюансы, популярность всех видов чипсов постоянно растет. Она связана с наличием индивидуальной упаковки, небольшой массой одной порции, простотой употребления, экономией времени перекуса, с особенностью и разнообразием вкусов. В то же время, с точки зрения вопросов рационального питания и пищеварения, наиболее востребованные картофельные чипсы имеют такие недостатки, как высокая энергетическая ценность за счет высокого содержание жиров и углеводов, наличие пищевых добавок, пониженное содержание биологически активных веществ, неполноценный состав по отдельным нутриентам.

В последние годы на эти недостатки большая часть потребителей стала обращать большое внимание и искать здоровую альтернативу данному продукту питания.

В целом снековая продукция не предусматривает наличие ассортимента улучшенной пищевой ценности, отвечающего принципам рационального питания. В то же время все больше современных людей стремятся потреблять продукты питания здорового спектра с полноценным содержанием всех питательных веществ на основе натуральных ингредиентов, в том числе и продукты готовые к употреблению.

Имеется мировой опыт разработки и реализации на рынке снековой продукции улучшенной пищевой ценности, содержащей в своем составе различные виды муки, крахмала, зерна различных злаков, продукты переработки фруктов и овощей и др. [5–11]. Преимущественно к ним можно отнести экструзионные снеки со злаками, персонализированные энергетические и протеиновые снеки, используемые в питании спортсменов.

На рынок Республики Беларусь большинство такой снековой продукции поставляется из стран ближнего и дальнего зарубежья, и за счет расходов на транспортировку они имеют значительную стоимость (снековая продукция «Dr. Korner», страна-производитель Россия;

снековая продукция «SantaMaría», страна-производитель Швеция и др.)<sup>1, 2</sup>.

Основными отечественными производителями снековой продукции в Республике Беларусь являются ООО «Белпродукт», ГК «Онега», ОАО «Машпищепрод». Однако на сегодняшний день, несмотря на современное оборудование этих предприятий, их передовые технологии, которые позволяют вырабатывать качественную продукцию, отвечающую требованиям технических нормативных правовых актов и удовлетворяющую потребительский спрос, снековая продукция улучшенной пищевой ценности не выпускается<sup>3</sup>.

В условиях конкурентной борьбы на объемы реализации продуктов питания, в том числе и снековой продукции, и, соответственно, на успех экономической деятельности предприятий-изготовителей влияют потребительские характеристики продуктов питания и спектр вырабатываемого ассортимента. Для повышения эффективности работы предприятий пищеконцентратной отрасли, вырабатывающих снековую продукцию, существенным являются предпочтения потенциальных потребителей, факторы, формирующие потребительскую ценность снековой продукции. Это позволит расширить ассортимент снековой продукции, в том числе и повышенной пищевой ценности [12].

Объект исследования – ассортимент снековой продукции улучшенной пищевой ценности.

Предмет исследования – закономерности потребительского поведения как основа для проектирования ассортимента и потребительских свойств снековой продукции улучшенной пищевой ценности.

Цель исследования – расширение ассортимента вырабатываемой отечественными предприятиями пищеконцентратной отрасли снековой продукции улучшенной пищевой ценности.

Научная задача – обоснование структуры ассортимента и показателей качества снековой продукции улучшенной пищевой ценности на основе потребительских предпочтений.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Для исследования потребительского поведения при приобретении снековой продукции населением использовали метод маркетингового исследования, включающий сбор, обработку и анализ данных опроса [13–15].

Объем выборки составил 500 человек (64,0 % женщин, 36,0 % мужчин) разного возраста (8,0 % респондентов в возрасте до 18 лет, 84,0 % – в возрасте от 18 до 30 лет; 6,0 % – в возрасте от 30 до 50 лет; 2,0 % – в возрасте более 50 лет), социального статуса (58,0 % – рабочие/служащие; 16,0 % – студенты; 12,0 % – школьники; 8,0 % – пенсионеры; 4,0 % – безработные; 2,0 % – другой статус), являющихся жителями Республики Беларусь. Выборка – вероятностная, без повторений.

Сбор информации проводился в виде анкетирования с перечнем вопросов, касающихся снековой продукции, и вариантов ответов на них, представленных в табл. 1.

---

<sup>1</sup>Современные подходы в технологии безопасной снековой продукции. [Электронный ресурс]. – 15 ноября 2021. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n /sovremennye-podhody-v-tehnologii-bezopasnoy-snekovoy-produktsii/viewer>.

<sup>2</sup>Производство полезных снеков увеличивается. [Электронный ресурс]. – 12 февраля 2022. – Режим доступа: <https://rb.ru/opinion/healthy-snacks>.

<sup>3</sup>Белорусские чипсы: обзор производителей, вкусовые качества, отзывы. [Электронный ресурс]. – 12 февраля 2022. – Режим доступа: <https://alto-group.ru/new/915-proizvodstvo-poleznyh-snekov-uvelichivaetsya.html>.

**Табл. 1.** Анкета сбора информации**Table 1.** Data collection questionnaire

<i>Вопросы</i>	<i>Варианты ответов</i>
1. Укажите Ваш пол:	а) мужской; б) женский
2. Укажите Ваш возраст:	а) до 18 лет; б) от 18 до 30 лет; в) от 30 до 50 лет; г) свыше 50 лет
3. Укажите Ваш социальный статус:	а) рабочие/служащие; б) студенты; в) школьники; г) пенсионеры; д) безработные; е) другое
4. Отношение к снековой продукции:	а) «это вредно»; б) «если в умеренных количествах, то это не очень вредно»; в) «никакого вреда нет»
5. Частота потребления снековой продукции:	а) ежедневно; б) 3–4 раза в неделю; в) 1–2 раза в неделю; г) 3–4 раза в месяц; д) реже 1 раза в месяц; е) не употребляю
6. Предпочтительный вид снековой продукции при потреблении:	а) классические(чипсы, продукты экструзии, в том числе соленый попкорн); б) натуральные (семечки, орехи и др.); в) мучные (сухарики, соломка, печенье, крендельки и др.); г) морские (сушеная рыба, кальмары); д) мясные (копченые колбаски); е) сырные (копченый сыр); ж) другое
7. Потребители снековой продукции:	а) для себя; б) для детей; в) для семьи; г) для друзей/знакомых; д) другое
8. Приоритет при выборе снековой продукции:	а) цена; б) вкусовые особенности; в) производитель; г) марка; д) упаковка; е) состав; ж) другое

## Продолжение Табл. 1

9. Влияние рекламы на Ваш выбор при покупке снековой продукции:	а) да; б) нет
10. Ваше восприятие снековой продукции:	а) «просто люблю иногда похрустеть»; б) «использую в качестве перекуса»; в) «поднимают мне настроение»; г) «продукт для молодежи»; д) «закуска к пиву»; е) «чтобы утолить голод»; ж) «есть чипсы вредно для здоровья»; з) «мне нравится пробовать новые вкусы»; и) другое
11. Отношение к снековой продукции улучшенной пищевой ценности:	а) отрицательное; б) нейтральное; в) положительное; г) затрудняюсь ответить
12. Приоритетные дополнительные сырьевые компоненты, улучшающие пищевую ценность снековой продукции:	а) овощные/фруктовые порошки; б) нетрадиционные виды муки (рисовая, льняная, амарантовая и др.); в) пробиотические добавки; г) пищевые волокна; д) витаминные комплексы; е) минеральные комплексы; ж) другое
13. Прогнозная частота потребления снековой продукции улучшенной пищевой ценности:	а) ежедневно; б) 3–4 раза в неделю; в) 1–2 раза в неделю; г) 3–4 раза в месяц; д) реже 1 раза в месяц; е) не покупал бы
14. Приоритетная ценовая категория средней пачки (90 г) снековой продукции улучшенной пищевой ценности:	а) от 1 до 1,5 бел. руб.; б) от 1,5 до 2,0 бел. руб.; в) от 2,0 до 2,5 бел. руб.; г) больше 2,5 бел. руб.; д) другое

Результаты анкетирования обработаны статистическими методами с вероятностью 95,0 %. Ошибка составила 5,0 %. Стандартное отклонение составило от 0,91 до 1,23.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что снековую продукцию достаточно активно приобретают различные категории населения. Как показывают результаты, представленные на рис. 1, большинство респондентов (76,0 %) считают, что предлагаемая в торговой сети потребителям снековая продукция не является вредной, если употреблять в умеренных количествах. При этом 18,0 % респондентов отметили, что от снековой продукции нет

никакого вреда, и только 6,0 % отрицательно относятся к снековой продукции и считают ее вредной.

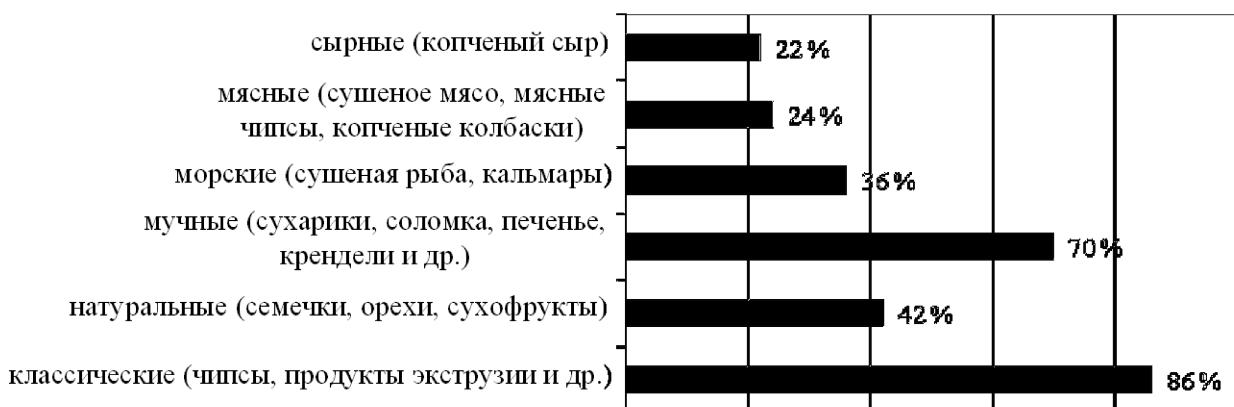
Снековую продукцию респонденты преимущественно потребляют от 1 до 4 раз в неделю (60,0 %). Остальная масса респондентов потребляет снековую продукцию 3–4 раза в месяц (26,0 %), реже 1 раза в месяц (8,0 %) и ежедневно (6,0 %). Респондентов, которые бы не потребляли снековую продукцию вовсе путем проведенного анкетирования выявлено не было.



**Рис. 1.** Отношение респондентов к снековой продукции

**Fig. 1.** Attitude of respondents to snack products

На рис. 2 представлены данные о предпочтительной снековой продукции среди респондентов. К таковой можно отнести преимущественно классическую снековую продукцию. Ее приобретают 86,0 % респондентов. Мучные снеки (сухарики, соленая соломка, печенье, крендельки и др.) приобретают 70,0 % респондентов. Пользуются спросом также натуральные снеки (семечки, орехи) – их предпочитают 42,0 % респондентов, морские снеки (сушеная рыба, кальмары) – 36,0 %, мясные снеки (копченые колбаски и др.) – 24,0 %, сырные снеки (копченый сыр) – 22,0 %.

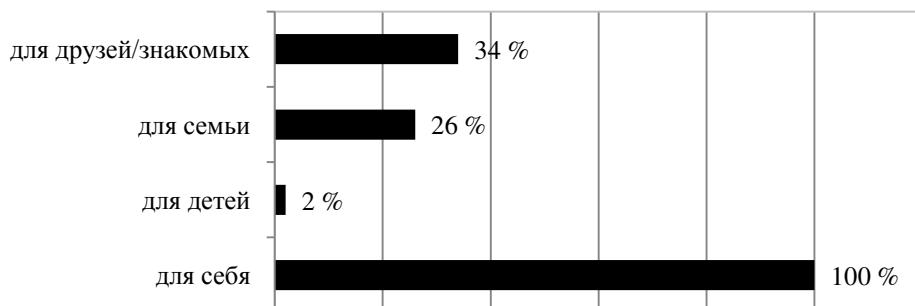


**Рис. 2.** Предпочтительный вид снековой продукции при потреблении

**Fig. 2.** The preferred type of snack products for consumption

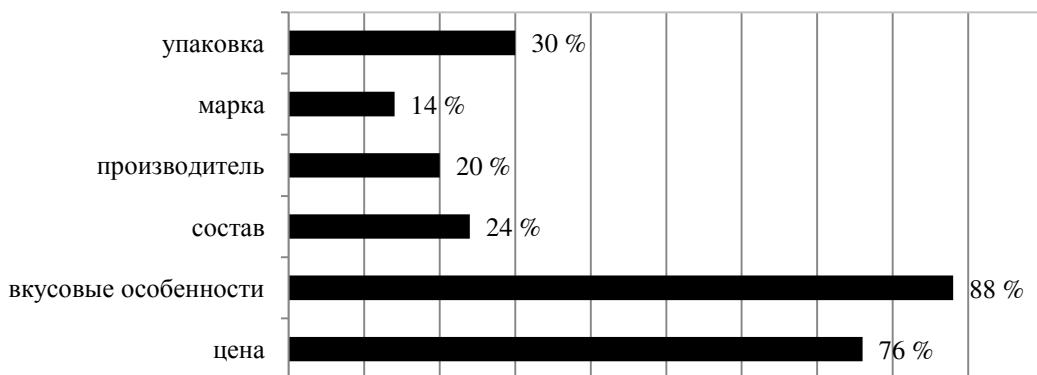
Анализ проведенного анкетирования по вопросу потребителей снековой продукции, представленный на рис. 3, показал, что все опрошенные покупают продукцию для себя. Также респонденты отметили и дополнительные варианты ответов, такие как покупка снековой продукции для друзей/знакомых (34,0 %), для семьи (26,0 %) и для детей (2,0 %).

Основными критериями выбора снековой продукции для большинства респондентов являются вкусовые особенности (указали 88,0 % респондентов). 76,0 % потребителей ориентируются на цену, 30,0 % опрошенных обращают внимание на упаковку, 24,0 % – на состав, 20,0 % – на производителя, 14,0 % – на марку, что и отражают данные на рис. 4.



**Рис. 3.** Потребители снековой продукции

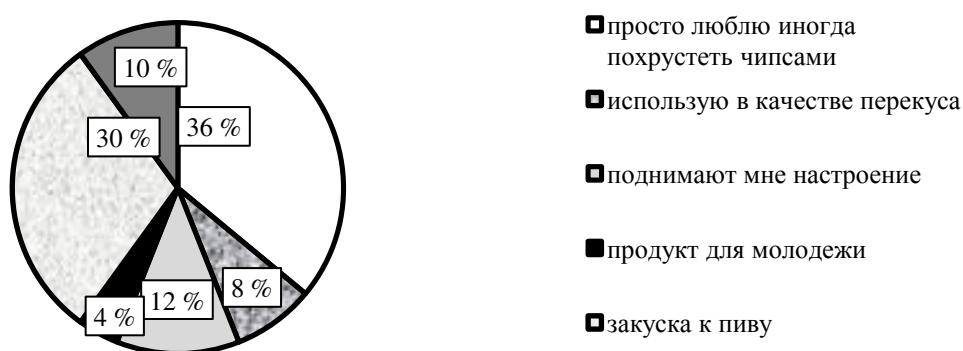
**Fig. 3.** Consumers of snack products



**Рис. 4.** Приоритет при выборе снековой продукции

**Fig. 4.** Priority in choosing snack products

Выявляя, влияет ли реклама на выбор потребителей при покупке снековой продукции, было установлено, что 70,0 % респондентов считают ее несущественным фактором при выборе, остальные респонденты учитывают воздействие рекламы на выбор.



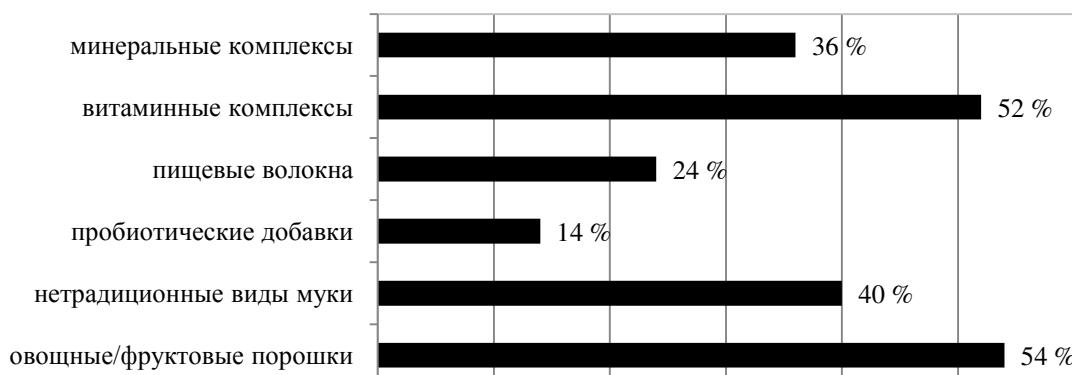
**Рис. 5.** Восприятие снековой продукции потребителями

**Fig. 5.** Perception of snack products by consumers

Представленные на рис. 5 данные показывают, что основная масса отечественных потребителей приобретают снековую продукцию «просто похрустеть...» (36,0 % опрошенных) и в качестве закуски к пиву (30,0 %). Ряд респондентов отметили интерес к новым вкусам, использование снековой продукции в качестве полноценного перекуса, для поднятия настроения. 4,0 % респондентов считают снековую продукцию исключительно продуктом для молодежи.

В ходе опроса выяснили возможность появления на рынке новых видов снековой продукции, в том числе повышенной пищевой ценности. 56,0 % респондентов нейтрально относятся к такой продукции, 44,0 % – положительно. Ни один из опрошенных респондентов не высказал отрицательного отношения к снековой продукции улучшенной пищевой ценности.

Улучшение пищевой ценности пищевых продуктов, в том числе и мучных продуктов питания, обусловлено недостаточным и несбалансированным содержанием в рационе населения ряда нутриентов. В нашей стране ситуация усугубляется традиционно малым потреблением овощей и фруктов и возникшим недостатком в рационе мясных и молочных продуктов. В то же время потребитель по-разному воспринимает новый продукт с использованием дополнительного сырья, химический состав которого может улучшать пищевую ценность. Поэтому в исследованиях были оценены мнения респондентов о приоритетных дополнительных сырьевых компонентах, улучшающих ценность снековой продукции. Результаты опроса представлены на рис. 6. Они свидетельствуют о том, что в составе снековой продукции улучшенной пищевой ценности 54,0 % респондентов хотели бы видеть овощные/фруктовые порошки, 52,0 % – витаминные комплексы, 40,0 % – нетрадиционные виды муки (рисовая, льняная, амарантовая и др.), 36,0 % – минеральные комплексы, 24,0 % – пищевые волокна, 14,0 % – пробиотические добавки.

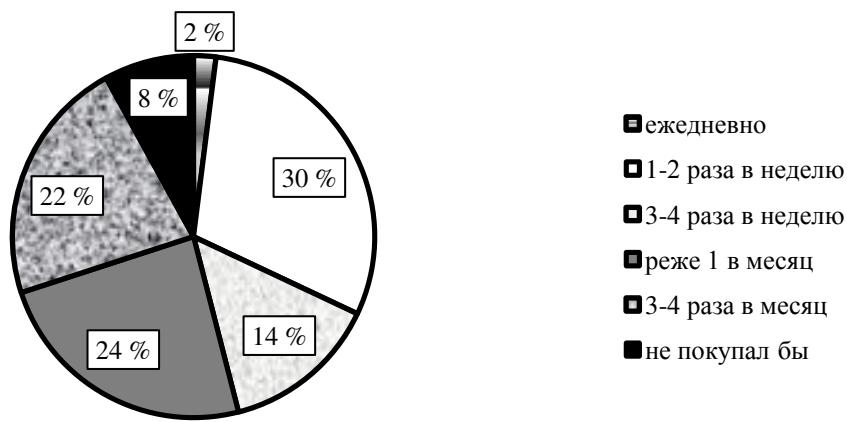


**Рис. 6.** Приоритетные дополнительные сырьевые компоненты, улучшающие пищевую ценность снековой продукции

**Fig. 6.** Priority additional raw materials components that improve the nutritional value of snack products

При обосновании разработки нового пищевого продукта немаловажным является и прогнозная частота его потребления, которая позволяет планировать объемы производства. Результаты, представленные на рис. 7, показывают, что мнения респондентов сильно разнятся в данном вопросе. Около половины всех респондентов готовы употреблять несладкие мучные снеки как минимум 1 раз в неделю, остальные склоняются к мнению о возможности употребления нового продукта от 1 раза в месяц.

Немаловажным для респондентов является и ценовая категория нового пищевого продукта, так как для покупателя она выражается как в денежных издержках при приобретении продукта, так и имеет некоторую психологическую составляющую. Проведенные исследования показали, что основная масса потребителей (70,0 %) готовы приобретать несладкие мучные снеки в диапазоне цен от 1,5 до 2,5 рублей за среднюю пачку (90 г).



**Рис. 7.** Прогнозная частота потребления снековой продукции улучшенной пищевой ценности

**Fig. 7.** Forecast frequency of consumption of snack products to improve nutritional value

Снековая продукция не является исключением в этом направлении. Так, маркетинговые исследования спроса на снековую продукцию проводились Нижегородским государственным педагогическим университетом [16]. Однако, представленные авторами исследования затрагивают достаточно узкую выборку (50 человек), относящуюся только к конкретному городу. Кроме того, анкетные вопросы выстроены таким образом, чтобы потребитель оценивал лишь внешний вид снековой продукции, а не ее качество и состав, наличие продукции функциональной направленности. Поэтому основная масса вопросов направлена на изучение влияния рекламы на выбор, дизайна, цвета упаковки и наличие ее промо-версий. Основным недостатком такого маркетингового исследования является акцент не на предпочтения потребителя, а на приоритетные направления развития у производителей и продвижение необходимых для них товаров на потребительский рынок. То есть фактически представлены основные направления при формировании потребительского спроса производителями, а не желания самого потребителя. Это и подтверждается отсутствием вопросов разной категории, относящихся к снековой продукции.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По данным проведенного опроса подтверждена высокая частота потребления снековой продукции. Респонденты считают, что если употреблять снековую продукцию в умеренных количествах, то это не приносит вреда здоровью. В качестве перекуса наиболее популярны классические снеки (чицы, продукты экструзии), мучные снеки (сухарики, соленая соломка, печенье, крендельки и др.). Основными факторами покупательского предпочтения при выборе снековой продукции являются вкус, цена, внешний вид упаковки и состав. Респонденты положительно относятся к снековой продукции улучшенной пищевой ценности. В качестве ингредиентов, повышающих пищевую ценность несладких мучных снеков, потребители хотели бы видеть овощные/фруктовые порошки, витаминные комплексы и нетрадиционные виды муки (рисовая, льняная, амарантовая и др.).

Структура ассортимента, показатели потребительских свойств снековой продукции улучшенной пищевой ценности рекомендуются для проектирования и постановки ее на производство на отечественных предприятиях пищеконцентратной отрасли.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Chapelot, D. The role of snacking in energy balance: a biobehavioral approach / D. Chapelot // J Nutr. – 2011. – № 141. – P. 158–162.
- 2 Novitskaya, L.Yu. Prospects for the development of the snack market in Russia / L.Yu. Novitskaya, M. A. Orlovskaya // Scientific works of the Russian academy of attorneys and notary. Founders: Russian Academy of Advocacy and Notaries. – 2019. – № 4(55). – P. 39–43.
- 3 Marshall, D. Meal construction: exploring the relationship between eating occasion and location / D. Marshall, R. Bell // Food Qual Prefer. – 2003. – № 14. – P. 53–64.
- 4 Prinsen, S. Eating by example. Effects of environmental cues on dietary decisions / S. Prinsen // Appetite. – 2013. – № 70. – P. 1–5.
- 5 Snacks Market Size, Share & Trends Analysis Report By Type (Extruded (Potato, Corn, Rice), Non-extruded (Salty, Refrigerated, Bakery)), By Distribution Channel (Supermarkets & Hypermarkets, Online), And Segment Forecasts, 2019 – 2025, Grandviewresearch, 2025. [Электронный ресурс]. – 10 октября 2022. – Режим доступа: <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/extruded-snacks-market-101510>.
- 6 Marmonier, C. Effects of macronutrient content and energy density of snacks consumed in a satiety state on the onset of the next meal / C. Marmonier, D. Chapelot, J. Louis-Sylvestre // Appetite. – 2000. – № 34. – P. 161–168.
- 7 Zizza, C. A. Healthy snacking recommendations: one size does not fit all / C. A. Zizza // PhysiolBehav. – 2014. – № 134. – P. 32–37.
- 8 Brennan, M. A. Ready-to-eat snack products: the role of extrusion technology in developing consumer acceptable and nutritious snacks / M. A. Brennan [et al.] // Int J Food Sci Technol. – 2013. – № 48. – P. 893–902.
- 9 Salehi, F. Effect of dried fruits and vegetables powder on cakes quality: A review / F. Salehi, S. Aghajanzadeh // Trends in Food Science & Technology. – 2020. – № 95 – P. 162–172. doi:10.1016/j.tifs.2019.11.011.
- 10 Patheeparambil, A. P. Development Of Ready To Eat Fruit Flakes / A. P. Patheeparambil // Food and Agriculture Spectrum Journal. – 2020. – № 1(4). – P. 1–6.
- 11 Espinoza-Moreno, R. J. Healthy ready-to-eat expanded snack with high nutritional and antioxidant value produced from whole amaranth transgenic maize and black common bean / R. J. Espinoza-Moreno [et al.] // Plant Foods for Human Nutrition. – 2016. – № 71(2). – P. 218–224. doi: 10.1007/s11130-016-0551-8.
- 12 Шпак, А. Изучение потребителей снековой продукции на основании маркетингового подхода / А. Шпак, Н. Киреенко [и др.] // Аграрная экономика. – 2016. – № 12. – С. 35–42.
- 13 Ольховик, С. А. Разработка методики оценки требований потребителя в процессе проектирования пищевого продукта / С. А. Ольховик // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2015. – Том 34. – С. 131–134.
- 14 Корольков, В. Ф. Проектирование и производство продукции, исходя из ожиданий потребителей / В. Ф. Корольков, В. В. Брагин // Стандарты и качество. – 2003. – № 11. – С. 64–65.
- 15 Мартышенко, С. Н. Методы обработки нечисловых данных в социально-экономических исследованиях / С. Н. Мартышенко, Н. С. Мартышенко // Изв. Дальневост. федерального ун-та. Экономика и управление. – 2006. – № 4. – С. 27–30.
- 16 Голубева, О. В. Маркетинговые исследования спроса на снековую продукцию потребителями / О. В. Голубева [и др.] // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2019. – № 2. – С. 195–201.

Поступила в редакцию 06.11.2022 г.

## ОБ АВТОРАХ:

**Татьяна Дмитриевна Самуйленко**, кандидат технических наук, доцент, заведующий аспирантурой, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий (БГУТ), TataSam@tut.by.

**Татьяна Александровна Гуринова**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии хлебопродуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий (БГУТ), gurinova09@tut.by.

**Александр Васильевич Акулич**, доктор технических наук, профессор, заслуженный изобретатель Республики Беларусь, проректор по научной работе, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий (БГУТ), bgut@mogilev.by.

**Анна Александровна Бодунова**, студент, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий (БГУТ).

**Дарья Николаевна Шувыкина**, студент, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий (БГУТ).

**ABOUT AUTHORS:**

**Tatyana D. Samuylenko**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, head of Postgraduate Studies, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, TataSam@tut.by.

**Tatyana A. Gurinova**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Assistant Professor of the Department of Technology of Grain Products Technology, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, gurinova09@tut.by.

**Aleksandr V. Akulich**, Doctor of Technical Sciences, Professor, the Honored Inventor of Belarus, Vice-rector for scientific work, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, bgut@mogilev.by.

**Anna A. Bodunova**, student, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies.

**Darya N. Shuvykina**, student, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies.

Honored Inventor of the Republic of Belarus

УДК 664.864

## ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПРОРАЩИВАНИЯ НА СОСТАВ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ И ГРЕЧИХИ

*M. L. Зенькова*

*Белорусский государственный экономический университет, Республика Беларусь*

### АННОТАЦИЯ

**Введение:** актуальность исследования обусловлена возможностью использования пророщенного зерна в консервной промышленности. Научная задача исследования – обоснование применения интегрированного технологического показателя «степень проращивания» для классификации однородности пророщенного зерна и прогнозирования его пищевой ценности.

**Материалы и методы:** образцы зерна пшеницы (*Triticum aestivum L.*) для проращивания и обрушенного зерна гречихи (*Fagopyrum esculentum*) для проращивания. Для оценки влияния температуры и продолжительности проращивания на состав и пищевую ценность пророщенного зерна планировали эксперимент в диапазоне температур от 10 до 30 °C в течение 0...72 часов. Применялись стандартные физико-химические методы определения влажности, азота, жира, крахмала, клетчатки и сахаров.

**Результаты:** принято 7 степеней проращивания для пшеницы и 5 степеней проращивания для гречихи. Лучший эффект равномерного проращивания показан при 20 °C для пшеницы и при 25 °C для гречихи. Максимальный выход пророщенного зерна пшеницы (176–180 %) соответствует продолжительности проращивания 36–42 часа, пророщенного зерна гречихи (190–193 %) – 24–42 часа. В пророщенном зерне при фактической влажности пшеницы 48,4 % и гречихи 55,5 % среднее содержание белка составляет 6,5 %, среднее содержание жира 0,2 %, среднее содержание крахмала в пшенице 34,4 %, в гречихе – 31,8 %. Содержание сахаров в пророщенной пшенице до 3,34 %, клетчатки – до 10,5 %.

**Выводы:** обоснованный технологический показатель «степень проращивания» может стать качественной характеристикой пророщенного зерна и использоваться для прогнозирования пищевой ценности пророщенного зерна.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** пророщенное зерно; критерии проращивания; степень проращивания; выход полуфабриката; макронутриенты; пищевые волокна.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Зенькова, М. Л. Влияние условий проращивания на состав и качество зерна пшеницы и гречихи / М. Л. Зенькова // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 2(33). – С. 14–26.

## INFLUENCE OF SPROUTING CONDITIONS ON THE COMPOSITION AND QUALITY OF WHEAT AND BUCKWHEAT GRAINS

*M. L. Zenkova*

*Belarus State Economic University, Republic of Belarus*

### ABSTRACT

**Introduction:** the relevance of the study is due to the possibility of using sprouted grain in the canning industry. The scientific task of the study is to substantiate the application of the integrated technological indicator «sprouting degree» to classify the homogeneity of sprouted grain and predict its nutritional value.

**Materials and methods:** samples of wheat grain (*Triticum aestivum L.*) for sprouting and hulled buckwheat grain (*Fagopyrum esculentum*) for sprouting. To assess the effect of temperature and duration of sprouting on the composition and nutritional value of sprouted grains, an experiment was planned in the temperature range from 10 to 30 °C for 0...72 hours. Standard physico-chemical methods for determination of moisture, nitrogen, fat, starch, fiber and sugars were used.

**Results:** 7 degrees of sprouting for wheat and 5 degrees of sprouting for buckwheat are accepted. The best effect of homogeneous sprouting is shown at 20 °C for wheat and at 25 °C for buckwheat. The maximum yield of sprouted wheat grains (176–180 %) corresponds to the sprouting duration of 36–42 hours, of sprouted buckwheat grains (190–193 %) – 24–42 hours. With an actual humidity of 48,4 % in wheat and 55,5 % in buckwheat the average protein content was 6,5 %, the average fat content 0,2 %, the average starch content in wheat was 34,4 %, in buckwheat – 31,8 %. The content of sugars in sprouted wheat is up to 3,34 %, fiber content up to 10,5 %.

**Conclusions:** reasonable technological indicator «degree of sprouting» can become a qualitative characteristic of sprouted grain and be used to predict the nutritional value of sprouted grain.

**KEY WORDS:** *sprouted grain; sprouting criteria; degree of sprouting; semi-finished product yield; macronutrients; dietary fiber.*

**FOR CITATION:** Zenkova, M. L. Influence of sprouting conditions on the composition and quality of wheat and buckwheat grains / M. L. Zenkova // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2022. – № 2(33). – P. 14–26 (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

Процесс проращивания зерна широко используется производителями пищевой продукции для улучшения пищевой ценности и вкуса продуктов. Учеными проводятся исследования по видовому отбору культур и оптимизации процесса проращивания, по изучению влияния технологических параметров на пищевую ценность пророщенного зерна и конечного продукта, на микрофлору пророщенного зерна, на способы добавления пророщенного зерна в пищевые продукты [1, 2]. Пророщенные зерна, в виде солода, из-за повышенной ферментативной активности, уже много лет используются в производстве пива. Технология производства солода положена в основу производства пророщенного зерна и бобовых культур многими учеными. Согласно различным исследованиям, пророщенные зерна содержат повышенное количество незаменимых аминокислот [3, 4], имеют повышенную биологическую доступность минеральных веществ для всасывания в кишечнике [5, 6], в них синтезируются и накапливаются витамины и  $\gamma$ -аминомасляная кислота, при проращивании увеличивается содержание растворимых пищевых волокон и уменьшается содержание нерастворимых пищевых волокон, увеличивается содержание полифенольных веществ [6, 7].

Благодаря таким преимуществам пророщенные зерна являются перспективным сырьем в производстве консервированных продуктов. С целью применения нового вида сырья в консервной промышленности были исследованы изменения нутриентного состава пророщенного зерна пшеницы и гречихи [8, 9]. Температура и продолжительность проращивания являются двумя основными факторами, влияющими на сохранение пищевой ценности пророщенного зерна в процессе подготовки к консервированию, на сокращение продолжительности проращивания и на минимизацию микрофлоры пророщенного зерна.

Определение оптимальной температуры проращивания для использования зерна в разных отраслях пищевой промышленности имеет большое значение и является частью исследований многих ученых, в том числе и наших. Так, температура проращивания 20–25 °C позволяет сократить время проращивания до 42 часов (зависит от требуемой длины ростка), а также снижает энергопотребление из-за отсутствия процесса охлаждения [10].

Известно, что процесс прорастания зерна протекает неравномерно, поэтому учеными вводятся разные критерии, характеризующие процесс прорастания и состав пророщенной массы: классификация групп ростков [11], уровень всхожести [12], показатель активности роста [13], темп роста и коэффициент роста, дружность или однородность прорастания семян

[14], содержание непроросших зерен<sup>1</sup>. Все перечисленные критерии, характеризующие процесс проращивания, описаны в различных источниках информации для изучения роста семян и зерна. Однако в исследованиях по контролю проращивания зерна в пищевой промышленности используются не все. В нашей работе был введен такой показатель, как «средняя степень проращивания зерна», который является простой характеристикой состава пророщенной массы зерна. Быстрая визуальная оценка пророщенных зерен позволяет классифицировать их на различные степени проращивания и рассчитать среднюю степень, которая косвенно может характеризовать однородность пророщенного зерна. Изучение пищевой ценности пророщенного зерна пшеницы и гречихи позволило характеризовать среднюю степень проращивания при оптимальных температурах.

Целью исследований является изучение влияния температуры и продолжительности проращивания зерна пшеницы и гречихи на состав, выход и пищевую ценность пророщенного зерна для прогнозирования показателей качества нового сырья в консервной промышленности.

Научная задача исследований заключается в обосновании применимости интегрированного технологического показателя «степень проращивания» для классификации однородности и прогнозирования пищевой ценности пророщенного зерна.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа выполнялась в Белорусском государственном университете пищевых и химических технологий и в Белорусском государственном экономическом университете в весенние периоды 2019–2022 гг. Объектом исследований было зерно пшеницы (*Triticum aestivum L.*) для проращивания и обрушенное зерно гречихи (*Fagopyrum esculentum*) для проращивания.

Для исследования было отобрано выполненное, целое и чистое зерно пшеницы и гречихи, которое замачивали в дистиллированной воде в течение 12 часов при температурах 10, 15, 20, 25, 30 °C с последующим сливом воды и промыванием зерна, а затем в течение 60 часов проращивали на воздухе в контейнерах с перфорированным дном, установленных в хладотермостаты при фиксированных температурах 10, 15, 20, 25, 30 °C, периодически увлажняя зерно путем орошения дистиллированной водой и перемешивая каждые 3–4 часа. Количество зерновок в одном контейнере составляло 100 шт. Опыты проводили в двух повторностях. Каждые 24 часа определяли степень проращивания, сортируя зерновки в контейнере по описанным степеням проращивания корешка и/или корешков и ростка и путем подсчета определяли их количество в установленной степени проращивания, а среднюю степень проращивания зерна ( $S_{cp}$ ) рассчитывали по формуле (1) как сумму различных фракций в установленной степени проращивания ( $S$ ), умноженную на соответствующую (описанную) степень проращивания ( $x$ ):

$$S_{cp} = \sum_{i=0}^n x_i \times \frac{S}{100}, \quad (1)$$

где  $x$  – описанная степень проращивания;

$S$  – количество зерен в установленной степени проращивания, шт.;

100 – количество отобранных зерен для исследования, шт.

Образцы анализировали в одно и то же время суток и степень проращивания определяли путем визуальной классификации и прямого измерения длины корешков и ростка у пшеницы путем разделения 100 зерен на семь категорий и длины корешка у гречихи путем разделения 100 зерен на пять категорий.

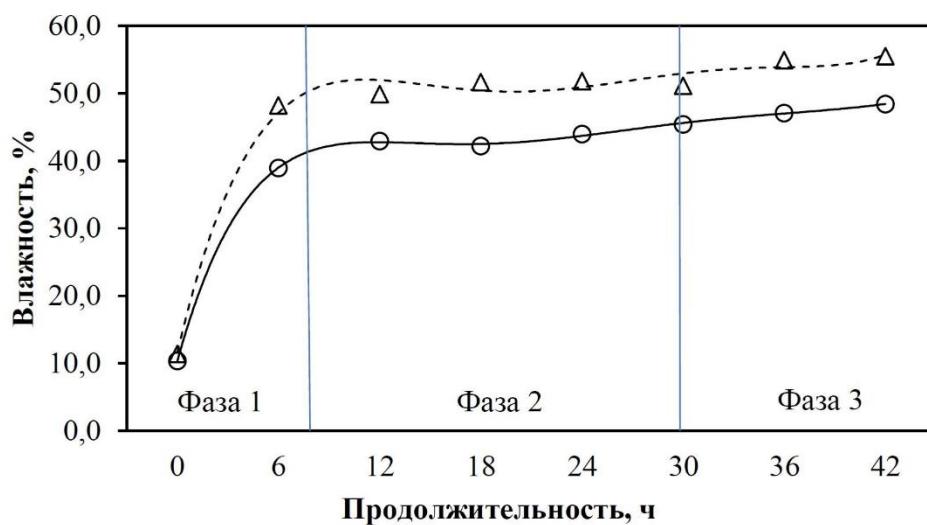
<sup>1</sup> Косминский, Г. И. Технология солода, пива и безалкогольных напитков. Лабораторный практикум по технохимическому контролю производства / Г. И. Косминский. – Минск: Дизайн ПРО, 1998. – 352 с.

Выход пророщенного зерна пшеницы и гречихи определяли, взвешивая зерна до и после замачивания и проращивания.

Влажность зерна определяли по ГОСТ 28561-90, содержание азота определяли по ГОСТ 10846-91 на автоматической установке Turbotherm для разложения по методу Кельдаля с дистиллятором Vapodest; содержание белка в пшенице рассчитывали путем умножения величины содержания азота на коэффициент  $k=5,53$ ; содержание белка в гречихе рассчитывали путем умножения величины содержания азота на коэффициент  $k=5,53$  [15]. Содержание жира определяли по ГОСТ 29033-91 на анализаторе жира Soxterm методом Сокслета, содержание крахмала определяли по ГОСТ 10845-98, содержание сырой клетчатки определяли по ГОСТ 13496.2-91 на анализаторе клетчатки Fibretherm FT 12, общее количество сахаров определяли по ГОСТ 8756.13-87 перманганатным методом.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

С точки зрения физиологии растений прорастание зерна начинается с поглощения воды и завершается появлением ростка. Сложные физические и метаболические процессы во время проращивания можно разделить на 3 фазы, в основном связанные с поглощением воды зернами и изменением влажности (рис. 1). Проникновение воды внутрь клетки подчиняется законам диффузии и осмоса. Как только зерно погружается в воду, создается разность концентраций воды внутри и снаружи зерна, вследствие чего вода начинает проникать через оболочку. Сухие зерна впитывают влагу с силой до 1000 атм.<sup>1</sup> Роль воды в проращивании заключается не только в набухании коллоидов, но и активизации ферментов, растворении запасных питательных веществ [16].



**Рис. 1.** Поглощение воды зерном во время замачивания и проращивания (фаза 1 и фаза 2) и во время роста корешков и ростка (фаза 3) при температуре 20 °C

**Fig. 1.** Water absorption by the grain during soaking and sprouting (phase 1 and phase 2) and during the growth of rootlets and sprout (phase 3) at a temperature of 20 °C

В фазе 1 зерно пшеницы и гречихи замачивают в воде и по мере того, как эндосперм и зародыш пропитываются водой, увеличивается диффузия воды от одной растительной клетки к другой. Распределение воды внутри зерна происходит неравномерно. Так, в части

<sup>1</sup> Гродзинский, А. М. Краткий справочник по физиологии растений / А. М. Гродзинский, Д. М. Гродзинский. – 2-е изд., испр. и доп. – Киев: Наукова Думка, 1973. – 590 с.

зерна, близко расположенной к зародышу, влаги содержится больше, чем в верхней и особенно в средней части зерна<sup>1</sup>. Чем тоньше семенная оболочка, тем быстрее она впитывает воду и зерно достигает более высокой влажности, что мы и наблюдаем при замачивании зерна гречихи по сравнению с зерном пшеницы. В первые часы замачивания вещества зерна очень энергично впитывают воду, но по мере насыщения зерна водой процесс замедляется и достигает фазы 2. Вещества эндосперма и зародыша находятся в коллоидном состоянии. При этом зародыш и эндосперм имеют различный состав, этим создается разность во влажности и концентрации между растворенными веществами эндосперма и содержимым зародыша и происходит обмен веществами. При этом низкомолекулярные растворимые в воде вещества (аминокислоты, сахара) проникают в зародыш, где из них синтезируются высокомолекулярные вещества, используемые на построение корешков, которые появляются в конце фазы 2 и ростка. Под действием ферментов начинается распад сложных веществ, которые в этом случае находятся в благоприятных условиях повышенной влажности (пшеница 42,9–45,4 %; гречиха 49,9–51,1 %) (рис. 2).



Рис. 2. Потенциальные механизмы влияния проращивания на пищевую ценность зерна

Fig. 2. Potential mechanisms of influence of sprouting on the nutritional value of grain

В фазе 3 зерно впитывает дополнительную воду, так как увеличивается потребность в снабжении клеток низкомолекулярными соединениями, иначе рост корешков и ростка может прекратиться. Во время этой фазы питательные вещества эндосперма становятся доступными и рост корешков и ростка продолжается [17].

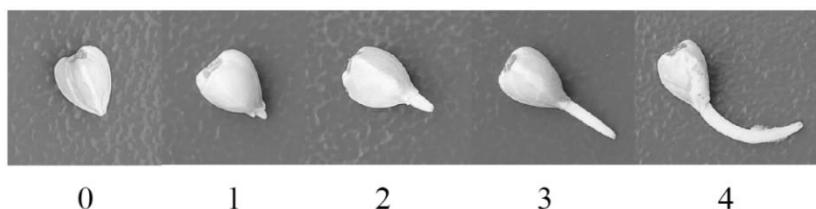
Потребление резервных компонентов эндосперма развивающимся ростком во время проращивания приводит к потерям на дыхание и, следовательно, к снижению сухого вещества зерна (крахмала и жира) в диапазоне от 3,5 до 6,0 % [6]. Эти потери в основном зависят от условий проращивания<sup>2</sup>. Уменьшение сухих веществ в прорастающем зерне, происходящее вследствие аэробного дыхания, может достигать больших величин, сопоставимых с потерями на дыхание свежих фруктов и овощей при хранении. Поэтому изучение интенсивности дыхания зерна в процессе проращивания является предметом дальнейших исследований. По литературным данным большое влияние на интенсивность

<sup>1</sup> Булгаков, Н. И. Биохимия солода и пива / Н. И. Булгаков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 361 с.

<sup>2</sup> Физиология сельскохозяйственных растений / Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова; отв. ред. тома: А. И. Опарин. – Т.1: Физиология растительной клетки. Фотосинтез. Дыхание. – М.: Издательство Московского университета, 1967. – 496 с.

дыхания оказывает смена температуры. Даже незначительные колебания ее в пределах условий, нормальных для растения, оказывают раздражающее влияние на дыхание, повышая его интенсивность<sup>1</sup>.

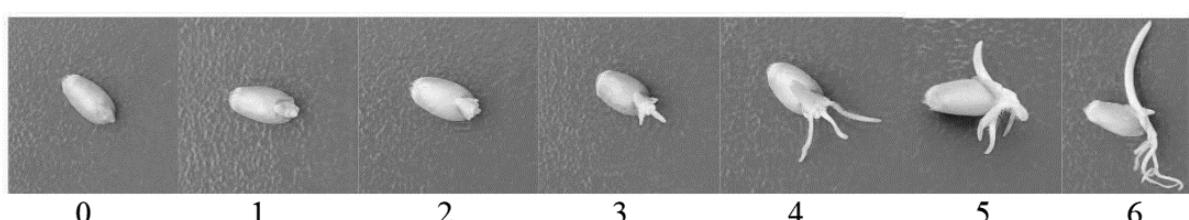
При проращивании зерен пшеницы и гречихи, используемых в качестве сырья в консервной промышленности, установлено, что процесс проращивания протекает неравномерно. В пророщенной зерновой массе присутствуют зерна, которые не проросли или имеют разный размер корешков и ростка. С целью определения оптимальной продолжительности проращивания, в зависимости от требуемой длины корешков и ростка, нами предприняты попытки классифицировать степени проращивания зерна пшеницы и гречихи и дать им соответствующие описания для дальнейшей характеристики пророщенной массы зерна. На рис. 3 представлены степени проращивания гречихи, на рис. 4 – степени проращивания пшеницы.



0 – отсутствие роста корешка; 1 – зерна с видимым корешком (белая точка размером до 1 мм); 2 – зерна с выходящим из семенной оболочки корешком, имеющим длину менее длины зерна; 3 – зерна с длиной корешка, равным длине зерна (3–5 мм); 4 – зерна с длиной корешка заметно больше длины зерна с заметными корневыми волосками (легкий пушок)

**Рис. 3.** Степени проращивания зерна гречихи в зависимости от длины корешка

**Fig. 3.** The degree of sprouting of buckwheat grain depending on the length of the rootlet



0 – отсутствие роста корешка; 1 – зерна с пробивающимся корешком (белая точка размером до 1 мм); 2 – зерна с выходящим из плодовой и семенной оболочек корешком; 3 – зерна, имеющие видимые корешки длиной менее половины длины зерна ( $2\pm0,5$  мм) и видимый росток 1–2 мм; 4 – зерна с длиной корешка от половины до полной длины зерна (зерновки), с появляющимися корневыми волосками, росток хорошо различим; 5 – корешки длиннее, чем длина зерновки, покрыты корневыми волосками, росток белого цвета, имеет длину от половины до полной длины зерновки; 6 – зерна с ростком светло-салатового цвета больше длины зерновки

**Рис. 4.** Степени проращивания зерна пшеницы в зависимости от длины корешка и ростка

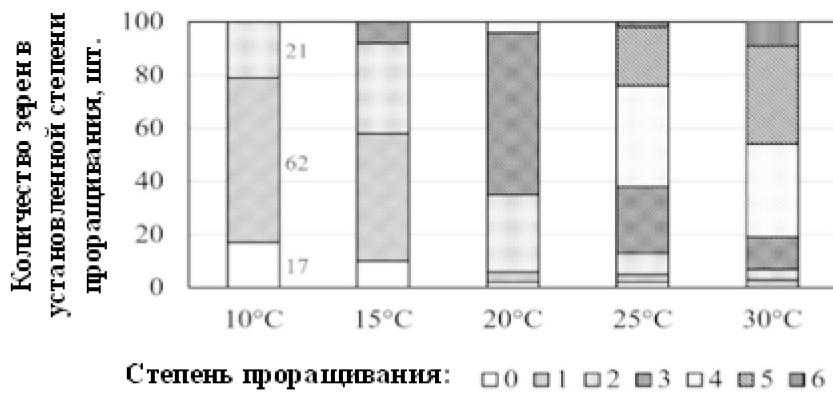
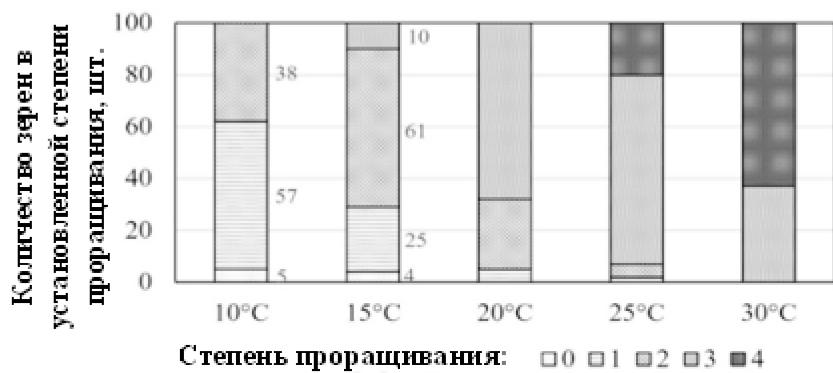
**Fig. 4.** The degree of sprouting of wheat grain depending on the length of the rootlets and sprout

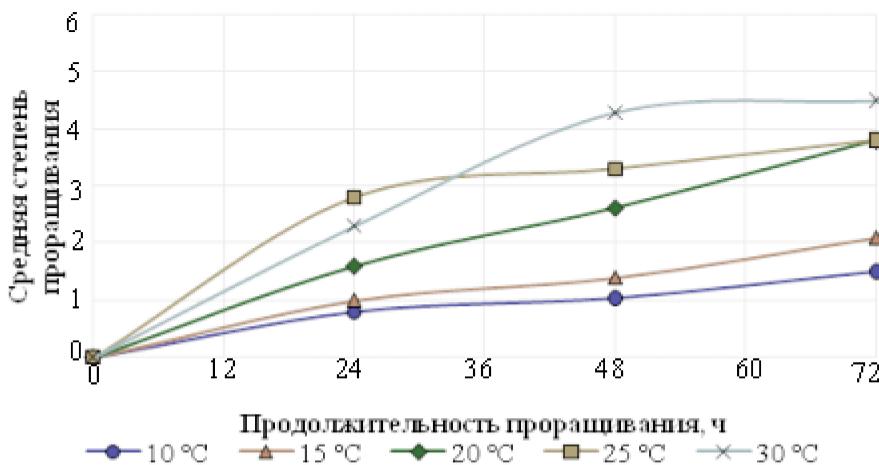
Появляющиеся корневые волоски имеют вид легкого пушка и представляют собой короткие тонкие выросты наружной клетки кожиц корня (рис. 5). Корневые волоски часто путают с воздушным мицелием плесневых грибов.

<sup>1</sup> Физиология и биохимия покоя и прорастания семян / Пер. с англ. Н. А. Аскоченской, Н. А. Гумилевской, Е. П. Заверткиной и Э. Е. Хавкина; под ред. М. Г. Nikolaевой и Н. В. Обручевой, с предисл. М. Г. Nikolaевой. – М.: Колос, 1982. – 495 с.

**Рис. 5.** Вид корневых волосков**Fig. 5.** Type of root hairs

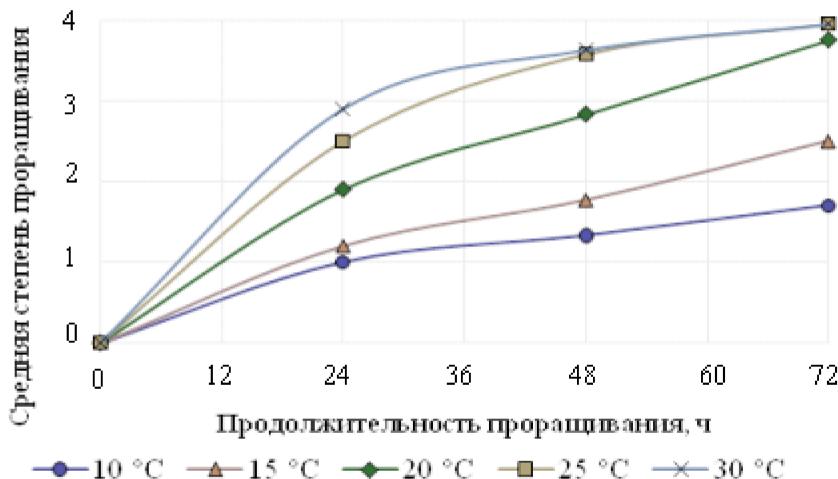
С помощью визуального и прямого измерений пророщенных зерен пшеницы и гречихи была предпринята попытка найти простой метод количественной оценки процесса проращивания. На первом этапе было проверено влияние температуры на равномерность появления корешков и ростка после 48 часов проращивания зерна пшеницы и гречихи (рис. 6 и рис. 7). На рис. 6 показано распределение зерен пшеницы в зависимости от степени проращивания через 48 часов после начала замачивания и проращивания. Кроме того, на рис. 8 показано изменение средней степени проращивания с течением времени для разных температур проращивания.

**Рис. 6.** Влияние температуры на степень проращивания пшеницы через 48 часов**Fig. 6.** The influence of temperature on the degree of wheat sprouting after 48 hours**Рис. 7.** Влияние температуры на степень проращивания гречихи через 48 часов**Fig. 7.** The influence of temperature on the degree of buckwheat sprouting after 48 hours



**Рис. 8.** Средняя степень проращивания пшеницы в зависимости от продолжительности проращивания при разных температурах

**Fig. 8.** The average degree of wheat sprouting depending on the duration of sprouting at different temperatures



**Рис. 9.** Средняя степень проращивания гречихи в зависимости от продолжительности проращивания при разных температурах

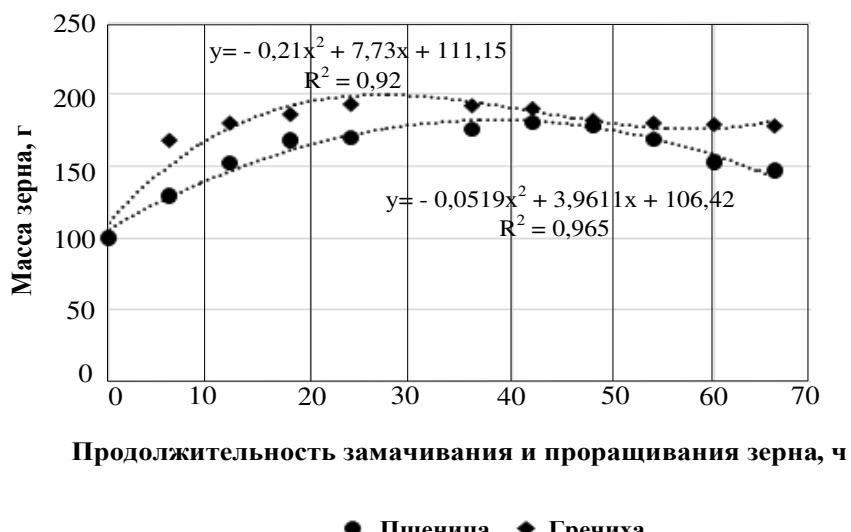
**Fig. 9.** The average degree of buckwheat sprouting depending on the duration of sprouting at different temperatures

Анализируя рис. 8 и рис. 9 видно, что при проращивании, независимо от температуры и от вида зерна, с увеличением времени проращивания, увеличивается количество пророщенных зерен, однако зерна прорастают неравномерно, и чем выше температура, тем меньше количество непроросших зерен (степень 0). Уже через 24 часа становятся заметны различия в процессе проращивания пшеницы при разных температурах. Первоначально процесс проращивания при температуре 25 °C был наиболее заметным. Через 48 часов среднее значение степени проращивания было выше при температуре 30 °C. Однако более детальный анализ рис. 6 показал, что образец при 20 °C имеет более однородные пророщенные зерна, о чем свидетельствует более линейная средняя степень. Было обнаружено, что 90 % зерен пшеницы имеют степень проращивания 2 и 3 через 48 часов, что характеризует зерно с выходящими корешками длиной менее половины длины зерна и видимым ростком. Поэтому

однородность пророщенных зерен пшеницы при 20 °С была особенно высокой, а это может указывать на то, что крупномасштабное производство будет наиболее надежным при этой температуре. Гораздо более низкую однородность имеет состав пророщенного зерна при 30 °С после 48 часов проращивания, например, 12 % зерен имели степень проращивания 6; 37 % – степень проращивания 5; 35 % – степень проращивания 4; 12 % – степень проращивания 3.

В отличие от пшеницы, зерна гречихи более равномерно прорастали при 20, 25 и 30 °С (рис. 7). Самая высокая средняя степень проращивания была достигнута при 25 и 30 °С после 72 часов проращивания (рис. 9), но и после 48 часов проращивания средняя степень проращивания зерна гречихи отличалась незначительно. После 72 часов проращивания средняя степень проращивания у пшеницы и гречихи была самой низкой (ниже степени 2) для проращивания при 10 °С. Полученные данные по оптимальной температуре проращивания зерна пшеницы и гречихи сопоставимы с результатами исследований в области оптимальных температур всхожести и прорастания семян<sup>1</sup>.

При проращивании зерна в консервной промышленности имеет значение не только однородность пророщенного зерна, но и выход для расчета рецептурной закладки ингредиентов и норм расхода сырья. С этой целью было исследовано влияние продолжительности проращивания на выход полуфабрикатов: пророщенного зерна пшеницы и гречихи соответственно при температурах (20±0,5) °С и (25±0,5) °С (рис. 10).



**Рис. 10.** Выход пророщенного зерна

**Fig. 10.** Yield of sprouted grain

Из рис. 10 видно, что максимальный выход пророщенного зерна пшеницы (176–180 %) соответствует продолжительности проращивания 36–42 часа, пророщенного зерна гречихи (190–193 %) – 24–42 часа. При более продолжительном проращивании выход пророщенного зерна снижается. Очевидно, это происходит в результате потерь при аэробном дыхании зерна, так как в нашем исследовании удаление корешков и ростка не проводилось.

Нами исследовано содержание белков, жиров и крахмала в зерне до и после проращивания. На рис. 11 представлены результаты исследований при фактической влажности зерна пшеницы в среднем 48,4 %, гречихи в среднем 55,5 %.

<sup>1</sup> Гродзинский, А. М. Краткий справочник по физиологии растений / А. М. Гродзинский, Д. М. Гродзинский.

– 2-е изд., испр. и доп. – Киев: Наукова Думка, 1973. – 590 с.

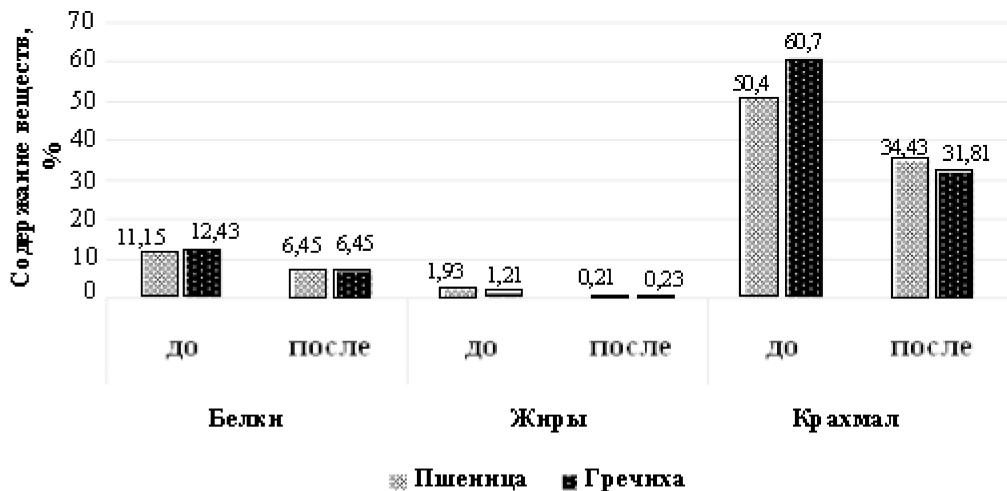


Рис. 11. Содержание белков, жиров и крахмала в зерне

Fig. 11. Content of proteins, fats and starch in grain

Анализируя результаты исследований установлено, что содержание белков, жиров и крахмала при проращивании уменьшается. Так, в исследованиях некоторых ученых сообщается о снижении содержания белка в пророщенной пшенице [18], однако, в других исследованиях описано увеличение содержания белка на 5 % [19]. В исследованиях китайских ученых [5] были сделаны выводы, что содержание белка в пророщенной гречихе при проращивании в течение 72 часов увеличилось на 7 %. Хотя проращивание приводит к гидролизу белка, и его снижение можно прогнозировать в пророщенном зерне при фактической влажности (рис. 12). В наших исследованиях при пересчете на сухое вещество оно не вызывает значимых изменений в общем содержании белка, что также установлено в работах [20, 21]. Относительное различие в содержании белка между пророщенными и непророщенными зернами пшеницы составляет около 2 %, а между пророщенными и непророщенными зернами гречихи менее 5 %. Возможно это связано с тем, что процесс гидролиза белка (протеолиз) после 48 часов проращивания только начинается.

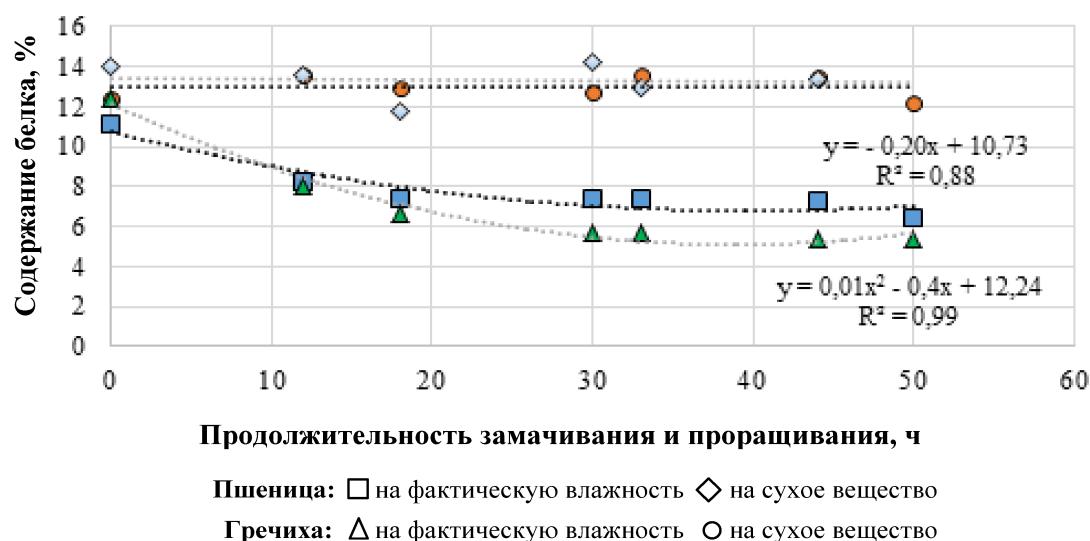
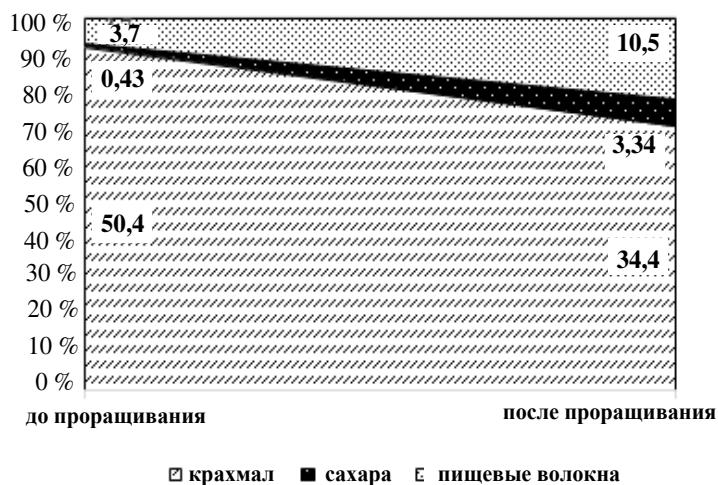


Рис. 12. Содержание белка в пророщенном зерне

Fig. 12. Content of protein in sprouted grain

Во время проращивания гидролиз жиров обеспечивает энергией биохимические и физико-химические процессы, связанные с синтезом корешка и ростка. Во время проращивания зерна пшеницы происходит повышение активности липазы и липоксигеназы в 1,2–2,3 раза [20, 22, 23]. Образовавшиеся продукты расщепления жирных кислот, такие как нонадинал, отвечают за появление в пророщенном зерне огуречного запаха<sup>1</sup>. В наших исследованиях уменьшение общего содержания жиров в 9,5 раз наблюдалось в пророщенной пшенице и в 6 раз – в пророщенной гречихе.

Одним из наиболее изученных процессов при проращивании является изменение содержания углеводов в зерне пшеницы (рис. 13). В результате проращивания общее содержание крахмала снижается на 7–18 % в пшенице, пророщенной в течение 48–60 часов [24, 25], в гречихе, пророщенной в течение 72 часов [5]. Действия ферментов приводят к частичному гидролизу крахмала до глюкозы, мальтозы и мальтотриозы и дектринов (рис. 2) и, следовательно, к увеличению содержания сахара<sup>1</sup>. Сахара, образующиеся во время проращивания зерна, служат источником энергии для развивающегося зародыша.



**Рис. 13.** Содержание углеводов в пшенице, пророщенной в течение 42 ч, при фактической влажности

**Fig. 13.** Content of carbohydrates in wheat sprouted for 42 hours at actual moisture

Как видно из рис. 13, содержание сахаров в пророщенном зерне пшеницы увеличивается примерно в 8 раз по сравнению с непророщенной пшеницей. В результате вкус пророщенного зерна становится сладковатым. Повышение содержания сахаров подтверждается и в предыдущих публикациях [4]. Очевидно, что процесс проращивания зерна вызывает изменения в составе и содержании нерастворимых и растворимых пищевых волокон. Ученые немецкого научно-исследовательского института пищевой химии (Мюнхен) [26] показали, что содержание пищевых волокон остается постоянным или снижается у пшеницы в течение первых 2 дней проращивание при 15 или 20 °С, и не изменяется при более высоких температурах (25 и 30 °С). Однако в наших исследованиях содержание пищевых волокон в пророщенном зерне пшеницы повышалось до 10,5 % по отношению к непророщенному зерну. Предположительно, повышение содержания пищевых волокон связано с деструкцией крахмала в процессе проращивания и с появлением корешков и ростка в результате синтеза структурных углеводов, таких как целлюлоза и гемицеллюлоза.

<sup>1</sup> Кунце, В. Технология солода и пива / В. Кунце, Г. Мит. – СПб.: Профессия, 2001. – 912 с.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучено влияние температуры от 10 до 30 °С и продолжительности на процесс проращивания зерна пшеницы и гречихи. Температура проращивания оказывает влияние на равномерность проращивания зерна. Для классификации однородности пророщенной массы зерна была предпринята попытка определения степени проращивания зерна на основе визуальной оценки длины корешков и ростка по отношению к размеру зерна. Степень проращивания была оценена для образцов, которые проращивались при разных температурах, и обнаружено, что такой показатель, как «степень проращивания», может стать качественной характеристикой пророщенной массы зерна и использоваться для прогнозирования пищевой ценности пророщенного зерна пшеницы и гречихи.

Образцы пророщенного зерна пшеницы и гречихи были исследованы на содержание в них белка, жира и углеводов. Обнаружено, что температура проращивания 20 °С для пшеницы и 25 °С для гречихи приводит к активному и равномерному проращиванию зерна. При данных температурах проращивания были изучены изменения в содержании макронутриентов и пищевых волокон в процессе проращивания. Также изучено влияние продолжительности проращивания на выход полуфабрикатов и установлено, что наибольший выход пророщенного зерна пшеницы (176–180 %) соответствует продолжительности проращивания 36–42 часа, наибольший выход пророщенного зерна гречихи (190–193 %) – 24–42 часа. Данные исследования составили основу технологии получения и переработки пророщенного зерна на предприятиях консервной промышленности при производстве натуральных и других видов консервов. Результаты исследований представляют интерес при изучении состава пророщенной зерновой массы и качества пророщенного зерна из других культур, стимулирования проращивания зерна в осенне-зимний период, а также при изучении эффективности технологических приемов в проращивании зерна.

Исследования проводились при поддержке Министерства образования Республики Беларусь (источник финансирования – средства республиканского бюджета по договору от 22.02.2022 ГЗ 21-23/2022). Результаты работы внедрены в учреждение образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», г. Могилев.

## БЛАГОДАРНОСТЬ

Автор выражает благодарность директору ИПКиПК БГУТ Урбанчик Е.Н. за помощь при проведении исследований на базе научной отраслевой лаборатории зерновых продуктов.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Martínez-Villalueng, C. Advances in Production, Properties and Applications of Sprouted Seeds / C. Martínez-Villalueng, E. Penas Pozo. – Basel: MDPI, 2020. – 107 p. <https://doi.org/10.3390/books978-3-03943-317-9>.
- 2 Feng, H. Sprouted grains: nutritional value, production, and applications / H. Feng, B. Nemzer, J. Devries. – Woodhead Publishing and AACC International Press, 2019. – 329 p. <https://doi.org/10.1016/C2016-0-01536-X>.
- 3 Van Hung, P. Effects of germination on nutritional composition of waxy wheat / P. Van Hung [et al.] // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2012. – № 92(3). – P. 667–672. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4628>.
- 4 Huda, M. N. Treasure from garden: Bioactive compounds of buckwheat / M. N. Huda [et al.] // Food Chemistry. – 2021. – Vol. 335. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127653>.
- 5 Zhang, G. Effects of germination on the nutritional properties, phenolic profiles, and antioxidant activities of buckwheat / G. Zhang [et al.] // Journal of Food Science. – 2015. – Vol. 80, Iss. 5. – P. 1111–1119. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12830>.
- 6 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. – Vol. 18, Iss. 1. – P. 305–328. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12414>.
- 7 Зенькова, М. Л. Влияние процесса проращивания зерен злаковых культур на их пищевую ценность / М. Л. Зенькова, А. В. Акулич // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2021. – № 3. – С. 26–53. <https://doi.org/10.36107/spfp.2021.207>.

- 8 Зенькова, М. Л. Исследование нутриентного профиля пророщенного зерна мягкой пшеницы, выращенной в Беларуси / М. Л. Зенькова [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2020. – № 3. – С. 58–66. <https://doi.org/10.36107/spfp.2020.339>.
- 9 Zenkova, M. Bioactivated buckwheat in terms of its nutritional value / M. Zenkova // Food Science and Technology. – 2021. – Vol 15, Iss. 2. – P. 4–10. <https://doi.org/10.15673/fst.v15i2.2030>.
- 10 Müller, C. An accelerated malting procedure – Influences on malt quality and cost savings by reduced energy consumption and malting losses / C. Müller, F.-J. Methner // Journal of the Institute of Brewing. – 2015. – Vol. 121, Iss. 2. – P. 181–192. <https://doi.org/10.1002/jib.225>.
- 11 Борисенко, Л. А. Изучение кинетики проращивания зернобобовых культур в активных средах / Л. А. Борисенко [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2010. – № 8. – С. 54–55.
- 12 Krapf, J. Effect of sprouting temperature on selected properties of wheat flour and direct expanded extrudates / J. Krapf [et al.] // Journal of Food Process Engineering. – 2020. – Vol.43, Iss.4. <https://doi.org/10.1111/jfpe.13365>.
- 13 Урбанчик, Е. Н. Комплексная характеристика сырья и оптимизация режимов первого этапа проращивания зерна пшеницы / Е. Н. Урбанчик [и др.] // Механика и технологии. – 2015. – № 3. – С. 93–99.
- 14 Бухаров, А. Ф. Кинетика прорастания семян. Методы исследования и параметры / А. Ф. Бухаров, Д. Н. Балеев, А. Р. Бухарова // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2017. – Выпуск 2. – С. 5–19.
- 15 Tkachuk, R. Nitrogen-to-protein conversion factors for cereals and oilseed meals / R. Tkachuk // Cereal Chem. – 1969. – Vol. 46. – P. 419–423.
- 16 Nonogaki, M. Germination / M. Nonogaki, H. Nonogaki // Encyclopedia of Applied Plant Sciences. – 2017. – Vol. 1. – P. 509–512. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-394807-6.00201-X>.
- 17 Nonogaki, H. Seed Germination and Reserve Mobilization / H. Nonogaki // Encyclopedia of Life Sciences (ELS), 2008. – Chichester: John Wiley & Sons. – P. 1–9. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0002047.pub2>.
- 18 Кузнецова, Е. А. Изменение некоторых показателей белкового комплекса зерна пшеницы при проращивании в процессе подготовки к производству хлебобулочных изделий / Е. А. Кузнецова, Ю. В. Гончаров, И. Н. Парамонов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2011. – № 1. – С. 24–31.
- 19 Donkor, O. N. Germinated grains – Sources of bioactive compounds / O. N. Donkor [et al.] // Food Chemistry. – 2012. – Vol. 135, Iss.3. – P. 950–959. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.05.058>.
- 20 Chung, T. Y. Compositional and digestibility changes in sprouted barley and canola seeds / T. Y. Chung, E. N. Nwokolo, J. S. Sim // Plant Foods for Human Nutrition. – 1989. – Vol. 39. – P. 267–278. <https://doi.org/10.1007/bf01091937>.
- 21 Świeca, M. Improvement in sprouted wheat flour functionality: effect of time, temperature and elicitation / M. Świeca, D. Dziki // International Journal of Food Science & Technology. – 2015. – Vol. 50, Iss. 9. – P. 2135–2142. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12881>.
- 22 Kubicka, E. Changes of specific activity of lipase and lipoxygenase during germination of wheat and barley / E. Kubicka [et al.] // International Journal of Food Sciences and Nutrition. – 2000. – Vol. 51. – P. 301–304. <https://doi.org/10.1080/09637480050077194>.
- 23 Mäkinen, O. E. Oat malt as a baking ingredient – A comparative study of the impact of oat, barley and wheat malts on bread and dough properties / O. E. Mäkinen, E. K. Arendt // Journal of Cereal Science. – 2012. – Vol. 56, Iss. 3. – P. 747–753. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2012.08.009>.
- 24 Mandeep, S. Nutritional and functional quality analysis and amino acid score evaluation of germinated wheat (*Triticum aestivum*) grain / S. Mandeep, D. C. S. Sibian, C. C. Riar // International Journal of Food Science and Nutrition. – 2016. – Vol. 1, Iss. 4. – P. 16–22.
- 25 Дубцов, Г. Г. Проростки пшеницы – ингредиент для продуктов питания / Г. Г. Дубцов, О. В. Бережная, Л. И. Войно // Пищевая промышленность. – 2015. – № 5. – С. 26–29.
- 26 Koehler, P. Changes of Folates, Dietary Fiber, and Proteins in Wheat As Affected by Germination / P. Koehler [et al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2007. – Vol. 55, Iss. 12. – P. 4678–4683. <https://doi.org/10.1021/jf0633037>.

Поступила в редакцию 19.04.2022 г.

**ОБ АВТОРЕ:**

**Мария Леонидовна Зенькова**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры товароведения и экспертизы товаров, факультет коммерции и туристической индустрии, Белорусский государственный экономический университет (БГЭУ), mariya\_lz@mail.ru.

**ABOUT AUTHOR:**

**Maria L. Zenkova**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Assistant Professor of Commodity Science and Examination of Goods, Department of Commerce and Tourism Industry, Belarus State Economic University (BSEU), e-mail: mariya\_lz@mail.ru.

УДК 665.117:633.853.494

## ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЖМЫХА ИЗ СЕМЯН РАПСА СОРТА «НЕМАН» БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ

***З. В. Василенко, В. И. Никулин, Т. В. Трофименко***

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

**Аннотация**

**Введение.** Одним из рациональных путей повышения пищевой ценности продуктов питания является использование вторичных продуктов переработки масложирового производства – жмыха и шрота. В данном сегменте перспективной масляничной культурой для Республики Беларусь является рапс, продукты переработки которого, в частности жмых, содержат эссенциальные пищевые вещества, в том числе полноценный белок, полиненасыщенные жирные кислоты и пищевые волокна. Однако сведения о показателях безопасности, химическом составе, пищевой и биологической ценности жмыха из семян рапса белорусской селекции отсутствуют, что определило научную задачу исследования.

**Материалы и методы.** Жмых из семян рапса сорта «Неман» отечественного производства, производимый на предприятиях Брестской области, урожай 2021 года. В работе использованы общепринятые методы определения показателей качества. Жмых рапсовый оценивали по комплексу показателей безопасности, биологической и физиологической ценности.

**Результаты.** Исследованы показатели безопасности жмыха рапсового сорта «Неман». Определено содержание белка и жира в жмыхе рапсовом, которое составило 35,47 и 8,45 % соответственно. Жмых рапсовый содержит природный антиоксидант – токоферол в количестве 4,32 мг/100г. Суммарное содержание витаминов составляет 483,95 мг/100г, среди которых превалирует содержание витаминов группы В, особенно В<sub>4</sub> – 466 мг/100г. В минеральном составе преобладают калий, кальций, магний, марганец.

**Выводы.** Рапсовый жмых может рассматриваться как источник пополнения ресурсов пищевого белка, пищевых волокон, витаминов группы В, минеральных веществ, что позволяет считать его перспективным сырьем пищевого назначения.

**Ключевые слова:** рапсовый жмых; химический состав; аминокислоты; жирные кислоты; минеральные вещества; пищевая ценность; функциональные продукты питания; пищевая добавка.

**Для цитирования:** Василенко, З. В. Характеристика химического состава жмыха из семян рапса сорта «Неман» белорусской селекции / З. В. Василенко, В. И. Никулин, Т. В. Трофименко // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 2(33). – С. 27–36.

## FEATURES OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF BELARUSIAN SELECTION «NEMAN» VARIETY RAPESEED CAKE

***Z. V. Vasilenko, V. I. Nikulin, T. V. Trofimenko***

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

**ABSTRACT**

**Introduction.** One of the rational ways to increase the nutritional value of food is to use secondary products of fat-and-oil processing such as cake and meal. In this segment, rapeseed is a promising oil crop for the Republic of Belarus. Its by-products, cake in particular, contain essential nutrients, including complete protein, polyunsaturated fatty acids and dietary fiber. Thus, lack of the information about the safety indicators, chemical composition, nutritional and biological value of rapeseed cake of Belarusian selection determined the scientific task of the study.

**Materials and methods.** Rapeseed cake of «Neman» variety grown in the Republic of Belarus and produced

at Brest region enterprises, harvested in 2021. Standard methods for determining quality indicators were used to carry out research. Rapeseed cake was evaluated according to a set of safety indicators, biological and physiological value.

**Results.** The safety indicators of rapeseed cake of «Neman» variety have been studied. There was determined the content of protein and fat in rapeseed cake, which amounted to 35,47 and 8,45 %, respectively. Rapeseed cake contains a natural antioxidant – tocopherol in an amount of 4,32 mg / 100g. The total vitamin content is 483,95 mg / 100g, the content of B vitamins being the highest, especially of B<sub>4</sub> which amounts to 466 mg /100g. The top minerals are potassium, calcium, magnesium, and manganese.

**Conclusions.** Rapeseed cake can be considered as a source of replenishment of dietary protein, dietary fiber, B vitamins, minerals, which allows us to regard it as a promising raw material in food industry.

**KEY WORDS:** *rapeseed cake; chemical composition; amino acids; fatty acids; minerals; nutritional value; functional foods; food additive.*

**FOR CITATION:** Vasilenko, Z. V. Features of the chemical composition of Belarusian selection «Neman» variety rapeseed cake / Z. V. Vasilenko, V. I. Nikulin, T. V. Trofimenko // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2022. – № 2(33). – P. 27–36 (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях рыночной экономики и конкуренции у каждого предприятия возникает необходимость совершенствовать и повышать качество выпускаемой продукции, что влечет необходимость в разработке технологий функциональных продуктов питания, соответствующих концепции здорового питания. В связи с этим особую актуальность представляет исследование возможности использования в производстве пищевых технологий потенциала семян масличных культур, в том числе продуктов вторичной переработки семян рапса, а именно жмыха рапсового [1].

Рапс – широко распространенная масличная культура, произрастает на значительной территории Республики Беларусь, посевые площади ежегодно расширяются.

По данным Белстата, в 2022 г. посевые площади рапса превысили 400 тыс. га, в том числе: озимый – 314,4 тыс. га, яровой – 121, тыс. га, что на 30,1 % больше, чем в 2020 г. [2].

Интерес к рапсу связан с тем, что он хорошо произрастает в умеренном климате, имеет высокую урожайность, не требует дополнительной агротехнической обработки и соответствует требованиям по защите окружающей среды<sup>1</sup>.

В настоящее время в Беларуси допущены к использованию только низкоэруковые и низкоглюказинолатные сорта семян рапса современной селекции типа «00» (двуулевые), содержащие минимальные количества антипитательных веществ или полностью их исключающие<sup>2</sup>.

Основным продуктом, получаемым из семян рапса, является пищевое масло с ценным жирнокислотным составом, которое используется непосредственно в пищу и в качестве сырьевого компонента для производства пищевых продуктов. Из одной тонны семян рапса производится 330 кг (33 %) масла и 660 кг жмыха [3].

Рапсовый жмых является ценным сырьевым источником питательных веществ [3].

---

<sup>1</sup> Пахомова, О. Н. Разработка и использование функционального пищевого обогатителя из жмыха рапсового: дис. ...канд. тех. наук по специальности 05.18.15 – технология и товароведение пищевых продуктов и функционального, специализированного назначения и общественного питания /О. Н. Пахомова, науч. рук. работы Л. С. Большакова, Е. В. Литвинова; ФГБОУ ПВО «Орловский государственный институт экономики и торговли» / Пахомова О. Н. – Орел, 2014. – С. 162.

<sup>2</sup> 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: 23.09.2022 г.

Однако основными сдерживающими факторами использования рапсового жмыха в составе продуктов питания являются присутствие нежелательных вкусовых и ароматических компонентов, грубой клетчатки и антипитательных соединений [4, 5].

В пищевой промышленности других стран используются различные виды шротов и жмыхов масличных, бобовых и других культур [6–10], при этом наиболее широко используются продукты переработки сои. В последние годы активно ведутся исследования по использованию продуктов переработки люпина, рапса, нута, амаранта и других культур для пищевых целей, что обусловлено их химическим составом, который, в свою очередь, зависит от вида, сорта, технологии возделывания, переработки и других факторов<sup>1,2</sup>.

Таким образом, изучение химического состава ценных пищевых веществ рапсового жмыха, получение новых сведений о химическом составе рапсового жмыха и разработка технологий получения из него ценной пищевой добавки для обогащения продуктов питания повседневного спроса может решить вопрос импортозамещения.

Расширение возможностей использования рапсового жмыха в пищевых целях во многом сдерживается отсутствием нормируемых требований к его качеству и безопасности. Это обуславливает необходимость определения количественного содержания как пищевых, так и потенциально токсичных компонентов, с целью сопоставления с допустимыми уровнями их содержания в аналогичном сырье пищевого назначения<sup>3</sup>.

Цель исследований – разработка технологии пищевой добавки из жмыха рапсового как перспективного источника растительного белка, пищевых волокон и биологически активных веществ для разработки ассортимента обогащенных продуктов питания функционального назначения. Одной из задач является изучение химического состава жмыха из семян рапса белорусской селекции.

Практическая значимость исследований заключается в использовании новых данных о показателях безопасности и химическом составе жмыха из семян рапса для производства функциональных продуктов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Научные исследования проводились в учреждении образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» на кафедре технологии производства продукции общественного питания и мясопродуктов и на базе «Научно-практического центра гигиены», на базе которого был исследован жмых из семян рапса сорта «Неман», результаты исследований подтверждены протоколами испытаний. Предметом исследований являлся жмых, полученный после переработки семян рапса сорта «Неман», выращенного на территории Брестской области (урожай 2021 г.). Жмых из семян рапса представлял собой форму в виде прессованных «ракушек» неоднородной формы размером от 0,5 см до 3 см.

Для определения нормируемых технических требований к качеству рапсового жмыха сорта «Неман» проводился сравнительный анализ требований действующих межгосударственных стандартов к рапсовому жмыху для кормовых целей (ГОСТ – 11048-95) и соевому жмыху

<sup>1</sup> Щербаков, В. Г. Производство белковых продуктов из масличных семян / В. Г. Щербаков, С. Б. Иваницкий // М.: Агропромиздат, 1987. – 152 с.

<sup>2</sup> Щербаков, В. Г. Химия и биохимия переработки масличных семян. – М.: Пищевая промышленность, 1977. – 168 с.

<sup>3</sup> Черных, Н. И. Качество продуктов переработки сои и рапса и эффективность их применения в составе комбикормов для цыплят-бройлеров: дис... канд. сельскохоз. наук по специальности 06.02.02 ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология / Н. И. Черных, науч. рук. работы Н. И. Кузнецов, Л. Я. Бойко; УО «Курская государственная сельскохозяйственная академия им. И. И. Вавилова». – Воронеж, 2000. – 133 с.

пищевого назначения (ГОСТ 8057-95).

В работе использованы общепринятые методы определения показателей качества для жмыха из семян рапса. Химический состав определяли по комплексу методов: жир – по Сокслету, общий белок определяли модифицированным методом Кельдаля, макро- и микроэлементный состав определяли атомно-абсорбционным методом на приборе атомно-абсорбционный спектрометр SOLAAR S2. Определение аминокислотного и витаминного состава проводили методом инфракрасного излучения в области спектра «ИК 4500»<sup>1</sup>. Показатели безопасности определялись методами, предусмотренными действующими нормативными документами.

Статистическую обработку результатов исследования проводили с использованием программы MSEExcel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для жмыхов пищевого назначения важна характеристика качественного и количественного состава антипитательных и токсичных компонентов. Поэтому вначале исследовали показатели безопасности рапсового жмыха сорта «Неман». Результаты представлены в табл. 1–2.

**Табл. 1.** Сравнительная характеристика антипитательных и потенциально токсичных компонентов в жмыхе рапсовом сорта «Неман»

**Table 1.** Comparative characteristics of anti-nutritional and potentially toxic components in rapeseed cake of the «Neman» variety

Наименование показателя	Значение показателей		
	Требования ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевых продуктов» и ТР ТС 024/2011 <sup>2</sup>	ГОСТ 11048 Жмых рапсовый кормовой	Жмых рапсовый сорта «Неман»
Содержание изотиоцианатов, %	Не нормируется	0,8	0,3
Содержание нитратов, мг/кг, не более	900	450	450
Содержание нитритов, мг/кг, не более	Не нормируется	10	5
Кислотное число, мг КОН/г, не более	6,0	Не нормируется	6,0
Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг, не более	10,0	Не нормируется	10,0
Токсичность в пробе	Не нормируется	Не нормируется	Не допускается

Из данных, представленных в табл. 1–2 следует, что жмых рапсовый сорта «Неман» по показателям безопасности не превышает нормируемые показатели к аналогичному сырью – жмыху соевому пищевому, поэтому может рассматриваться как перспективное сырье пищевого назначения.

В результате исследований определено содержание основных пищевых веществ (белок, жир, углеводы, минеральные вещества) и пищевых волокон. Результаты исследований представлены в табл. 3.

<sup>1</sup> Ермаков, А. И. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков [и др.]; под общ. ред. А. И. Ермакова. – Л., 1987. – 430 с.

<sup>2</sup> 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.

**Табл. 2.** Сравнительная характеристика микробиологических и токсикологических показателей безопасности рапсового жмыха сорта «Неман»

**Table 2.** Comparative characteristics of microbiological and toxicological safety indicators of rapeseed cake of «Neman» variety

Наименование показателя	Значение показателей		
	Требования ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевых продуктов» и ТР ТС 024/2011	ГОСТ 8057 Жмых соевый пищевой	Жмых рапсовый сорта «Неман»
1	2	3	4
<b>Микробиологические показатели</b>			
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы, не допускаются в массе продукта, г	25	Не нормируется	Не обнаружено
Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более	$5 \times 10^4$	Не нормируется	$1,0 \times 10^2$
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы) не допускаются в массе продукта, г	0,1	Не нормируется	Не обнаружено
S.aureus, не допускаются в массе продукта, г	0,1	Не нормируется	Не обнаружено
Сульфицирующие клостридии, не допускаются в массе продукта	0,1	Не нормируется	Не обнаружено
Дрожжи, КОЕ/г, не более	100	Не нормируется	100
Плесени, КОЕ/г, не более	100	Не нормируется	100
<b>Токсичные элементы, мг/кг, не более</b>			
Свинец	1,0	0,5	0,12
Мышьяк	1,0	0,2	0,050
Кадмий	0,2	0,1	0,013
Ртуть	0,03	0,02	Не обнаружено
<b>Хлорорганические пестициды, мг/кг, не более</b>			
Гексахлорциклогексан	0,4	0,4	Не обнаружено
ДДТ и его метаболиты	0,1	0,1	Не обнаружено
<b>Микотоксины, мг/кг, не более</b>			
Афлатоксин В1	0,005	0,005	0,005
Дезоксинаваленон	1,0	0,5	0,20
T-2 токсин	0,1	0,1	Менее 0,03
Зераленон	1,0	1,0	Менее 0,05
<b>Радионуклиды, Бк/кг, не более</b>			
Цезий – 137	80	80	4,96
Стронций – 90	100	100	22,60

**Табл. 3.** Содержание основных пищевых веществ и неусвояемых пищевых волокон в жмыхе из семян рапса**Table 3.** Content of basic nutrients and indigestible dietary fibers in rapeseed cake

Питательные вещества	Жмых рапсовый ГОСТ 11048 (для кормовых целей), %	Жмых рапсовый Фактическое содержание, %	Жмых соевый пищевой ГОСТ 8057, содержание, %
белок	37,0	35,47±0,92	44
жир	9,0	8,45±0,4	7,6
углеводы, в том числе:	Не нормируется	6,88±1,08	35,89
- сахара	Не нормируется	5,81±1,08	Нет данных
- крахмал	Не нормируется	1,08±1,05	2,0
влага	6–9	8,73±0,32	6,94
Пищевые волокна, в том числе:	Не нормируется	33,10±1,66	6,1
- целлюлоза	16,0	13,22±0,54	Нет данных
- гемицеллюлозы	Не нормируется	7,61±2,3	Нет данных
- лигнин	Не нормируется	10,21±0,19	Нет данных
- пектин	Не нормируется	2,09±0,46	Нет данных
минеральные вещества	Не нормируется	6,62±0,05	5,58

Из данных, представленных в табл. 3, видно, что рапсовый жмых содержит 35,47 % белка, что сопоставимо с регламентированным показателем и содержанием белка в соевом жмыхе (44 %). Содержание пищевых волокон в рапсовом жмыхе (33,10 %) превосходит содержание пищевых волокон в соевом жмыхе (6,1 %). Содержание жира составило 8,45 и 7,6 % соответственно, содержание углеводов в соевом жмыхе (35,89 %) в пять раз превышает содержание углеводов в рапсовом жмыхе (6,88 %). Содержание минеральных веществ находится практически в одном диапазоне 6,62 и 5,58 % соответственно.

На следующем этапе было исследовано содержание витаминов в рапсовом жмыхе. Результаты исследований представлены в табл. 4.

**Табл. 4.** Содержание витаминов в жмыхе из семян рапса, мг/100г**Table 4.** Content of vitamins in rapeseed cake, mg/100g

Показатель	Содержание в жмыхе рапсовом, мг/100г	Содержание в жмыхе соевом, мг/100г
Витамин В <sub>1</sub>	0,01	0,691
Витамин В <sub>2</sub>	0,04	0,251
Холин В <sub>4</sub>	466,9	Не обнаружено
Пантотеновая кислота В <sub>5</sub>	1,41	1,92
Витамин В <sub>6</sub>	0,092	0,569
Витамин Е (токоферол)	4,2	Не обнаружено
Витамин РР (ниацин)	11,3	2,5

Из данных, представленных в табл. 4, видно, что в жмыхе из семян рапса витамины представлены группой жиро- и водорастворимых витаминов. Жмых рапсовый содержит природный антиоксидант – токоферол (витамин Е – 4,2 мг/100г) и витамины группы В, среди которых превалируют витамин В<sub>4</sub> – 466,9 мг/100г, витамин В<sub>5</sub> – 1,41 мг/100г, витамин В<sub>6</sub> – 0,092 мг/100г. Соевый жмых уступает рапсовому жмыху по содержанию витаминов. Витамины Е (токоферол) и В<sub>4</sub> в соевом жмыхе не обнаружены [15].

Витамины В<sub>4</sub> и РР (ниацин), которые содержатся в рапсовом жмыхе, защищают мембранные клеток от повреждения, контролируют норму содержания холестерина, улучшают обмен веществ в нервной ткани, предотвращают образование желчных камней, нормализуется обмен жиров. Ниацин (витамин РР) способствует усвоению растительного белка, поэтому он важен для лиц, не употребляющих животные белки, участвует в углеводном обмене, способствует нормализации деятельности желудочно-кишечного тракта.

Так как в рапсовом и соевом жмыхе содержится большое количество белка (табл. 3), исследовали аминокислотный состав рапсового жмыха и провели сравнительный анализ с аминокислотным составом соевого жмыха. Результаты исследований представлены в табл. 5.

Из данных табл. 5 видно, что аминокислотный состав белковой фракции жмыха рапсового представлен 18 кислотами: заменимыми и незаменимыми. Среди незаменимых аминокислот заметно выделяются валин (4,265 г/100г), треонин (2,018 г/100г), лейцин (2,965 г/100г), фенилаланин (1,949 г/100г) и лизин (1,821 г/100г), суммарная концентрация которых представляет почти 40 % от общей суммы аминокислот. Среди заменимых доминируют глутамин (7,981 г/100г) и пролин (2,769 г/100г). Белок жмыха рапсового имеет полноценный аминокислотный состав.

Жмых из семян рапса содержит достаточно высокое количество жира (табл. 3), на следующем этапе работы был изучен жирнокислотный состав жира жмыха рапсового. Результаты исследований жирнокислотного состава жира представлены в табл. 5.

**Табл. 5. Аминокислотный состав белков жмыха рапсового сорта «Неман»**

**Table 5. Amino acid composition of proteins of «Neman» variety rapeseed cake**

Наименование аминокислоты	Содержание аминокислоты в жмыхе рапсовом, г/100г белка	Содержание аминокислоты в жмыхе соевом, г/100г белка
1	2	3
<b>Незаменимые аминокислоты</b>		
Валин	4,265±0,1	2,243
Изолейцин	2,075±0,4	2,180
Лейцин	2,965±0,6	3,660
Лизин	1,821±0,4	2,991
Метионин	0,001±0,0002	0,606
Треонин	2,018±0,5	1,952
Фенилаланин	1,949±0,42	2,346
Триптофан	0,400±0,1	0,653
<b>Сумма незаменимых аминокислот</b>	<b>15,094</b>	<b>16,631</b>
<b>Заменимые аминокислоты</b>		
Аспаргиновая	4,881±1,1	5,661
Аргинин	0,741±0,16	3,44
Глютаминовая	7,981±1,8	8,707
Серин	1,921±0,44	2,605
Глицин	1,659±0,37	2,078
Аланин	2,035±0,46	2,117
Пролин	2,769±0,61	2,629
Гистидин	0,543±0,11	1,212
Тирозин	0,710±0,15	1,7
Цистеин	0,195±0,04	0,724
<b>Сумма заменимых аминокислот</b>	<b>23,435</b>	<b>30,022</b>

**Табл. 6.** Содержание жирных кислот в жире жмыха рапсового**Table 6.** Content of fatty acids in rapeseed cake oil

Жирные кислоты	Содержание жирной кислоты в жмыхе рапсовом, % от суммы кислот	Содержание жирной кислоты в жмыхе соевом, % от суммы кислот
Миристиновая C14:0	0,1±0,015	0,11
Пальмитиновая C16:0	6,1 ±0,732	4,3
Пальмитолеиновая C16:1	0,4 ± 0,048	0,1
Гептадекановая C17:0	0,1 0±0,019	Нет данных
Стеариновая C18:0	1,8±0,198	1,47
Олеиновая C18:1	60,4±6,04	9,0
Линолевая C18:2 ω -6	20,1±2,4	20,5
Арахиновая C20:0	0,4 0±0,05	Нет данных
Эйкозеновая C20:1	0,8±1,5	Нет данных
α Линоленовая C18:3 ω -3	8,7±1,47	2,7
Эйкозадиеновая C20:2 ω -6	0,1±0,018	Нет данных
Бегеновая C22:0	0,2±0,036	Нет данных
Эруковая C22:1	0,1±0,012	Нет данных
Другие	0,7	Нет данных
<b>Сумма</b>	<b>100</b>	

Результаты данных табл. 6 показывают, что жирнокислотный состав жира жмыха рапсового представлен насыщенными жирными кислотами (НЖК) – 2,3 % (миристиновая – 0,1 %, пальмитиновая – 0,4 %, стеариновая – 1,8 %); мононенасыщенными жирными кислотами (МНЖК) – 60,4 % (олеиновая – 60,4 %); полиненасыщенными жирными кислотами (ПНЖК) – 29,6 % (линолевая (ω-6) – 20,1 %, альфа-линоленовая (ω-3) – 8,7 %, эйкозадиеновая – 0,8 %).

Таким образом, жмых рапсовый имеет ценный жирнокислотный состав с преобладанием ненасыщенных жирных кислот, в том числе эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот семейств ω-3 и ω-6 (соотношение 1:3), которые играют большую роль в регулировании жирового обмена, снижения уровня холестерина, процессов тромбообразования и профилактики ряда других заболеваний, в том числе онкозаболеваний.

Следует отметить высокое содержание олеиновой кислоты семейства ω-9 (60,4 % от общей суммы кислот), которая преобразуется в линолевую и α-линоленовую, которые не синтезируются в организме человека, т.е. являются для него незаменимыми и должны поступать только с пищей.

На следующем этапе работы были исследованы минеральные вещества. Результаты исследований представлены в табл. 7.

Из результатов, представленных в табл. 7, следует, что количественный анализ минерального состава жмыха рапсового характеризуется повышенным содержанием Ca, Mn, Mg. Удовлетворение суточной потребности в данных элементах составляет 159, 141 и 110 % соответственно. Наибольшее количество фосфора обнаружено в соевом жмыхе (0,5–0,6 мг/100г), тогда как в рапсовом жмыхе оно составляет 0,3 мг/100г. Также более высоким содержанием калия отличается соевый жмых, в котором его больше по сравнению с рапсовым жмыхом на 34 %. Оба жмыха отличаются также и по содержанию микроэлементов. Более низкое содержание железа обнаружено в рапсовом жмыхе 18,5 мг/100г, тогда как в соевом жмыхе его больше на 14 %. Более высокое содержание цинка – в рапсовом жмыхе (11,9 мг/100г), тогда как в соевом жмыхе его содержание в два раза меньше (5,06 мг/100г).

**Табл. 7.** Содержание макро- и микроэлементов в жмыхе из семян рапса сорта «Неман», мг/кг**Table 7.** Content of macro- and microelements in rapeseed cake of «Neman» variety, mg/kg

Наименование	Значение в жмыхе рапсовом, мг/100	Значение в жмыхе соевом, мг/100
Mg	445,4	306
K	1520,8	2400
Ca	1592,0	244
Fe	18,5	21,11
Mn	11,3	4,4
Zn	11,9	5,06
P	0,3	0,5–0,6

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведены исследования жмыха из семян рапса сорта «Неман» (урожай 2021 г.) по комплексу химических показателей. В результате исследований получены новые данные о химическом составе, показателях безопасности жмыха из семян рапса сорта «Неман» белорусской селекции, которые необходимо нормировать для рапсового жмыха пищевого назначения.

Белок жмыха рапсового имеет полноценный аминокислотный состав. Жмых рапсовый имеет ценный жирнокислотный состав с преобладанием ненасыщенных жирных кислот, в том числе эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот семейств  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6 (соотношение 1:3). Установлено, что по показателям безопасности жмых рапсовый соответствует предъявленным требованиям нормативной документации и может быть использован в качестве сырья для пищевой промышленности.

Определено, что жмых из семян рапса сорта «Неман» может быть рекомендован в качестве источника биологически ценного растительного белка и других питательных веществ при производстве продуктов функционального назначения, что позволит расширить ассортимент продукции пищевой и биологической ценности.

Практическая значимость исследований заключается в создании новых сведений о пищевой и биологической ценности жмыха из семян рапса сорта «Неман» белорусской селекции, показателях безопасности, которые в дальнейшем могут являться обоснованием для разработки технологии переработки жмыха в продукцию для использования в пищевых отраслях промышленности.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Результаты получены в рамках реализации научного исследования при поддержке Белорусского фонда фундаментальных исследований на 2022 год по теме «Исследование пищевой и биологической ценности, функционально-технологических свойств вторичных продуктов переработки семян рапса, выращиваемого в Республике Беларусь и Узбекистане». Договор № Б22УЗБ – 070 от 04.05.2022 г.

## ЛИТЕРАТУРА

- Лисицын, А. Н. Биологические особенности сортов рапса и физиологические ценности жмыхов и шротов / А. Н. Лисицын // Масложировая промышленность. – 2007. – № 6. – С. 10–11.
- Пахомова, О. Н. Перспективность использования жмыхов и шротов масличных культур для повышения биологической ценности продуктов питания / О. Н. Пахомова // Альманах «Научные записки Орел ГИЭТ». – 2011. – № 1(4). – С. 143–160.
- Рензяева, Т. В. Функциональные свойства белковых продуктов из жмыхов рапса и рыжика / Т. В. Рензяева [и др.] // Масла и жиры. – 2020. – № 7(231). – С. 20–23.
- Рензяева, Т. В. Потенциал рапсовых жмыхов в качестве сырья пищевого назначения / Т. В. Рензяева [и др.] // ХИПС. – 2020. – № 2. – С. 143–160.

- 5 Шульвинская, И. В. Композиционные белковые добавки из семян масличных и бахчевых растений / И. В. Шульвинская, О. А. Доля, О. В. Широкорядова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 5–6. – С. 40–42.
- 6 Гусаков, В. Г. Основные положения Доктрины продовольственной безопасности Республики Беларусь / В. Г. Гусаков [и др.] // Аграрная экономика. – 2017. – № 3. – С. 2–14.
- 7 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.
- 8 Altschul, A. M. A new classification of seed proteins: application to the aleurins of Ara-chis hypogaea/ A. M. Altschul, N. J. Neucere, A. A. Woodham // J. M. Dechary Natire. – 1964. – vol. 203. – № 4. – P. 501–504.
- 9 Bortolotti, A. F. New serine proteinase inhibitor family Procttding / A. F. Bortolotti [et al.] //10-th International Rapeseed Congress 26–29 September. – 1999. – № 342. – P. 221–224.
- 10 Chobert, J.-M. Spesific limited hydroysis and phosphorylation of food proteinsfor improvement of functional and nutritional proper-tis/ J. -M. Chobert [et al.] // Oil Chem. Soc. – 1987. – № 64. – P. 1704–1711.

Поступила в редакцию 10.11.2022 г.

**ОБ АВТОРАХ:**

**Василенко Зоя Васильевна**, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, заведующий кафедрой технологии продукции общественного питания и мясопродуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий (БГУТ), e-mail vzzv0003@rambler.ru.

**Никулин Владимир Иванович**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автоматизации технологических процессов и производств, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий (БГУТ).

**Трофименко Татьяна Владимировна**, аспирант кафедры технологии продукции общественного питания и мясопродуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий (БГУТ), e-mail trofimenkotati@yandex.by.

**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: vzzv0003@rambler.ru.

**Vladimir I. Nikulin**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Automation of Technological Processes and Production, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies.

**Tatyana V. Trofimenko**, postgraduate student of the Department of Technology of Food Processing and Meat Products, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail trofimenkotati@yandex.by.

УДК 664.933.8

## ПОВЫШЕНИЕ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ КОНСЕРВОВ ПАШТЕТНЫХ МЯСОСОДЕРЖАЩИХ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ ЛИЦ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА

**Ю. А. Арбекова<sup>1</sup>, В. Н. Тимофеева<sup>2</sup>, И. В. Бубырь<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Полесский государственный университет, Республика Беларусь*

<sup>2</sup>*Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, Республика Беларусь*

### **АННОТАЦИЯ**

**Введение.** Актуальным является расширение ассортимента высококачественных специализированных продуктов питания для лиц старше 60 лет с учетом их потребности, что определило цель исследования. Общая научная задача – оптимизация рецептурного состава мясорастительных консервов для профилактического питания лиц пожилого возраста по критериям содержания соли, жира и белка.

**Материалы и методы.** Консервы на основе куриного мяса, говяжьей печени, топинамбура и морской капусты в разных рецептурных композициях. Массовая доля белка – методом Кельдаля с помощью полуавтоматического анализатора белка Kjeltec 2200, аминокислот – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на хроматографе Agilent 1200, жира, соли – общепринятыми методами.

**Результаты.** Разработанные рецептурные составы консервов характеризуются высокими значениями аминокислотных скоров: 101,1...157,5 % для консервов с мясом куриным и 115,5...181,2 % для консервов с говяжьей печенью. Значение показателей массовой доли белка увеличено на 2 %, жира уменьшено на 17 %, соли снижено на 0,3 % в сравнении с ГОСТ 32245 «Консервы мясосодержащие. Общие технические условия».

**Выводы.** Разработанный ассортимент консервов рекомендуется к внедрению, консервы отличаются сбалансированным составом, низким содержанием жира и соли, высокими значениями аминокислотного скора.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** питание лиц пожилого возраста; профилактическое питание; рекомендации; консервы; жир; белок; аминокислотный скор; рецептура; технические условия; технологическая инструкция.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Арбекова, Ю. А. Повышение пищевой ценности консервов паштетных мясосодержащих для профилактического питания лиц пожилого возраста / Ю. А. Арбекова, В. Н. Тимофеева, И. В. Бубырь // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 2(33). – С. 37–45.

## INCREASE IN NUTRITIONAL VALUE OF PATE AND MEAT-CONTAINING CANNED PRODUCTS FOR THERAPEUTIC AND PREVENTIVE NUTRITION OF ELDERLY PEOPLE

**Yu. A. Arbekova<sup>1</sup>, V. N. Timofeyeva<sup>2</sup>, I. V. Bubyry<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Polessky State University, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus*

### **ABSTRACT**

**Introduction.** The purpose of the study is to expand the range of high-quality specialized food products for people over 60 years old, taking into account their needs and requirements. The scientific task is to optimize the recipe composition of meat-containing canned foods for therapeutic and preventive nutrition of elderly people in terms of salt, fat and protein content.

**Materials and methods.** Canned chicken, beef liver, Jerusalem artichoke and seaweed in various recipe

compositions. Mass fraction of protein was analyzed with a semi-automatic protein analyzer Kjeltec 2200 (Kjeldahl method); amino acids were identified by high-performance liquid chromatography (HPLC) in Agilent HPLC 1200; fat and salt were determined by common methods.

**Results.** The developed formulations of canned foods are characterized by high level of amino acid score: 101,1...157,5 % for canned chicken and 115,5...181,2 % for canned beef liver. The values in mass fraction of protein increased by 2 %, in fat – decreased by 17 %, in salt – dropped by 0,3 % in comparison with GOST 32245 «Meat-containing canned food. General specifications».

**Conclusions.** The developed assortment of canned foods is recommended for implementation because of their balanced composition, low fat and salt content, high amino acid score.

**KEY WORDS:** *elderly people diet; therapeutic and preventive nutrition; recommendations; canned food; protein; fat; amino acid score; recipe; technical conditions; procedure specification.*

**FOR CITATION:** Arbekova, Yu. A. Increase in nutritional value of pate and meat-containing canned products for therapeutic and preventive nutrition of elderly people / Yu. A. Arbekova, V. N. Timofeyeva, I.V. Bubyr // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2022. – № 2(32). – P. 37–45 (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с классификацией Всемирной организации здравоохранения принятая следующая возрастная градация: молодой возраст – 18–44 года, средний возраст – 45–59 лет, пожилой возраст – 60–74 года, старческий возраст – 75–90 лет, долголетие – старше 90 лет.

В настоящее время в мире существует тенденция увеличения продолжительности жизни. Немаловажным критерием при этом является качество жизни, которое во многом определяется пищевыми характеристиками потребляемых продуктов питания. Современные пищевые технологии позволяют существенно увеличивать сроки годности продуктов питания, придавать продуктам определенную структуру, вкус, цвет, производить продукты в различных удобных для потребителя упаковках. Однако одновременно наблюдается и рост заболеваний, так или иначе связанных с питанием. Особенно это актуально для людей старших возрастных групп.

Разработка продуктов питания для людей пожилого возраста требует совершенствования приемов обработки сырья, подбора оптимальных режимов переработки, обеспечивающих не только качество готовой продукции, но и необходимое соотношение питательных веществ. В Республике Беларусь действуют Санитарные нормы и правила «Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь», которые используются, среди прочего, и для определения фактической оценки питания населения. Согласно Требованиям к питанию населения суточная потребность в белке в рационе питания для лиц старше 60 лет составляет: для женщин – 61 г, для мужчин – 68 г. Норма суточной потребности содержания жира в рационе питания людей пожилого возраста определена для женщин в количестве 66 г, для мужчин – 77 г. Пищевая (энергетическая) ценность такого рациона питания должна составлять 2300 ккал в сутки. Организм стареющего человека требует особых энергетических затрат как в результате снижения физической активности, так и возрастного замедления метаболических процессов. Однако существенно ограничивать содержание жиров в пищевом рационе людей старших возрастных групп не рекомендуется. Жиры служат энергетическим субстратом для работающих мышц, являются необходимым компонентом клеток и тканей, участвуют в различных видах обменных процессов в организме. Вместе с жирами в организм поступают сопутствующие им вещества, такие как жирорастворимые витамины А, Е, Д, К, полиненасыщенные жирные кислоты, фосфатиды, холин, холестерин [1–5].

По мере старения организма человека претерпевает целый ряд изменений, затрагивающих

функционирование отдельных органов и их систем. Эти изменения носят прогрессирующий характер и усугубляются на фоне негативных изменений пищеварительной системы. В свою очередь, изменения пищеварительной системы приводят к нарушению процесса усвоения питательных веществ. В процессе старения наблюдаются атрофические процессы в поджелудочной железе, печени. Печень пожилого человека не в состоянии справляться с основной своей функцией – обезвреживанием токсических веществ, в результате чего могут развиваться различные заболевания, в том числе и онкологического характера. Вследствие нарушения работы желудочно-кишечного тракта происходит снижение усвоения питательных веществ. В этой связи немаловажным фактором является употребление достаточного количества пищевых волокон, обеспечение которыми возможно за счет обогащения рациона продуктами растительного происхождения [1, 2, 4, 5].

Консистенция продуктов для профилактического питания лиц пожилого возраста должна соответствовать возрастным изменениям пищеварительной системы стареющего человека [1, 3].

Важной составляющей питания лиц пожилого возраста является употребление продуктов с соответствующим компонентным и химическим составом, в том числе по содержанию полноценного белка [5–8]. Отдельные аминокислоты имеют важное значение в профилактике «старческих» заболеваний. Метионин оказывает противосклеротическое и липотропное действие, отсутствие достаточного содержания лизина в питании вызывает нарушение кроветворения, азотистого равновесия, кальцификации костей [8–10].

Необходимый для организма стареющего человека баланс питательных веществ можно обеспечить за счет продуктов многокомпонентного состава с наиболее оптимальным соотношением необходимых питательных веществ. При этом важным условием является то, чтобы используемые компоненты были натуральными [6, 11–17]. С учетом возрастных изменений организма и требований, предъявляемых к такому питанию, возникает необходимость производства продуктов, в том числе консервов, для профилактического питания рассматриваемой категории населения.

Цель исследования – расширение ассортимента консервов паштетных мясосодержащих для профилактического питания лиц пожилого возраста повышенной пищевой ценности.

Общая научная задача – оптимизация рецептурного состава консервов по критериям содержания соли, жира и белка.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Для исследования были использованы образцы консервов паштетных мясосодержащих, компонентный состав которых представлен мясом куриным, печенью говяжьей, луком репчатым, перцем красным сладким, морковью, порошком топинамбура, морской капустой, овсяными хлопьями, сухим цельным молоком, маслом растительным в различных комбинациях и соотношениях.

Органолептические и физико-химические показатели определяли в соответствии с ТНПА на соответствующий вид продукта. Подготовка образцов и порядок проведения органолептической оценки – согласно ГОСТ 9959.

Выбор состава рецептур консервов по органолептическим показателям осуществлялся по ГОСТ ISO 8587.

Массовую долю жира определяли по ГОСТ 23042. Значение активной кислотности (рН) – по ГОСТ 26188. Определение массовой доли белка в консервах проводили методом Кельдаля в соответствии с ГОСТ 25011. Для проведения испытаний использовали полуавтоматический анализатор белка Kjeltec 2200. Суть метода заключается в минерализации органических веществ пробы, содержащей белок серной кислоты и дальнейшем определении азота по количеству образовавшегося аммиака. Минерализация пробы осуществляется в автоматическом режиме. Количество общего азота определяется суммой содержащегося в

пробе органического азота, аммиака и аммония. Значение массовой доли белка рассчитывается путем умножения полученного результата на соответствующий коэффициент.

Аминокислотный состав белков был исследован на хроматографе Agilent 1200. В качестве детектора был использован флуориметрический детектор, обладающий высокой чувствительностью (около 10...11 мг). Принцип работы детектора базируется на фиксировании флуоресцентного излучения, поглощенного молекулами исследуемого вещества света в ультрафиолетовой области спектра. Исследования проводились на колонках Zorbax Eclipse – AAA, размер которых составлял 3,0×150 мм с гранулами 3,5 мкм, что обеспечивает высокое разрешение метода благодаря более эффективному разделению. Детекцию проводили в диапазоне длин волн 230–450 нм.

Сроки годности новых консервированных продуктов устанавливались исходя из гарантийного срока хранения, определяемого техническими нормативными правовыми актами на схожий вид консервов, а также в ходе проведения соответствующих испытаний (показатели безопасности консервов, физико-химические и органолептические показатели).

Продолжительность хранения консервов (сроки их годности) были установлены в соответствующей документации, разработанной на новый вид консервов – ТУ ВГ 700036606.111, РЦ ВГ 700036606.198, ТИ ВГ 700036606.127. Период, в течение которого проводились испытания, рассчитывался исходя из требований, представленных в СанПиН № 119. В соответствии с рассматриваемыми требованиями продолжительность исследования пищевых продуктов (согласно установленным коэффициентам резерва) должна превышать предполагаемый срок годности, указанный в нормативной или технической документации для нескоропортящихся продуктов профилактического питания в 1,5 раза. В связи с этим испытания проводили в течение 3 лет. Образцы консервов, предназначенные для исследования, отбирались на протяжении всего срока хранения через каждые четыре месяца. Исследовали готовые консервы по микробиологическим, физико-химическим и органолептическим показателям. Органолептический анализ проводился методами определения и верификации срока годности пищевой продукции согласно ГОСТ ISO 16779.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Нами был разработан ассортиментный ряд консервированных продуктов, состав которых представлен компонентами животного и растительного происхождения с топинамбуром и морской капустой следующих наименований:

- композиция № 1. Консервы паштетные мясосодержащие для профилактического питания лиц пожилого возраста с мясом куриным, топинамбуром и морской капустой;
- композиция № 2. Консервы паштетные мясосодержащие для профилактического питания лиц пожилого возраста с мясом куриным и морской капустой;
- композиция № 3. Консервы паштетные мясосодержащие для профилактического питания лиц пожилого возраста с мясом куриным и топинамбуром;
- композиция № 4. Консервы паштетные мясосодержащие для профилактического питания лиц пожилого возраста с печенью говяжьей, топинамбуром и морской капустой;
- композиция № 5. Консервы паштетные мясосодержащие для профилактического питания лиц пожилого возраста с печенью говяжьей и морской капустой;
- композиция № 6. Консервы паштетные мясосодержащие для профилактического питания лиц пожилого возраста с печенью говяжьей и топинамбуром.

С помощью компьютерной программы Microsoft Excel и функции «Поиск решения» были просчитаны возможные комбинации рецептур консервов с различным содержанием восстановленных пюре топинамбура и морской капусты. Выбор того или иного состава

рецептур осуществлялся на основании органолептической оценки образцов консервов. Для проведения исследований группе дегустаторов были предоставлены несколько зашифрованных образцов новых консервированных продуктов с различным содержанием восстановленного пюре топинамбура и восстановленной морской капусты. Предоставленные для испытаний образцы были разделены на две группы. В первую группу входили образцы консервов, в которых в качестве мясного компонента использовалось мясо куриное. Во вторую группу входили образцы, содержащие говяжью печень. Количество внесенного в консервы пюре топинамбура составило от 5 до 9 %. Морская капуста вносилась в количествах от 4,5 до 7,0 % соответственно. Акцент в выборе количества внесенных пюре топинамбура и восстановленной морской капусты обусловлен тем, что эти два компонента характеризуются специфичностью флейвора. Это может негативно повлиять на органолептические характеристики готового продукта.

Задача исследования заключалась в установлении степени интенсивности признаков и их влияния на органолептические характеристики консервов. В ходе проведенных испытаний были оценены гармоничность запаха и вкуса готового продукта, наличие посторонних запаха и вкуса, стойкость и устойчивое послевкусие.

По итогам органолептических испытаний все предоставленные образцы были ранжированы дегустаторами в порядке возрастания интенсивности органолептических характеристик от 1 до 5. Образцам с более выраженным вкусом топинамбура и морской капусты выставлялась наименьшая оценка, а образцам с более гармоничным вкусом – наивысшая оценка. Было отмечено, что наиболее предпочтительными оказались образцы консервов с содержанием пюре топинамбура и восстановленной морской капустой не более 6 %. Такой выбор обусловлен специфичностью вкусовых ощущений, создаваемых рассматриваемым компонентным составом консервов. В то же время всеми экспертами было отмечено меньшее проявление вкусовых характеристик морской капусты и топинамбура в образцах с печенью говяжьей по сравнению с образцами, содержащими мясо куриное, что можно объяснить их маскировкой за счет специфичности флейвора печени.

Изменения в организме в процессе старения, в частности выраженные изменения пищеварительного тракта, определяют специфику технологического процесса производства консервов для профилактического питания лиц пожилого возраста. Для их производства предпочтительней является паштетообразная консистенция готового продукта. Вследствие этого все технологические приемы должны быть направлены на облегчение протирания и снижение процента отходов в ходе данной технологической операции. С учетом разности подходов к бланшированию растительного и животного сырья эти процессы были разграничены и в ходе разработки рассматривались по отдельности.

Общие требования к мясосодержащим, в том числе паштетным консервам установлены в ГОСТ 32245 «Консервы мясосодержащие. Общие технические условия» (межгосударственный стандарт, принятый в Российской Федерации). Однако ряд требований, установленных в рассматриваемом ТНПА нуждаются в коррекции для консервов, предназначенных для питания лиц пожилого возраста. Были разработаны и утверждены ТУ BY 700036606.111 и РЦ BY 700036606.198 «Консервы паштетные мясосодержащие для профилактического питания лиц пожилого возраста».

Сравнительная характеристика органолептических и физико-химических показателей консервов показана согласно ГОСТ 32245 (для консервов паштетных) и разработанной документации в табл.1.

**Табл. 1.** Сравнительная характеристика органолептических и физико-химических показателей консервов

**Table 1.** Comparison of organoleptic and physico-chemical quality indicators of canned foods

Показатели	ТУ BY 700036606.111 «Консервы паштетные мясосодержащие для профилактического питания лиц пожилого возраста»	ГОСТ 32245 «Консервы мясосодержащие. Общие технические условия»
Внешний вид	Однородная мелкоизмельченная паштетная масса с включениями овощей	Продукт мажущийся консистенции однородной или со структурными ингредиентами. Допускается незначительное количество выплавленного жира
консистенция	Мажущаяся, паштетообразная	
Запах и вкус	Приятный, свойственный данному виду продукта. Не допускаются посторонние запах и вкус	Свойственный данному виду продукта, с учетом используемых рецептурных ингредиентов, без постороннего запаха и привкуса
Цвет	Свойственный цвету компонентов, входящих в состав консервов. Допускается: – незначительное потемнение верхнего слоя; – в консервах, содержащих печень, допускается зеленоватый оттенок поверхностного слоя	–
Массовая доля жира, %, не более	8,0	25,0
Массовая доля белка, %, не менее	6,0	4,0
pH, не более	6,9	–
Массовая доля хлористого натрия, %	0,9–1,3	от 1,2–1,6 включ.
Посторонние примеси	Не допускается	Не допускается

Как следует из табл. 1, в технических условиях для консервов для профилактического питания лиц пожилого возраста имеется целый ряд отличий в значениях показателей. В разработанной документации учтены требования, предъявляемые к продуктам профилактической направленности для питания лиц пожилого возраста. Для новых видов консервов снижено содержание жира. Это обусловлено предрасположенностью людей старших возрастных групп к развитию атеросклероза, причиной которого может стать избыточное употребление в пищу насыщенных жиров. Также в новых видах консервированных продуктах понижен диапазон значений показателя массовой доли хлористого натрия. В разработанных технических условиях введено нормирование показателя pH (активной кислотности), поскольку представленные консервы относятся к группе «А» по требованиям промышленной стерильности. Также скорректирован и показатель массовой доли белка. Этот показатель увеличен по сравнению с требованиями ГОСТ 32245.

Вместе с тем помимо количества содержащегося белка немаловажным является аминокислотный состав белков употребляемых в пищу продуктов. Биологическая ценность белков определяется, прежде всего, содержанием незаменимых аминокислот, которые расходуются на нужды организма. Высокое содержание одних аминокислот не гарантирует высокую биологическую ценность белка, поскольку присутствие в продукте хотя бы одной аминокислоты, скор которой минимален, делает белок неполноценным [5, 13–15]. В табл. 2 представлены результаты расчета показателя аминокислотного скора белков новых видов консервов.

**Табл. 2.** Аминокислотный скор белков консервов для профилактического питания лиц пожилого возраста

**Table 2.** Amino acid score of canned foods for therapeutic and preventive nutrition of elderly people

Аминокислотный скор, %	Рецептурная композиция					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
	<i>с куриным мясом</i>			<i>с говяжьей печенью</i>		
Валин	103,8	102,5	101,1	129,7	129,8	130,7
Изолейцин	117,1	119,3	117,6	130,6	139,9	131,7
Лейцин	117,5	119,4	117,7	128,8	137,1	129,7
Лизин	154,9	157,5	155,2	131,8	139,0	133,0
Метионин+	131,4	150,4	148,3	115,5	148,3	151,9
Цистин						
Треонин	110,1	112,2	110,6	115,7	124,6	116,8
Триптофан	148,7	151,9	149,7	148,6	166,4	150,0
Фенилаланин+	145,1	147,7	145,6	165,5	181,2	167,4
Тирозин						

В соответствии результатами исследований, приведенными в табл. 2, в представленных рецептурных композициях аминокислотный скор белков составляет свыше 100 %, что позволяет положительно охарактеризовать новые виды консервированных продуктов. Немаловажным является высокое содержание в рецептурных композициях триады аминокислот – лизин, триптофан, суммы фенилаланин+тирозин. Рассматриваемые аминокислоты играют особую роль в ходе определения общей полноценности питания, особенно в пожилом возрасте. Так, функции лизина в организме человека довольно разнообразны. Его недостаток отрицательно сказывается на количестве эритроцитов, содержании в них гемоглобина. Снижение лизина вызывает отрицательный азотистый баланс и способствует нарушению кальцификации костей. Лизин обеспечивает хорошее усвоение кальция в организме и играет положительную роль в профилактике остеопороза. Фенилаланин является предшественником тирозина, а тирозин, в свою очередь, участвует в синтезе белков, способствует увеличению уровня в организме дофамина, норадреналина, адреналина, обеспечивая, тем самым, устойчивость нервной системы к стрессовым факторам. Триптофан участвует в тканевом синтезе и процессах обмена веществ [13, 14, 18].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе разработки новых видов консервированных продуктов для профилактического питания лиц пожилого возраста были учтены требования, предъявляемые к такому питанию.

На основании всех требований была разработана и утверждена технологическая документация, регламентирующая процесс производства новых видов консервов:

- Консервы паштетные мясосодержащие для профилактического питания лиц пожилого возраста. Технические условия (ТУ BY 700036606.111);

- Консервы паштетные мясосодержащие для профилактического питания лиц пожилого возраста. Рецептура (РЦ ВУ 700036606.198);
- Консервы паштетные мясосодержащие для профилактического питания лиц пожилого возраста. Технологическая инструкция (ТИ ВУ 700036606.127).

Все представленные документы прошли согласование Министерства здравоохранения Республики Беларусь и утверждение с внесением их в реестр Белорусского государственного института стандартизации и сертификации (БелГИСС).

Право включения в наименование консервов надписи «для профилактического питания» подтверждено письмом Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 14-18- 01/171 от 16.03.2015.

По показателям пищевой ценности исследуемые образцы новых видов консервов паштетных мясосодержащих соответствуют требованиям разработанной документации. Новые виды консервов отличаются значением массовой доли белка не менее 6 %, жира – не более 8 %, показателем массовой доли хлористого натрия – в пределах 1 %. Аминокислотный скор белков новых видов консервов по всем анализируемым аминокислотам превышает 100 %.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Самсонов, М. А. Питание людей пожилого возраста / М. А. Самсонов, В. А. Мещерякова. – М.: Медицина, 1979. – 80 с.
- 2 Хавинсон, В. Х. Свободнорадикальное окисление и старение / В. Х. Хавинсон [и др.]. – Спб: Наука, 2003. – 327 с.
- 3 Касьянов, Г. И. Технология продуктов питания для людей пожилого и преклонного возраста / Г. И. Касьянов, А. А. Запорожский, С. Б. Юдина. – Ростов-на-Дону: Изд. центр «Март», 2001. – 238 с.
- 4 Харенко, Е. Н. Технология функциональных продуктов для геродиетического питания / Е. Н. Харенко, Н. Н. Яричевская, С. Б. Юдина. – СПб.: Издательство «Лань», 2022. – 204 с.
- 5 Browning, C. J. Food, eating, and happy aging: The perceptions of older Chinese people / C. J. Browning [et al.] // Frontiers in Public Health. – 2019. – URL: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00073>. Дата доступа: 10.11.2022 г.
- 6 Таева, А. М. К вопросу о здоровом питании пожилых людей в Республике Казахстан / А. М. Таева [и др.] // Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления. – 2019. – № 4. – С. 11–16. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/311786>. Дата доступа: 5.11.2022 г.
- 7 Решетник, Е. И. Методология проектирования продуктов питания с требуемым комплексом показателей пищевой ценности: монография / Е. И. Решетник. Благовещенск: ДальГАУ, 2016. – 197 с.
- 8 Paddon-Jones, D. Protein and healthy aging / D. Paddon-Jones [et al.] // American Journal of Clinical Nutrition. – 2015. – Vol. 101, No 6. – P. 1339S–1345. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25926511>. Дата доступа: 10.11.2022 г.
- 9 Лисин, П. А. Компьютерное моделирование производственных процессов в пищевой промышленности / П. А. Лисин. – СПб.: Издательство «Лань», 2022. – 256 с.
- 10 Аслanova, M. A. Функциональные мясные продукты геродиетической направленности / M. A. Аслanova, A. C. Дыдыкин, A. B. Лисицын, O. K. Деревицкая // Сборник Докладов XIV Международного Биотехнологического Форума «РОСБИОТЕХ-2020». – Москва, 2020. – С. 100–103.
- 11 Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (macronutrients) / Panel on Macronutrients, Panel on the Definition of Dietary Fiber, Subcommittee on Upper Reference Levels of Nutrients, Subcommittee on Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes, Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. – Washington: National Academies Press, 2002. – 1332 p.
- 12 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.
- 13 Лакиза, Н. В. Пищевая химия / Н. В. Лакиза. М.: Юрайт, 2018. – 185 с.
- 14 Ханнанова-Фахрутдинова, Л. Р. Гигиена и экология человека: Терморегуляция и теплопродукция. Учебно-методическое пособие / Л. Р. Ханнанова-Фахрутдинова. – Казань: Казан. нац. исслед. технол. ун-т, 2018. – 156 с.
- 15 Дыдыкин, А. С. Мясо – уникальный ресурс для создания функциональных продуктов питания/ А. С. Дыдыкин [и др.] // Все о мясе. – 2022. – № 3. – С. 34–39.
- 16 Попова, Я. И. Продукты геродиетического питания: физиологическое значение и роль питания людей пожилого возраста / Я. А. Попова, Е. Е. Курчаева // Сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции. – Москва, 2022. – С. 125–126.
- 17 Пушмина, И. Н. Научные основы формирования качества пищевых продуктов для геродиетического питания /

И. Н. Пушмина // Аутизм и другие нарушения в развитии: современные исследования и разработки. – 2012. – № 4. – С. 101–107.

18 Кудряшева, А. А Медико-биологические особенности натуральных пищевых аминокислот /А. А. Кудряшева, О. П. Преснякова // Пищевая промышленность. – 2014. – № 3. – С. 68–73.

*Поступила в редакцию 02.12.2022 г.*

**ОБ АВТОРАХ:**

**Арбекова Юлия Анатольевна**, старший преподаватель кафедры технологий аквакультуры, Полесский государственный университет, e-mail: y.arbekova@mail.ru

**Валентина Николаевна Тимофеева**, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры технологии пищевых производств, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: valya.timofeeva.1951@mail.ru.

**Бубырь Ирина Валерьевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры технологий аквакультуры, Полесский государственный университет, e-mail: bubyri@mail.ru.

**ABOUT AUTHORS:**

**Yuliya A. Arbekova**, senior lecturer of the Department of Industrial Fisheries and Fish Processing, Polessky State University, e-mail: y.arbekova@mail.ru.

**Valentina N. Timofeyeva**, PhD (Engineering), Associate Professor, Professor of the Department of Technology of Food Production, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: valya.timofeeva.1951@mail.ru.

**Irina V. Bubyr**, PhD (Engineering), Associate Professor of the Department of Industrial Fisheries and Fish Processing, Polessky State University, e-mail: bubyri@mail.ru.

УДК 637.5; 663.052; 664.5

## РАДИАЦИОННАЯ ОЦЕНКА КОМПЛЕКСНЫХ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

*O. A. Гмырак*

*Белорусский институт системного анализа и информационного  
обеспечения научно-технической сферы, Республика Беларусь*

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Организация эффективного контроля за безопасностью используемых в производстве продуктов питания комплексных пищевых добавок является актуальной задачей для пищевой промышленности, что определило цель исследования. Процесс контроля усложняется из-за большого ассортимента используемых пищевых добавок, которые могут являться источниками радиационного загрязнения, поэтому актуально снижение данных рисков в процессе производства. Общей задачей исследования является оценка рисков радиационного заражения колбасных изделий радионуклидами цезия-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ), стронция-90 ( $^{90}\text{Sr}$ ) и калия-40 ( $^{40}\text{K}$ ) при применении комплексных пищевых добавок в ее составе на мясоперерабатывающих предприятиях Республики Беларусь.

**Материалы и методы.** Объектом исследования явились 20 наименований комплексных пищевых добавок, произведенные в Республике Беларусь, Польше, России, Германии. Для проведения исследований использовался гамма-бета-спектрометр МКС АТ 1315.

**Результаты.** При проведении радиологического метода анализа было установлено, что из 20 исследованных образцов в 9 образцах было выявлено существенно более высокое содержание радионуклидов  $^{40}\text{K}$  (порядка 860 %), чем в остальных образцах. Это указывает на использование в их составе трав и специй из зон произрастания с относительно более высокой радиационной нагрузкой. Используемый метод определения содержания  $^{90}\text{Sr}$  в комплексных пищевых добавках не является удовлетворительным для организации контроля. Не удалось установить четкой взаимосвязи между содержанием  $^{40}\text{K}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в пробах комплексных пищевых добавок.

**Выводы.** При организации контроля на мясоперерабатывающих предприятиях необходимо учитывать повышенные риски в части безопасности производимой продукции с использованием пищевых добавок с содержанием растительных компонентов. Внесение комплексных пищевых добавок с содержанием растительных компонентов существенно не влияет на безопасность выпускаемых колбасных изделий по показателям радиационной безопасности. Необходимо продолжать детальные исследования для установления взаимосвязи между содержанием  $^{40}\text{K}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в сырье растительного происхождения и других объектах.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** комплексные пищевые добавки; мясные изделия; радионуклиды; качество и безопасность; цезий-137; стронций-90; калий-40.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Гмырак, О. А. Радиационная оценка комплексных пищевых добавок, применяемых в производстве колбасных изделий / О. А. Гмырак // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 2(33). – С. 46–55.

## RADIOACTIVITY ASSESSMENT OF COMPLEX FOOD ADDITIVES USED IN THE PRODUCTION OF SAUSAGES

*O. A. Gmyrak*

*Belarusian Institute of System Analysis and Information Support for Scientific and Technical Sphere,  
Republic of Belarus*

### ABSTRACT

**Introduction.** The organization of effective food safety management system of complex food additives used in food production determined the purpose of the study being an urgent task for the food industry. The process of control is complicated due to a wide range of food additives used, which can be sources of radioactive contamination. Therefore, to reduce these risks in the production processes is of great

importance. The main objective of the study is to assess the risks of radioactive contamination of sausage products with radionuclides of caesium-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ), strontium-90 ( $^{90}\text{Sr}$ ) and potassium-40 ( $^{40}\text{K}$ ) when using complex food additives in their composition at meat processing enterprises of the Republic of Belarus.

**Materials and methods.** The object of the study was 20 items of complex food additives produced in the Republic of Belarus, Poland, Russia, and Germany. The gamma-beta radiation spectrometer MKS AT 1315 was used.

**Results.** Radiological method of analysis revealed that 9 samples under study (out of 20) were significantly higher in  $^{40}\text{K}$  radionuclides (about 860 %) than the other samples. This fact shows that herbs and spices grown in the areas with a relatively higher radiation exposure were used in the production of sausages. The method used to determine the content of  $^{90}\text{Sr}$  in complex food additives is not satisfactory for food safety management system. It was not possible to establish a clear relationship between the content of  $^{40}\text{K}$  and  $^{137}\text{Cs}$  in the samples of complex food additives.

**Conclusions.** In food safety management system at meat processing enterprises, it is necessary to take into account the above-mentioned risks in terms of the safety of manufactured products using food additives containing plant components. The introduction of such additives will not significantly affect the safety of manufactured sausage products in terms of radiation safety. It is necessary to carry out further detailed studies to establish the relationship between the content of  $^{40}\text{K}$  and  $^{137}\text{Cs}$  in raw materials of plant origin and other items.

**KEYWORDS:** *complex food additives; sausage products; radionuclides; quality and safety; cesium-137; strontium-90; potassium-40.*

**FOR CITATION:** Gmyrak, O. A. Radioactivity assessment of complex food additives used in the production of sausages / O. A. Gmyrak // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2022. – № 2(32). – P. 46–55 (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

С продуктами питания в организм человека могут поступать значительные количества веществ, опасных для его здоровья. В связи с этим важная роль принадлежит эффективности и объективности контроля продовольственного сырья и пищевых продуктов по показателям безопасности. Вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС, определенные территории нашей страны загрязнены радиоактивными веществами [1–5], поэтому существуют реальные риски контаминации продовольствия различными радионуклидами. Другим потенциальным способом радиационного заражения пищевых продуктов может быть длинная и непрозрачная цепочка поставок импортного сырья и ингредиентов для производства пищевых продуктов, включающая использование непроверенных поставщиков<sup>1</sup>. На значимость данной проблемы указывает и требование международного стандарта ISO 22000:2018 рассматривать радионуклиды (радиоактивные вещества) как реальную опасность пищевых продуктов<sup>2</sup>.

Согласно техническому законодательству ЕАЭС и Республики Беларусь, в сельскохозяйственном сырье и пищевых продуктах регламентируются допустимые уровни радионуклидов цезия-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) и стронция-90 ( $^{90}\text{Sr}$ )<sup>3, 4, 5</sup>. Доказано, что  $^{137}\text{Cs}$  является одним из главных компонентов радиоактивного загрязнения биосферы, т.к. содержится в

<sup>1</sup> BSI BS PAS 96-2017 Guide to protecting and defending food and drink from deliberate attack.

<sup>2</sup> ISO 22000:2018. Food safety management systems – Requirements for any organization in the food chain.

<sup>3</sup> Закон РБ «О радиационной безопасности населения» от 05 января 1998 г. № 122-З (в ред. Законов Республики Беларусь от 04.01.2014 № 106-З).

<sup>4</sup> ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции. [Электронный ресурс]: нормативный документ / Евразийская экономическая комиссия // ИПС СТАНДАРТ. – Минск: БелГИСС, 2022. – Дата доступа: 04.02.2022.

<sup>5</sup> ГН 10-117-99. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99) / Минздрав РБ, 1999 г. – 10 с.

радиоактивных выпадениях, радиоактивных отходах и выбросах заводов, перерабатывающих отходы атомных электростанций.  $^{137}\text{Cs}$  интенсивно сорбируется почвой и донными отложениями, содержится в растениях и организме животных и человека, накапливается в грибах, отдельные виды которых считаются его «аккумуляторами».  $^{90}\text{Sr}$  является химическим аналогом кальция, поэтому он наиболее эффективно откладывается в костной ткани (в мягких тканях задерживается менее 1 %  $^{90}\text{Sr}$ ) [6, 7].

Еще одной проблемой в рассматриваемом аспекте может быть калий-40 ( $^{40}\text{K}$ ). Имеется ряд публикаций, указывающих на значительное превышение содержания калия в растительном сырье по сравнению с его природным содержанием, что связывают с неконтролируемым использованием калийных удобрений [8, 9]. Природный элемент калий состоит из трех изотопов:  $^{39}\text{K}$  (93,98 %),  $^{40}\text{K}$  (0,0119 %) и  $^{41}\text{K}$  (6,91 %), из них  $^{40}\text{K}$  является радиоактивным изотопом с периодом полураспада  $1,3 \times 10^9$  года. В природе калий в свободном состоянии не встречается, а только в соединениях с другими элементами. Он очень быстро окисляется на воздухе и легко вступает в химические реакции, особенно с водой, образуя щелочь. Из почвы  $^{40}\text{K}$  поступает через корневую систему в растения и с растительной пищей – в организмы животных. В таблице 1 представлены данные по содержанию  $^{40}\text{K}$  в различных пищевых объектах [8–11], свидетельствующие о том, что данный элемент обнаруживается в продуктах растительного и животного происхождения в пределах от нескольких единиц до нескольких сотен Бк/кг.

**Табл. 1.** Содержание  $^{40}\text{K}$  в продовольственном сырье и пищевых продуктах

**Table 1.** The content of  $^{40}\text{K}$  in food raw materials and food products

Наименование продукции	Удельная активность $^{40}\text{K}$ , Бк/кг	Наименование продукции	Удельная активность $^{40}\text{K}$ , Бк/кг
Зерновые	18,5–159	в т.ч.: клюква	355
Зернобобовые	177–299	лимоны	41
в т.ч. фасоль	299	грибы	227
		сушеные грибы	308–1547
Орехи	210	говядина	84
Овощи	40–174	свинина	33,3
в т.ч.: картофель	174	рыба	77,7
Морковь	84	икра	127
Лук	44,4	молоко коровье	44,4
Фрукты	7,3–335	масло сливочное	37

Учитывая приведенные данные, представляют интерес такие социально значимые продукты, как колбасные изделия, в состав которых включены комплексные пищевые добавки, применяемые для улучшения качества указанной группы пищевых продуктов. Комплексная пищевая добавка представляет собой смесь пищевой(ых) добавки(ок) и (или) пищевого сырья и (или) ароматизатора(ов), предназначенная для выпуска в обращение, в которой как минимум одна из пищевых добавок, входящая в состав комплексной пищевой добавки, должна оказывать в конечной пищевой продукции функциональное действие<sup>1</sup>. Как правило, комплексные пищевые добавки состоят из двух частей – функциональной и вкусоароматической. Функциональная часть представлена влагоудерживающими агентами, стабилизаторами, эмульгаторами, антиокислителями, регуляторами кислотности и смесями красителей; вкусоароматическая – натуральными пряностями и продуктами их переработки

<sup>1</sup> ТР ТС 029/2012. Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств. [Электронный ресурс]: нормативный документ / Евразийская экономическая комиссия // ИПС СТАНДАРТ. – Минск: БелГИСС, 2022. – Дата доступа: 04.02.2022.

(эфирными маслами и олеорезинами). Несмотря на то, что доля этих ингредиентов в рецептуре колбасных изделий не превышает 2 % на 100 кг несоленого сырья<sup>1</sup>, безопасность их для потребителей обеспечивается не только ограничением по применению, но и регламентированием допустимых уровней содержания некоторых химических соединений и микробиологическими показателями. Вместе с тем входящие в состав некоторых комплексных пищевых добавок сушеные овощи, пряности, специи и ароматические травы подлежат контролю на содержание радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ <sup>2</sup>. Таким образом, целесообразность проведения исследований, посвященных оценке вероятности загрязнения радиоактивными веществами комплексных пищевых добавок очевидна и обусловлена получением дополнительных данных о радиационном статусе данных ингредиентов, применяемых в колбасном производстве.

Целью работы является исследование комплексных пищевых добавок, применяемых в колбасном производстве, на содержание в них радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{40}\text{K}$  для снижения в процессе контроля рисков радиационного заражения колбасных изделий радионуклидами при использовании в их составе комплексных пищевых добавок, а также оценка рисков радиационного заражения колбасных изделий радионуклидами  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{40}\text{K}$  при применении комплексных пищевых добавок в их составе.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования служили 20 наименований комплексных пищевых добавок, произведенных в Республике Беларусь, Республике Польша, Российской Федерации и Германии. Перечень и условные обозначения объектов исследования приведены в таблице 2. Предметом исследования была систематизация данных о влиянии комплексных пищевых добавок, применяемых на мясоперерабатывающих предприятиях республики, на радиационную безопасность колбасных изделий.

Отбор проб проводили в соответствии с действующими ТНПА<sup>3</sup>. Измерения удельной активности осуществляли на гамма-бета радиометре МКС АТ 1315 по методике измерений МВИ. МН 1181-2007<sup>4</sup> в производственной лаборатории ОАО «Минский мясокомбинат» (аттестат аккредитации BY/112 2.0455, действителен до 28.05.2025). Пробы образцов комплексных пищевых добавок помещали в сосуд Маринелли объемом 0,5 л, предварительное концентрирование не проводили. Продолжительность измерения удельной активности радионуклидов составляла 60 мин.

**Табл. 2.** Перечень и условные обозначения объектов исследования

**Table 2.** List and description of items under study

№ п/п	Наименование комплексной пищевой добавки	Страна происхождения	Код образца
1	2	3	4
1	Варшавская муса	<i>Беларусь</i>	11.1
2	Венская комби		12.1

<sup>1</sup> Сборник рецептур РЦ ВУ 500011238.3339-3354, 3359-3360-2012 по ТУ ВУ 500011238.066-2012 «Изделия колбасные полукопченые фирменные». Минск: ООО «Викос», 2012. – 12 с.

<sup>2</sup> ГН 10-117-99. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99). / Минздрав РБ, 1999 г. – 10 с.

<sup>3</sup> СТБ 1053-2015 Радиационный контроль. Отбор проб пищевой продукции. Общие требования – Минск: Госстандарт, 2015. – 8 с.

<sup>4</sup> МВИ. МН 1181-2007. Методика выполнения измерений объемной и удельной активности  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{40}\text{K}$  на гамма-бета-спектрометре типа МКС-АТ 1315 в пищевых продуктах, питьевой воде, почве, сельскохозяйственном сырье и кормах, продукции лесного хозяйства, других объектах окружающей среды. – Минск: НПУП «Атомтех», 2007 г. – 33 с.

Продолжение Табл. 2.

1	2	3	4
3	Эко комби смак 13	<i>Беларусь</i>	12.2
4	ИнгриСол 4		10.1
5	Деревенская	<i>Германия</i>	9.1
6	Прималь рапид		8.1
7	Сервелат советский		8.2
8	Шинко 50 плюс ОГ		7.1
9	Говяжья комби		5.1
10	Kashanka BI	<i>Польша</i>	6.1
11	Мит фреш 500Р		5.2
12	Шпикачки РЕАЛ комби		5.3
13	Киндюк со вкусом вяленой сливы		5.4
14	Аромафуд Деревенская		<i>Россия</i>
15	Время комплекс ПК 017 Салами Австрийская	4.2	
16	Гамма К с нотой кардамона	1.1	
17	Маринад крестьянский	2.1	
18	Система фреш Р21 Д	4.3	
19	Стабилизатор Р12	4.1	
20	Премикс 33 ВС универсальный	1.2	

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На основании полученных данных были проанализированы составы комплексных пищевых добавок. Исследуемые образцы были разделены на две группы. Первая группа – это комплексные пищевые добавки, содержащие в своем составе растительные компоненты (специи, пряности), вторая группа – добавки, не содержащие растительных компонентов. Состав комплексных пищевых добавок приведен в табл. 3.

Табл. 3. Составы комплексных пищевых добавок

Table 3. Composition of complex food additives

Код пробы	Состав
1	2
<i>Пищевые добавки, содержащие растительные компоненты</i>	
2.1	Пряности и экстракты (паприка, кориандр, тмин, перец черный, тимьян, базилик), регуляторы кислотности Е450 (пирофосфат), Е331(цитрат натрия), Е262i (ацетат натрия), Е500(карбонат натрия), усилитель вкуса и аромата Е621, антиокислитель Е330, загуститель Е415, мальтодекстрин
3.1	Регуляторы кислотности (Е450, Е451), специи и экстракты специй (тмин, перец черный, чеснок), усилитель вкуса и аромата Е621, антиокислитель Е316, ароматизатор (мясо), краситель (ферментированный рис)
4.2	Декстроза, регуляторы кислотности (Е 575, Е451ii), стабилизатор (Е450ii), усилитель вкуса и аромата (Е621), натуральные пряности и их экстракты (мускатный орех, перец черный), дрожжевой экстракт, соль поваренная, антиокислитель (Е316)
5.1	Регулятор кислотности Е451i, эмульгатор, влагоудерживающий агент Е450iii, усилитель вкуса и аромата Е621, приправы (чеснок, перец, кардамон, мускатный орех), сахар, ароматизаторы, антиокислители Е301, Е300
6.1	Тмин, чили, перец черный, перец душистый, майоран, мускатный орех, овощи сушеные, лук, чеснок
5.4	Глюкоза, приправы (чеснок, перец черный, перец белый, горчица), мальтодекстрин, сахароза, усилитель вкуса и аромата (Е621) 6,37%, антиокислители Е301, Е300, ароматизатор (слива), коптильный ароматизатор

## Продолжение Табл. 3.

1	2
9.1	Черный перец, чеснок, кориандр, тмин, белый перец, гвоздика, декстроза, усилитель вкуса и аромата: Е621 глутамат натрия 1-замещенный, сироп глюкозы, соль, антиокислители: Е 301 аскорбат натрия, консервант Е 252 нитрит калия, экстракты специй: перец, перец чили
10.1	Загустители: Е407а, Е425, Е415; регуляторы кислотности: Е451 ( $\text{P}_2\text{O}_5 \leq 6,4\%$ ), Е331; растительная клетчатка, животный белок (свиной), мальтодекстрин, кукурузный крахмал, усилитель вкуса и аромата Е621 (6 %), ароматизаторы, антиокислитель Е316(0,5%), дрожжевой экстракт, экстракт любистка, декстроза, ароматизатор коптильный
11.1	Усилитель вкуса и аромата Е 621 (20%), сахар, чеснок, перец черный, пищевая добавка (декстроза, ароматизатор дыма), кориандр
12.1	Приправы и экстракты (мускатный орех, перец черный), эмульгатор (Е450), регуляторы кислотности Е451 (12% $\text{P}_2\text{O}_5$ ), соль, сахара (декстроза), усилитель вкуса и аромата Е621 (12%), антиокислители (Е330), Е 316 (2%)

**Пищевые добавки, не содержащие растительных компонентов**

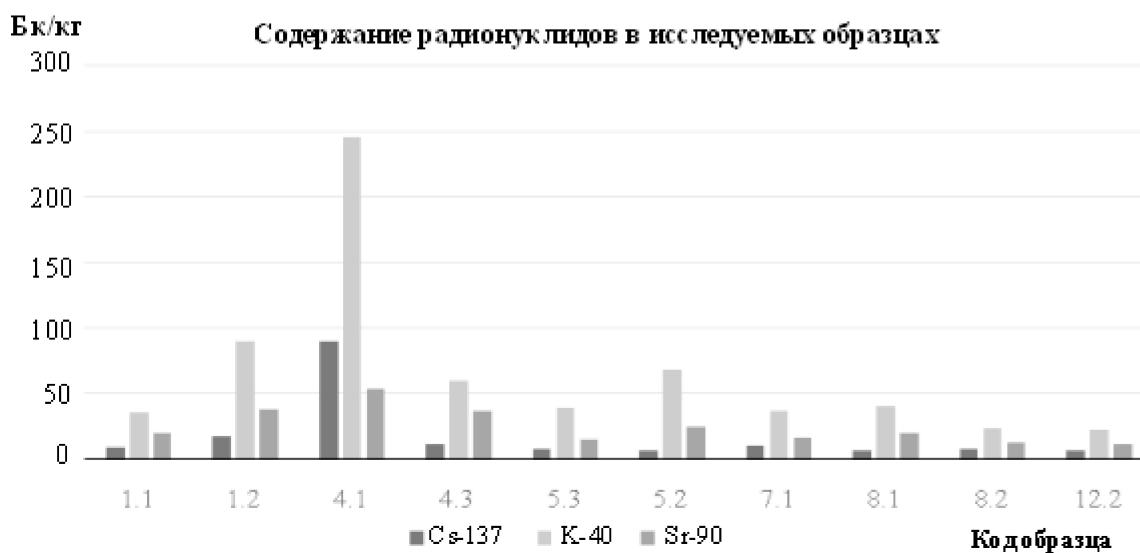
1.1	Эмульгатор Е471, влагоудерживающий агент Е450, регулятор кислотности Е451, полисахариды, глюкоза, эфирные масла и олеорезины натуральных пряностей, усилители вкуса и аромата (Е621, Е627, Е631)
1.2	Стабилизаторы (Е412, 415, 417), эмульгатор Е471, носитель (глюкоза), натуральный краситель Е120 (0,02%)
4.1	Животный белок, загустители (Е412, Е415), декстроза, усилитель вкуса и аромата (Е621), экстракты пряностей
4.3	Влагоудерживающий агент (Е325), регуляторы кислотности (Е262i, Е262ii), антиокислитель (Е316) - 2%, соль
5.3	Регулятор кислотности Е451i (23,6%), усилитель вкуса и аромата Е621 (27,0%), ароматизаторы (перец черный, чеснок), коптильный ароматизатор, антиокислитель Е316 (5,0%), чеснок, носители (глюкоза, Е551)
5.2	Регуляторы кислотности (Е 262i, Е 331), соль поваренная
7.1	Сухой сироп глюкозы, антиокислитель Е301, экстракт специй (можжевельник, перец, тмин, кориандр)
8.1	Регулятор кислотности Е 575 глюконо-дельта-лактон, сахароза, антиокислители: Е 300 аскорбиновая кислота L-, Е 301 аскорбат натрия
8.2	Декстроза, стабилизаторы: Е420ii пирофосфат натрия (43%), Е 450i дигидропирофосфат натрия (35%), усилитель вкуса и аромата Е621 глутамат натрия 1-замещенный (11%), специи, экстракты специй (кориандр, мускат, перец), антиокислители: Е 300 аскорбиновая кислота -L (3%), Е 316 изоаскорбат натрия (2%), агент антислеживающий Е 551 диоксид кремния аморфный (0,5%), растительное масло
12.2	Эмульгатор Е450i, регулятор кислотности Е451i, влагоудерживающий агент Е452i (40%), сахар (декстроза), усилитель вкуса и аромата (Е621) (6,5 %), антиокислитель (Е300) (4,5%), натуральные ароматизаторы (перец черный, мускатный орех), антислеживающий агент (Е551)

Результаты испытаний комплексных пищевых добавок представлены на рис. 1 и 2.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что содержание радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  в исследуемых образцах не превышает значения 100 Бк/кг, в то время как в 9 образцах содержание  $^{40}\text{K}$  существенно более высокое (770,4 Бк/кг, что на 860 % выше, чем в группе добавок, не содержащих растительные компоненты). Повышенное содержание радионуклидов  $^{40}\text{K}$  было в тех комплексных пищевых добавках, в состав которых входили вкусоароматические компоненты (специи и пряности).

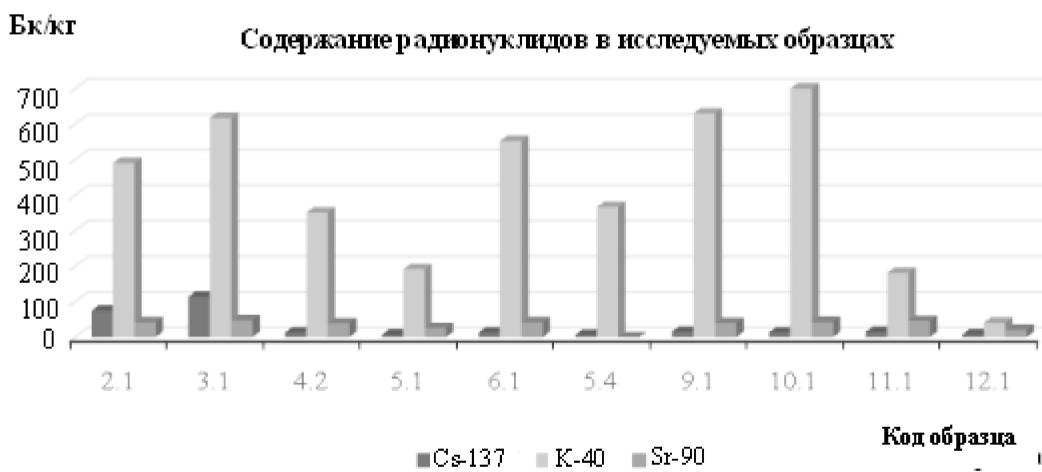
Значения удельной активности  $^{90}\text{Sr}$  для «сырых» проб комплексных пищевых добавок, полученные с помощью используемого метода, не являются удовлетворительными с точки зрения организации контроля, т.к. границы погрешности результатов измерений ( $P=0,95$ ) по данной методике составляют 20–50 % в диапазоне  $0,2\text{--}10^6$  Бк/кг. Время измерения должно

составлять 3 часа<sup>1</sup>. Для концентрированных проб погрешность результатов измерений по данной методике составляет ±20 %.



**Рис. 1.** Результаты измерений удельной активности радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{40}\text{K}$  в пищевых добавках, не содержащих растительные компоненты

**Fig. 1.** Results of determining the specific activity of radionuclides  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{40}\text{K}$  in food additives with no plant components



**Рис. 2.** Результаты измерений удельной активности радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{40}\text{K}$  в объектах исследования, содержащих растительные компоненты

**Fig. 2.** Results of determining the specific activity of radionuclides  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{40}\text{K}$  in items under study with plant components

<sup>1</sup> МВИ. МН 1181-2007. Методика выполнения измерений объемной и удельной активности  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{40}\text{K}$  на гамма-бета-спектрометре типа МКС-АТ 1315 в пищевых продуктах, питьевой воде, почве, сельскохозяйственном сырье и кормах, продукции лесного хозяйства, других объектах окружающей среды. – Минск: НПУП «Атомтех», 2007 г. – 33 с.

В нормативных документах Республики Беларусь, России, Германии, Польши содержание радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{40}\text{K}$  в комплексных пищевых добавках не нормируется.

Одним из документов, на который можно сослаться для установления нормативного значения содержания радионуклидов в комплексных пищевых добавках, является ГН 10-117-99. В соответствии с данным документом уровень содержания  $^{137}\text{Cs}$  можно установить как для продуктов, потребление которых составляет менее 5 кг/год на человека (специи, чай, мед и др.), т.е. в 10 раз более высокие содержания  $^{137}\text{Cs}$ , чем величины для прочих пищевых продуктов. Для  $^{137}\text{Cs}$  эта величина будет составлять 3700 Бк/кг. Значения для  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{40}\text{K}$  не регламентируются.

Согласно ТР ТС 021 содержание радионуклидов  $^{40}\text{K}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в колбасных изделиях не нормируется. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  не должно превышать 200 Бк/кг. При использовании комплексных пищевых добавок с растительными компонентами со значительным превышением удельной активности радионуклидов необходимо учитывать возможность возникновения повышенного риска в части безопасности выпускаемых колбасных изделий.

При рассмотрении данных рисков можно сделать предположение, что существенного влияния на безопасность выпускаемых колбасных изделий использование таких комплексных пищевых добавок не окажет, т.к. доля этих ингредиентов в рецептуре колбасных изделий не превышает 2 % на 100 кг несоленого сырья.

По мнению ряда авторов [11–15] радиоактивный элемент  $^{40}\text{K}$  накапливается в растениях, особенно в листьях и плодах, из-за неправильного применения калийных удобрений на стадии выращивания и подкормки. Естественные радионуклиды, к которым относится  $^{40}\text{K}$ , могут попадать в продукты питания в результате применения калийных и фосфорсодержащих минеральных удобрений (за счет высокого уровня содержания радионуклидов в фосфатных породах, являющихся исходным материалом для получения удобрений), радионуклиды  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  из-за произрастания на загрязненных радионуклидами землях.

В работе Рогачевского А. А. было выдвинуто предположение, что существует обратный характер зависимости между количеством в пробах сушеных грибов  $^{40}\text{K}$  и содержанием в них  $^{137}\text{Cs}$ , и установленная закономерность, очевидно, обусловлена схожими миграционными и накопительными свойствами этих элементов растениями, вытекающими из их атомного строения [14]. В данной работе для установления аналогичной закономерности были проанализированы комплексные пищевые добавки, содержащие растительные компоненты. Полученные результаты приведены в табл. 4.

**Табл. 4.** Содержание радионуклидов  $^{40}\text{K}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в комплексных пищевых добавках, содержащих растительные компоненты

**Table 4.** The content of radionuclides  $^{40}\text{K}$  and  $^{137}\text{Cs}$  in complex food additives with plant components

№ п/п.	Код пробы	Удельная активность $^{137}\text{Cs}$ , $A_m^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг	Удельная активность $^{40}\text{K}$ , $A_m^{40}\text{K}$ , Бк/кг	$A_m^{40}\text{K} / A_m^{137}\text{Cs}$
1	2	3	4	5
1	2.1	74,65	490,38	6,57
2	3.1	114,04	617,04	5,41
3	4.2	13,42	350,52	26,12
4	5.1	6,99	191,31	27,37
5	5.4	6,8	366,1	53,84
6	6.1	13,42	551,95	41,13
7	9.1	15,79	629,79	39,89

Продолжение Табл.4.

1	2	3	4	5
8	10.1	13,54	770,04	56,87
9	11.1	14,87	180,81	12,16
10	12.1	7,66	40,54	5,29

Анализируя полученные данные, не удалось установить обратный характер зависимости между количеством содержания  $^{40}\text{K}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в пробах комплексных пищевых добавок.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проделанной работы можно сделать следующие выводы:

- при организации контроля на мясоперерабатывающих предприятиях необходимо учитывать повышенные риски в части безопасности производимой продукции с использованием пищевых добавок с содержанием растительных компонентов, т.к. установлено, что содержание радионуклидов  $^{40}\text{K}$  в таких пищевых добавках на 860 % выше, чем в пищевых добавках не содержащих растительные компоненты;
- внесение комплексных пищевых добавок с содержанием растительных компонентов существенно не влияет на безопасность выпускаемых колбасных изделий по показателям радиационной безопасности;
- проведенные радиометрические исследования содержания  $^{90}\text{Sr}$  не являются информативными, для более точного исследования рекомендуется использовать радиохимический метод анализа с предварительной концентрацией пробы пищевых добавок;
- необходимо продолжать детальные исследования для установления взаимосвязи между содержанием  $^{40}\text{K}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в сырье растительного происхождения.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Израэль, Ю. А. Радиоактивное загрязнение природных сред в зоне аварии на Чернобыльской атомной электростанции / Ю. А. Израэль [и др.] // Метеорология и гидрология. – 1987. – № 2. – С. 5–18.
- 2 Израэль, Ю. А. Экологические последствия радиоактивного загрязнения природных сред в районе Чернобыльской АЭС / Ю. А. Израэль [и др.] // Атомная энергия. – 1988. – Т. 64, вып. 1. – С. 28–40.
- 3 Шевчук, В. Е. 20 лет после Чернобыльской катастрофы: последствия в Республике Беларусь и их преодоление: нац. докл. / Ком. по пробл. последствий катастрофы на ЧАЭС при Совете министров РБ; под ред. В. Е Шевчука, В. Л. Гурачевского. – Минск, 2006. – 112 с.
- 4 Конопля, Е. Ф. Экологические, медико-биологические и социально-экономические последствия катастрофы на ЧАЭС в Беларуси / МЧС, Ин-т радиобиол., АН Беларуси; под ред. Е. Ф. Конопли. – Минск, 1996. – 280 с.
- 5 Шевчук, В. Е. 15 лет после Чернобыльской катастрофы: последствия в Республике Беларусь и их преодоление: нац. докл. / Ком. по пробл. последствий катастрофы на ЧАЭС при Совете министров РБ; под ред. В. Е Шевчука, В. Л. Гурачевского. – Минск, 2001. – 118 с.
- 6 Бэкман, И. М. Радиохимия: курс лекций / И. М. Бэкман. – Москва: МГУ, 2006. – 123 с.
- 7 Израэль, Ю. А. Итоги ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в агропромышленном комплексе России / Р. М. Алексахин [и др.] // Радиоактивность после ядерных взрывов и аварий: тез. докл. Междунар. конф., Москва, 5–6 дек. 2005 г. /Ин-т глобального климата и экологии Росгидромета и РАН; редкол.: Ю. А. Израэль, С. В. Антипов. – Москва, 2005. – С. 6–7.
- 8 Наследие Чернобыля: Медицинские, экологические и социально-экономические последствия и рекомендации правительства Беларуси, России и Украины: материалы Чернобыльского форума 2003–2005 / ООН. – Женева, 2005. – 58 с.
- 9 Буравлен, Е. П. Миграция Cs-137 и Ce-144 в почвенном покрове зоны отселения Чернобыльской АЭС / Е. П. Буравлев // Агрохимия. – 1991. №6 – С. 70–73.
- 10 Богдевич, И. М. Земля Беларуси: справочное пособие / И. М. Богдевич [и др.]; под ред. Г. И. Кузнецова, Г. В. Дудко. – Минск: УП «Белницзем», 2002. – 12 с.
- 11 Фашук, Н. С. Радиоактивный изотоп калий-40 в продуктах растительного происхождения / Н. С. Фашук // Компьютерное проектирование и технология производства электронных систем: сборник материалов 50-й

- научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов (Минск, 24–28 марта 2014 г.). – Минск: БГУИР, 2014. – С. 130–131.
- 12 Бурлаенко, В. З. Оценка радиационного состояния компонентов природной среды юга Тюменской области. Дис. канд. биол. наук Бурлаенко В. З. – Тюмень, ТИУ, 2018. – 147 с.
- 13 Сергеев Е. И. Радиоактивные изотопы в продуктах питания. Медицина: образование и инновации [Электронные ресурсы] – режим доступа: [http://www.med-obr.info/med-organisation/publikatsii\\_prepodavateley/sergeev\\_e\\_i.php?clear\\_cache=Y&](http://www.med-obr.info/med-organisation/publikatsii_prepodavateley/sergeev_e_i.php?clear_cache=Y&). – Дата доступа: 24.02.2022.
- 14 Рогачевский А. А. Сравнительный анализ содержания калия-40 и цезия-137 в грибах некоторых регионов Беларуси /А. А. Рогачевский // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы (Агрономия): сборник научных трудов (Гродно, 23 октября 2019 года). – Гродно: ГГАУ, 2019. – Т. 45. С. 123–128. – режим доступа: <https://elib.ggau.by/handle/123456789/415> – Дата доступа: 20.11.2022.
- 15 Соколовская, С. Н. Содержание изотопов калия-40 в почвах различных видов / С. Н. Соколовская // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-практической конференции (Гродно, 2019 г.). – Гродно: ГГАУ, 2019. – С. 322–324.

*Поступила в редакцию 25.11.2022 г.*

**ОБ АВТОРАХ:**

**Ольга Александровна Гмырак**, аспирант, Белорусский государственный технологический университет, старший научный сотрудник ГУ «Белорусского института системного анализа и информационного обеспечения научно-технической сферы», e-mail: pola11222@rambler.ru.

**ABOUT AUTHORS:**

**Olga A. Gmyrak**, post-graduate student, Belarusian State Technological University, senior researcher of the State Organization «Belarusian Institute of System Analysis and Information Support for Scientific and Technical Sphere», e-mail: pola11222@rambler.ru.

УДК 637.1

## ТЕХНОЛОГИЯ СМЕТАНЫ С ВЫСОКОЙ ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТЬЮ НА ОСНОВЕ СЛИВОК И ПАХТЫ

*O. I. Купцова, Ю. Ю. Чеканова*

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

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Известны способы получения некоторых молочных продуктов, содержащих в своем составе пахту, которая является побочным продуктом производства сладкосливочного масла и характеризуется высокой пищевой ценностью. Однако не известны технологии производства сметаны с ее использованием, что определило цель исследования. Общая научная задача – оценить влияние пахты в составе сметаны на ее технологические и потребительские свойства.

**Материалы и методы.** Пахта, полученная способом сбивания сливок и методом преобразования высокожирных сливок. Сливочно-пахтовые смеси с м.д.ж. 15 %. Сметана с массовой долей жира 15 % на основе сливок, смеси сливок и пахты-сырья НСС, смеси сливок и ОБМ с количественным содержанием сырьевых компонентов пахты/ОБМ в составе смеси от 10 до 50 %. Сметана с массовой долей жира 10 и 20 % на основе сливок, смеси сливок и пахты-сырья НСС в составе смеси в количестве 10 и 40 %.

**Результаты.** Разработана технология сметаны с высокой пищевой и биологической ценностью, предусматривающая использование пахты, полученной от производства сладкосливочного масла, в составе смеси в количестве 40 %, что позволило получить продукт с ярко выраженным сливочным и кисломолочным вкусом и ароматом, однородной консистенцией, стабильным кислотообразованием и хорошей влагоудерживающей способностью в процессе хранения в течение 45-ти суток при (4±2) °C.

**Выводы.** Применение пахты-сырья в технологии сметаны позволило получить продукт с высокой пищевой и биологической ценностью и эффективно использовать вторичный сырьевый компонент при производстве высокожирной кисломолочной продукции. Разработаны ТНПА на пахту-сыре и сметану «На здоровье», которые рекомендуются к внедрению.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *пахта; сырьевой ресурс; сметана; сливочно-пахтовые смеси; пищевая и биологическая ценность.*

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Купцова, О. И. Технология сметаны с высокой пищевой и биологической ценностью на основе сливок и пахты / О. И. Купцова, Ю. Ю. Чеканова // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 2(33). – С. 56–70.

## TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF SOUR CREAM WITH HIGH NUTRITIONAL AND BIOLOGICAL VALUE ON THE BASIS OF CREAM AND BUTTERMILK MIXTURE

*O. I. Kuptsova, Yu. Yu. Chekanova*

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

### ABSTRACT

**Introduction.** Methods are available for manufacturing certain dairy products having buttermilk in their composition. Buttermilk is a by-product of the production of sweet cream butter that is characterized by high nutritional value. However, there is no information about the technologies for the production of sour cream with buttermilk. The general scientific task of the study is to assess the influence of buttermilk in sour cream on its technological and consumer properties.

**Materials and methods.** Buttermilk produced by churning cream and by changing high-fat cream. Cream and buttermilk mixtures with mass fraction of fat 15 %. Sour cream with mass fraction of fat 15 % on the basis of cream, mixture of cream and buttermilk produced by churning cream, mixture of cream and fat-free milk with quantitative content of raw materials of buttermilk/fat-free milk in the mixture ranging from

10 to 50 %. Sour cream with mass fraction of fat 10 and 20 % on the basis of cream, cream and buttermilk produced by churning cream in the mixture in the amount of 10 и 40 %.

**Results.** A new technology for the production of sour cream with high nutritional and biological value has been developed. Buttermilk left behind manufacturing sweet cream butter can be used in the mixture in the amount of 40 %, which made it possible to obtain the product with pronounced cream and fermented milk taste and aroma, homogeneous consistency, stable acid formation and good moisture-retaining capacity during storage for 45 days at (4±2) °C.

**Conclusions.** The use of buttermilk raw materials in the technology for the production of sour cream made it possible to obtain the product with high nutritional and biological value and make the best use of the secondary raw material ingredient in the production of high-fat fermented milk products. Technical regulatory acts developed for buttermilk raw materials and sour cream «For health» can be recommended for implementation in industry.

**KEY WORDS:** buttermilk; source of raw materials; sour cream; cream and buttermilk mixtures; nutritional and biological value.

**FOR CITATION:** Kuptsova, O. I. Technology for the production of sour cream with high nutritional and biological value on the basis of cream and buttermilk mixture / O. I. Kuptsova, Yu. Yu. Chekanova // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2022. – № 2(33). – P. 56–70 (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

Неотъемлемой частью здорового образа жизни человека является его полноценное питание за счет наличия в рационе продуктов, обогащенных различными натуральными функциональными компонентами с использованием высококачественного сырья.

В связи с этим можно выделить перспективный вторичный молочный сырьевой ресурс – пахту, получаемую при производстве сладкосливочного масла. Высокая значимость пахты обусловливается наличием незаменимых аминокислот, фосфолипидов, которые играют важную роль в нормализации жирового и холестеринового обмена, полиненасыщенных жирных кислот, характеризующихся противосклеротическими свойствами, водорастворимых витаминов группы В, в частности холина, обладающих высокими антиоксидантными свойствами, и минеральных веществ [1–5].

В настоящее время известны различные способы промышленной переработки пахты, в том числе использование при производстве свежих и ферментированных напитков, творога и творожных продуктов, сыра, мороженого<sup>1</sup>.

В Республике Беларусь на базе Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий проводились исследования, касающиеся влияния пахты на качественные показатели продукта кефирного, низколактозной кисломолочной продукции, также с пробиотическими свойствами [6–8]. Кроме того, белорусскими учеными изучено применение пахты при производстве мягких сыров и белковых продуктов [9, 10]. Российскими учеными изучаются особенности технологий свежих и ферментированных напитков, творога, биопродуктов с использованием в качестве сырьевого ресурса пахты-сырья, в том числе подвергнутой процессам сушки. Перспективным направлением является применение концентрированной пахты при получении кисломолочной продукции [11, 12]. Также известен способ производства продукта типа сметаны, предусматривающий нормализацию сливок концентратом пахты, полученным ультрафильтрацией [13]. Однако информации о научных исследованиях применения пахты-сырья в технологии сметаны в

---

<sup>1</sup> Храмцов, А. Г. Технология продуктов из вторичного молочного сырья / А. Г. Храмцов [и др.]; под ред. А. Г. Храмцова. – СПб.: ГИОРД, 2011. – 424 с.

отечественных и зарубежных источниках нет. Кроме того, согласно ТНПА<sup>1, 2</sup>, для получения сметаны в качестве основного сырья используют, как правило, сливки натуральные, а также возможно осуществление процесса нормализации обезжиренным молоком.

Таким образом, включение пахты-сырья в состав сливочной смеси при производстве сметаны может позволить не только расширить перечень сырьевых ресурсов, но и получить конкурентоспособный продукт с высокими показателями качества, повышенной пищевой и биологической ценностью, антиоксидантной активностью за счет ценных компонентов молочного жира пахты и природных антиокислителей. Наряду с этим возможно снижение себестоимости сметаны и производство продукта по традиционной технологии на существующем оборудовании без дополнительных инвестиций.

Цель работы – разработка технологии нового вида сметаны с высокой пищевой и биологической ценностью на основе сливочно-пахтовой смеси.

Общая научная задача – оценить влияние пахты в составе сметаны на ее технологические и потребительские свойства.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследований в работе выступали пахта, полученная способом сбивания сливок (пахта-сырец НСС) и методом преобразования высокожирных сливок (пахта-сырец ПВЖС), сливки натуральные жирностью 10–40 %, которые в дальнейшем применяли для составления сливочно-пахтовых смесей, и обезжиренное молоко (ОБМ); смеси с массовой долей жира (далее м.д.ж.) 15 % на основе сливок и смеси на основе сливок и пахты-сырец НСС; сметана с м.д.ж. 15 % на основе сливок, смеси сливок и пахты-сырец НСС, смеси сливок и ОБМ с количественным содержанием сырьевых компонентов пахты/ОБМ в составе смеси от 10 до 50 %; сметана с м.д.ж. 10 и 20 % на основе сливок, смеси сливок и пахты-сырец НСС в составе смеси в количестве 20 %.

В работе использовали бактериальные закваски (далее БЗ), которые представлены в табл.1.

При проведении работы пользовались стандартными, общепринятыми и специальными методами исследований. Массовую долю жира определяли по ГОСТ 5867-90, белка – по ГОСТ 25179-2014; сухих веществ – по ГОСТ 3626-73, лактозы – йодометрическим методом; активную и титруемую кислотность – по ГОСТ 3624-92; окислительно-восстановительный потенциал – потенциометрическим методом; антиоксидантную активность – по методу В. И. Прилуцкого [14]; поверхностное натяжение – сталагмометрическим методом; плотность – по ГОСТ 3625-84; массовую долю золы – методом сухой минерализации; массовую долю минеральных веществ (кальция, натрия, калия) – методом пламенной фотометрии; эффективную вязкость – с применением ротационного вискозиметра; органолептические показатели – сенсорным методом; влагоудерживающую способность – методом центрифугирования; общее количество молочнокислых микроорганизмов – по ГОСТ 33951-2016; полиненасыщенные жирные кислоты (далее ПНЖК) – по ГОСТ 31665-2012, ГОСТ 32915-2014; витамин С – ГОСТ 30627.2-98; витамин В<sub>1</sub> – МВИ. МН 2052-2004; витамин В<sub>2</sub> – ГОСТ EN 14152-2020; витамин В<sub>4</sub> – СТБ 2545-2019.

---

<sup>1</sup> О безопасности молока и молочной продукции: нормативный документ: ТР ТС 033/2013. – Введ. 01.05.14. – Минск: Евразийская экономическая комиссия: Госстандарт, 2013. – 92 с.

<sup>2</sup> Сметана. Общие технические условия: СТБ 1888-2016. – Введ. 01.07.17. – Минск: Госстандарт, 2017. – 12 с.

**Табл. 1.** Исследуемые бактериальные закваски**Table 1.** Bacterial starter cultures under study

Наименование БЗ	Состав БЗ	Производитель БЗ	Активность БЗ
<b>БЗ на основе мезофильной молочнокислой микрофлоры:</b>			
сухая концентрированная SM-B	Lactococcus lactis subsp. lactis, Lactococcus lactis subsp. cremoris, Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis	«MIR», Италия	3 Е.А на 300 л смеси
глубокозамороженная Cryofast M331R	Lactococcus lactis ssp. cremoris; Lactococcus lactis ssp. biovar. diacetylactis и Leuconostoc spp.	«SACCO», Италия	5 Е.А на 500 кг смеси
сухая концентрированная СМ-М	Lactococcus lactis subsp. lactis, Lactococcus lactis subsp. diacetylactis, Lactococcus lactis subsp. cremoris	РУП «Институт мясо-молочной промышленности», Республика Беларусь	1 Е.А на 100 кг смеси
<b>БЗ на основе мезофильно-термофильной молочнокислой микрофлоры:</b>			
глубокозамороженная F-DVS eXact XPL-50	Lactococcus lactis subsp. cremoris; Lactococcus lactis subsp. lactis without biovar. diacetylactis, Streptococcus thermophilus	Chr. Hansen A/S, Дания	500 Е.А на 5000 кг смеси
замороженная концентрированная СМ-МТв и сухая концентрированная СМ-МТв	Lactococcus lactis subsp. lactis, Lactococcus lactis subsp. cremoris, Lactococcus lactis subsp. diacetylactis, Streptococcus salivarius subsp. thermophilus	РУП «Институт мясо-молочной промышленности», Республика Беларусь	10 Е.А на 1000 кг смеси

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В зависимости от сырьевой зоны, условий кормления, содержания животных и других факторов меняется состав исходного молока, что может существенно отразиться не только на самом продукте – масле, а также, соответственно, и на пахте. В связи с этим на первом этапе работы представляло интерес исследовать компонентный состав, свойства и питательную ценность различных видов пахты, в том числе и другого молочного сырья, традиционно применяемого в технологии сметаны, сырьевой базы Республики Беларусь.

Компонентный состав и физико-химические свойства различных видов молочного сырья представлены в табл. 2.

Установлено (табл. 2.), что по таким показателям, как массовая доля сухих веществ, белка и лактозы, а также по плотности различные виды пахты имеют некоторые отличия по сравнению со сливками и обезжиренным молоком. Титруемая и активная кислотность исследуемых видов молочного сырья находятся практически на одинаковом уровне. Самым низким показателем поверхностного натяжения, который может косвенно свидетельствовать о содержании поверхностно-активных веществ, в том числе биологически ценных фосфолипидов, обладает пахта-сырец НСС по сравнению с другими видами молочного сырья. Стоит отметить более выраженные антиоксидантные свойства пахты-сырец НСС, окислительно-восстановительный потенциал которой составляет 18 мВ и по сравнению с другими видами молочного сырья более приближен к окислительно-восстановительному показателю организма человека ( $-100\ldots-200$ ) мВ [15], что может свидетельствовать о высоком наличии в пахте веществ, обладающих антиоксидантными свойствами. Кроме того, есть некоторые различия в минеральном составе, с учетом которого стоит выделить пахту-сырец НСС, характеризующуюся самым высоким содержанием кальция.

**Табл. 2.** Компонентный состав и физико-химические свойства различных видов молочного сырья

**Table 2.** Component composition and physical and chemical properties of various types of dairy raw materials

Показатель	Пахта-сырье		ОБМ	Сливки-сырье
	НСС	ПВЖС		
Массовая доля жира, %	0,5±0,2	0,4±0,1	0,1±0,05	38±2,0
Поверхностное натяжение Н/м (*10 <sup>-3</sup> )	28,7±2,0	38,2±2,0	47,3±1,0	51,5±5,0
Массовая доля сухих вещества, %	9,0±0,10	8,7±0,05	8,9±0,10	37,6±0,15
Массовая доля белка, %	3,2±0,10	3,1±0,20	3,2±0,20	1,9±0,15
Массовая доля лактозы, %	4,86±0,15	4,84±0,19	4,90±0,15	4,55±0,10
Кислотность:				
- титруемая, °Т	16,5±2,0	15,0±1,0	17,0±1,0	14,0±2,0
- активная, ед. pH	6,56±0,03	6,60±0,10	6,55±0,05	6,65±0,15
Массовая доля золы, %	0,57±0,13	0,49±0,13	0,7±0,12	0,55±0,12
Минеральные вещества, мг/100г:				
Кальций	128,8±1,37	103,25±1,37	120±1,48	115±1,35
Калий	74,8±1,25	72,1±1,34	146±1,28	124±1,35
Натрий	36,15±0,80	33,17±0,82	50±0,76	35±0,78
ОВПфакт, мВ	18±5	23±5	28±5	110±20
Антиоксидантная активность, мВ	248,4±5	241±5	239±5	121±20

Содержание биологически ценных компонентов в различных видах молочного сырья представлено в табл. 3.

**Табл. 3.** Содержание биологически ценных компонентов в различных видах молочного сырья

**Table 3.** Content of biologically valuable components in various types of dairy raw materials

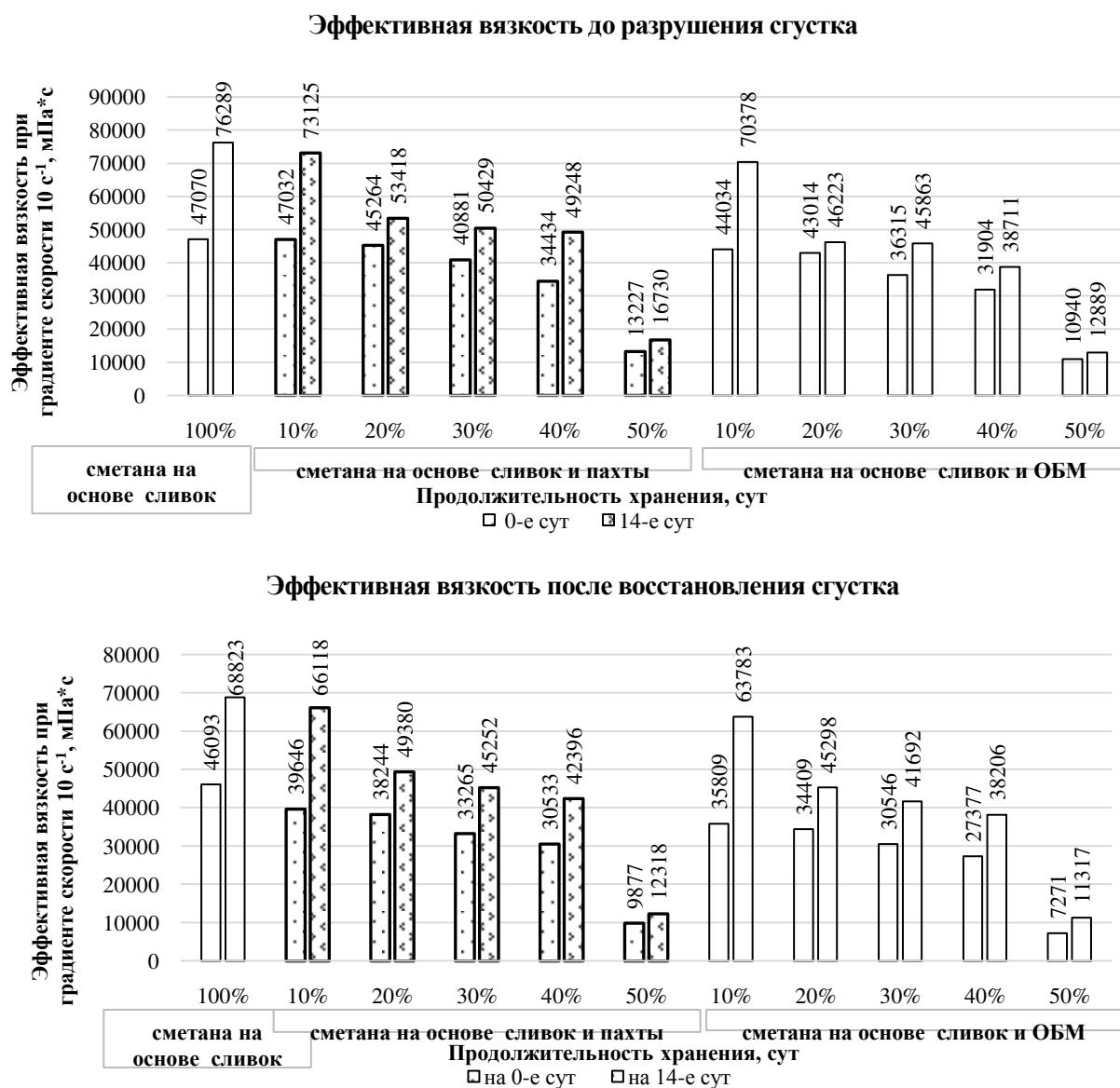
Показатель	Пахта		Сливки-сырье
	НСС	ПВЖС	
ПНЖК, мг/100г	0,012	0,009	1,100
Водорастворимые витамины, мг/100г			
С (аскорбиновая кислота), (±15 %)	2,700	2,300	0,300
В <sub>1</sub> (тиамин), (±21,5 %)	0,050	0,030	0,030
В <sub>2</sub> (рибофлавин), (±14,8 %)	0,470	0,440	0,170
В <sub>4</sub> (холин), (±26,3 %)	15,240	13,950	13,460

Согласно табл. 3. отмечена высокая питательная ценность различных видов пахты, однако по содержанию ПНЖК и водорастворимых витаминов пахта-сырье НСС превосходит пахту-сырье ПВЖС, что подтверждает необходимость и целесообразность применения пахты-сырья НСС, как сырьевого ресурса, в технологии сметаны с повышенной пищевой и биологической ценностью.

При производстве сметаны с высокими показателями качества помимо использования высококачественного молочного сырья, также важным является оптимальное количественное содержание сырьевых компонентов в составе сливочной смеси. Поэтому задачей второго этапа явилось определение оптимальных соотношений сырьевых компонентов в составе сливочной смеси в технологии сметаны.

Результаты органолептической оценки показали, что сметана с м.д.ж. 15 % на основе сливочно-пахтовых смесей характеризовалась «плотным» сливочным и выраженным кисломолочным вкусом и ароматом. По мере увеличения содержания пахты-сырья НСС в смеси наблюдалось усиление сливочного и кисломолочного вкуса и аромата, однако консистенция продукта становилась менее вязкой. При этом наиболее ярко выраженными

вкусовыми и ароматическими характеристиками обладали образцы сметаны на основе сливочно-пахтовой смеси с содержанием пахты-сырья НСС в количестве 20 % от массы смеси. Зависимость эффективной вязкости сметаны с м.д.ж. 15 % от количественного содержания сырьевых компонентов в составе сливочной смеси представлена на рис. 1.



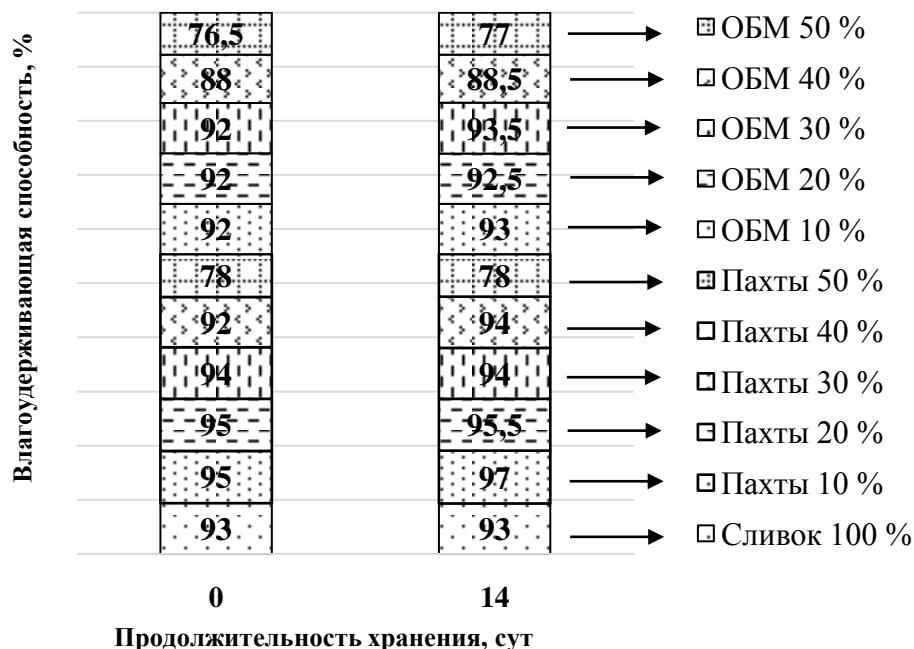
**Рис. 1.** Зависимость эффективной вязкости сметаны от количественного содержания сырьевых компонентов в составе сливочной смеси

**Fig. 1.** The dependence of the effective viscosity of sour cream on the quantitative content of raw materials in the composition of cream mixture

Анализируя представленные на рис. 1. данные установлено, что все исследуемые образцы сметаны с м.д.ж. 15 % характеризовались увеличением показателей эффективной вязкости в течение 14-ти суток при температуре ( $4\pm2$ ) °C, что связано с отвердеванием и кристаллизацией молочного жира, образованием новых жировых скоплений в процессе созревания и хранения продукта, а также с белками, которые, благодаря своей способности связывать влагу, также улучшают консистенцию сгустков. Отмечена хорошая восстановливающая способность всех

образцов, однако исходную структуру продукт не приобретал. С увеличением содержания пахты-сырья НСС в составе сливочной смеси наблюдалось снижение структурно-механических характеристик сметаны, причем ее использование в количестве 50 % от массы смеси способствовало формированию жидкой консистенции сгустков. Стоит отметить, что образцы на основе сливочно-пахтовой смеси, независимо от количественного соотношения сырьевых компонентов, характеризовались несколько менее вязкой консистенцией по сравнению со сметаной на основе натуральных сливок и более плотной относительно образцов на основе смеси сливок и ОБМ.

Зависимость влагоудерживающей способности сметаны с м.д.ж. 15 % от количественного содержания сырьевых компонентов в составе сливочной смеси представлена на рис. 2.



**Рис. 2.** Зависимость влагоудерживающей способности сметаны от количественного содержания сырьевых компонентов в составе сливочной смеси

**Fig. 2.** Dependence of sour cream water retention capacity on the quantitative content of raw materials in cream mixture

Согласно представленным на рис. 2. данным, отмечена тенденция улучшения влагоудерживающей способности всех исследуемых образцов сметаны на основе сырья разного компонентного состава в процессе хранения в течение 14-ти суток при температуре  $(4\pm2)$  °C, что связано с дальнейшим отвердеванием молочного жира и уплотнением структуры продукта. Установлено, что увеличение доли пахты-сырья НСС от 10 до 50 % в составе сливочной смеси способствовало снижению влагоудерживающей способности сгустков в среднем на 17,7 %. При этом самым высоким количеством выделившейся сыворотки в процессе центрифугирования характеризовались образцы с содержанием пахты-сырья НСС в составе сметаны в количестве 50 %. Тем не менее использование пахты-сырья НСС в количестве до 40 % от массы смеси позволило получить продукт с более высокой влагоудерживающей способностью по сравнению с образцами на основе натуральных сливок и смеси сливок и ОБМ с соответствующим содержанием сырьевых компонентов, что, возможно, связано с мелкодисперсностью жировых шариков пахты, основная масса которых не превышает размеры 1,0 мкм.

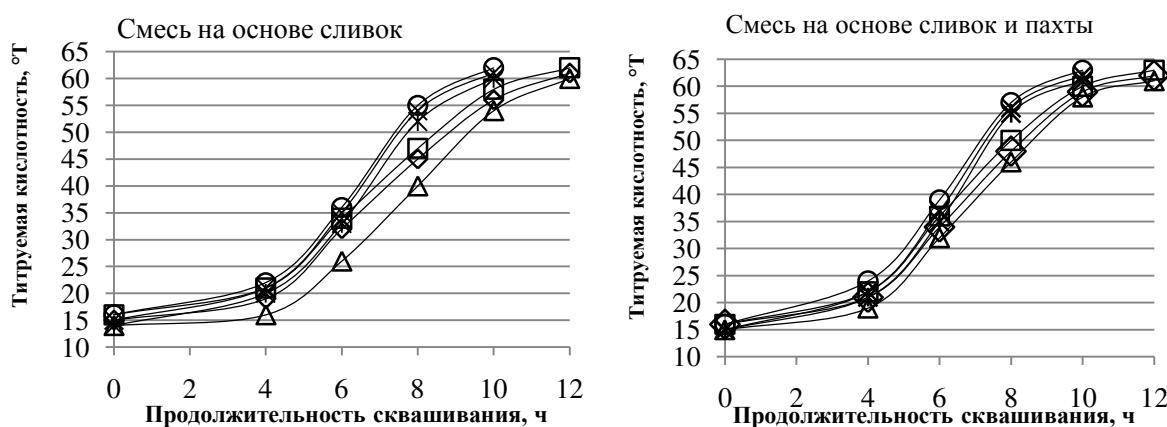
С учетом вышепредставленных исследований для получения сметаны выбраны

оптимальная доля использования пахты-сырья НСС в составе сливочной смеси, которая составила до 40 %, и наиболее рациональная – 20 % от массы сливочной смеси, что позволило получить продукт, не уступающий по показателям качества и потребительским характеристикам аналогичной сметане, выработанной на основе натуральных сливок.

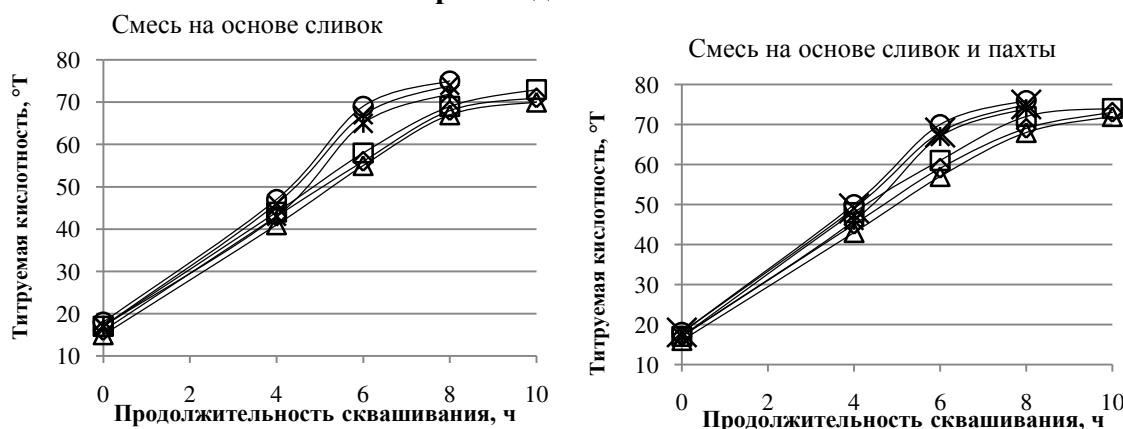
Известно, что к факторам, формирующими качество сметаны, относятся, в первую очередь, сырье, вид и состав бактериальных заквасок, а также технологические процессы производства. В связи с этим на третьем этапе исследований представляло интерес изучить молочнокислый процесс сливочно-пахтовых смесей с использованием различных БЗ прямого внесения и производственных.

Зависимость титруемой кислотности сливочно-пахтовых смесей с м.д.ж. 15 % от продолжительности сквашивания и микрофлоры БЗ прямого внесения и производственных БЗ представлена на рис. 3.

### БЗ Прямого внесения



### Производственные БЗ



БЗ на основе мезофильных культур: –◊– CM-M(сух.), –□– SM-B(сух.), –Δ– Cryofast (зам.).  
БЗ на основе мезофильно-термофильных культур: –х– CM-MT<sub>b</sub> (сух.), –→/←– CM-MT<sub>b</sub> (зам.),  
–○– F-DVS eXact XPL-50 (зам.)

**Рис. 3.** Зависимость титруемой кислотности сливочно-пахтовых смесей от продолжительности сквашивания и микрофлоры БЗ прямого внесения и производственных БЗ

**Fig. 3.** Dependence of titratable acidity of cream and buttermilk mixtures on souring time and microflora of bacterial starter cultures for direct inoculation and bulk ones

Анализируя данные, представленные на рис. 3, установлено, что образцы на основе сливок и пахты-сырья НСС не имели существенных отличий в ходе молочнокислого процесса по сравнению с образцами на основе натуральных сливок, при этом показатели титруемой кислотности сливочно-пахтовых смесей были выше в среднем на 1–3 °Т. Отмечен более интенсивный процесс структуро- и кислотообразования смесей БЗ производственными по сравнению с БЗ прямого внесения, что способствовало сокращению продолжительности ферментации на 2 ч с формированием плотного сгустка. Причем на конец процесса сквашивания показатели титруемой кислотности в исследуемых смесях БЗ производственными составили 70–74 °Т, что на 10 °Т выше относительно БЗ прямого внесения. Также выявлено, что, независимо от вида БЗ производственных или прямого внесения, при использовании мезофильно-термофильных молочнокислых микроорганизмов процесс сквашивания шел быстрее и закончился на 2 ч раньше по сравнению с образцами на основе мезофильных бактерий, что подтверждалось образованием сгустка и достижением титруемой кислотности в среднем на 2–3 °Т выше.

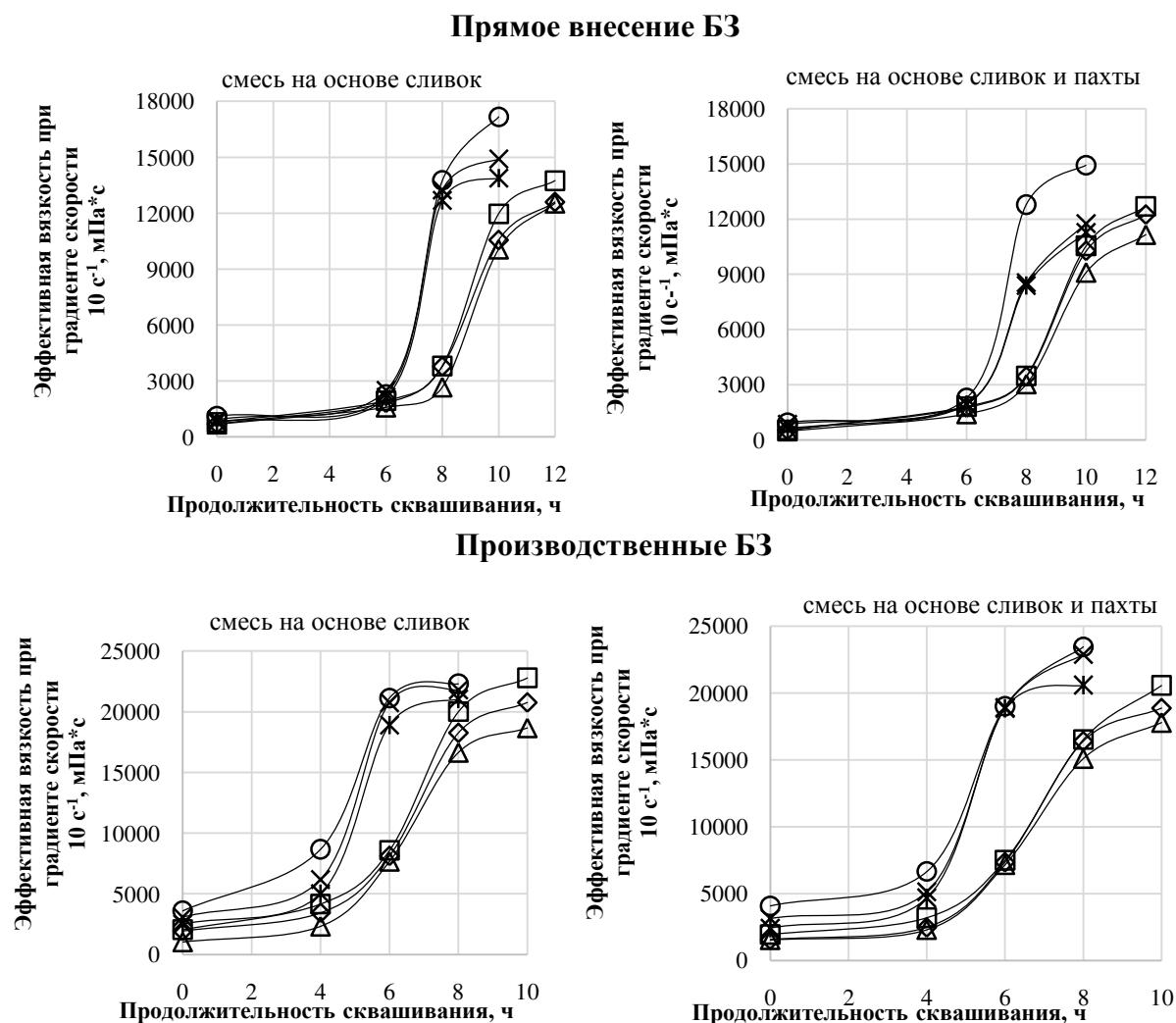
Зависимость эффективной вязкости сливочно-пахтовых смесей с м.д.ж. 15 % от продолжительности сквашивания и микрофлоры БЗ прямого внесения и производственных представлена на рис. 4.

Установлено (рис. 4), что процесс структурообразования образцов на основе сливок и пахты-сырья НСС шел несколько менее интенсивно в сравнении с образцами на основе натуральных сливок, при этом существенных отличий выявлено не было. Использование производственных БЗ способствовало стремительному увеличению показателей эффективной вязкости сливочно-пахтовых смесей с формированием, соответственно, более плотного сгустка по сравнению с образцами, для сквашивания которых применяли БЗ прямого внесения. Отмечено, что в смесях на основе мезофильных молочнокислых микроорганизмов процесс структурообразования шел равномерно первые 6 ч, а в образцах на основе мезофильно-термофильных бактерий – первые 10 ч, после чего наблюдался скачок, что может быть связано с массовой агрегацией казеиновых частиц, с последующим укреплением белковой сетки геля с помощью установления новых связей.

Кроме того, определено (рис. 3, 4), что процесс кислото- и структурообразования сливочно-пахтовых смесей с применением БЗ отечественного и импортного производства не имел существенных различий.

Применение пахты в составе сливочных смесей при производстве сметаны может по-разному отразиться на хранимоспособности готового продукта, что обусловлено биологически ценными компонентами молочного жира пахты. Поэтому задачей четвертого этапа явилось исследование влияния пахты-сырья НСС в составе сливочной смеси на качество сметаны в процессе хранения. Предполагаемый срок годности продукта в герметичной упаковке при температуре (4±2) °С составил 45 суток с учетом коэффициента резерва в 1,5 раза.

В ходе эксперимента установлено, что исследуемые свежевыработанные образцы сметаны с м.д.ж. 10 и 20 % на основе сливочно-пахтовых смесей обладали хорошими органолептическими и потребительскими свойствами и сохраняли свои первоначальные показатели до 20-ти суток хранения. При этом опытные образцы на основе сливок и пахты-сырья НСС (опыт 1, 2) характеризовались ярко выраженным сливочным и кисломолочным вкусом и ароматом, нежной, однородной, в меру вязкой консистенцией, в свою очередь, контрольные образцы на основе натуральных сливок (контроль) обладали преимущественно кисломолочным вкусом и ароматом. На 30-е сутки во всех исследуемых продуктах выявлено усиление кисломолочного вкуса и появление незначительного отделения сыворотки. На 45-е сутки хранения наблюдалось увеличение количества сыворотки на поверхности продукта, однако вкусовые и ароматические характеристики не изменились.



БЗ на основе мезофильных культур: —◊— CM-M (сух.), —□— SM-B (сух.), —Δ— Cryofast (зам.).  
БЗ на основе мезофильно-термофильных культур: —×— CM-MTB (сух.), —→— CM-MTB (зам.),  
—○— F-DVS eXact XPL-50 (зам.).

**Рис. 4.** Зависимость эффективной вязкости сливочно-пахтовых смесей от продолжительности сквашивания и микрофлоры БЗ прямого внесения и производственных БЗ

**Fig. 4.** Dependence of effective viscosity of cream and buttermilk mixtures on souring time and microflora of bacterial starter cultures for direct inoculation and bulk ones

Динамика изменения титруемой и активной кислотности, общего количества молочнокислых микроорганизмов сметаны с м.д.ж. 10 и 20 % на основе сливочно-пахтовых смесей в процессе хранения представлена в табл. 4.

Согласно табл. 4 установлено, что в течение 45-ти суток в исследуемых образцах показатели титруемой кислотности равномерно увеличивались, а активной – снижались. При этом на всем интервале хранения титруемая кислотность опытных и контрольных образцов находилась в пределах 57–82,5 °Т, не превышающих нормативных значений согласно ТНПА (60–100 °Т).

Выявлено (табл. 4), что в течение первых 5-ти суток хранения в стандартном температурном режиме ( $4\pm2$ ) °С, независимо от процентного соотношения сырьевых

компонентов сливочной смеси и жирности готовых продуктов, наблюдался прирост заквасочных микроорганизмов, причем в опытных образцах на основе сливок и пахты-сырья НСС их количество составило в среднем в 1,6 раза больше, чем в контрольных образцах сметаны на основе сливок. При дальнейшем хранении исследуемых образцов сметаны общее количество молочнокислых микроорганизмов снижалось и на 45-е сутки составило не менее  $10^7$  КОЕ/г, что не противоречит требованиям ТНПА.

**Табл. 4.** Динамика изменения физико-химических и микробиологических показателей сметаны на основе сливочно-пахтовых смесей в процессе хранения

**Table 4.** Dynamics of changes in physico-chemical and microbiological parameters of sour cream on the basis of cream and buttermilk mixtures during storage

Продолжительность хранения, сут	Сметана с м.д.ж. 10 %			Сметана с м.д.ж. 20 %		
	контроль	опыт 1	опыт 2	контроль	опыт 1	опыт 2
Титруемая кислотность, °Т ( $\pm 1-1,5$ ) / Активная кислотность, ед.рН ( $\pm 0,01-0,02$ )						
0	62/4,54	64/4,59	65/4,57	57/4,56	58/4,59	60/4,58
5	67/4,52	70/4,55	72/4,54	64/4,54	67/4,57	69/4,57
30	74/4,45	77/4,47	78/4,46	72/4,46	75/4,47	74/4,47
45	81/4,05	82/4,15	82,5/4,09	77/4,1	79/4,2	78/4,2
Общее количество молочнокислых микроорганизмов, $10^7$ КОЕ/г						
0	90,0	91,0	91,0	97,0	101,0	105,0
5	105,0	175,0	176,0	116,5	190,6	191,2
30	3,9,0	4,1	4,5	7,3,0	9,6	12,5
45	1,3,0	5,55	5,56	1,9	5,9	6,2

Определена биологическая ценность сметаны с м.д.ж. 15 % на основе сливочно-пахтовых смесей с учетом таких критериев, как содержание незаменимых аминокислот и отношение к белковому этанолу, что представлено в табл. 5.

**Табл. 5.** Аминокислотный состав сметаны на основе сливочно-пахтовых смесей

**Table 5.** Amino acid composition of sour cream on the basis of cream and buttermilk mixtures

Наименование аминокислоты	Эталонный белок, г/100г белка	Сметана на основе сливок		Сметана на основе сливок и пахты НСС 20 %	
		Содержание АК, г/100г белка	Аминокислотный скор, %	Содержание АК, г/100г белка	Аминокислотный скор, %
Валин	4	7,07	176,8	6,65	166,2
Изолейцин	3	6,36	211,9	5,62	187,4
Лейцин	6,1	9,75	159,8	9,10	149,2
Лизин	4,8	6,64	138,4	7,28	151,6
Метионин+цистеин	2,3	2,43	105,6	2,58	112,0
Треонин	2,5	4,54	181,4	4,58	183,1
Триптофан	0,66	1,43	216,5	2,45	371,8
Фенилаланин+тироzin	4,1	4,82	117,6	5,41	131,9
<b>Итого:</b>	<b>27,46</b>	<b>43,04</b>		<b>43,66</b>	

Установлено (табл. 5), что сметана на основе сливочно-пахтовых смесей по содержанию белковых составляющих превышает их количество в эталонном белке, что может свидетельствовать о биологической ценности такой сметаны. Причем использование пахты-

сырья НСС в составе сливочной смеси способствует получению продукта с более высоким суммарным количеством незаменимых аминокислот по сравнению с традиционной сметаной на основе сливок. Вместе с тем, анализируя результаты аминокислотного скора, выявлено (табл. 5), что сметана на основе сливок и пахты-сырья НСС, а также на основе натуральных сливок не содержат лимитирующих белковых составляющих и скор этих образцов полностью соответствует потребностям организма человека в незаменимых аминокислотах и требованиям ФАО/ВОЗ [16].

Изучена пищевая ценность сметаны с м.д.ж. 15 % на основе сливочно-пахтовых смесей, что представлено в табл. 6.

**Табл. 6.** Пищевая и биологическая ценность сметаны на основе сливочно-пахтовых смесей

**Table 6.** Nutritional and biological value of sour cream on the basis of cream and buttermilk mixtures

Исследуемые показатели	Сметана на основе сливок	Сметана на основе сливок и пахты
Калорийность, ккал/100г	158,2	156,2
Витамин В <sub>1</sub> , мг%	0,030	0,034
Витамин В <sub>2</sub> , мг%	0,10	0,17
Витамин С, мг%	0,4	0,9
Количество фосфолипидов, мг%	0,125	0,136

Согласно табл. 6, высокая пищевая ценность сметаны на основе сливок и пахты-сырья НСС обусловлена более низкой калорийностью в 100 г продукта, высоким содержанием водорастворимых витаминов и фосфолипидов по сравнению с традиционной сметаной на основе сливок.

Таким образом, проведенные исследования послужили основанием для разработки технологии производства нового вида сметаны с высокой пищевой и биологической ценностью на основе сливок и пахты, предусматривающей эффективное использование пахты-сырья в количестве до 40 % от массы сливочной смеси, что позволило расширить сырьевые ресурсы, не меняя традиционные технологии на существующем технологическом оборудовании без дополнительных инвестиций, кроме того, получить продукт с высокой пищевой и биологической ценностью и антиоксидантными свойствами за счет обогащения водорастворимыми витаминами, природными антиокислителями, незаменимыми аминокислотами, фосфолипидами и полиненасыщенными жирными кислотами. Кроме того, разработаны и утверждены технические условия ТУ BY 192762412.065-2022 на пахту-сырец, технические условия ТУ BY 192762412.066-2022 и технологическая инструкция ТИ BY 192762412.066-2022 на сметану «На здоровье». Технологическая схема производства сметаны «На здоровье» представлена на рис. 5.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучены компонентный состав, физико-химические показатели, а также пищевая ценность и антиоксидантная активность различных видов пахты, полученной при производстве масла способом сбивания сливок и методом преобразования высокожирных сливок, сырьевой базы Республики Беларусь и проведен ее сравнительный анализ с традиционным молочным сырьем в технологии сметаны – сливками и обезжиренным молоком. Получены новые данные, которые позволяют выделить пахту, полученную способом сбивания сливок, как молочный сырьевой ресурс с высокой биологической и антиоксидантной активностью. Разработаны и утверждены технические условия ТУ BY 192762412.065-2022 на пахту-сырец.

Разработаны рациональные технологические параметры производства сметаны на основе сливочно-пахтовых смесей и определены оптимальные соотношения сырьевых компонентов сливок и пахты, полученной при производстве масла способом сбивания. При этом рекомендуется в технологическом процессе производства сметаны вносить пахту в количестве до 40 %, а наиболее рациональным явилось содержание – 20 %, что позволит получить продукт, не уступающий по показателям качества и потребительским характеристикам аналогичной сметане, выработанной на основе натуральных сливок.

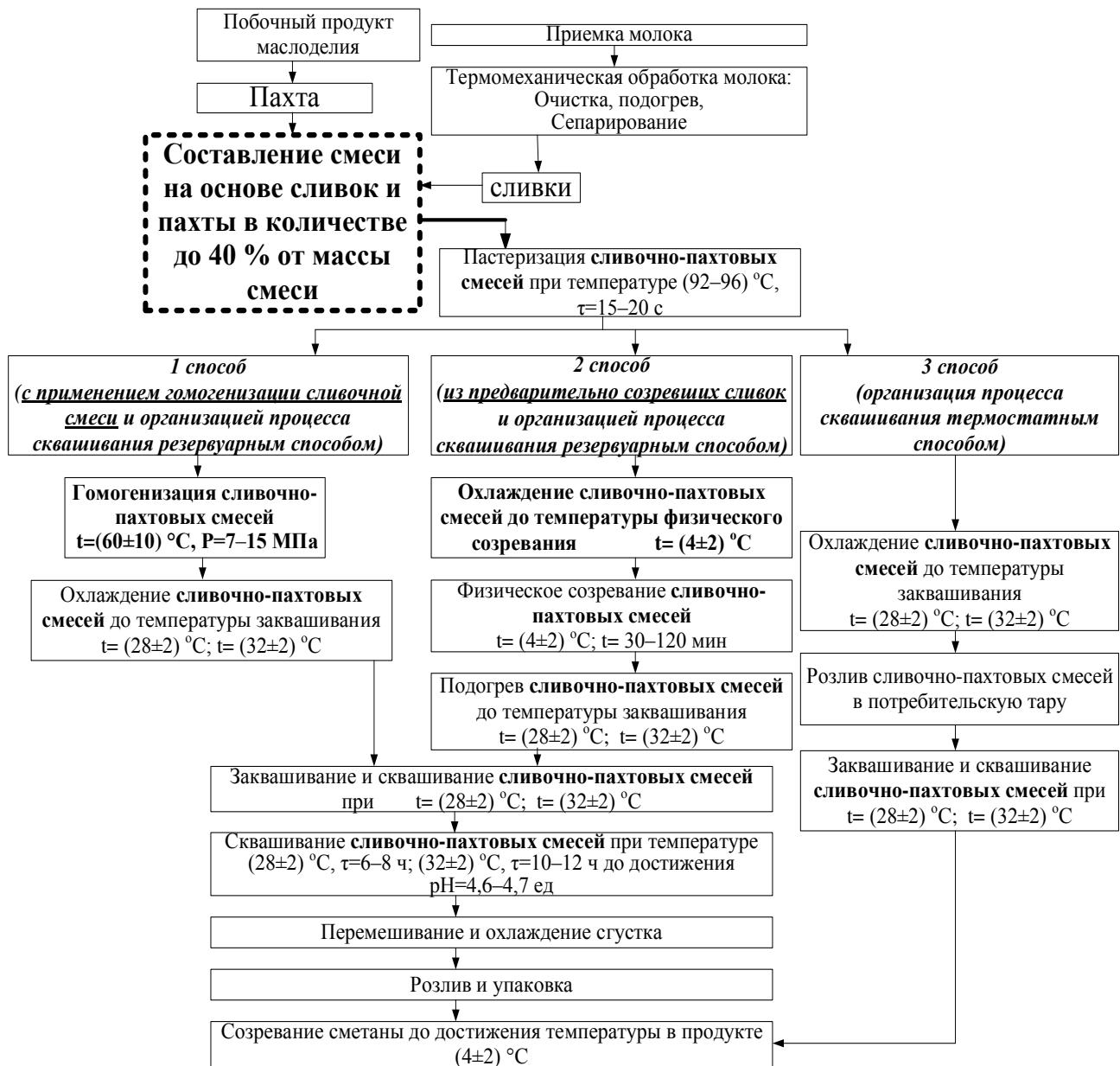


Рис. 5. Технологическая схема производства сметаны «На здоровье»

Fig. 5. Technological scheme for the production of sour cream «For health»

Проведены системные исследования параметров сквашивания сливочно-пахтовых смесей бактериальными заквасками прямого внесения и производственными отечественных и импортных производителей, позволяющие выявить различия в закономерностях данного

процесса в зависимости от способа внесения и состава заквасочной микрофлоры, при этом компонентный состав смесей существенно не повлиял на процесс кислото- и структурообразования. Полученные данные позволили решить актуальный вопрос импортозамещения бактериальных заквасок зарубежных компаний отечественными.

Исследованы микробиологические, физико-химические и органолептические показатели качества сметаны различной жирности на основе сливочно-пахтовых смесей в процессе хранения в стандартном режиме ( $4\pm2$ ) °C, позволяющие определить срок годности продукта, который составляет не более 30 суток, с учетом коэффициента резерва в 1,5 раза, при температуре ( $4\pm2$ ) °C.

Разработана технология нового вида сметаны с высокой пищевой и биологической ценностью на основе сливок и пахты. Разработаны и утверждены технические условия ТУ BY 192762412.066-2022 и технологическая инструкция ТИ BY 192762412.066-2022 на сметану «На здоровье».

Настоящая работа выполнена на кафедре технологии молока и молочных продуктов Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий в рамках государственной программы научных исследований «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность 9» по теме «Исследование фракционного состава молочного сырья и технологических особенностей его переработки для создания продуктов с повышенной биологической и пищевой ценностью, обеспечивающих сбалансированность рационов питания различных групп населения».

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Новокшанова, А. Л. Анализ аминокислотного состава обезжиренного молока и пахты для производства кисломолочного напитка при внесении гидролизата сывороточных белков / А. Л. Новокшанова, Е. В. Топникова, А. А. Абабкова // Вопросы питания. – 2019. – Т. 88. – № 3. – С. 90–96.
- 2 Васильевич, А. И. Аспекты выделения и использования фосфолипидов пахты / А. И. Васильевич, О. В. Дымар // Пищевая промышленность: Наука и технологии. – 2020. – № 2. – С. 69 – 77.
- 3 Абделлатиф, С. С. Пахта: один из источников молочных минорных компонентов / С. С. Абделлатиф, Н. А. Тихомирова // Пищевые ингредиенты России 2019: сб. науч. тр. / ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН; под ред. С. В. Юрьевич [и др.]. СПб., 2019. – С. 6–9.
- 4 Топникова, Е. В. Новый стандарт на пахту и продукты ее переработки / Е. В. Топникова, Н. В. Иванова, Н. Н. Онсовская // Научно-практические решения и вопросы технического регулирования производства молочной продукции: материалы Международной молочной недели, Углич, 9–18 июня 2017 г. / редкол.: Топникова Е.В. [и др.]. – Углич, 2017. – С. 32 – 34.
- 5 Bourlieu, C. Polar lipid composition of bioactive dairy co-products buttermilk and butterserum: Emphasis on sphingolipid and ceramide isoforms / C. Bourlieu, D. Cheillan, M. Blot // Food Chemistry. – 2018. – Vol. 240. – P. 67–74.
- 6 Шингарева, Т. И. Применение пахты для нормализации смеси при производстве продукта кефирного / Т. И. Шингарева [и др.] // Техника и технология пищевых производств: XIII Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 23–24 апр. 2020 г.: тез. докл. в 2 т. / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; ред.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2020. – Т. 1. – С. 312–313.
- 7 Шингарева, Т. И. Влияние пахты на молочнокислый процесс и показатели качества кисломолочной продукции с пробиотическими свойствами / Т. И. Шингарева // Вестник МГУП. – 2019. – № 2(27). – С. 3–12.
- 8 Шуляк, Т. Л. Создание кисломолочных напитков из пахты с пониженным содержанием лактозы / Т. Л. Шуляк, Н. Ф. Гуща, В. П. Тишкевич // Перспективи розвитку м'ясної, молочної та олієжирової галузей у контексті євроінтеграції: програма та матеріали четвертої міжнар. наук.-техн. конф., Київ, 24–25 березня 2015 р. / Національний університет харчових технологій. – Київ: НУХТ, 2015. – С. 90–91.
- 9 Дымар, О. В. Технология производства мягких сыров на основе пахты / О. В. Дымар, Е. В. Ефимова, С. И. Вырина // Переработка молока. – 2015. – № 3. – С. 44–47.
- 10 Ефимова, Е. В. Технологические особенности использования сухих микропартикулированных белков для производства белковых продуктов из пахты / Е. В. Ефимова [и др.] // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья: сборник научных трудов 2017, Минск / РУП «Институт мясо-молочной промышленности» – 2018. – № 12. – С. 77–85.

- 11 Боброва, А. В. Кисломолочные продукты на основе концентратов пахты и сыворотки / А. В. Боброва, Н. Г. Острецова // Молочная промышленность. – 2019. – № 5. – С. 54–55.
- 12 Острецова, Н. Г. Использование нанофильтрационных концентратов пахты и сыворотки для кисломолочных продуктов с повышенной массовой долей белка / Н. Г. Острецова, А. В. Боброва // Пищевые системы. – 2021. – Т.4. – № 2. – С. 134–143.
- 13 Способ производства кисломолочного продукта типа сметаны: пат. SU 608515 / Г. А. Ересько, С. П. Ткачук, Ф. А. Федин, В. В. Вознюк. – Опубл. 30.05.1978.
- 14 Прилуцкий, В. И. Оксидительно–восстановительный потенциал для характеристики противокислительной активности различных напитков и витаминных компонентов / В. И. Прилуцкий // Первый Международный симпозиум. Электрохимическая активация в медицине, сельском хозяйстве, промышленности. – Москва, 1997. – С. 120.
- 15 Чанчаева, Е. А. Современное представление об антиоксидантной системе человека / Е. А. Чанчаева, Р. И. Айзман, А. Д. Герасев // Экологическая физиология. – 2013. – № 7. – С. 50–58.
- 16 Dietary protein quality evaluation in human nutrition [Electronic resourct]: Report of an FAO Expert Consultation. – Rome: FAO, 2013 – Mpde of access: <http://www.fao.org/3/a-i3124e.pdf>. – Date of accstss: 25.07.2022.

*Поступила в редакцию 24.11.2022 г.*

**ОБ АВТОРАХ:**

**Купцова Ольга Ивановна**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии молока и молочных продуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий (БГУТ), e-mail: ol.skokowa@yandex.by

**Чеканова Юлия Юрьевна**, старший преподаватель кафедры технологии молока и молочных продуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий (БГУТ), e-mail: chekanow\_07@mail.ru

**ABOUT AUTHORS:**

**Olga I. Kuptsova**, PhD (Engineering), Associate Professor of the Department of Milk and Dairy Products, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: ol.skokowa@yandex.by.

**Yuliya Yu. Chekanova**, senior teacher of the Department of Milk and Dairy Products, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: chekanow\_07@mail.ru.

УДК 663.55

## ВЛИЯНИЕ ПРЯНОАРОМАТИЧЕСКОГО СЫРЬЯ НА КАЧЕСТВО АЛКОГОЛЬНОГО НАПИТКА ИЗ ЗЕРНОВОГО ДИСТИЛЛЯТА И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ЕГО ПРОИЗВОДСТВА

*C. V. Volkova, E. A. Цед*

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

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Совершенствование и разработка национальных напитков на основе зерновых дистиллятов с использованием пряноароматического сырья являются актуальным направлением современной алкогольной отрасли. Научная задача – оптимизация технологических режимов производства зернового дистиллята с использованием пряноароматического сырья и оценка его влияния на качество оригинального алкогольного напитка.

**Материалы и методы.** Зерновое сырье, пряноароматическое растительное сырье – тмин, укроп, анис, зерновое сусло, бражка, зерновые дистилляты. Дистилляты получали по способу фракционной перегонки с применением пивоваренного солода для осахаривания зерновых замесов без использования ферментных препаратов. Оценку качества дистиллятов проводили методом газовой хроматографии.

**Результаты.** Определено положительное влияние пряноароматического сырья на органолептические показатели оригинального алкогольного напитка на основе пшеничного дистиллята. Оптимизированы технологические параметры производства зерновых дистиллятов без использования ферментных препаратов. При одинаковых условиях затирания наилучшие технологические показатели у сусла из пшеницы. Крепость пшеничного дистиллята – 47 %, дистиллята из тритикале – 46 %, ржаного дистиллята – 45 %.

**Выводы.** Внесение ароматического растительного сырья при производстве зерновых дистиллятов возможно производить двумя вариантами: вместе с дрожжами в бродильную емкость и в брагоперегонный аппарат вместе с бражкой. Использование ароматического сырья независимо от стадии внесения позволяет получать дистилляты с высоким содержанием ароматических веществ.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *пшеница; рожь; тритикале; пивоваренный солод; дистиллят; анис; тмин; укроп.*

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Волкова, С. В. Влияние пряноароматического сырья на качество алкогольного напитка из зернового дистиллята и оптимизация технологических режимов его производства / С. В. Волкова, Е. А. Цед // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 2(33). – С. 71–80.

## INFLUENCE OF SPICYAROMATIC RAW MATERIALS ON THE QUALITY OF ALCOHOLIC BEVERAGE FROM GRAIN DISTILLATE AND OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL MODES OF ITS PRODUCTION

*S. V. Volkova, E. A. Tsed*

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

### ABSTRACT

**Introduction.** Improvement and development of national beverages based on grain distillates with the use of spicyaromatic raw materials are of utmost importance for the present-day alcohol industry. The scientific task of the study is to optimize the technological modes of grain distillate production using spicyaromatic raw materials and assess its influence on the quality of the original alcoholic beverage.

**Materials and methods.** Grain raw materials, spicyaromatic vegetable raw materials-cumin, dill, anise; grain wort; mash; grain distillates. Distillates were obtained by the method of fractional distillation using

brewer's malt for saccharification of grain mixes without the use of enzyme preparations. The quality of distillates was assessed by gas chromatography.

**Results.** The positive effect of spicyaromatic raw materials on the organoleptic characteristics of the original alcoholic beverage based on wheat distillate was revealed. Technological parameters for the production of grain distillates without the use of enzyme preparations were optimized. Under the same mashing conditions wheat wort was found to have the best technological parameters. Strength of wheat distillate is 47 %, of triticale distillate – 46 % and of rye distillate – 45 %.

**Conclusions.** The introduction of aromatic plant raw materials in the production of grain distillates can be produced in two ways: together with yeast in a fermentation tank and in a brew distiller together with brew. The use of aromatic raw materials, regardless of the stage of application, makes it possible to obtain distillates with a high content of aromatic substances.

**KEY WORDS:** *wheat; rye; triticale; brewer's malt; distillate; anise; cumin; dill.*

**FOR CITATION:** Volkova, S. V. Influence of spicyaromatic raw materials on the quality of alcoholic beverage from grain distillate and optimization of technological modes of its production / S. V. Volkova, E. A. Tsed // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2022. – № 2(33). – P. 71–80 (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

Ассортимент ликеро-водочных изделий Республики Беларусь достаточно широк: водка, водки особые, настойки, настойки горькие, ликеры крепкие, ликеры десертные и ликеры эмульсионные, джинсы, бальзамы, кремы, пунши и др. Но многие предприятия Беларуси, специализирующиеся на производстве крепких алкогольных напитков, хотели бы выйти на рынок с продукцией, которой нет у конкурентов.

Продукция на основе зерновых дистиллятов могла бы частично заменить водку на внутреннем рынке и стать перспективным экспортным направлением. Также это позволило бы создать свой определённый национальный бренд. В силу того, что технология производства напитков на основе зерновых дистиллятов представляет собой совокупность нескольких крупных технологических этапов (изготовление сусла и бражки, перегонка и выдержка дистиллятов, изготовление напитков на их основе), необходимо проведение научных исследований в этом направлении [1].

Предполагается, что использование зернового дистиллята в сочетании с пряноароматическим сырьем позволит получить новый, не имеющий аналогов на рынке алкогольной продукции, алкогольный напиток, обладающий высокими потребительскими характеристиками [2].

Исследования, посвященные производству алкогольных напитков с использованием дистиллятов из различных видов зернового сырья, актуальны и вызывают существенный интерес у ряда ученых постсоветского пространства [3–8]. Всё большее внимание уделяется исследованиям в области производства алкогольных напитков, содержащих натуральные вещества растительного происхождения. Пряности и травы улучшают органолептические показатели напитков, оказывают положительное влияние на физиологический и психологический настрой организма, повышают антиоксидантные свойства продукта [9–12].

Учитывая расширяющийся спектр сырья при производстве алкогольных напитков, необходимо особое внимание уделять исследованию научных закономерностей при использовании нетрадиционных видов сырья и добавок, особенностей протекания биохимических и технологических процессов при их переработке [13–16].

На сегодняшний день одним из перспективных направлений повышения пищевой ценности напитков является создание новых видов продукции, обогащенной различными ингредиентами, в том числе растительного происхождения.

Цель работы – разработка технологии оригинального алкогольного напитка на основе зернового дистиллята с внесением пряноароматического растительного сырья.

Научная задача – оптимизация технологических режимов производства зернового дистиллята с использованием пряноароматического сырья и оценка его влияния на качество оригинального алкогольного напитка.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе применялись методы исследований общепринятые в технохимическом контроле спиртового и ликеро-водочного производства: определение качественных показателей зерна и солода – влажность (ГОСТ 13586.5-93); кислотность (ГОСТ 10844-74); содержание крахмала (ГОСТ 31683-2012); содержание редуцирующих сахаров (ГОСТ 29177-91); определение качественных показателей сусла – содержание сухих веществ (ГОСТ 33881-2016); титруемая кислотность; активная кислотность ( $pH$ ); содержание сбраживаемых углеводов; содержание аминного азота [17]; определение качественных показателей бражки – содержание видимых сухих веществ; содержание действительных сухих веществ; титруемая кислотность; содержание несброженных углеводов; содержание этилового спирта [17]; определение качественных показателей дистиллята – содержание этилового спирта (ГОСТ 3639-79); содержание примесей (ГОСТ 30536-2013); определение качественных показателей ароматического сырья – определение дубильных веществ (ГОСТ 24027.2-80); определение эфирных масел (ОФС.1.5.3.0010.15).

Определение содержания высших спиртов, метилового спирта, альдегидов, эфиров в дистиллятах проводили газохроматографическим методом по ГОСТ Р 52363 на газовом хроматографе «Agilent 6890» (Agilent Technologies, США).

Для приготовления сбраживаемого сусла из зернового сырья применяли оптимизированную периодическую шотландскую технологию с использованием сущеного солода и низких температур заторения зернового сырья. Для сбраживания осахаренного сусла использовали дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*. Длительность стадии брожения составляла 72 часа. Перегонку бражки и дистиллята осуществляли на дистилляционном аппарате.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Определены основные технологические характеристики зерновых культур, которые будут использованы для производства зернового дистиллята. Результаты исследований представлены в табл. 1.

**Табл. 1.** Технологические характеристики зерновых культур

**Table 1.** Technological characteristics of grain crops

Показатели	Образец			
	Тритикале	Пшеница	Рожь	Солод сухой пивоваренный
Влажность, %	12,60	12,90	13,10	4,60
Содержание крахмала, %	53,50	58,45	51,40	59,30
Содержание аминного азота, мг/100 см <sup>3</sup>	2,74	1,63	2,52	22,40
Редуцирующие сахара, г/100 см <sup>3</sup>	0,69	0,51	1,93	4,53
Титруемая кислотность, град	1,50	1,87	1,54	0,97

Как следует из данных табл. 1, значения влажности находились в пределах допустимых для данных зерновых культур нормативных показателей. Содержание крахмала было в пределах средних значений для культур, перерабатываемых в спиртовом производстве.

Немаловажное значение для производства этанола имеет характеристика сырья и по содержанию аминного азота. Эти вещества по количеству среди сухих веществ занимают второе место после крахмала и как источники питания для дрожжей и напрямую обеспечивают интенсификацию технологического процесса брожения сусла, повышение выхода и качества спирта.

Титруемая кислотность характеризует степень протекания химических и биохимических процессов, происходящих в зерновых культурах при их хранении. Исследуемые зерновые культуры характеризовались невысокой титруемой кислотностью.

Наибольшее содержание редуцирующих сахаров было обнаружено в сухом пивоваренном ячмене. Из несоложенных культур повышенное количество сахаров было отмечено у ржи.

Таким образом, технологические показатели представленного зернового сырья соответствуют требованиям, предъявляемым к зерну для производства спирта и, следовательно, пригодны для получения зерновых дистиллятов.

В качестве ароматического сырья, которое было использовано в производстве дистиллятов, использовали тмин, укроп и анис. Выбор данного сырья обусловлен тем, что с технологической точки зрения особый интерес представляют такие вещества данного сырья, как эфирные масла и дубильные вещества. Эфирные масла представляют собой сложные смеси терпеновых спиртов и фенолов, альдегидов, кетонов, терпеновых углеводородов, сложных эфиров алифатических кислот и др. соединений. Например, эфирное масло укропа повышает аппетит и положительно влияет на функцию поджелудочной железы; масло аниса – обладает отхаркивающим эффектом; масло тмина – улучшает пищеварение. Эфирные масла в сочетании с дубильными веществами обеспечивают синергический (взаимоусиливающий) эффект, т.е. физиологическая активность совокупности компонентов превышает суммарную активность каждого из них в отдельности и обеспечивает вкусовые характеристики напитка [12]. Содержание наиболее значимых веществ для производства оригинальных напитков представлено в табл. 2.

**Табл. 2.** Физико – химические показатели ароматического растительного сырья

**Table 2.** Psychochemical parameters of aromatic plant raw materials

Показатели	Образец		
	Тмин	Укроп	Анис
Сухие вещества, %	90,13	92,30	90,46
Влажность, %	10,5	10,0	10,2
Эфирные масла, %	5,0	3,5	7,5
Дубильные вещества	6,6	3,8	4,2

Как свидетельствуют полученные экспериментальные данные, представленное сырьё обладает необходимыми показателями качества для использования его в производстве алкогольных напитков. Эфирных масел больше всего содержится в анисе и меньше в укропе. Дубильных веществ – в тмине, в укропе и анисе содержится приблизительно одинаковое количество данных веществ.

После определения соответствующих качественных показателей исходного сырья необходимо было получить зерновые дистилляты. С этой целью несоложенные зерновые культуры предварительно очищали от пыли, земли, камней, металлических и других примесей и измельчали на измельчителе зерна (зернодробилке). Для улучшения глубины протекания процесса водно-тепловой обработки и осахаривания, а также обеспечения стабильного выхода конечного продукта применяли тонкий помол зерна. Повышение степени измельчения зерна достигали путем подбора сит и степенью нагрузки на рабочие

органы измельчителя.

Для переработки в качестве осахаривающего средства взамен ферментных препаратов использовали солод пивоваренный ячменный. Сухой солод также предварительно измельчали.

Приготовление замеса и осахаривание производили следующим образом. Предварительно в емкость заливали горячую воду температурой 50–60 °С и тонкой струйкой при постоянном перемешивании подавали измельченное зерно. Затем в полученный зерновой замес доливали горячую воду с таким расчетом, чтобы температура замеса достигла 70–75 °С. Временная выдержка при данной температуре составляла от 1,5 до 3,0 ч. Соотношение сырья и воды в замесе колебалось в пределах 1:3,5–1:4,5.

Затем полученный зерновой замес охлаждали до температуры 63–65 °С, вносили измельченный сухой пивоваренный солод и проводили осахаривание с периодическим перемешиванием. Окончание процесса осахаривания определяли по йодной пробе. Осахаренную массу (сусло) охлаждали до температуры (30±3) °С. В полученных образцах сусла определяли показатели качества, которые представлены табл. 3.

**Таб. 3.** Показатели качества осахаренного сусла

**Table 3.** Indicators of the quality of the saccharified wort

Показатели	Образец		
	Тритикале	Пшеница	Рожь
Сухие вещества, %:	14,6	14,8	14,0
Кислотность, град	0,39	0,36	0,36
Растворимые сбраживаемые углеводы, г/100 см <sup>3</sup>	13,2	13,6	12,7
Аминный азот, мг/100 см <sup>3</sup>	14,4	16,6	17,9

Как видно из представленных в табл. 3 данных, наибольшее содержание сухих веществ наблюдалось в пшеничном сусле – 14,8 %, ржаное сусло имело самое низкое значение – 14,0 %. Полученные значения содержания сухих веществ находились в пределах допустимых норм для сусла, получаемого для производства виски, а это значит, что данные образцы сусла пригодны и для производства дистиллятов.

Значения кислотности у всех образцов сусла находились практически на одинаковом уровне, свойственном для зернового осахаренного сусла.

Сбраживаемых углеводов накопилось в большем количестве в сусле из пшеницы – 13,6 г/100 см<sup>3</sup>, наименьшее содержание данных веществ было в ржаном сусле – 12,7 мг/100 см<sup>3</sup>, что может быть связано с более низким содержанием сухих веществ в сусле из данной зерновой культуры. Самое высокое значение аминного азота было в сусле из ржи – 17,9 мг/100 см<sup>3</sup>, самое низкое в сусле из тритикале – 14,4 мг/100 см<sup>3</sup>, что связано с особенностями химического состава зерна ржи.

Таким образом, при одинаковых условиях заторования химические показатели сусла были несколько выше в сусле из пшеницы.

В охлажденное сусло при перемешивании вносили подготовленную дрожжевую разводку спиртовых дрожжей рода *Saccharomyces cerevisiae*. Разводку дрожжей готовили следующим образом: расчетное количество сухих дрожжей предварительно растворяли в питьевой воде температурой (35±3) °С с добавлением охлажденного осахаренного сусла с температурой (35±3) °С. Разводку медленно перемешивали до равномерного распределения дрожжей и получения однородной среды и оставляли на 15–30 минут для разбраживания. Периодически осуществляли перемешивание в течение 5–10 минут. Появление на поверхности разводки

пены свидетельствовало об окончании процесса разбраживания и готовности дрожжевой разводки. Продолжительность брожения сусла составляла 72 ч. Качественные характеристики различных образцов бражек представлены в табл. 4.

**Табл. 4.** Качественные характеристики различных образцов бражек

**Table 4.** Qualitative characteristics of various samples of brews

Показатели	Образец		
	Тритикале	Пшеница	Рожь
Сухие видимые вещества, %	1,8	1,5	2,6
Сухие истинные вещества, %	1,2	0,8	1,8
Кислотность, град	0,59	0,56	0,79
Растворимые несброженные углеводы, г/100 см <sup>3</sup>	0,18	0,16	0,23
Концентрация спирта, % масс.	7,0	7,3	6,8

Анализ показателей бражки, представленных в табл. 4, показал, что наибольший отборд имела бражка из ржи – 1,8 %, наименьший из пшеницы – 0,8 %.

Самая высокая кислотность была в бражке из ржи – 0,79 град, самое низкое значение – в бражке из пшеницы – 0,56 град.

Наибольшее содержание растворимых несброженных углеводов наблюдалось в бражке из ржи – 0,23 мг/100 см<sup>3</sup>, наименьшее – из пшеницы – 0,16 мг/100 см<sup>3</sup>.

Наибольшее накопление спирта было обнаружено в бражке из пшеницы – 7,3 % об., наименьшее – в бражке из ржи – 6,8 % об. Отличие значений связано с различным химическим составом сусла и исходным содержанием сухих веществ.

При анализе показателей образцов бражек из сусла, полученного из различных зерновых культур, установили, что сусло из пшеницы, осахаренное пивоваренным солодом, имело более низкие значения недоброда и содержания растворимых углеводов. В образцах из пшеницы наблюдалось более высокое накопление спирта в сравнении с образцами из тритикале и ржи, что связано с более высоким содержанием крахмала в данной зерновой культуре.

Перегонку бражки и дистиллята осуществляли на дистилляционном аппарате. Процесс перегонки бражки с получением «дистиллята-сырца» повторяли 3–4 раза. Полученный «дистиллят-сырец» 3–4-х перегонок объединяли и направляли на вторую перегонку. Дистиллят крепостью 35–42 % предварительно разбавляли питьевой водой в соотношении 1:1 до крепости 18–22 % и заливали в перегонный куб аппарата. Процесс дистилляции «дистиллята-сырца» осуществляли с помощью фракционной перегонки. Температура процесса фракционной перегонки находилась в пределах 78–93 °C.

Отбор фракций дистиллята осуществляли в три этапа: первая фракция – дистиллят крепостью 60–65 %; вторая фракция – напиток крепостью 40–50 %; третья фракция – дистиллят крепостью менее 25 %. Сбор всех фракций осуществляли раздельно.

Первую фракцию не использовали для приготовления напитка, так как она содержала большое количество эфиров и альдегидов, имела резкий запах и жгучий вкус.

Получаемую при второй перегонке вторую фракцию – напиток оригинальный алкогольный крепостью 40–50 % – собирали в промежуточную технологическую емкость. С помощью спиртомера замеряли его крепость и определяли качественные характеристики (табл. 5).

**Табл. 5.** Качественные характеристики дистиллятов**Table 5.** Qualitative characteristics of distillates

Показатель	Образец		
	Тритикале	Пшеница	Ржь
Крепость, % об.	46	47	45
Примеси, мг/дм <sup>3</sup>			
Ацетальдегид	21,201	15,226	22,430
Этилацетат	22,146	52,175	39,531
Метанол	0,0084	0,0032	0,0018
Пропионол-1	88,831	233,27	146,23
Сивушные масла	713,295	2024,092	1015,754
Изобутанол	315,79	1027,9	451,46
Бутанол-1	1,275	1,662	2,494
Изоамилол	396,23	994,53	561,80

Третью фракцию собирали и хранили в герметически закрывающейся емкости до момента перегонки следующей партии бражки.

Согласно табл. 5, наибольшая крепость была в дистилляте, полученном из бражки пшеницы – 47 % об., наименьшая – из ржаной бражки – 45 % об.

Наиболее высокое содержание ацетальдегида накопилось в ржаном дистилляте – 22,430 мг/дм<sup>3</sup>, наименьшее – в дистилляте из пшеницы – 15,226 мг/дм<sup>3</sup>.

Содержание метанола было самое высокое в дистилляте из тритикале – 0,0084 мг/дм<sup>3</sup>, самое низкое – в дистилляте из ржи – 0,0018 мг/дм<sup>3</sup>.

Содержание сивушных масел – наибольшее в пшеничном дистилляте – 2024,092 мг/дм<sup>3</sup>, наименьшее – в тритикалевом – 713,295 мг/дм<sup>3</sup>. Отличия в количественном составе примесей дистиллятов связаны с химическим составом бражки и затираемого сырья. Содержание сопутствующих спирту примесей соответствует требованиям ГОСТ 33723-2016, предъявляемым к дистиллятам.

Для производства напитка с использованием зернового дистиллята использовали плоды тмина, аниса и укропа и бражку из пшеницы, обладающую наилучшими технологическими характеристиками.

Закладку ароматического растительного сырья производили по двум вариантам:

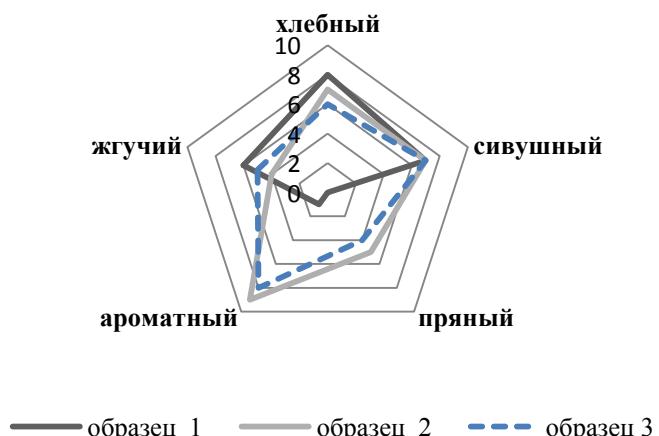
- 1) Закладка вместе с дрожжами в бродильную емкость.
- 2) Закладка в брагоперегонный аппарат вместе с бражкой.

Первую закладку производили следующим способом: осахаренное и охлаждённое до температуры 35 °C сусло отливали в отдельную емкость, вносили дрожжи и после начала брожения (через 24 ч) вносили пряноароматическое сырье.

По второму способу закладку пряноароматического сырья осуществляли непосредственно в аппарат при загрузке бражки.

Перегонка бражки и получение дистиллятов производилось следующим образом: в подготовленный аппарат загружалась бражка без добавок – контрольный образец. Второй образец – это бражка с добавлением пряноароматического сырья на стадии брожения. Третий образец – бражка с добавлением навески пряноароматического сырья непосредственно в аппарат.

Таким образом, были получены 3 образца оригинальных напитков: контрольный, без добавления пряно-ароматического сырья; с добавлением пряно-ароматического сырья на стадии брожения; с добавлением навески пряно-ароматического сырья непосредственно в аппарат. Данные образцы были переданы на дегустационную оценку (рис. 1).



**Рис. 1.** Органолептические показатели оригинальных напитков на основе пшеничных дистиллятов

**Fig. 1.** Organoleptic characteristics of original drinks based on wheat distillates

Как показали результаты, представленные на рис. 1, внесение ароматического сырья независимо от технологической стадии позволяет получать дистилляты с более высоким содержанием ароматических веществ. Причем в образце с внесением ароматического сырья на стадии сбраживания ощущались приятные тона ароматного масла аниса и тмина со слегка сладковатым послевкусием. В образце с внесением ароматического сырья перед перегонкой ощущались более тонкие ароматы пряностей, во вкусе присутствовали мягкие хлебные тона.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследованы показатели качества тритикале, пшеницы, ржи и пивоваренного солода. Установлено, что качественные показатели зернового сырья удовлетворяют требованиям, предъявляемым для производства спирта и, следовательно, пригодны для получения зерновых дистиллятов. Исследованы качественные показатели ароматического сырья для производства оригинальных алкогольных напитков. Укроп, анис и тмин содержат эфирные масла и дубильные вещества, необходимые для формирования вкусовых свойств алкогольных напитков. Оптимизированы технологические параметры получения дистиллятов из зернового сырья. Особенностью производства данных дистиллятов является применение пивоваренного солода для осахаривания зерновых замесов без использования ферментных препаратов и использование низких температур заторания зернового сырья.

Дистилляты получали по способу фракционной перегонки. Наибольшая крепость была в дистилляте, полученном из бражки пшеницы – 47 % об., наименьшая – из ржаной бражки – 45 % об. Хроматографический анализ содержания летучих примесей показал отличия в количественном составе примесей дистиллятов. Наилучшими показателями качества характеризовался пшеничный дистиллят. Для получения нового оригинального алкогольного напитка на основе зерновых дистиллятов рекомендовано внесение пряноароматического сырья как на стадии сбраживания, так и в зрелую бражку перед перегонкой.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Волкова, С. В. Разработка крепких алкогольных напитков с использованием настоев из различных видов растительного сырья / С. В. Волкова, А. И. Мигалкин, Э. В. Дитрих // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов XII Международной науч.-техн. конференции, 18–19 апреля 2021 г., Могилев / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП, 2021. – С. 34.

- 2 Волкова, С. В. Изучение возможности использования зерновых дистиллятов в производстве настоев из

- растительного сырья / С. В. Волкова, Э. В. Дитрих, А. И. Мигалкин // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов XII Международной науч.-техн. конференции, 22–23 апреля 2021 г., Могилев / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП, 2021. – С. 35.
- 3 Оганесянц, Л. А. Технико-экономическое обоснование выбора сырья для производства зерновых дистиллятов / Л. А. Оганесянц [и др.] // Пиво и напитки. – 2014. – № 2. – С. 10–12.
- 4 Абрамова, И. М. Исследование летучих примесей в спиртных напитках, изготовленных из выдержаных зерновых дистиллятов / И. М. Абрамова [и др.] // Пищевая промышленность. – 2018. – № 7. – С. 74–76.
- 5 Песчанская, В. А. Влияние длительности нагрева сбраженного сусла на выход и качественные характеристики зерновых дистиллятов / В. А. Песчанская, Л. Н. Крикунова, Е. В. Дубинина // Пиво и напитки. – 2016. – № 3. – С. 36–39.
- 6 Бородулин, Д. М. Сравнительный анализ качества солода различных производителей для приготовления солодовых висковых дистиллятов / Д. М. Бородулин [и др.] // Пиво и напитки. – 2019. – № 2. – С. 64–69.
- 7 Егорова, Е. Ю. Методические подходы к разработке и оценке качества новых напитков группы «дистилляты». Часть 1. Разработка технологии нового напитка / Е. Ю. Егорова, Ю. В. Мороженко // Ползуновский вестник. – 2016. – № 3. – С. 4–8.
- 8 Кириллов, Е. А. Производство зернового дистиллята на брагоректификационных установках из крахмалсодержащего сырья / Е. А. Кириллов [и др.] // Пиво и напитки. – 2016. – № 3. – С. 22–24.
- 9 Осипова, Л. А. Функциональные напитки на основе пряноароматического растительного сырья / Л. А. Осипова, Л. В. Капрельянц // Пищевая промышленность. – 2007. – № 9. – С. 74–75.
- 10 Бурачевский, И. И. Ликеро-водочная отрасль перспективы развития / И. И. Бурачевский // Научно-технический прогресс в спиртовой и ликеро-водочной промышленности: материалы 3-й Междунар. науч.-практич. конференции 19–20 апреля 2001 г., Москва / НТА «Спиртпром», ГНУ ВНИИПБТ; под общ. ред. В. И. Ярмаша. – Москва. 2001. – С. 178.
- 11 Тельтевская, О. П. Разработка технологии и товароведная характеристика крепких алкогольных напитков с использованием различных органов растений семейства аралиевые: автореферат дис.... кандидата техн. наук по спец. 05.18.15 – Технология и товароведение продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания / О. П. Тельтевская; науч. рук. работы Палагина М.В.; ФГБОУ ВПО «Горский государственный аграрный университет». – Владикавказ, 2013. – 20 с.
- 12 Кайтмазов, Т. Б. Биоресурсный потенциал ароматических растений в ВСО-Алания и их практическое использование: дис. канд. биологич. наук по спец: 03.02.14 – Биологические ресурсы / Т. Б. Кайтмазов; науч. рук. Б. Г. Цугкиев; ФГБОУ ВПО «Горский государственный аграрный университет». – Владикавказ, 2014. – 205 с.
- 13 Часовских, А. А. Рациональное использование эфиромасличных растений в РСО-Алания: дис.... канд. биологич. наук по спец: 03.02.14 – Биологические ресурсы / А. А. Часовских; науч. рук. Б. Г. Цугкиев; ФГБОУ ВПО «Горский государственный аграрный университет». – Владикавказ, 2011. – 195 с.
- 14 Алякин, А. А. Компонентный состав и физико-химические характеристики эфирных масел некоторых дикорастущих растений Красноярского края / А. А. Алякин [и др.] // Вестник Красноярского государственного университета. Серия Естественные науки. – 2004. – № 2. – С. 90–95.
- 15 Алякин, А. А. Фракционный состав эфирного масла душицы обыкновенной Красноярского края / А. А. Алякин [и др.] // Химия растительного сырья. – 2010. – № 1. – С. 99–104.
- 16 Поляков, В. А. Ароматические и лекарственные растения в производстве алкогольных напитков / В. А. Поляков [и др.]. – Москва: ВНИИПБТ, 2008. – 384 с.
- 17 Абрамова, И. М. Инструкция по технохимическому и микробиологическому контролю спиртового производства / И. М. Абрамова [и др.]. Всерос. НИИ пищ. биотехнологии. – М.: ДeЛи принт, 2007. – 480 с.

Поступила в редакцию 23.11.2022г.

**ОБ АВТОРАХ:**

**Волкова Светлана Владимировна**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии пищевых производств, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий e-mail: svetllana08@mail.ru.

**Цед Елена Алексеевна**, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии пищевых производств, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: tsedelena@inbox.ru.

**ABOUT AUTHORS:**

**Svetlana V. Volkova**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food Production Technologies, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: svetllana08@mail.ru.

**Elena A. Tsed**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Food Production Technologies, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: tsedelena@inbox.ru.

УДК 663.531; 663.51; 663.52

## НОВЫЕ КРИТЕРИИ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СПИРТОВОГО СУСЛА ИЗ БИОАКТИВИРОВАННОГО ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ

*A. A. Миронцева, Е. А. Цед, С. В. Волкова*

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

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Исследование биохимических особенностей и свойств некрахмалистых полисахаридов зерна и формирование единого подхода к дифференциации зерна по технологичности применительно к условиям спиртового производства является актуальным. Научной задачей явилась разработка и обоснование применения новых критериев оценки технологических свойств сырья при оптимизации параметров получения спиртового сусла из биоактивированного зерна.

**Материалы и методы.** Образцы зерна ржи и тритикале, зерновые замесы и спиртовое сусло, полученные из исходного и биоактивированного зерна ржи и тритикале по низкотемпературной механико-ферментативной схеме разваривания. Общепринятые в технохимическом контроле спиртовой отрасли методики контроля качества.

**Результаты.** Изучен физико-химический состав и рассчитаны коэффициенты вариации показателей качества зерна шести сортов ржи и тритикале белорусской селекции. Получена аналитическая зависимость между условной крахмалистостью зерна, содержанием гемицеллюз и пентозанов. Разработаны критерии оценки технологических свойств зерна – критерии некрахмалистости ржи ( $K_{нр}$ ) и тритикале ( $K_{нтр}$ ). Определены параметры критериев некрахмалистости, при которых использование зерна неэффективно вследствие достижения области значений минимальной условной крахмалистости. Проанализирована зависимость эффективной вязкости ржаных и тритикалевых замесов от критериев некрахмалистости и установлены их значения, позволяющие дифференцировать перерабатываемое зерно по технологичности реологических характеристик получаемых замесов. Выявлена возможность снижения норм расхода ферментных препаратов амилолитического и ксиланазного спектра действия на 19,4 и 11,5 % при переработке биоактивированной ржи с критерием некрахмалистости  $K_{нр} \leq 0,7$ ; на 17,4 и 23,1 % – при переработке биоактивированного тритикале с критерием некрахмалистости  $K_{нтр} \leq 0,5$ .

**Выводы.** Разработанные критерии некрахмалистости являются инструментом оценки и дифференциации зерна по технологичности, а также прогнозирования реологических параметров замесов при их водно-тепловой обработке. Рекомендованное сокращение фактического расхода ферментных препаратов амилолитического и ксиланазного спектра действия при получении сусла позволит увеличить внутрихозяйственные резервы спиртовых предприятий.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** рожь; тритикале; некрахмалистые полисахариды; замес; сусло; критерии некрахмалистости; эффективная вязкость; биоактивированное зерно; ферментные препараты.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Миронцева, А. А. Новые критерии при оптимизации параметров приготовления спиртового сусла из биоактивированного зернового сырья / А. А. Миронцева, Е. А. Цед, С. В. Волкова // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 2(33). – С. 81–93.

## NEW CRITERIA FOR OPTIMIZING THE PARAMETERS OF THE PREPARATION OF ALCOHOLIC WORT FROM BIOACTIVATED GRAIN RAW MATERIALS

*A. A. Mironseva, E. A. Tsed, S. V. Volkova*

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

## ABSTRACT

**Introduction.** The study of biochemical features and properties of non-starchy polysaccharides of grain and the development of a unified approach to the differentiation of grain in terms of manufacturability in relation to the conditions of alcohol production is of utmost importance. The scientific task of the research is to develop and justify the application of new criteria for assessing the technological properties of raw materials in optimizing the parameters for obtaining alcoholic wort from bioactivated grain.

**Materials and methods.** Samples of rye and triticale grains, grain mixtures and alcohol wort obtained from the original and bioactivated rye grains and triticale according to the low-temperature mechanical-enzymatic cooking scheme. Common quality control methods applied in the techno-chemical control of the alcohol industry.

**Results.** The physico-chemical composition was studied and the coefficients of variation of grain quality indicators of six varieties of rye and triticale of the Belarusian selection were calculated. An analytical dependence of the conditional starch content of grain on the content of hemicelluloses and pentosans was obtained. Criteria for assessing the technological properties of grain - criteria for non-starch content of rye ( $C_{nr}$ ) and triticale ( $C_{ntr}$ ) have been developed. The parameters of the non-starch content criteria have been worked out, under which the use of grain is not effective due to the achievement of the range of values of the minimum conditional starch content. The dependence of the effective viscosity of rye and triticale mixtures on the criteria of non-starch content has been analyzed and their values have been determined, which makes it possible to differentiate the processed grain according to the manufacturability of the rheological characteristics of the resulting mixtures. The possibility of reducing the consumption rates of enzyme preparations of the amylolytic and xylanase spectrum of action by 19,4 and 11,5 % during the processing of bioactivated rye with the criterion of non-starch content  $C_{nr} \leq 0,7$ ; by 17,4 and 23,1 % – during the processing of bioactivated triticale with the non-starch criterion  $C_{ntr} \leq 0,5$  has been revealed.

**Conclusions.** The developed criteria for non-starch content are a tool for assessing and differentiating grain in terms of manufacturability, as well as predicting the rheological parameters of mixtures during their water-heat treatment. The recommended reduction in the actual consumption of enzyme preparations with amylolytic and xylanase spectrum of action in obtaining wort will increase the on-farm reserves of alcohol industry enterprises.

**KEY WORDS:** rye; triticale; non-starchy polysaccharides; mixture; wort; criteria for non-starch content; effective viscosity; bioactivated grain; enzyme preparations.

**FOR CITATION:** Mirontseva, A. A. New criteria for optimizing the parameters of the preparation of alcoholic wort from bioactivated grain raw materials / A. A. Mirontseva, E. A. Tsed, S. V. Volkova // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2022. – № 2 (33). – P. 81–93 (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

При производстве пищевого этилового спирта в Республике Беларусь в основном перерабатывают тритикале и рожь, что обусловлено следующими аспектами: высокой концентрацией крахмала по сравнению с другими зерновыми культурами, низкой рыночной стоимостью данных культур [1]. Кроме того, сформированная агробиологическими преимуществами (хорошей урожайностью, зимостойкостью, устойчивостью к болезням и приспособленностью к произрастанию на почвах с невысоким естественным плодородием) себестоимость сырья обеспечивает рентабельность спиртового производства в целом [2, 3].

Наряду с указанными достоинствами ржи и тритикале при их переработке может возникать ряд технологических проблем, связанных со специфичностью химического состава зерна [1, 4].

Известно, что основной особенностью ржи и тритикале является наличие в составе зерновки некрахмалистых полисахаридов, сосредоточенных преимущественно в анатомической части зерна – оболочке. Некрахмалистые полисахариды ржи и тритикале представлены целлюлозой, гемицеллюлозой, пентозанами и пектиновыми веществами [4–6].

Гемицеллюлозы составляют почти половину компонентов клеточных стенок зерна и состоят в основном из  $\beta$ -глюкана и пентозанов. Пентозаны представляют собой гликопротеиды и разделяются на водорастворимые и нерастворимые фракции. Около 20 % пентозанов, растворимых в воде, не связаны с клеточной мембраной, могут образовывать высоковязкие растворы и поглощать воду в объеме, приблизительно в 10 раз превышающем их массу, называются гумми-веществами. Гумми-вещества относят к продуктам незавершенного гидролиза гемицеллюлоз или по-другому – декстринам гемицеллюлоз [4–9].

Изучением состава и свойств некрахмалистых полисахаридов ржи и тритикале занимаются сотрудники ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности (РФ), ВНИИ пищевой биотехнологии (РФ), Московского государственного университета пищевых производств (РФ) и др. [6–11]. Проводимые исследования посвящены количественному определению некрахмалистых полисахаридов во ржи и тритикале, их строению, свойствам, проблеме дифференциации и переработки зерна на спирт с различным содержанием некрахмалистых полисахаридов (НПС). М. В. Гернет, К. В. Кобелевым, И. Н. Грибковой [7] установлено, что общая концентрация НПС во ржи составляет 14,0–19,0 %, на долю гемицеллюлоз приходится 8–14%, гумми-веществ – 4,3–7,4 %. В различных сортах тритикале содержание гумми-веществ составляет 1,82–3,48 %, гемицеллюлоз – 5,81–7,28 %, причем обнаружена обратная зависимость между концентрацией гемицеллюлоз и гумми-веществ [10].

В работах [11–14] показано, что содержание некрахмалистых полисахаридов подвержено колебаниям в зависимости от сорта, крупности и условий произрастания зерна. Так, засушливые условия выращивания создают предпосылки для повышения доли водорастворимых пентозанов в зерне ржи, а с увеличением крупности (толщины) зерна их содержание снижается.

Практика работы спиртовых предприятий показывает, что высокое содержание некрахмалистых полисахаридов в зерне может оказывать негативное влияние на процесс измельчения зерна, затрудняя работу движущихся частей дробилок; высокая водопоглотительная способность гумми-веществ препятствует набуханию крахмала и последующих процессов его клейстеризации и ферментативного гидролиза; повышенное содержание гемицеллюлоз и пентозанов обуславливает высокую вязкость замесов и сусла и увеличивает расход электроэнергии на их перемешивание и транспортировку, кроме того, некрахмалистые полисахариды могут являться одной из причин пенистого брожения, что сопровождается нарастанием кислотности сверх норм и приводит к снижению выхода и качества этилового спирта [4, 6, 15, 16].

Научные исследования, проведенные в университете ИТМО (РФ), показывают целесообразность применения в спиртовом производстве ржи с низким содержанием водорастворимых пентозанов. Авторами установлено, что переработка низкопентозановой ржи приводит к увеличению концентрации сухих веществ и аминного азота в сусле, а процесс его сбраживания протекает интенсивнее и с меньшим накоплением побочных примесей в дистиллятах по сравнению с использованием фуражной ржи [17–20]. В ряде научных работ (РФ) даны рекомендации по переработке в спиртовом производстве зернового сырья с низким содержанием некрахмалистых полисахаридов и высокой концентрацией крахмала [5, 15, 21, 22].

Однако биохимические особенности и свойства некрахмалистых полисахаридов зерна белорусской селекции и их влияние на характер протекания процессов при получении пищевого этанола изучены недостаточно. Кроме того, имеющиеся данные не дают полного представления о рациональном ведении технологических процессов при непостоянстве содержания некрахмалистых полисахаридов в зерне.

В связи с этим целью настоящей работы явилось формирование единого подхода к дифференциации зерна по технологичности в условиях вариативности концентрации

некрахмалистых полисахаридов применительно к спиртовому производству.

Научная задача – разработка и обоснование применения новых критериев оценки технологических свойств сырья при оптимизации параметров получения спиртового сусла из биоактивированного зерна.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований являлась рожь белорусской селекции сортов Пламя, Плиса, Павлинка, Нива, Алькора, Пуховчанка, а также тритикале – Антось, Кастусь, Дубрава, Рунь, Импульс, Прометей белорусской селекции (2017–2020 гг. урожая), предметом исследования выступали физико-химические показатели замесов и сусла, полученные в лабораторных условиях кафедры технологии пищевых производств учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий».

В работе применяли общепринятые и специальные методики исследований [23]. Влажность зерна определяли по ГОСТ 13586.5; условную крахмалистость – по ГОСТ 31683; содержание гемицеллюлоз – гидролизом до пентоз с последующим анализом моносахаридов по методу Бертрана. Общее содержание пентозанов в зерне устанавливали методом Толленса; содержание водорастворимых пентозанов – спектрометрически с орциновым реагентом. Эффективную вязкость замесов и сусла определяли с помощью ротационного вискозиметра HAAKE Viscotester 6 plus. Показатели качества сусла – содержание сухих веществ (СВ), общих (ОУ) и растворимых углеводов (РУ) определяли в соответствии с инструкцией по техно-химическому и микробиологическому контролю спиртового производства [18], определение содержания редуцирующих сахаров (РС) вели по методу Бертрана.

Биоактивацию зерна проводили в соответствии с режимами, представленными в работе<sup>1</sup>. Замесы и сусло из исходной и биоактивированной ржи и тритикале получали по низкотемпературной механико-ферментативной схеме с применением ферментных препаратов (ФП): Ликвафло, Вискаферм, Сахзайм Плюс 2х.

Результаты экспериментальных исследований получали из трех параллельных опытов при 2-кратном повторении, определяя их среднеарифметическое значение. Математическую обработку полученных данных проводили с использованием программ MS Excel и Statistica 10.0, программного пакета системы компьютерной алгебры Maxima.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведены исследования по определению физико-химических показателей шести сортов ржи белорусской селекции – Пламя, Плиса, Павлинка, Нива, Алькора, Пуховчанка и шести сортов тритикале – Антось, Кастусь, Дубрава, Рунь, Импульс, Прометей белорусской селекции. Результаты исследований представлены в табл. 1 и 2.

---

<sup>1</sup> Миронцева, А. А. Оптимизация основных параметров процесса биоактивации зерна ржи при производстве пищевого этилового спирта / А. А. Миронцева [и др.] // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. XII Междунар. науч. конф. студ. и аспир., Могилев, 22–23 апреля 2021 г. / Могилевский гос. ун-т продовольствия; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП, 2021. – С. 26.

**Табл. 1.** Физико-химические показатели исследуемых сортов зерна ржи**Table 1.** Physico-chemical parameters of the studied varieties of rye grain

Сорта ржи	Показатели	Условная крахмалистость, %	Содержание гемицеллоз, %	Содержание пентозанов, %
Пламя	среднее значение	54,37	12,03	7,97
	коэффициент вариации, %	1,39	19,41	21,64
Плиса	среднее значение	56,72	7,93	5,13
	коэффициент вариации, %	0,95	4,43	9,80
Павлинка	среднее значение	54,13	11,47	6,83
	коэффициент вариации, %	3,08	8,74	20,56
Нива	среднее значение	57,91	7,77	4,43
	коэффициент вариации, %	2,01	4,52	19,18
Алькора	среднее значение	56,62	8,77	5,53
	коэффициент вариации, %	2,15	6,49	14,04
Пуховчанка	среднее значение	55,8	10,00	6,37
	коэффициент вариации, %	1,50	11,14	14,93

**Табл. 2.** Физико-химические показатели исследуемых сортов зерна тритикале**Table 2.** Physico-chemical parameters of the studied varieties of triticale grain

Сорта тритикале	Показатели	Условная крахмалистость, %	Содержание гемицеллоз, %	Содержание пентозанов, %
Антось	среднее значение	60,53	6,34	4,63
	коэффициент вариации, %	1,84	7,28	10,65
Кастусь	среднее значение	58,53	7,20	5,17
	коэффициент вариации, %	1,98	4,17	4,87
Дубрава	среднее значение	61,33	6,07	4,43
	коэффициент вариации, %	1,88	10,72	7,25
Рунь	среднее значение	59,43	6,90	4,87
	коэффициент вариации, %	4,17	11,50	9,71
Импульс	среднее значение	60,33	6,30	4,77
	коэффициент вариации, %	3,32	14,55	12,29
Прометей	среднее значение	59,87	6,57	4,83
	коэффициент вариации, %	4,14	12,21	13,78

Рассчитанный коэффициент вариации показал слабую внутрисортовую изменчивость зерна ржи по показателям влажности (5,79–9,66 %), натуры (1,11–2,17 %), абсолютной массы (2,77–7,10 %), условной крахмалистости (2,71–8,21 %), жира (7,87–9,13 %), зольности (4,20–8,66 %), титруемой кислотности (2,71–7,51 %), энергии (0,95–2,30 %) и способности прорастания (1,09–2,03 %); среднюю внутрисортовую изменчивость – по содержанию редуцирующих сахаров (12,75–17,70 %), белка (11,79–15,66 %), аминного азота (11,82–14,88 %), гемицеллюлоз (10,55–15,82 %) и пентозанов (10,84–18,98 %).

При анализе показателей сортов зерна тритикале установлена слабая вариация по показателям: влажности – 3,65–9,18 %, натуры – 0,54–2,36 %, абсолютной массы – 2,5–8,32 %, условной крахмалистости – 1,76–4,17 %, белка – 3,2–7,36 %, жира – 1,16–7,94 %, зольности – 5,44–8,64 %, титруемой кислотности – 4,76–8,25 %, энергии – 1,23–2,58 % и способности прорастания – 0,97–2,54 %; средним значением коэффициента вариации характеризовались показатели: содержания редуцирующих сахаров – 10,33–14,80 %, аминного азота – 13,54–19,54 %, гемицеллюлоз – 13,84–20,27 %.

Высокий коэффициент вариации отмечен для всех сортов зерна тритикале по содержанию пентозанов: 22,48–28,80 %.

В результате обработки результатов экспериментальных данных, представленных в табл. 1 и табл. 2, получены уравнения 1 и 2, учитывающие взаимное влияние содержания гемицеллюлоз и пентозанов на условную крахмалистость в зерне ржи и тритикале:

$$K_p = 56,52 + 1,94\Gamma_p - 1,82\Pi_p - 0,260\Gamma_p^2 + 0,385\Gamma_p\Pi_p - 0,187\Pi_p^2, \quad (1)$$

где  $K_p$  – условная крахмалистость ржи, %;

$\Gamma_p$  – содержание гемицеллюлоз во ржи, %;

$\Pi_p$  – содержание пентозанов во ржи, %.

$$K_{tp} = 51,23 + 2,19\Gamma_{tp} + 0,799\Pi_{tp} - 0,324\Gamma_{tp}^2 + 0,457\Gamma_{tp}\Pi_{tp} - 0,488\Pi_{tp}^2 \quad (2)$$

где  $K_{tp}$  – условная крахмалистость тритикале, %;

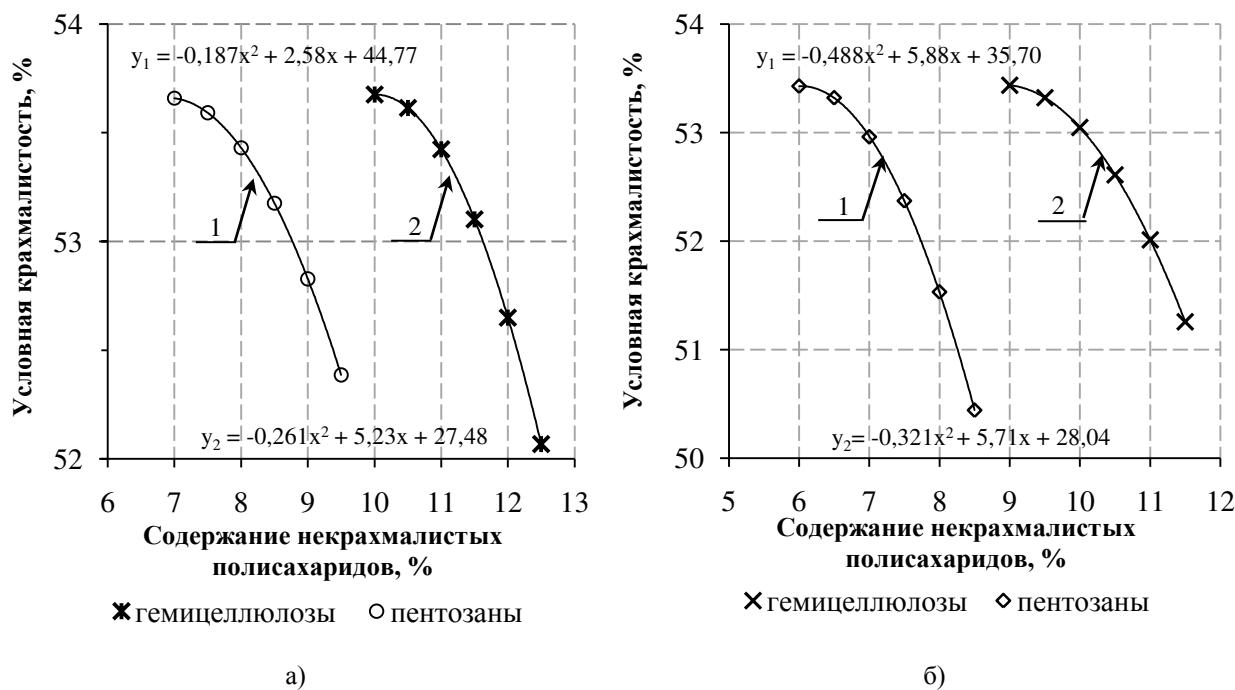
$\Gamma_{tp}$  – содержание гемицеллюлоз в тритикале, %;

$\Pi_{tp}$  – содержание пентозанов в тритикале, %.

Анализ данных зависимостей позволил установить следующие общие закономерности: при условной крахмалистости зерна ржи 55,0 % и более – концентрация гемицеллюлоз не превышает 10,1 %, содержание общих пентозанов – не более 7,0 %. При условной крахмалистости зерна 53,5 % и менее – содержание гемицеллюлоз и общих пентозанов возрастает до 11,4 % и 8,5 % соответственно.

При условной крахмалистости тритикале 55,0 % и выше концентрация гемицеллюлоз в зерне не превышает 9,8 %, а содержание общих пентозанов – не более 6,6 %; при условной крахмалистости зерна тритикале 53,5 % и менее концентрация гемицеллюлоз достигает 11,1 %, а содержание общих пентозанов – 7,8 %.

В результате преобразований полученных закономерностей было получено графическое представление области минимальной условной крахмалистости во ржи и тритикале при ограничивающих концентрациях гемицеллюлоз и пентозанов. Контурные кривые функций отклика представлены на рис.1.



**Рис. 1.** Контурные кривые функции отклика области минимальной условной крахмалистости в зерне при ограничивающей концентрации гемицеллюлоз и общих пентозанов: а) рожь; б) тритикале

**Fig. 1.** Contour curves of the response function of the region of the minimum conditional starch content in grain at limiting concentration of hemicelluloses and common pentosans: a) rye; b) triticale

С помощью аналитических преобразований, заключающихся в приведении фактических значений каждого показателя в безразмерный вид и пересчета фактических значений, были получены графики функций изменений минимальной условной крахмалистости при ограничивающих значениях концентраций гемицеллюлоз и пентозанов, выраженных в безразмерном виде.

Приняв значения параметров гемицеллюлоз и общих пентозанов равнозначными, был разработан новый критерий оценки технологических свойств зернового сырья белорусской селекции – критерий некрахмалистости. Критерий некрахмалистости представляет собой безразмерную величину и является произведением отношений фактических значений параметров гемицеллюлоз и общих пентозанов к их лимитирующему значению:

$$K_H = \frac{\Gamma_\phi}{\Gamma_{lim}} \cdot \frac{\Pi_\phi}{\Pi_{lim}}, \quad (3)$$

где  $\Gamma_\phi$ ,  $\Pi_\phi$  – фактическое значение содержания гемицеллюлоз и пентозанов;

$\Gamma_{lim}$ ,  $\Pi_{lim}$  – лимитирующее значение содержания гемицеллюлоз и пентозанов в зерне.

С целью определения критерия некрахмалистости для зерна ржи уравнение (3) было преобразовано в уравнение (4), для зерна тритикале – в уравнение (5):

$$K_{hp} = \frac{(-0,634 \Gamma_p^2 + 1,11 \Gamma_p + 0,514)}{\Gamma_{grp}} \cdot \frac{(-0,253 \Pi_p^2 + 0,409 \Pi_p + 0,837)}{\Pi_{grp}}, \quad (4)$$

где  $K_{hp}$  – критерий некрахмалистости ржи, %;

$\Gamma_p$  – содержание гемицеллюлоз во ржи, %;

$\Pi_p$  – содержание пентозанов во ржи, %;

$\Gamma_{\text{grp}}$  – лимитирующее значение гемицеллюлоз во ржи, %;  
 $\Pi_{\text{grp}}$  – лимитирующее значение пентозанов во ржи, %.

$$K_{\text{ntrp}} = \frac{(-0,739 \Gamma_{\text{tp}}^2 + 1,19 \Gamma_{\text{tp}} + 0,524)}{\Gamma_{\text{grp}} \Gamma_{\text{tp}}} \cdot \frac{(-0,555 \Pi_{\text{tp}}^2 + 0,858 \Pi_{\text{tp}} + 0,667)}{\Pi_{\text{grp}} \Pi_{\text{tp}}}, \quad (5)$$

где  $K_{\text{ntrp}}$  – условная крахмалистость тритикале, %;

$\Gamma_p$  – содержание гемицеллюлоз в тритикале, %;

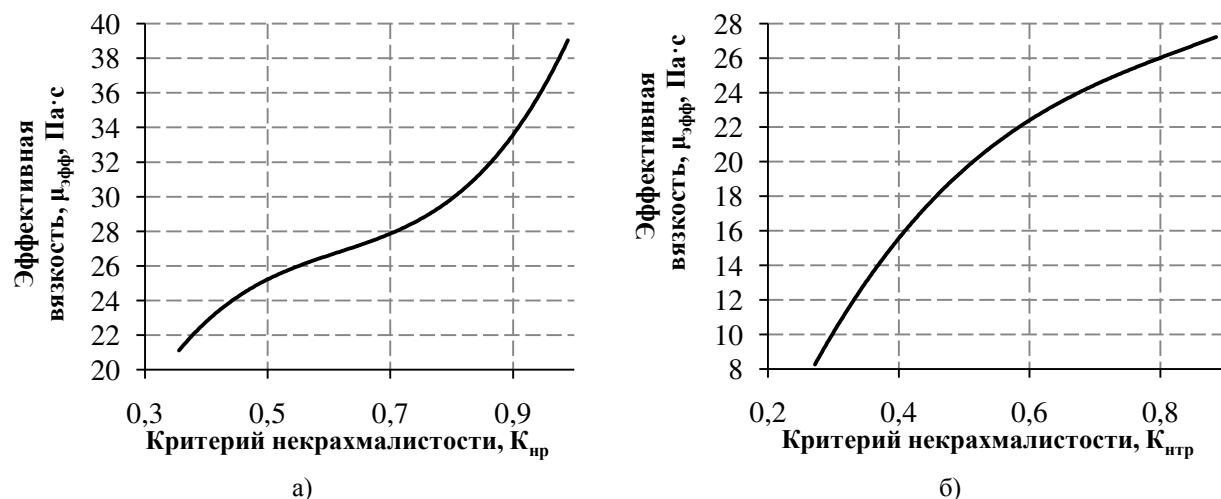
$\Pi_p$  – содержание пентозанов в тритикале, %;

$\Gamma_{\text{grp}} \Gamma_{\text{tp}}$  – лимитирующее значение гемицеллюлоз в тритикале, %;

$\Pi_{\text{grp}} \Pi_{\text{tp}}$  – лимитирующее значение пентозанов в тритикале, %.

По результатам определения экстремумов полученных функций найдены предельные значения содержания гемицеллюлоз и пентозанов в зерне ржи ( $\Gamma_{\text{rp}} \geq 0,87$ ;  $\Pi_{\text{rp}} \geq 0,81$ ) и тритикале ( $\Gamma_{\text{etrp}} \geq 0,80$ ;  $\Pi_{\text{etrp}} \geq 0,77$ ), при которых использование зерна неэффективно вследствие достижения областей минимальной условной крахмалистости. Это будет обуславливать снижение выхода спирта из тонны сырья и приводить к ухудшению экономических показателей работы предприятия.

Так как некрахмалистые полисахариды зерна обуславливают основную проблему в спиртовом производстве – высокую вязкость замесов, исследовали зависимость эффективной вязкости ( $\mu_{\text{eff}}$ ) замесов из ржи и тритикале от коэффициента некрахмалистости. Графическая интерпретация полученной зависимости показана на рис. 2.



**Рис. 2.** Зависимость эффективной вязкости ржаных замесов от критерия некрахмалистости: а) рожь; б) тритикале

**Fig. 2.** The dependence of the effective viscosity of rye mixtures on non-starch content criterion: a) rye; b) triticale

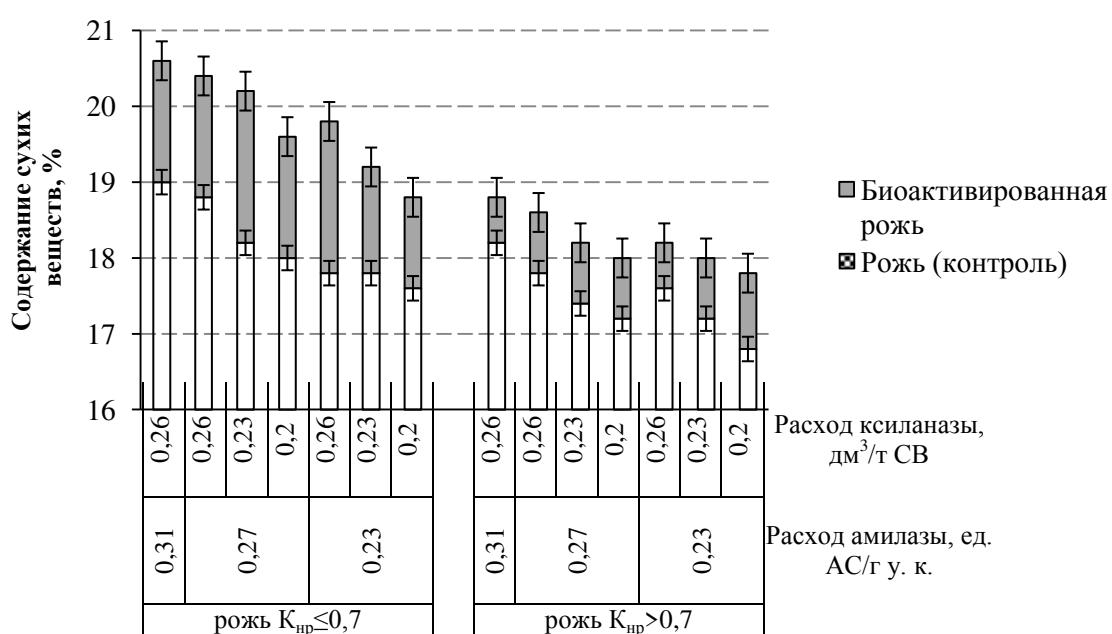
Установлено, что значения эффективной вязкости замесов возрастали с увеличением коэффициента некрахмалистости. На графике, характеризующем зависимость  $\mu_{\text{eff}}$  от  $K_{\text{ntrp}}$ , можно выделить две зоны: I – соответствующая области значений коэффициента некрахмалистости  $K_{\text{ntrp}} \leq 0,7$ , где наблюдались показатели  $\mu_{\text{eff}}$  до 28 Па·с, II – область при  $K_{\text{ntrp}} > 0,7$ , характеризующаяся резким возрастанием эффективной вязкости до значений 39 Па·с. Результаты зависимостей вязкости замесов из тритикале от  $K_{\text{ntrp}}$  показали: при  $K_{\text{ntrp}} \leq 0,5$  значение  $\mu_{\text{eff}}$  характеризуется значениями до 19 Па·с, при  $K_{\text{ntrp}} > 0,5$   $\mu_{\text{eff}}$  составляет

от 19 Па·с до 27 Па·с. Причем в области значений коэффициента некрахмалистости  $K_{nsp} > 0,5$ , численные значения вязкости замесов из тритикале сопоставимы со значениями вязкости замесов из ржи.

Полученные ограничительные значения коэффициентов некрахмалистости для ржи и тритикале ( $K_{nsp} \leq 0,7$ ;  $K_{nsp} \leq 0,5$ ) явились основой для дифференциации зерна ржи и тритикале при последующем анализе физико-химических процессов при получении сусла.

Зерно ржи и тритикале с различными коэффициентами некрахмалистости подвергали биоактивации и получали замесы по низкотемпературной механико-ферментативной схеме разваривания. Так как биоактивированное зерно ржи и тритикале обладает высокой активностью собственных ферментов<sup>1</sup>, представляло интерес исследовать возможность снижения дозировок ФП на стадии получения сусла. При этом дозировку Ликвафло варировали от 0,31 до 0,23 ед. АС /г условного крахмала для ржаных замесов; от 0,23 до 0,15 ед. АС /г – для замесов из тритикале; ФП ксиланазы вносили от 0,26 до 0,20 дм<sup>3</sup>/т СВ зерна. Дозировки ФП выбирали с учетом отраслевых норм расхода. В полученных образцах сусла определяли концентрацию сухих веществ, общих и растворимых углеводов, редуцирующих сахаров, аминного азота и эффективную вязкость.

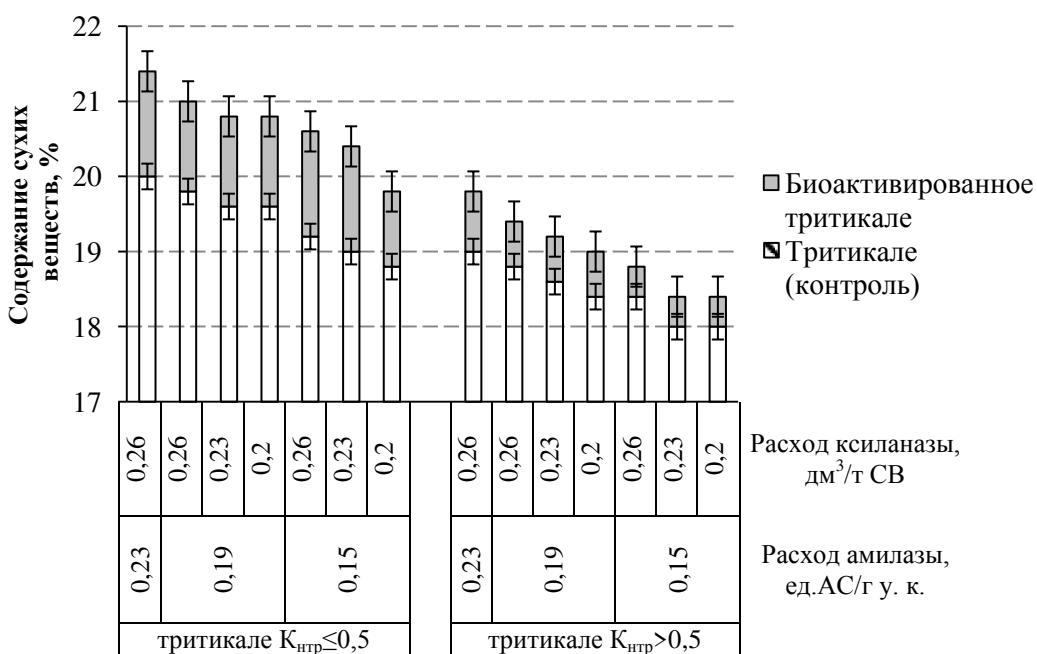
Графическая зависимость наиболее значимого параметра – содержание сухих веществ сусла в сусле из биоактивированной ржи и тритикале с различными коэффициентами некрахмалистости в зависимости от дозировки ФП по отношению к контролю представлено на рис. 3 и рис. 4.



**Рис. 3.** Влияние дозировки ферментных препаратов на концентрацию сухих веществ в ржаном сусле в зависимости от критерия некрахмалистости

**Fig. 3.** The influence of the dosage of enzyme preparations on the concentration of solids in rye wort depending on non-starch content criteron

<sup>1</sup>Миронцева, А. А. Исследование возможности повышения ферментативной активности зерна ржи и тритикале при производстве пищевого этилового спирта / А. А. Миронцева, Е. А. Цед // Техника и технология пищевых производств: материалы XIV Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 21–22 апреля 2022 г.: в 2-х т. / Учреждение образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий»; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: БГУТ, 2022. – Т. 1. – С. 37–38.



**Рис. 4.** Влияние дозировки ферментных препаратов на концентрацию сухих веществ в тритикалевом сусле в зависимости от критерия некрахмалистости

**Fig. 4.** The influence of the dosage of enzyme preparations on the concentration of solids in triticale wort, depending on non-starch content criterion

Установлено, что использование биоактивированного зерна для получения сусла при стандартной дозировке ФП приводит к увеличению содержания сухих веществ (СВ) (20,0 % и выше), а также к значительному улучшению его углеводного состава. Об этом свидетельствует повышение в сусле из ржи и тритикале концентрации общих (ОУ) и растворимых углеводов (РУ) – на 5,6–7,9 % и 8,2–8,9 %, а также редуцирующих сахаров (РС) – на 13,4–14,8 % по сравнению с контрольными образцами. Кроме того, в сусле повышается содержание аминного азота в сравнении с контролем: в ржаном – на 10,6 %, в тритикалевом – на 11,7 %. Необходимо отметить, что во всех образцах сусла из биоактивированного зерна ржи с  $K_{ntrp} \leq 0,7$  концентрация СВ, ОУ, РУ, РС была выше в среднем на 8,9; 9,2; 18,3 и 14,7 % соответственно; из биоактивированного тритикале с  $K_{ntrp} \leq 0,5$  – на 6,5; 7,1; 11,9 и 12,7 % по отношению к значениям в контрольных образцах.

Из полученных данных выявлено, что в случае использования биоактивированной ржи с  $K_{ntrp} \leq 0,7$  рациональны два варианта снижения дозировок ферментных препаратов Ликвафло и Вискаферм: до 0,27 ед. АС /г у.к. и 0,23 дм<sup>3</sup>/т СВ зерна, либо до 0,23 ед. АС /г у.к. и 0,26 дм<sup>3</sup>/т СВ зерна. При этом образцы осахаренного сусла характеризовались более высоким содержанием СВ: на 10,9–11,2 % превышающем значения в контрольных образцах, ОУ – на 10,5–11,7 %, РУ – на 18,6–24,1 %; РС – на 15,9–17,01 %. Вязкость ржаного сусла составляла 2,62 Па·с и 3,48 Па·с соответственно.

При использовании биоактивированного тритикале с  $K_{ntrp} \leq 0,5$  целесообразно применять сниженные дозировки ФП: Ликвафло – 0,19 ед. АС/г у.к., Вискаферм – 0,2 дм<sup>3</sup>/т СВ зерна, которые обеспечивают по сравнению с контролем более высокие значения СВ (на 7,3–7,4 % выше), ОУ (на 7,4–7,7 % выше), РУ (на 11,8–13,8 % выше), РС (на 14,7–14,8 % выше). Вязкость опытных образцов при этом находится в пределах значений 2,75–2,93 Па·с.

В результате анализа экспериментальных данных установлено, что при получении сусла

из ржи с  $K_{нр}>0,7$  и тритикале с  $K_{нр}>0,5$  снижать дозировки ФП нецелесообразно, так как в исследуемых образцах резко повышается вязкость в сравнении с контролем: в образцах ржаного сусла – в 1,9–4,2 раза, в образцах сусла из тритикале – в 1,6–3,7 раза.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ научной информации позволил выделить технологические недостатки зерна ржи и тритикале, обусловленные присутствием в их составе некрахмалистых полисахаридов, оказывающих негативное влияние на протекание процессов получения пищевого этилового спирта. Обнаружено отсутствие системного подхода в дифференциации зерна для спиртового производства и рекомендаций по параметрам приготовления сусла в условиях вариабельности концентрации некрахмалистых полисахаридов в перерабатываемом зерне.

Обоснована необходимость разработки новых критериев оценки технологичности зерна для нужд спиртового производства.

Исследованы физико-химические показатели качества шести сортов ржи и шести сортов тритикале белорусской селекции, определены коэффициенты вариации, дифференцирующие показатели по признаку: слабая, средняя, высокая внутрисортовая изменчивость. Установлены взаимосвязи между концентрацией гемицеллюлоз, пентозанов и условной крахмалистости, получены математические уравнения, учитывающие их взаимное влияние на содержание во ржи и тритикале.

Выявлены аналитические зависимости: при условной крахмалистости ржи 55,0 % и выше – содержание гемицеллюлоз в зерне не превышает 10,1 %, содержание общих пентозанов – не более 7,0 %; при условной крахмалистости тритикале 55,0 % и более концентрация гемицеллюлоз не превышает 9,8 %, содержание общих пентозанов – не выше 6,6 %.

На основании полученных экспериментальных данных разработаны новые критерии оценки технологичности зерна ржи и тритикале с позиции взаимозависимости условной крахмалистости, гемицеллюлоз и пентозанов. Экстремумы функций полученных критериев позволили выделить предельные значения гемицеллюлоз и пентозанов в зерне ржи ( $\Gamma_{зр}\geq 0,87$ ;  $\Pi_{зр}\geq 0,81$ ) и тритикале ( $\Gamma_{зтр}\geq 0,80$ ;  $\Pi_{зтр}\geq 0,77$ ), при которых использование зерна неэффективно вследствие достижения области минимальной условной крахмалистости.

Изучена зависимость эффективной вязкости ржаных и тритикалевых замесов от критериев некрахмалистости зерна. Определены пороговые значения критериев некрахмалистости ржи ( $K_{нр}>0,7$ ) и тритикале ( $K_{нтр}>0,5$ ), при которых замесы становятся нетехнологичными вследствие резкого увеличения эффективной вязкости.

Исследованы физико-химические показатели сусла из биоактивированного зерна ржи и тритикале с различными критериями некрахмалистости при изменении стандартных параметров приготовления сусла. Установлено, что переработка биоактивированной ржи с критерием некрахмалистости  $K_{нр}\leq 0,7$  и тритикале с  $K_{нтр}\leq 0,5$  способствует значительному улучшению показателей качества сусла, его реологических характеристик и позволяет снизить нормы расхода ферментного препарата амилолитического спектра действия (Ликвафло) и ксиланазного – (Вискаферм) на 19,4 и 11,5 % для ржаного сусла; на 17,4 и 23,1 % для сусла из тритикале. Определено, что в условиях получения сусла из ржи с критерием некрахмалистости  $K_{нр}>0,7$  и тритикале с  $K_{нтр}>0,5$  дозировки ферментных препаратов снижать нерационально вследствие ухудшения показателей качества сусла и значительного повышения вязкости.

Выявлена целесообразность в изучении и установлении взаимосвязи критериев некрахмалистости зерна и физико-химических процессов при сбраживании спиртового сусла из биоактивированной ржи и тритикале при снижении норм расхода ферментных препаратов.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Шаршунов, В. А. Использование новых зерновых культур – важнейший резерв повышения эффективности производства высококачественного спирта / В. А. Шаршунов, З. В. Василенко, Е. А. Цед // Весці Нацыянальнай акаадэміі навук Беларусі. Сер. аграрных науку. – 2009. – № 2. – С. 104–112.
- 2 Привалов, Ф. И. Современное состояние и перспективы возделывания озимой ржи в Беларуси / Ф. И. Привалов, Э. П. Урбан // Весці Нацыянальнай акаадэміі навук Беларусі. Сер. аграрных науку. – 2009. – № 4. – С. 56–61.
- 3 Привалов, Ф. И. Формирование урожайности озимого и ярового тритикале под влиянием уровня интенсификации технологий возделывания / Ф. И. Привалов, К. Г. Шашко, В. В. Холодинский // Земледелие и селекция в Беларуси: сборник научных трудов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2013. – Вып. 49. – С. 86–94.
- 4 Яковлев, А. Н. Применение мультиэнзимного комплекса при получении этилового спирта из проблемного сырья / А. Н. Яковлев, С. Ф. Яковleva, О. С. Корнеева // Вестник ВГУИТ. – 2012. – № 3. – С. 148–152.
- 5 Римарева, Л. В. Теоретические и практические основы ферментативного катализа полимеров зернового сырья в спиртовом производстве / Л. В. Римарева [и др.] // Производство спирта и ликеро-водочных изделий. – 2008. – № 3. – С. 4–9.
- 6 Кононенко, В. В. Переработка зерна ржи и ячменя в спиртовом производстве / В. В. Кононенко, Л. Н. Крикунова, В. В. Колпакова // Производство спирта и ликеро-водочных изделий. – 2003. – № 3. – С. 11–13.
- 7 Гернет, М. В. Количественное определение пентозанов как метод оценки качества ржи / М. В. Гернет, К. В. Кобелев, И. Н. Грибкова // Пиво и напитки. – 2013. – № 2. – С. 28–31.
- 8 Weipert, D. Pentosans in rye/ D. Weipert // Vortr. Pflanzenzuchtung. – 1996. – № 35. – Р. 85–94.
- 9 Vinkh, C. J. A. Physicochemical and functional properties of rye nonstarch polysaccharides. Variability in the structure of water-soluble arabinoxylans / C. J. A. Vinkh [et al.] // J. Cereal Chem. 1993. – V. 70. – № 3. – Р. 311–317.
- 10 Кобелев, К. В. Свойства тритикале и перспективы ее использования в бродильных производствах / К. В. Кобелев [и др.]. – Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – 2013. – № 5. – С. 51–53.
- 11 Оверченко, М. Б. Исследование различных сортов тритикале для использования их в спиртовом производстве / М. Б. Оверченко [и др.]. – Пиво и напитки. – 2014. – № 6. – С. 14–18.
- 12 Кобелев, К. В. Мониторинг качества ржи и тритикале / К. В. Кобелев [и др.]. – Пиво и напитки. – 2013. – № 1. – С. 40–42.
- 13 Гончаренко, А. А. Связь средневзвешенной молекулярной массы водоэкстрактивных пентозанов озимой ржи с технологическими и хлебопекарными качествами зерна / А. А. Гончаренко [и др.]. – Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2008. – № 4. – С. 3–6.
- 14 Исмагилов, Р. Р. Содержание водорастворимых пентозанов в зерне ржи разной фракции / Р. Р. Исмагилов [и др.]. – Пиво и напитки. – 2015. – № 3 – С. 44–46.
- 15 Абрамова, И. М. Технологические требования к пшеничному и ржаному сырью, обеспечивающие высокое качество спирта и ликеро-водочных изделий / И. М. Абрамова // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – 2011. – № 5 – С. 62–67.
- 16 Яковлев, А. Н. Интенсификация переработки ржи на этанол с использованием мультиэнзимного комплекса / А. Н. Яковлев [и др.]. – Производство спирта и ликеро-водочных изделий. – 2009. – № 4 – С. 12–14.
- 17 Алимова, Д. С. Применение низкопентозановой ржи в технологии этилового спирта / Д. С. Алимова [и др.]. – Вестник ВГУИТ. – 2018. – № 3. – С. 248–253.
- 18 Кобылянский, В. Д. Изучение инновационной зернофуражной низкопентозановой озимой ржи / В. Д. Кобылянский, О. Д. Солодухина // Пермский аграрный вестник. – 2014. – № 1. – С. 10–16.
- 19 Кобылянский, В. Д. Основы селекции малопентозановой ржи / В. Д. Кобылянский, О. В. Солодухина // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – СПб. – 2009. – Т.166. – С. 112–118.
- 20 Кобылянский, В. Д. Элементы технологии селекции сортов озимой ржи с низким содержанием водорастворимых пентозанов в зерне / В. Д. Кобылянский, О. В. Солодухина // Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии и переработка. – Екатеринбург. – 2012. – С. 20–24.
- 21 Жученко, А. А. Рожь – важнейшая продовольственная и кормовая культура России / А. А. Жученко // Агропродовольственная политика России. – 2012. – № 3. – С. 14–21.
- 22 Гончаренко, А. А. Вязкость водного экстракта зерна озимой ржи как универсальный признак при селекции на целевое использование / А. А. Гончаренко [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2007. – № 3. – С. 44–49.
- 23 Поляков, В. А. Инструкция по техно-химическому и микробиологическому контролю спиртового производства / В. А. Поляков [и др.]. – М.: ДeЛи прнт, 2007. – 480 с.

Поступила в редакцию 24.11.2022 г.

## ОБ АВТОРАХ:

**Анна Александровна Миронцева**, старший преподаватель кафедры технологии пищевых производств, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий (БГУТ), e-mail: anna\_mirontseva@mail.ru.

**Елена Алексеевна Цед**, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии пищевых производств, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий (БГУТ), e-mail: tsedelena@inbox.ru.

**Светлана Владимировна Волкова**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии пищевых производств, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий (БГУТ), e-mail: svetlana08@mail.ru.

## ABOUT THE AUTHORS:

**Anna A. Mirontseva**, senior lecturer of the Department of Food Production Technologies, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: anna\_mirontseva@mail.ru.

**Elena A. Tsed**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Food Production Technologies, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: tsedelena@inbox.ru.

**Svetlana V. Volkova**, PhD (Engineering), Associate Professor of the Department of Food Production Technologies, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: svetlana08@mail.ru

# ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНО- ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

УДК 331.101.3

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОТИВАЦИИ ТРУДА ПЕРСОНАЛА КОММЕРЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

*T. I. Сушко, Е. П. Сымук*

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

**АННОТАЦИЯ.** В статье обоснована необходимость анализа мотивации труда, изучены различные подходы и многообразие показателей оценки эффективности мотивации труда персонала. Предложена система комплексной оценки эффективности мотивации персонала коммерческой организации. Усовершенствована система показателей, позволяющая учесть взаимосвязь финансовых результатов деятельности коммерческой организации с затратами на мотивацию персонала.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** коммерческая организация; мотивация труда; оценка эффективности; экономическая эффективность; показатели эффективности; производительность труда.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Сушко, Т. И. Методические подходы к оценке эффективности мотивации труда персонала коммерческой организации / Т. И. Сушко, Е. П. Сымук // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 2(33). – С. 94–104.

## METHODOLOGICAL APPROACHES TO ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF PERSONNEL MOTIVATION IN A COMMERCIAL ORGANIZATION

*T. I. Sushko, E. P. Symuk*

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

**ABSTRACT.** The article substantiates the need for an analysis of labor motivation and analyzes various approaches and indicators for evaluating the effectiveness of personnel motivation. The system of complex assessment of efficiency of personnel motivation in a commercial organization is offered. The system of indicators has been improved to take into account the relationship between the financial results of the commercial organization and the costs of personnel motivation.

**KEY WORDS:** commercial organization; motivation of labor; evaluation of effectiveness; economic efficiency; performance indicators; labor productivity.

**FOR CITATION:** Sushko, T. I. Methodological approaches to assessing the effectiveness of personnel motivation in a commercial organization / T. I. Sushko, E. P. Symuk // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2022. – № 2(33). – P. 94–104 (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

Понятие достойного труда является официально признанным термином Международной организации труда и определяется как возможность для женщин и мужчин получать достойную и содержательную работу в условиях свободы, равенства, справедливости и уважения человеческого достоинства. Выделяют пять ключевых характеристик достойного труда: производительность; безопасность; уважение прав трудящихся и социальная защита; соответствующий доход; возможность влиять на принятие решений относительно условий труда, трудовых отношений путем социального партнерства<sup>1</sup> [1].

Эффективное мотивирование деятельности работников коммерческой организации на достижение желаемых результатов способствует рациональной организации труда, максимальной отдаче от использования имеющегося трудового потенциала и производственных ресурсов, что в свою очередь позволяет повысить результативность и прибыльность деятельности предприятия.

В Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года среди приоритетных задач в области доходов и оплаты труда предусмотрена разработка действенных механизмов мотивации труда высококвалифицированных специалистов, способных по-новому и нетрадиционно решать сложные задачи реформируемой экономики и общественного развития. На период с 2021 по 2030 гг. предполагается внедрение новых эффективных механизмов стимулирования высококвалифицированного труда<sup>2</sup>.

Среди многообразия инструментов формирования действенного механизма мотивации труда существенное значение имеет экономический анализ эффективности проведенных мотивационных мероприятий. Оценка мотивации персонала является более сложной, чем оценка качественных и количественных результатов труда на предприятии.

Оценка эффективности мотивации труда персонала и оценка эффективности трудовой деятельности – два взаимосвязанных понятия, и, следовательно, подходы к решению этих вопросов, а также проблемы, связанные с разработкой методик их оценки, схожи между собой [1].

В. Г. Гусаков отмечает, что труд работников должен быть мотивирован в тесной связи с производственными показателями. Только в тесной связи результатов труда и размеров мотивации состоит смысл развития производства: без наращивания мотивации не может быть роста производства, а без увеличения объемов производства и реализации продукции не может обеспечиваться совершенствование системы мотивации [2].

Объектом исследования выступают трудовые отношения в коммерческих организациях Республики Беларусь.

Предметом исследования является оценка эффективности мотивации труда персонала.

Вопросы оценки эффективности управления персоналом и его мотивации исследованы такими белорусскими учеными, как В. Г. Гусаковым, А. В. Микулич, А. О. Борисенко, Н. А. Старовойтовой, Л. Е. Тихоновой, Л. В. Прудниковой и др. [2–7]. Среди российских исследователей, изучающих вопросы оценки эффективности мотивации труда, выделим Л. М. Альбитера, Е. И. Макринову, В. А. Земленую, М. М. Гайфуллину, Л. Х. Никифорову, Н. И. Лыгину, С. А. Тимофееву и др. [1, 8–12].

В результате изучения исследований вышеизложенных авторов были выявлены различные подходы к оценке эффективности мотивации персонала и, соответственно, многообразие показателей, которые требуют систематизации и доработки. Целью исследования является изу-

<sup>1</sup> Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.economy.gov.by.html>. – Дата доступа: 19.11.2022.

<sup>2</sup> Об индикаторах достойного труда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by.html>. – Дата доступа: 19.11.2022.

чение методических подходов к оценке эффективности мотивации труда персонала коммерческой организации и разработка системы комплексной оценки с учетом внутренних и внешних факторов деятельности коммерческой организации.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Методология исследования основана на системном подходе, применяемом к исследованию эффективности организационно-экономического механизма мотивации персонала, с использованием общенаучных методов анализа, синтеза, сравнения, обобщения и классификации.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

При разработке мотивационных мероприятий для предприятий, осуществляющих свою деятельность в условиях цифровизации экономики, которая требует (предполагает) радикального усиления роли человеческого фактора, необходимо ориентироваться на эффективность осуществляемых материальных и финансовых затрат и достижение организационных целей. Для этого следует уделять большое внимание проблеме оценки эффективности системы мотивации, выбору из многообразия методов подходящей системы показателей эффективности (с учетом специфики предприятия и сферы деятельности) и применению ее для увеличения профессиональной отдачи работников.

Выполненный обзор литературных источников показал, что обеспечение роста эффективности производства предполагает не только эффективное использование всех производственных ресурсов предприятий, но и выявление степени их взаимообусловленности и взаимосвязи, в первую очередь, эффективности производства и труда [10].

Эффективность характеризует не только результативность деятельности, но и ее экономичность, то есть достижение определенного результата с минимальными затратами. Источником эффекта в любом случае является экономия средств на достижение поставленных целей, однако главная задача проводимых мероприятий – достижение такого состояния трудового потенциала, которое обеспечивало бы определенный экономический и социальный эффект, а не максимальную экономию затрат на рабочую силу, так как известно, что дешевая рабочая сила не всегда самая лучшая, особенно для выпуска высококачественной продукции. Следовательно, минимизация затрат как критерий эффективности должна рассматриваться применительно к достижению конкретных количественных и качественных параметров трудового потенциала [13].

Эффективность мотивации труда персонала в коммерческой организации будем рассматривать как сложную социально-экономическую категорию, определяемую отношением результата и вызвавших его затрат, отражающую степень экономичности и результативности воздействия на объект управления (работника, отдельное подразделение либо предприятие в целом) в результате использования имеющегося трудового потенциала и производственных ресурсов.

В связи с тем, что на основе проведенного анализа были выявлены различные подходы к оценке эффективности мотивации персонала и, соответственно, многообразие показателей, приведем собственную классификацию показателей.

По нашему мнению, оценку эффективности результатов механизма мотивации труда персонала коммерческой организации необходимо осуществлять, используя как внешние, так и внутренние показатели эффективности, поскольку эффективность предприятия формируется как во внутренней, так и во внешней среде функционирования.

Внешняя эффективность характеризуется показателями, отражающими достижения коммерческой организации во взаимосвязи с рыночной средой. К показателям внешней эффективности предлагаем отнести следующие:

- качество выпускаемой продукции,
- конкурентоспособность продукции,
- спрос на выпускаемую продукцию,

- объем продаж,
- рост поступления налогов и отчислений в бюджет.

Внедрение действенного мотивационного механизма в процесс управления персоналом позволит улучшить качество выпускаемой продукции, товар будет более конкурентоспособен, что приведет к росту спроса на него, увеличению объема продаж на рынке и, соответственно, обеспечит в большем объеме поступление налогов и отчислений в бюджет. При положительной динамике вышеназванных показателей можно говорить о результативности системы мотивационных мероприятий с точки зрения внешней среды функционирования.

Внутренняя эффективность проявляется с точки зрения внутренних возможностей коммерческой организации и отражает способность управления внутренними ресурсами (затратами и капиталом). Она показывает, каким образом удовлетворение определенных потребностей сказывается на динамике собственных целей предприятия и отдельных групп её участников. Внутренняя эффективность обусловлена результатами деятельности самой организации и будет представлена, по нашему мнению, экономической, социальной и целевой эффективностью.

Блок-схема комплексной оценки эффективности системы мотивации труда персонала коммерческой организации представлена на рис. 1 (собственная разработка).



**Рис. 1.** Блок-схема комплексной оценки эффективности мотивации труда персонала коммерческой организации

**Fig. 1.** Flow chart of a comprehensive assessment of the effectiveness of personnel motivation in a commercial organization

Таким образом, оценку эффективности внедрения модели организационно-экономического механизма мотивации персонала в коммерческой организации предлагается производить на основе показателей внутренней и внешней эффективности. В свою очередь показатели внутренней эффективности рассматриваются как показатели экономической, со-

циальной и целевой эффективности.

Экономическая эффективность имеет большое значение для выполнения стратегических целей организации, поскольку любое управленческое решение должно быть экономически обоснованным и целесообразным. Однако, рассчитать экономическую эффективность системы мотивации в чистом виде трудно из-за сложности оценки в денежном выражении результата, являющегося следствием внедрения тех или иных мотивационных мероприятий. При этом следует учитывать, что показатели экономической эффективности лишь косвенно отражают влияние системы мотивации на экономические результаты деятельности предприятия. Это обусловлено тем, что на результативность деятельности предприятия помимо мотивации труда оказывает влияние большое количество как внутренних, так и внешних факторов: изменение законодательства, производственных технологий, рыночной конъюнктуры и др.

Косвенные показатели экономической эффективности условно разделим на общие и специфические. К общим показателям экономической эффективности отнесем общепринятые, применяемые зарубежными и отечественными учеными для оценки полноты использования трудового потенциала и анализа эффективности применяемой системы мотивации. Общие показатели экономической эффективности, формула их расчета, а также описание их экономического смысла представлены в табл. 1.

**Табл. 1.** Общие косвенные показатели экономической эффективности мотивации труда персонала коммерческой организации

**Table 1.** General indirect indicators of economic efficiency of personnel motivation in a commercial organization

Наименование показателя	Формула расчета	Экономический смысл
1	2	3
Производительность труда ( $\Pi_t$ )	$\Pi_t = \frac{Q}{\text{Чс.сп.}},$ где Q – объем выполненных работ в натуральном или стоимостном выражении; Чс.сп. – среднесписочная численность персонала	Показатель эффективности трудового процесса. Определяет, какой объем выполненных работ приходится на 1 работника. При положительной динамике косвенно характеризует эффективность применяемой системы мотивации.
Коэффициент опережения ( $K_{оп.}$ )	$K_{оп.} = \frac{T_{п.т.}}{T_{з.п.}},$ где $T_{п.т.}$ – темпы роста производительности труда; $T_{з.п.}$ – темпы роста заработной платы	Опережение темпов роста производительности труда по сравнению с темпами роста заработной платы обеспечивает снижение себестоимости продукции, увеличение рентабельности и повышение эффективности производства. Тенденция роста материального стимулирования заработной платы должна приводить к более высоким темпам роста производительности труда. Коэффициент опережения будет характеризовать эффективность при значении выше 1.
Доля заработной платы в себестоимости продукции ( $\%_{з.п.С}$ )	$\%_{з.п.} = \frac{\Phi ЗП}{C},$ где ФЗП – фонд заработной платы, руб.; С – себестоимость продукции, руб.	Показатель отражает, насколько трудоемкими, а соответственно, рентабельными являются действующие на предприятии производственные процессы, и насколько они «утяжеляют» себестоимость продукции. Представляет интерес для анализа и построения стратегии снижения себестоимости продукции, роста производительности труда.

Продолжение Табл. 1.

I	2	3
Доля заработной платы в совокупных затратах (% <sub>з.п.З</sub> )	$\%_{\text{з.п.} \text{З}} = \frac{\text{ФЗП}}{\text{З}},$ где ФЗП – фонд заработной платы, руб.; З – совокупные затраты, руб.	Показатель необходим для анализа и построения стратегии оптимизации общепроизводственных и общехозяйственных затрат, роста производительности труда.
Зарплатоемкость (Зе)	$\text{Зе} = \frac{\text{ФЗП}}{\text{В}},$ где ФЗП – фонд заработной платы, руб.; В – выручка от реализации продукции, руб.	Позволяет оценить уровень затрат и общую экономическую эффективность работы предприятия. Показывает величину расходов на заработную плату, приходящуюся на единицу продукции в стоимостном выражении. Чем ниже показатель, тем результативнее используются фонд заработной платы (тем эффективнее существующая система мотивации). Снижение зарплатоемкости говорит о грамотном управлении расходами на материальную мотивацию персонала.
Зарплатоотдача (Зо)	$\text{Зо} = \frac{\text{В}}{\text{ФЗП}},$ где ФЗП – фонд заработной платы, руб.; В – выручка от реализации продукции, руб.	Показатель определяет, какая сумма реализованной продукции содержится в 1 рубле заработной платы. Зарплатоотдача показатель, обратный зарплатоемкости. Характеризует действенность использования средств на зарплату. Показывает, во сколько раз выручка работодателя, полученная в результате работы сотрудников, превышает фонд оплаты труда. Увеличение зарплатоотдачи говорит о грамотном управлении расходами на материальную мотивацию персонала.
Зарплаторентабельность ( $P_{\text{ФЗП}}$ )	$P_{\text{ФЗП}} = \frac{\text{ПР}}{\text{ФЗП}},$ где ПР – прибыль от реализации, руб.; ФЗП – фонд заработной платы, руб.	Показывает, сколько прибыли приходится на один рубль фонда заработной платы. Данный показатель дает возможность связать финансовые результаты деятельности предприятия с затратами, связанными с оплатой труда персонала.
Интегральный показатель использования заработной платы (Кинт.зп.)	Кинт.зп. = $\sqrt{\text{Зо} \times P_{\text{ФЗП}}},$ где Зо – зарплатоотдача, р./р.; $P_{\text{ФЗП}}$ – зарплаторентабельность	Поскольку зарплатоотдача и зарплаторентабельность характеризуют эффективность использования заработной платы с различных сторон и могут изменяться в разных направлениях и неодинаковыми темпами, для общей оценки целесообразно применять интегральный показатель использования заработной платы.

Все вышеперечисленные в табл. 1. общие экономические показатели косвенно отражают эффективность проводимых мотивационных мероприятий.

Нами было отмечено ранее, что расчет экономической эффективности в результате осуществления мотивационных мероприятий в чистом виде затруднен из-за сложности оценки его в денежном выражении. Однако, совокупные затраты на внедрение системы

мотивации рассчитать проще, поскольку учет таких ведется постоянно. Их условно разделим на:

- затраты на оплату труда персонала, занятого в реализации модели мотивационного механизма;
- затраты на обеспечение материальных инструментов системы мотивации;
- затраты на обеспечение нематериальных инструментов системы мотивации;
- затраты на создание и функционирование инфраструктуры системы мотивации.

В связи с трудностью применения на практике данной классификации затрат на внедрение системы мотивации, поскольку не в каждой коммерческой организации осуществляют разграничение данных затрат и ведут отдельный их учет, будем рассматривать совокупные затраты на внедрение системы мотивации.

На основе совокупных затрат на внедрение системы мотивации по результатам проведенных исследований нами разработаны специфические показатели оценки влияния мотивационного механизма на эффективность производства коммерческой организации.

Специфические показатели экономической эффективности, а также формула их расчета представлены в табл. 2.

**Табл. 2.** Специфические косвенные показатели экономической эффективности мотивации труда персонала коммерческой организации

**Table 2.** Specific indirect indicators of economic efficiency of personnel motivation in a commercial organization

Наименование показателя	Формула расчета
Мотивационная затратоотдача (Зо.м.)	$\text{Зо.м.} = \frac{\text{B}}{\text{ЗМ}},$ где B – выручка от реализации продукции, руб., ЗМ – совокупные затраты на систему мотивации, руб.
Мотивационная затраторентабельность (Рм)	$\text{Рм} = \frac{\text{ПР}}{\text{ЗМ}},$ где ПР – прибыль, руб., ЗМ – совокупные затраты на систему мотивации, руб.
Коэффициент эффективной мотивации (Кэ.м.)	$\text{Кэ.м.} = \frac{\text{TPп}}{\text{TPзм}},$ где ТРп – темп роста прибыли, ТРзм – темп роста совокупных затрат на систему мотивации
Мотивационная производительность труда (ПТм)	$\text{ПТм} = \text{ПТ} \times \text{Кэ.м.},$ где ПТ – производительность труда Кэ.м. – коэффициент эффективной мотивации

Рассмотрим экономический смысл показателей, представленных в табл. 2. Мотивационная затратоотдача (Зо.м.) характеризует действенность использования средств на систему мотивации. Показывает, во сколько раз выручка от реализации выпущенной продукции превышает затраты на внедрение системы мотивации. Увеличение мотивационной затратоотдачи говорит о грамотном управлении расходами на мотивацию персонала.

Мотивационная затраторентабельность (Рм) показывает, сколько прибыли приходится на один рубль затрат на мероприятия по мотивации труда. Данный показатель дает возможность связать финансовые результаты деятельности коммерческой организации с затратами, связанными с мотивацией персонала.

Коэффициент эффективной мотивации (КЭ.м.) характеризует эффективность применения мотивационного механизма на предприятии. Если данный коэффициент выше 1, можно говорить об эффективности применяемой системы мотивации. Тенденция роста материальных затрат на мотивацию персонала должна приводить к более высоким темпам роста прибыльности организации. Данный показатель разработан по аналогии с коэффициентом опережения, при расчете которого в числителе стоит темп роста производительности труда. Однако, очевидно, чем выше производительность труда, тем больше будет произведено продукции, а это может привести к процессу перепроизводства, что в свою очередь негативно скажется на конечных финансовых результатах деятельности предприятия. Поэтому при расчете предлагаемого нами коэффициента в числителе используем темп роста прибыли.

Мотивационная производительность труда (ПТм). Данный показатель характеризует тенденцию роста производительности труда за счет мотивационного воздействия. Расчет показателя рекомендуем производить в случае КЭ.м.>1. Предлагаемый к расчету показатель разработан с учетом того, что недостаточно изучены резервы роста производительности труда на основе мотивационного воздействия. Производительность труда работника зависит от самого работника, а также от оборудования, на котором он работает. Модернизация основных производственных фондов, повышение автоматизации являются процессами, необходимыми для развития производственной организации, но недостаточными. Динамика показателя мотивационной производительности труда позволит определить степень влияния мотивационного воздействия на работника коммерческой организации, которая приведет к росту производительности труда в тесной связи с конечным финансовым результатом (поскольку рост производительности труда необходимо увязывать с увеличением объемов прибыли).

Отметим, что специфические показатели, представленные в табл. 2, имеют запаздывающий характер, т.е. оценивать эффективность мотивационных мероприятий необходимо через 3–6 месяцев. Это связано с тем, что персонал будет постепенно адаптироваться к проводимым на предприятии нововведениям, изменять своё мышление, отношение к своему труду и повышать его эффективность.

В связи с тем, что экономической основой эффективности системы мотивации является рост производства и сбыта востребованной и конкурентной продукции, получение незаработанных средств в виде мотивации, необеспеченных произведенной и проданной продукцией, приводит к утрате прямой зависимости производительности труда и системы мотивации труда. Вышеописанные разработанные нами показатели позволяют увязать затраты на внедрение системы мотивации с финансовыми результатами деятельности предприятия и показывают: эффективны либо нет эти вложения.

Социальная эффективность позволяет оценить степень использования имеющегося трудового потенциала. Показатели социальной эффективности системы мотивации определяют с помощью анализа экономической и статистической отчетности, анкетирования и интервьюирования работников, метода экспертных оценок, метода наблюдения, а также анализа документов и отчетности предприятия, отражающих результаты осуществления кадровых процессов на предприятии, и другие методы [11]. При этом одни показатели определяются с известной степенью условности, а другие вообще не могут быть выражены количественно.

Среди показателей социальной эффективности будем рассматривать:

- удовлетворенность трудом;
- благоприятный социально-психологический климат;
- санитарно-гигиенические условия труда;
- лояльность и приверженность персонала;
- организационно-трудовые условия труда;
- социальную защищенность работников;
- профессионально-квалификационную структуру персонала;

-текучесть кадров.

Обобщающий (интегральный) показатель социальной эффективности в результате внедрения системы мотивации можно получить путем суммирования произведения оценок частных показателей ( $\chi_i$ ) на соответствующие весовые коэффициенты ( $K_i$ ), где  $i$  принимает значение от 1 до 8, так мы рассматриваем 8 показателей (1):

$$I_{c.\vartheta} = \sum_{i=1}^n \chi_i \times K_i, \quad (1)$$

где  $\chi_i$  – оценка частного показателя социальной эффективности;

$K_i$  – весовой коэффициент;

$n=8$

Весовой коэффициент ( $K_i$ ) представляет собой удельный вес показателя с учетом его значимости и определяется экспертным путем.

Показатели социальной эффективности оказывают влияние на достижение показателей экономической эффективности. В то же время социальный эффект трудно выразить в денежном выражении, как и определить количественно степень влияния социальных факторов на достижение экономических показателей. Поэтому необходимо стремиться, чтобы расчет показателей экономической эффективности сопровождался и оценкой социального эффекта [1].

Наряду с понятием экономической эффективности рассмотрим понятие целевой эффективности, которая представляет собой степень достижения запланированных результатов. Л. Х. Никифорова наряду с экономической и социальной эффективностью выделяет также понятие целевой эффективности, однако отождествляет его с понятием результативности [11]. Мы же выделим целевую эффективность без отождествления с результативностью, поскольку цель не всегда совпадает с результатом. Цель – это желаемый результат, предполагаемый к достижению, результат – итог осуществляющей деятельности.

Однако, достижение целей управления мотивацией должно осуществляться путем уменьшения затрат, а не наоборот. Чем точнее достигается поставленная цель, тем выше результативность. Для измерения целевой эффективности необходимо иметь четко определенные цели и планы.

Соответственно, общая формула целевой эффективности имеет вид

$$\mathcal{E}_{\text{ц}} = \frac{P}{\Pi}, \quad (2)$$

где  $P$  – результативный показатель;

$\Pi$  – целевой показатель.

Результативный и целевой показатели могут быть представлены либо в стоимостном, либо в натуральном выражении. Рекомендуем проводить мониторинг эффективности целевых показателей, оказывающих влияние на процессы управления персоналом. При достижении цели целевая эффективность будет равна 100%.

Расчет целевой эффективности рекомендуем использовать на предприятиях, применяющих системы КПИ (ключевые показатели эффективности), и особенно при оценке тех должностей, где видна четкая взаимосвязь между применяемым мотивом и получаемым результатом. При оценке целевой эффективности также нужно делать поправку на влияние других факторов, поэтому рекомендуется проведение экспертных опросов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволяет сделать вывод, что одной из ключевых задач для коммерческой организации в настоящее время является формирование эффективной системы мотивации труда персонала. Удовлетворенность работника оплатой труда, политикой руково-

водства в отношении персонала, взаимоотношением с коллегами и руководителями во многом определяет его заинтересованность наиболее эффективно выполнять свои трудовые обязанности, что в результате ведет к росту производительности труда и эффективности функционирования коммерческой организации. Однако, возникает необходимость своевременного и качественного анализа системы мотивации труда персонала.

Анализ существующих подходов к оценке системы мотивации позволил выделить показатели ее внешней и внутренней эффективности. Внутреннюю эффективность предлагаем оценивать показателями экономической, социальной и целевой эффективности. Среди показателей экономической эффективности мотивации труда персонала предлагаем рассматривать общие и специфические. Предложенная классификация показателей эффективности позволит осуществить всесторонний экономический анализ результатов проведенных мотивационных мероприятий. Разработанная система показателей на основе совокупных затрат на осуществление мотивации труда позволит учесть взаимосвязь финансовых результатов деятельности коммерческой организации с затратами на мотивацию персонала. Таким образом, предложенная система комплексной оценки эффективности мотивации персонала направлена на обеспечение повышения эффективности функционирования коммерческой организации.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Земленая, В. А. К вопросу оценки эффективности системы мотивации персонала организации: критерии, методы, показатели / В. А. Земленая // Научный электронный журнал «Меридиан». – 2019. – № 11. – С. 1–9.
- 2 Гусаков, В. Г. Факторы и методы эффективного хозяйствования. Ч. 3. Мотивация труда и закрепление кадров, производительность труда / В. Г. Гусаков // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2020. – Т. 58. – № 3. – С. 263–267.
- 3 Микулич, А. В. Механизм мотивации труда в сельском хозяйстве в новых условиях: теория, методологии, практика / А. В. Микулич. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2011. – 274 с.
- 4 Борисенко, А. О. Мотивация труда управляемого персонала в сельскохозяйственных организациях: теоретические и практические аспекты/ А. О. Борисенко; под ред. В. Г. Гусакова. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2015. – 185 с.
- 5 Старовойтова, Н. А. Новые решения вопросов стимулирования и результативности труда / Н. А. Старовойтова, А. О. Борисенко, Ю. О. Санталова // Проблемы устойчивости продовольственной сферы: вопросы теории и методологии / сост. В. Г. Крестовский; под ред. В. Г. Гусакова. – Минск: Ин-т систем. исслед. В АПК НАН Беларуси, 2010. – С. 87–100.
- 6 Тихонова, Л. Е. Основные направления мотивационного стимулирования персонала на белорусских предприятиях / Л. Е. Тихонова, В. В. Федотова // Вестник Полоцкого государственного университета. – 2022. – № 6. – С. 54–60.
- 7 Прудникова, Л. В. Оценка и анализ системы мотивации и стимулирования труда персонала коммерческой организации / Л. В. Прудникова, О. И. Юркевич // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2017. – № 1. – С. 220–235.
- 8 Альбитер, Л. М. Повышение эффективности производства на основе управления мотивационным механизмом (на материалах пищевой промышленности): автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Л. М. Альбитер; Самарский государственный технический университет. – Самара, 2007. – 24 с.
- 9 Макринова, Е. И. Мотивационная составляющая в процессах регулирования трудового поведения и управления эффективностью труда / Е. И. Макринова, В. В. Григорьева // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2014. – № 3(51). – С. 208–218.
- 10 Гайфуллина, М. М. Методический подход к оценке эффективности системы мотивации и стимулирования персонала / М. М. Гайфуллина, Д. Д. Муртазина // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. – № 4. – С. 192–194.
- 11 Никифорова, Л. Х. Подходы к оценке эффективности систем мотивации персонала / Л. Х. Никифорова // Экономика и менеджмент инновационных технологий. – 2016. – № 6. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ekonomika.sciencedom.ru/2016/06/11632>. – Дата доступа: 25.11.2022.
- 12 Лыгина, Н. И. Оценка эффективности использования трудового потенциала в социально-ориентированной экономике / Н. И. Лыгина, С. А. Тимофеева // Вестник ОрелГИЭТ. – 2013. – № 4(26). – С. 3–7.
- 13 Шапиро, С. А. Эффективные инструменты мотивации и стимулирования труда в процессе управления персоналом / С. А. Шапиро, А. Б. Вешкурова // Управление развитием персонала. – 2019. – № 3. – С. 192–202.

*Поступила в редакцию 26.11.2022 г.*

**ОБ АВТОРАХ:**

**Таиса Ивановна Сушко**, кандидат экономических наук, доцент, профессор кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: sushko\_buaa@bgut.by.

**Екатерина Павловна Сымук**, магистр экономических наук, аспирант, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: galanova\_ekaterina@bk.ru.

**ABOUT AUTHORS:**

**Taisa I. Sushko**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Accounting, Analysis and Audit, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: sushko\_buaa@bgut.by.

**Ekaterina P. Symuk**, Master of Economics, postgraduate student, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: galanova\_ekaterina@bk.ru.

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УРОВНЯ СОГЛАСОВАННОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНТЕРЕСОВ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ АПК НА ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

***C. N. Гнатюк<sup>1</sup>, O. P. Громыко<sup>2</sup>***

<sup>1</sup>*Могилевский государственный университет имени А. А. Кулешова, Республика Беларусь*

<sup>2</sup>*Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, Республика Беларусь*

**АННОТАЦИЯ.** В статье рассмотрены возможности практического применения полученной модели оценки уровня согласованности различных субъектов перерабатывающих организаций АПК. На основе проведенного анализа сделан вывод, что разработанная методика позволяет выявлять уровень согласованности внутренних и внешних экономических интересов, ранжировать предприятия и выявить направления повышения эффективности производства.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *экономические интересы; согласованность; перерабатывающие предприятия; оценка, показатели; коэффициент; рентабельность продаж; эффективность.*

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Гнатюк, С. Н. Комплексная оценка влияния уровня согласованности экономических интересов перерабатывающих организаций АПК на повышение эффективности производства / С. Н. Гнатюк, О. П. Громыко // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 2(33). – С. 105–113.

## COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF THE DEGREE OF CONSISTENCY OF ECONOMIC INTERESTS OF AGRO-INDUSTRIAL PROCESSING ORGANIZATIONS ON IMPROVING PRODUCTION EFFICIENCY

***S. N. Gnatyuk<sup>1</sup>, O. P. Gromyko<sup>2</sup>***

<sup>1</sup>*Mogilev State A. Kuleshov University, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus*

**ABSTRACT.** The article considers the possibilities of practical application of the model for assessing the degree of consistency of various entities of processing enterprises of agro-industrial complex. Based on the analysis, it is concluded that the developed methodology allows us to identify the degree of consistency of economic interests, to rank enterprises, and identify areas for improving efficiency of production.

**KEY WORDS:** *economic interest; consistency; processing enterprises; assessment; indicators; coefficient; profitability of sales; efficiency.*

**FOR CITATION:** Gnatyuk, S. N. Comprehensive assessment of the influence of the degree of consistency of economic interests of agro-industrial processing organizations on improving production efficiency / S. N. Gnatyuk, O. P. Gromyko // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2022. – № 2 (33). P. 105–113 (in Russian).

### **ВВЕДЕНИЕ**

В последнее время внимание теоретиков и практиков обращено на успешно применяемую во многих странах с рыночной экономикой методику оценки стратегического развития организаций, основанную на системе сбалансированных показателей. В современных условиях хозяйствования поведение и развитие любого субъекта определяется его интересами, что нашло отражение в работах как зарубежных, так и отечественных исследователей: Р. С. Каплана, Д. П. НORTона, Т. В. Касаевой, В. С. Рябикова и др. [1, 2].

Методические подходы к оценке согласованности экономических интересов в рамках дифференциальной и комплексной оценки наиболее полно представлены в экономических исследованиях М. И. Гераськина [3], который предлагает использовать для этой цели мате-

матическое моделирование, системный анализ, методы многокритериальной оптимизации, методы теории игр и теории управления.

Наиболее разработанные подходы к измерению степени согласованности экономических интересов, которые обеспечивают прямую дифференциальную оценку, содержатся в исследованиях О. А. Биякова, Н. Ю. Коломаровой [4] и И. Г. Кокуевой [5]. Авторы предлагают для характеристики согласованности экономических интересов использовать коэффициент ранговой корреляции по Спирмену, а для оценки их меры сходства – коэффициент ранговой корреляции согласования экономических интересов по Кендэллу. Оба коэффициента могут принимать значения от  $-1$  до  $+1$ , что, по мнению авторов, в первом случае говорит о противоположной направленности, а во втором – об однородности интересов. Недостатком методики является то, что она помогает оценивать лишь тесноту связи между парами согласуемых интересов, но не саму степень их согласованности, а также выявлять экономические субъекты, в пользу которых произошло рассогласование интересов. Кроме этого, данный подход предполагает линейную зависимость между показателями экономических интересов и не позволяет измерять степень согласованности экономических интересов, связанных между собой нелинейно.

Н. А. Белкина [6] предлагает производить оценку согласованности экономических интересов на основе расчета линейного коэффициента корреляции и индекса корреляции, что позволяет оценивать как однородные, так и разнородные экономические интересы с точки зрения установления тесноты связи между ними.

В проведенных исследованиях углублены теоретические подходы к определению сущности экономических интересов, отражена специфика интересов перерабатывающих организаций АПК, обоснован механизм согласованности экономических интересов с учетом влияния факторов внешней и внутренней среды и уточнены основные его категории. Также обобщены и усовершенствованы методические подходы к оценке степени согласованности экономических интересов перерабатывающих организаций АПК, разработана система оценочных показателей согласованности экономических интересов, обоснована методика расчета оценки степени согласованности внутренних и внешних интересов [7–9].

Целесообразность использования системы сбалансированных показателей обусловлена тем, что оценка эффективности деятельности организации основана на применении не одного показателя, а системы показателей, охватывающей все области, что позволяет уделять внимание не оптимизации отдельных процессов в ущерб общим целям, а деятельности организации в целом.

Цель исследования заключается в комплексной оценке влияния уровня согласованности экономических интересов перерабатывающих организаций АПК на повышение эффективности производства.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Основой для проведения расчетов послужили данные годовых отчетов перерабатывающих организаций АПК Могилевской области за 2016–2020 гг. Методология исследования основана на системном подходе с использованием общенаучных методов анализа, синтеза, сравнения и обобщения, экономико-математических методов.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Методика комплексной оценки влияния уровня согласованности интересов перерабатывающих организаций АПК на повышение эффективности производства включает несколько этапов.

На первом этапе исследования выделены блоки: финансы, бизнес-процессы, кадры и обучение, «инвестиции/инновации», «клиенты (потребители)» и «клиенты (поставщики)» и разработаны соответствующие контролируемые показатели по каждому блоку.

На втором этапе по каждому из предложенных показателей определяется *коэффициент сбалансированности*, который показывает, насколько фактический уровень сбалансирован-

ности интересов превышает минимально допустимый уровень сбалансированности, и рассчитывается по формуле

$$I_i = \frac{\text{факт}(x) - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}, \quad (1)$$

где  $I_i$  – коэффициент сбалансированности;

$\text{факт}(x)$  – фактическое значение контролируемого показателя степени сбалансированности экономических интересов;

$\min(x)$  – минимально допустимое значение контролируемого показателя степени сбалансированности экономических интересов;

$\max(x)$  – максимальное значение контролируемого показателя степени сбалансированности экономических интересов.

На третьем этапе отдельные коэффициенты уровня согласованности экономических интересов по каждому предприятию были свернуты в один обобщающий показатель для того, чтобы можно было ранжировать рассматриваемые предприятия.

На четвертом этапе рассчитан коэффициент уровня согласованности экономических интересов для всех рассматриваемых перерабатывающих организаций АПК области для того, чтобы выявить зависимость между эффективностью производства и уровнем согласованности их экономических интересов.

Анализ данных по перерабатывающим предприятиям АПК Могилевской области за 2016–2020 гг. показал, что существует тесная взаимосвязь между рентабельностью продаж ( $Y$ ) и предложенными контролируемыми показателями, отражающими уровень согласованности внутренних и внешних экономических интересов, которая отражается уравнением регрессии:

$$Y = -0,2508 + 1,2096 I_i, \quad (2)$$

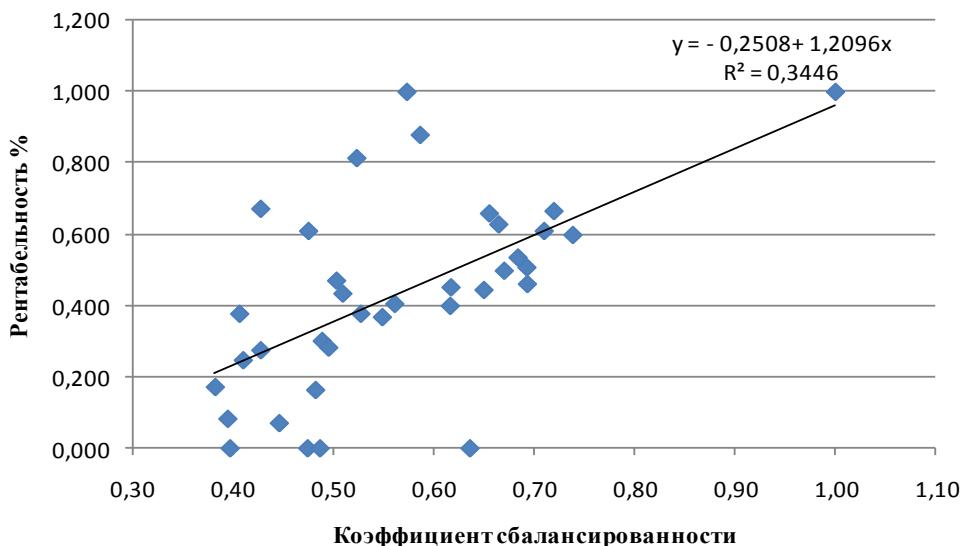
где  $Y$  – рентабельность продаж;

$I_i$  – коэффициент сбалансированности.

Рост совокупного показателя степени согласованности экономических интересов на 1% позволяет увеличить рентабельность продаж на 1,21 %.

Оценивая зависимость между рентабельностью продаж и уровнем согласованности внутренних и внешних экономических интересов организаций можно сделать вывод, что он в значительной степени связан с предложенными контролируемыми показателями, коэффициент корреляции равен 0,587 (рис.1).

Анализ данных, представленных на рис. 1 показал, что уровень согласованности экономических интересов перерабатывающих организаций с внешними субъектами хозяйствования (клиенты-поставщики, клиенты-покупатели) оказывает более существенное влияние на конечные результаты деятельности организаций (коэффициент корреляции – 0,595) по сравнению со степенью согласованности внутренних интересов (коэффициент корреляции – 0,518). Следовательно, важно не только произвести продукцию, но и ее реализовать, что означает необходимость постоянного учета экономических интересов внешних клиентов и, прежде всего, покупателей продукции.



**Рис. 1.** Взаимосвязь коэффициента сбалансированности и рентабельности продаж

**Fig. 1.** The relationship between the balance ratio and profitability of sales

Уравнение регрессии, отражающее влияние согласованности экономических интересов перерабатывающих организаций с клиентами (внешними субъектами), имеет вид:

$$Y = 0,14 + 0,058x_1 + 0,549x_2, \quad (3)$$

где  $x_1$  – показатели, отражающие уровень согласованности экономических интересов с поставщиками сырья;

$x_2$  – показатели, отражающие уровень согласованности экономических интересов организаций с потребителями.

Оценивая роль согласованности экономических интересов с внешними клиентами, следует отметить, что существенное влияние на результаты деятельности оказывает уровень согласованности экономических интересов с потребителями, что подтверждается расчетом коэффициента корреляции, который равен 0,595.

Это можно объяснить особенностями функционирования рынка продуктов питания. Рынок характеризуется высокой насыщенностью продуктами, развитым ассортиментом, ценовой и неценовой конкуренцией за потребителя, который имеет достаточно широкую дифференциацию доходов и вкусовых предпочтений. При этом доля каждого рассматриваемого предприятия в целом на рынке Могилевской области невысокая (от 5,34 до 35 %). Она колеблется по каждому предприятию по годам в зависимости от того, насколько перерабатывающие организации учитывают платежеспособный спрос покупателей и их потребности в продуктах питания по потребительским характеристикам. При этом наблюдается тесная зависимость между степенью согласованности экономических интересов организаций с интересами потребителей продукции и долей рынка, контролируемого предприятием, долей экспорта продукции предприятия, финансовыми показателями.

Если руководство предприятия не может своевременно отреагировать на изменение экономических интересов потребителей и не уделяет должного внимания изучению тенденций развития рынка, то сокращается доля рынка, доля экспортных поставок в общем объеме реализации, растет доля неиспользуемых производственных мощностей, сокращается выручка от реализации продукции, норма чистой прибыли, снижается рентабельность продаж и фондпрогнозируемый показатель.

В этой связи необходимо расходовать значительные финансовые средства на маркетинг и продвижение продукции на рынок, чтобы успешно конкурировать как с отечественными, так и российскими производителями аналогичной продукции на региональном рынке продуктов питания. В условиях высокой конкуренции предприятия по производству молочной и мясной продукции более 40 % ее направляют на экспорт, что повышает зависимость эффективности производства от степени согласования внутренних интересов организаций с интересами потребителей продукции. Предприятия по производству хлебобулочной продукции и мороженого в силу специфики выпускаемой продукции в основном ориентируются на внутренний рынок. Доля экспортных поставок менее 20 % от общего выпуска продукции. Анализ тенденций развития перерабатывающих организаций АПК Могилевской области за последние 5 лет позволяет утверждать о том, что экспорт оказывает существенное влияние на эффективность производства, которое описывается уравнением

$$Y = -0,366 + 0,302x_3, \quad (4)$$

где  $x_3$  – доля экспортных поставок в общем объеме реализованной продукции.

В то же время уровень согласованности экономических интересов перерабатывающих организаций АПК с поставщиками сельскохозяйственного сырья является несущественным (коэффициент корреляции – 0,233), что можно объяснить действующей в республике системой регулирования взаимоотношений организаций сельского хозяйства и перерабатывающих организаций АПК. Например, ОАО «Бабушкина крынка», как и каждое молокоперерабатывающее предприятие, имеет закрепленную сырьевую зону, состоящую из сельскохозяйственных организаций близлежащих районов. Сыревые зоны закреплены за предприятием решением облисполкома. Как правило, переработчики работают с поставщиками сырого молока на условиях предоплаты, тем самым выполняя функцию поддержки сельскохозяйственных организаций. Цены на сырое молоко регулируются Правительством Республики Беларусь: отдельные цены устанавливаются для каждого сорта молока. Поэтому возможности предприятия более полно учесть интересы поставщиков молока ограничены. Следует отметить, что поставщики сырья соблюдают дисциплину поставок (около 98 % выполняются в срок) и соблюдают стандарты качества поставляемого сырья (соответствует стандартам 92–98 % поставляемого сырья).

Перерабатывающие предприятия обладают качественной сырьевой базой по сравнению со странами ЕАЭС, что обеспечивает конкурентные преимущества продуктов питания как на внутреннем рынке, так и на других рынках.

В условиях острой конкуренции на рынке продовольственных товаров большое значение для повышения эффективности производства перерабатывающих организаций имеет инвестиционно-инновационная деятельность. Расчеты показывают, что влияние фактора «инвестиции-инновации» на рост эффективности производства является значительным – коэффициент корреляции – 0,396.

Инвестиции, направляемые на обновление и модернизацию основных средств, позволяют поддерживать конкурентоспособность продукции и предприятия. При этом за рассматриваемый период по исследуемым организациям наблюдаются резкие колебания значений: коэффициент роста доходов от инвестиционной деятельности колеблется по ОАО «Бобруйский комбинат хлебопродуктов» от 0,03 в 2018 г. до 4,75 в 2019 г., что обусловлено неравномерностью динамики чистой прибыли, проблемами привлечения внешних источников финансирования и несовпадением во времени потребности в инвестициях для обновления основных средств и наличием собственных финансовых ресурсов. Следует также учитывать временной лаг между инвестициями и получаемым от них эффектом в виде роста объема выпускаемой продукции и прибыли.

Главную роль в обеспечении роста эффективности производства имеют инвестиции в инновационные проекты, так как позволяют увеличить объем и расширить ассортимент, повысить качество выпускаемой продукции и за счет этого увеличить заработную плату работникам, улучшить финансовые показатели деятельности предприятия, т.е. достигнуть более высокой согласованности экономических интересов внутри предприятия между работниками, менеджерами и их собственниками. Одновременно выпуск инновационной продукции позволяет удовлетворить интересы потребителей в высококачественной, здоровой продукции с улучшенными потребительскими характеристиками.

Поэтому следует обратить внимание и на связь инвестиционной деятельности с выпуском инновационной продукции, так как построенное уравнение регрессии по блоку «инвестиции-инновации» имеет вид

$$Y = 0,24 + 0,137x_4 + 0,373x_5, \quad (5)$$

где  $x_4$  – показатели эффективности инвестиционной деятельности организаций;

$x_5$  – показатели эффективности инновационной деятельности организаций.

Следовательно, инновации оказывают существенное влияние на повышение эффективность производства перерабатывающих организаций по сравнению с их инвестиционной деятельностью.

Недостаточное внимание к инновационной деятельности на перерабатывающих предприятиях АПК Могилевской области привело к тому, что только в ОАО «Бабушкина крынка» инновационная продукция составляет более 5 % от общего объема выпускаемой продукции. Следовательно, перерабатывающие организации Могилевской области имеют значительные резервы роста эффективности производства за счет более полного согласования экономических интересов организаций и интересов потребителей. Для этого необходимо активизировать маркетинговую деятельность, более точно изучать потребности покупателей и, как следствие, увеличивать расходы на маркетинг.

В современных условиях возрастает роль работника в общественном производстве. Он из простого орудия труда превращается в активного субъекта экономических отношений. Рассматривая тренды современного рынка труда, следует отметить такие тенденции, как снижение лояльности сотрудников по отношению к работодателям и готовность к изменениям, готовность сотрудников идти на компромиссы при поиске работы, ощущение отсутствия баланса между работой и личной жизнью, карьерный рост является главным приоритетом для сотрудников нового поколения. В этих условиях работодателям необходимо искать новые механизмы сочетания интересов работников, менеджеров и собственников. Результаты исследования показывают достаточно высокую значимость данного фактора на результаты деятельности перерабатывающих организаций Могилевской области – коэффициент корреляции – 0,362.

Анализ позволяет сделать вывод, что рынок труда в данной сфере деятельности является монопсоническим, наниматели имеют значительную возможность влиять на уровень заработной платы в силу высокой сегментации рынка труда и сложности изменения профессии. С учетом возраста (большая часть работающих на рабочих должностях относится к среднему и старшему возрасту – 40 и более лет) им сложно найти новое место работы, требуется время на переподготовку и освоение новой профессии. Как следствие, несмотря на то, что заработная плата на перерабатывающих предприятиях АПК ниже средней зарплаты по региону (75–95 %), текучесть кадров низкая – коэффициент постоянства кадров – 0,8–0,95.

С учетом этих обстоятельств уравнение корреляции по блоку «Кадры» построить фактически невозможно, так как ни один из рассмотренных факторов не оказался значительным, оказывающим непосредственное влияние на рентабельность продаж.

В результате применения пошаговой регрессии получен наиболее значимый показатель – профессиональное обучение:

$$Y = 0,05 + 0,55 x_6, \quad (6)$$

где  $x_6$  – удельный вес работников, прошедших повышение квалификации.

Таким образом, на перерабатывающие предприятия АПК распространяется общая тенденция, характерная для современного рынка труда в условиях цифровизации и автоматизации: инвестиции в кадры, повышение уровня компетенций работников является ключевым фактором роста эффективности производства. Доля работников, прошедших повышение квалификации в разные годы по рассматриваемым предприятиям, колеблется за рассматриваемый период от 8,2 до 9,35 %, то есть почти половина работников за последние 5 лет прошло повышение квалификации и повысили свое профессиональное мастерство, уровень компетенции.

Расчет корреляции между показателями группы «Производство», отражающими уровень согласованности интересов подразделений, цехов, служб и других субъектов внутри предприятия и оценкой эффективности деятельности перерабатывающих организаций АПК (рентабельности продаж) позволил установить достаточно существенное значение – 0,398, так как согласованность интересов позволяет четко организовать процесс производства, обеспечить эффективные прямые и обратные взаимосвязи между службами и подразделениями.

Целесообразно отметить, что по всем показателям данной группы характерен большой диапазон значений, что сказывается на среднем значении по выборке: разные объемы инвестиционных расходов у разных организаций и в разные годы приводят к значительным колебаниям по такому показателю, как доля модернизированного производства. Например, у ОАО «Могилевская фабрика мороженого» данный показатель составил в 2019 г. – 2,82 %, а в 2020 г. – 19,08 %, у ОАО «Бобруйский комбинат хлебопродуктов» – 1,76 % в 2016 г. и 20,09 % в 2018 и 2019 гг. Следует отметить и неравномерность использования производственных мощностей, которая значительно колеблется по годам в организациях: ОАО «Бобруйский комбинат хлебопродуктов» – 0,65–0,88, ОАО «Бобруйский мясокомбинат» – 0,76–0,88, ОАО «Климовичский комбинат хлебопродуктов» – 0,53–0,89 и т.д. Данные колебания оказывают влияние на такие показатели, как фондоотдача и фондorentабельность.

Для оценки эффективности степени согласованности интересов в сфере производства были выбраны показатели: доля модернизированного оборудования, коэффициент использования производственных мощностей, энергоэффективность, фондоотдача и фондorentабельность. Исследование показало, что все выбранные показатели незначимы, то есть не наблюдается существенного влияния на рентабельность продаж.

Вместе с тем наблюдается достаточно тесная зависимость между объемами производства, уровнем производительности труда, заработной платой работников, т.е. предложенные показатели отражают уровень согласованности интересов работников предприятия и предприятия как хозяйствующего субъекта.

Финансовые результаты в наибольшей степени отражают уровень согласованности внутренних, внешних экономических интересов и характеризуют деятельность организации в целом. Коэффициент корреляции, отражающий эффективность производства от степени согласованности экономических интересов через финансовые показатели, составляет 0,523. Это позволяет сделать вывод, что финансовые показатели в наибольшей степени подходят для оценки степени согласованности экономических интересов работников, менеджеров и собственников предприятия, внутренних и внешних интересов.

Применение регрессионного анализа позволило выявить, что из всего блока показателей наиболее существенными являются коэффициент роста выручки от реализации продукции, коэффициент текущей ликвидности и коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами.

С учетом этого уравнение регрессии примет вид

$$Y = -0,045 + 0,674x_7 - 0,389x_8 + 0,272x_9, \quad (7)$$

где  $x_7$  – коэффициент роста выручки от реализации продукции;

$x_8$  – коэффициент текущей ликвидности;

$x_9$  – коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами.

Следовательно, можно сделать вывод, что чем выше уровень согласованности внутренних экономических интересов предприятия и согласованность интересов перерабатывающих организаций с интересами поставщиков и потребителей, тем выше темпы роста выручки от реализации продукции, что отражает рост эффективности производства.

Рассматривая перерабатывающие организации АПК Могилевской области, можно сделать вывод, что в ОАО «Бабушкина крынка», ОАО «Могилевский мясокомбинат» и ОАО «Могилевская фабрика мороженого» коэффициент согласования интересов выше 0,61, что свидетельствует о высокой степени согласованности экономических интересов как внутренних, так и внешних.

В ОАО «Бобруйский комбинат хлебопродуктов», ОАО «Бобруйский мясокомбинат», ОАО «Климовичский комбинат хлебопродуктов» и ОАО «БКК «Домочай» коэффициент выше 0,31, что свидетельствует о достаточной степени согласованности интересов (табл. 1.)

**Табл. 1.** Динамика степени согласованности интересов на перерабатывающих предприятиях Могилевской области

**Table 1.** Dynamics of the degree of consistency of interests at the processing enterprises of Mogilev region

Предприятие	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
ОАО «Бабушкина крынка»	0,683	0,709	0,635	0,719	0,692
ОАО «Могилевская фабрика мороженого»	0,616	0,664	0,670	0,381	0,738
ОАО «Могилевский мясокомбинат»	0,693	0,649	0,655	0,616	0,508
ОАО «Бобруйский комбинат хлебопродуктов»	0,409	0,502	0,396	0,473	0,394
ОАО «Бобруйский мясокомбинат»	0,548	0,572	0,586	0,560	0,474
ОАО «БКК «Домочай»	0,522	0,526	0,481	0,494	0,488
ОАО «Климовичский комбинат хлебопродуктов»	0,427	0,405	0,427	0,445	0,486

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных исследований следует отметить, что предлагаемая методика комплексной оценки влияния согласованности экономических интересов перерабатывающих организаций АПК позволяет:

- выявлять уровень согласованности интересов по разным блокам: финансы, бизнес-процессы, кадры и обучение, «инвестиции/инновации», «клиенты (потребители)» и «клиенты (поставщики)»;

- выявлять уровень согласованности экономических интересов внутри перерабатывающих организаций АПК между его звеньями, подразделениями, работниками и менеджерами и уровень согласованности их экономических интересов с внешними клиентами (поставщиками и потребителями);

- ранжировать предприятия по уровню согласованности экономических интересов;

- определить влияние уровня согласованности на конечные результаты деятельности перерабатывающих организаций АПК, выявлять резервы и разрабатывать мероприятия по повышению эффективности производства.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Каплан, Р. С. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. – 2-е изд., испр. и доп. / Р. С. Каплан, Д. П. Нортон. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2006. – 320 с.
- 2 Рябиков, В. С. Сбалансированная система показателей: особенности применения в условиях национальной экономики / В. С. Рябиков, Т. В. Касаева // Вестник Витебского гос. технологического ун-та, 2013. – № 24. – С. 157–166.
- 3 Гераськин, М. И. Согласование экономических интересов в корпоративных структурах / М. И. Гераськин. – М.: Изд-во «Анко», 2005. – 215 с.
- 4 Бияков, О. А. Региональные экономические интересы и проблемы измерения их согласованности / О. А. Бияков, Н. Ю. Коломарова. – Кемерово: Изд-во КузГТУ, 2003. – 187 с.
- 5 Кокуева, И. Г. Согласование экономических интересов в управлении регионом (теоретико-методологический аспект): автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2006. – 32 с.
- 6 Белкина, Н. А. Основы измерения степени согласованности экономических интересов / Н. А. Белкина, П. А. Слав // Известия УрГЭУ. – 2011. – № 2(34). – С. 77–82.
- 7 Гнатюк, С. Н. Теоретические основы механизма согласования экономических интересов организаций АПК / С. Н. Гнатюк, О. П. Громыко // Экономические вопросы развития сельского хозяйства Беларуси. Межведомственный тематический сборник. – Выпуск 49. – Минск, 2021. – С. 43–51.
- 8 Гнатюк, С. Н. Оценка степени согласованности экономических интересов субъектов хозяйствования / С. Н. Гнатюк // Большая Евразия: Развитие, безопасность, сотрудничество. Ежегодник. Вып. 5. Ч. 1 / РАН. ИИОН. Отд. науч. сотрудничества; Отв. ред. В. И. Герасимов. – М., 2022 – С. 823–827.
- 9 Какора, М. И. Методика оценки согласованности экономических интересов перерабатывающих организаций АПК / М. И. Какора, О. П. Громыко // Проблемы экономики: сб. науч. тр.: Вып. 1 (30). – УО БГСХА, 2020. – С. 98–108.

Поступила в редакцию 22.11.2022 г.

## ОБ АВТОРАХ:

**Сергей Николаевич Гнатюк**, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики и управления, Могилевский государственный университет имени А.А. Кулешова.

**Оксана Петровна Громыко**, старший преподаватель кафедры экономики и организации производства, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: oksana.gromyko.75@mail.ru.

## ABOUT AUTHORS:

**Sergey N. Gnatyuk**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Management, Mogilev State A. Kuleshov University.

**Oksana P. Gromyko**, senior lecturer of the Department of Economics and Organization of Production, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: oksana.gromyko.75@mail.ru.

# ЮБИЛЕЙ

## Акулич Александр Васильевич к 65-летию со дня рождения

24 октября 2022 года исполнилось 65 лет известному ученому, проректору по научной работе Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий, доктору технических наук, профессору, заслуженному изобретателю Республики Беларусь, академику Международной академии холода

**Александру Васильевичу Акуличу**



Александр Васильевич родился 24 октября 1957 года в деревне Переколь Кличевского района Могилевской области. После окончания в 1972 году с похвальной грамотой 8 классов Перекольской СШ поступил в Молодечненский политехникум. В 1976 году окончил с отличием политехникум и начал трудовую деятельность слесарем-ремонтником Минского хлебозавода № 5. В этом же году поступил в Могилевский технологический институт, который окончил с отличием в 1981 году по специальности «Машины и аппараты пищевых производств», и, связав свою судьбу с институтом, начал работу в должности инженера научно-исследовательского сектора.

С 1983 по 1986 года обучался в аспирантуре Московского государственного текстильного института им. А. Н. Косыгина по специальности «Процессы и аппараты химической технологии». В июле 1987 года успешно защитил кандидатскую диссертацию. Работал в Могилевском технологическом институте в должностях ассистента, а затем доцента кафедры теплохладотехники. В 1990 году ему присвоено ученое звание доцента.

С 1996 по 1999 год обучался в докторантуре Московской государственной текстильной академии им. А. Н. Косыгина. Александр Васильевич первый из выпускников Могилевского технологического института в 41 год защитил докторскую диссертацию. С 1999 года продолжил работу в alma-mater в должностях профессора, а с 2003 года – заведующего кафедрой теплохладотехники. В 2003 году ему присвоено ученое звание профессора. С 2006 года – проректор по научной работе университета.

А. В. Акулич плодотворно занимается научной работой в области теории и техники за-крученных потоков и разработкой аппаратов с активной гидродинамикой для пищевой и химической промышленности. В этой области он смог раскрыть свой интеллектуальный потенциал. Постоянно руководит госбюджетными и хоздоговорными научно-исследовательскими работами, занимается внедрением разработок в производство, является активным изобретателем. В 2001 году Указом Президента Республики Беларусь профессору Акуличу А. В. присвоено почетное звание «Заслуженный изобретатель Республики Беларусь».

По итогам конкурса 2001 года среди талантливых молодых ученых Акулич А. В. был стипендиатом Президента Республики Беларусь, награжден дипломом лауреата конкурса в области науки Московского государственного текстильного университета им. А. Н. Косыгина.

Александр Васильевич внес значительный теоретический и практический вклад в развитие научных исследований в области вихревых потоков, создание научно-педагогической школы по процессам и аппаратам. Дар фундаментального мышления со склонностью к изобретательству позволяют ему создавать новые научные подходы и технические решения, которые внедряются в промышленности. Под руководством А.В. Акулича выполнен ряд заданий в различных государственных научных программах: в ГПОФИ «Энергия» 39, ГППИ «Сушка» 10, ГКПНИ «Тепловые процессы» 76, ГПНИ «Энергоэффективность» 2.1.5, 2.1.35, ГПНИ «Инновационные технологии в АПК» 5.14; ГПНИ «Энергобезопасность, энергоэффективность и энергосбережение, атомная энергетика» 2.2.28; ГПНИ «Энергетические системы, процессы и технологии» 2.33, 2.77; ГПНИ «Энергетические и ядерные процессы и технологии» 2.10, ГПНИ «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность» 5.8. Он принимал активное участие в разработке и реализации республиканской программы оснащения предприятий концерна «Белгоспищепром» машинами и оборудованием.

А.В. Акулич является председателем Совета по защите докторских и кандидатских диссертаций при Белорусском государственном университете пищевых и химических технологий. Им организовано издание научно-методического журнала «Вестник Могилевского государственного университета продовольствия», в настоящее время «Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий», который признан ВАК как рецензируемое издание для опубликования результатов диссертационных исследований по пищевым технологиям и оборудованию. В настоящее время А.В. Акулич выполняет обязанности главного редактора журнала, является членом редколлегий ряда научных и производственных журналов, издаваемых в Республике Беларусь и за рубежом: Пищевая промышленность (Москва); Хранение и переработка сельхозсырья (Москва); Пищевая наука и технологии (Одесса); Пищевая промышленность: наука и технологии (Минск).

А. В. Акулич – автор более 500 научных и учебно-методических работ, в т.ч. 3 монографий, 1 учебника и 3 учебных пособий с грифом Министерства образования Республики Беларусь, 70 авторских свидетельств и патентов. Подготовил 4-х кандидатов наук, 2 диссертации готовятся к защите. Является научным консультантом 3-х докторантов. Внедрил в производство более 60 вихревых пылеуловителей и сушилок различных типов и модификаций.

Крупным научным достижением А. В. Акулича являются сформулированные и доказанные на большом научном материале теоретические основы создания новых классов комбинированных и многофункциональных аппаратов на основе взаимодействующих вихревых потоков, разработанные на их базе оригинальные эффективные способы и конструкции пылеулавливающих и сушильных аппаратов для пищевых дисперсных материалов, защищенные авторскими свидетельствами СССР, патентами Российской Федерации и Республики Беларусь, а также Евразийскими патентами и прошедшие широкую промышленную апробацию путем внедрения на промышленных предприятиях концерна «Белгоспищепром». За последние годы А. В. Акулич разработал и внедрил вихревые противоточные пылеуловители, групповые вихревые пылеуловители большой производительности и комбинированные аппараты на ОАО «Мозырьсоль», ОАО «Красный Мозырянин», ОАО «Лидапищеконцентраты» и других перерабатывающих предприятиях республики.

А. В. Акулич внес существенный вклад в развитие международного научно-технического сотрудничества и проводит большую научно-организационную работу, принимает активное участие в международных конференциях и симпозиумах, является организатором и председателем Международной научной конференции «Техника и технология пищевых производств». Неоднократно выступал с докладами и представлял научные разработки на международных выставках и ярмарках в Болгарии, Германии, России, Китае, Корее, ОАЭ, Италии, Казахстане, Сербии, Иране и других странах.

А. В. Акулич является членом комитета по сушке Российской Федерации и стран СНГ от Республики Беларусь, членом рабочей комиссии Научно-образовательного консорциума вузов и НИИ Республики Беларусь и Республики Казахстан, членом научно-технического совета концерна «Белгоспищепром», членом Совета по защите докторских и кандидатских диссертаций при Белорусском государственном технологическом университете, членом Ассоциации предприятий индустрии микроклимата и холода, членом экспертного совета по проведению ведомственной научно-технической экспертизы проектов (работ, мероприятий), претендующих на финансирование за счет средств инновационного фонда Могилевского областного исполнительного комитета.

За многолетнюю плодотворную работу по развитию научных исследований, активную изобретательскую деятельность и подготовку научно-педагогических кадров высшей квалификации Александр Васильевич награжден Почетными грамотами Совета Министров Республики Беларусь (2008), Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь (2009), ВАК Республики Беларусь (2008), Национальной академии наук Беларуси (2014), Министерства образования Республики Беларусь (2006, 2017), Могилевского облисполкома (2007, 2013), Могилевского горисполкома (2017), концерна «Белгоспищепром» (2017, 2018), Могилевского городского совета депутатов (2022).

В 2008 году удостоен персональной надбавки Президента Республики Беларусь за выдающийся вклад в социально-экономическое развитие Республики Беларусь. В 2012 г. награжден нагрудным знаком «Отличник образования». Постановлением Президиума Национальной академии наук Беларуси от 11 октября 2016 года № 47 Акулич А. В. удостоен диплома лауреата премии имени академика А. В. Лыкова. В 2019 году награжден медалью «За трудовые заслуги».

Александра Васильевича знают как высококвалифицированного специалиста, человека, отличающегося масштабностью мышления, перспективностью видения проблем и задач, пользующегося большим авторитетом и уважением у преподавателей, сотрудников и студентов университета, коллег-ученых и производственников.

*Искренне желаем юбиляру долголетия, здоровья, новых творческих успехов  
и благополучия.*

*С уважением, ректорат и коллектив университета,  
редакция журнала «Вестник Белорусского государственного  
университета пищевых и химических технологий»*