

# ВЕСТНИК

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

*Издается два раза в год*

*№ 1(34), 2023*

*Учредитель: Белорусский государственный университет  
пищевых и химических технологий*

### СОДЕРЖАНИЕ

#### ПИЩЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Т. И. Шингарева, М. А. Глушаков, С. В. Красоцкий, А. А. Демьянец, А. Г. Мороз*  
ТЕХНОЛОГИЯ ОБОГАЩЕНИЯ ТВОРОЖНЫХ СЫРКОВ СЫВОРОТОЧНЫМИ  
БЕЛКАМИ В СОСТАВЕ МЯГКОГО СЫРА ТИПА РИКОТТА..... 3
- О. А. Гмырак*  
КОМПЛЕКСНЫЕ ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ КАК ОБЪЕКТЫ ВЕРИФИКАЦИИ  
ПИЩЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА: НОРМИРОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ФОСФАТОВ.... 11
- Р. Т. Тимакова, Ю. В. Ильюхина*  
ФОРМИРОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО КАЧЕСТВА МЯГКИХ СЫРОВ  
ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ С ДОБАВЛЕНИЕМ КОБЫЛЬЕГО  
МОЛОКА И СПИРУЛИНЫ..... 19
- О. В. Крукович, С. Л. Масанский*  
МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНОВОПОЛАГАЮЩИХ  
ТОВАРОВЕДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НАПИТКОВ С АНТИОКСИДАНТНЫМ  
ЭФФЕКТОМ НА ОСНОВЕ QFD АНАЛИЗА..... 29
- М. Н. Галдова, Е. Н. Урбанчик*  
ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОРАЩИВАНИЯ ПШЕНИЦЫ И ОВСА  
ГОЛОЗЕРНОГО В СОСТАВЕ ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ  
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ИНГРЕДИЕНТА..... 41
- Е. А. Цед*  
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
НОВЫХ ДЛЯ КРАФТОВОГО ПИВОВАРЕНИЯ ШТАММОВ ДРОЖЖЕЙ..... 62

*О. Г. Ходорева, К. А. Марченко, С. А. Гордынец*  
СУБПРОДУКТЫ ПТИЦЫ: КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ  
ЦЕННОСТИ, ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И  
РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ..... 78

*Т. М. Рыбакова, С. Л. Масанский*  
УСТОЙЧИВОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ: ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА  
БЛИЗКОРИОСКОПИЧЕСКОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ДЛЯ ТЕРМОКОНСЕРВАЦИИ  
КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ..... 90

*Е. А. Цед, С. В. Волкова, В. А. Новикова*  
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДИСТИЛЛЯТОВ ДЛЯ ВИСКИ В УСЛОВИЯХ  
АЛКОГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ БЕЛАРУСИ..... 102

### ПРОЦЕССЫ, АППАРАТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

*М. Н. Смагина, Д. А. Смагин, Н. А. Новикова*  
ОЦЕНКА ПОТЕРЬ ВЛАГИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ СЛОЕ РУБЛЕННЫХ  
ИЗДЕЛИЙ ИЗ КУРИНОГО И СВИНОГО МЯСА ПРИ ЗАПЕКАНИИ В  
ПАРОВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ..... 115

### ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

*І. А. Пушкін*  
ПАДРЫХТОЎКА БЕЛАРУСКІХ КАДРАЎ ВЫШЭЙШАЙ КВАЛІФІКАЦЫІ  
Ў АПОШНІЯ ДЗЕСЯЦІГОДДЗІ САВЕЦКАЙ МАДЭРНІЗАЦЫІ ГРАМАДСТВА.... 124

# ПИЩЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 637.146.3

## ТЕХНОЛОГИЯ ОБОГАЩЕНИЯ ТВОРОЖНЫХ СЫРКОВ СЫВОРОТОЧНЫМИ БЕЛКАМИ В СОСТАВЕ МЯГКОГО СЫРА ТИПА РИКОТТА

*Т. И. Шингарева, М. А. Глушаков, С. В. Красноцкий, А. А. Демьянец, А. Г. Мороз*

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

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Использование сывороточных белков для повышения биологической ценности широкого ассортимента продуктов питания актуально. Однако, обогащение белками в виде концентрата, микропартикулята относительно ресурсозатратно. Научная задача – обоснование способа обогащения творожных сырков сывороточными белками в составе мягкого сыра типа рикотта.

**Материалы и методы.** Сырная масса, полученная путем термокислотной коагуляции подсырной сыворотки по технологии мягкого сыра рикотта, творожные сырки с разным рецептурным количеством в их составе сырной массы. Общепринятые методы исследования.

**Результаты.** Предлагаемая технология творожных сырков реализуема без применения дополнительного оборудования и уникальных для сырного производства технологических процессов. Оптимальное соотношение в смеси творога и рикотты 1:1. В сравнении с контролем доля сывороточных белков в 3,6 раза больше, а казеина в 1,5 раза меньше. Сырная масса обеспечивает заданные органолептические и синергетические показатели продукта, повышая при этом устойчивость к синерезису в среднем на 23 %.

**Выводы.** Предлагаемый способ обогащения творожных изделий сывороточными белками менее ресурсозатратен для предприятий молочной промышленности в сравнении с другими существующими способами. Разработанные рецептуры на творожные сырки рекомендуются к внедрению.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *творог; сывороточные белки; сыр рикотта; смесь; творожные сырки; показатели качества.*

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Шингарева, Т. И. Технология обогащения творожных сырков сывороточными белками в составе мягкого сыра типа рикотта / Т. И. Шингарева [и др.] // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2023. – № 1(34). – С. 3–10.

## INNOVATIVE TECHNOLOGY FOR ENRICHING COTTAGE CHEESE CURDS WITH WHEY PROTEINS

*T. I. Shingareva, M. A. Glushakov, S. V. Krasovsky, A. A. Demyanet, A. G. Moroz*

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

### ABSTRACT

**Introduction.** The use of whey proteins to increase the biological value of a wide range of food products is of current importance. However, protein enrichment in the form of concentrate, microparticulate is a relatively resource-intensive process. The scientific task is to substantiate the method of enriching cottage cheese curd with whey proteins in the composition of ricotta type soft cheese.

**Materials and methods.** Cheese mass obtained by thermoacid coagulation of cheese whey using the technology of ricotta soft cheese, cottage cheese curds with different amount of cheese mass in their composi-

tion. Generally accepted research methods.

**Results.** The proposed technology of cottage cheese curds is implemented without the use of additional equipment and unique technological processes for cheese production. The optimal ratio in a mixture of cottage cheese and ricotta is 1:1. The proportion of whey proteins is 3.6 times as high as the check sample, and that of casein is 1,5 times less. The cheese mass provides the specified organoleptic and synergetic properties of the product, thus increasing the resistance to syneresis by an average of 23 %.

**Conclusions.** The proposed method of enriching cottage cheese products with whey proteins is less resource-intensive for dairy enterprises in comparison with other existing methods. The developed recipes for cottage cheese curds are recommended for implementation in the industry.

**KEY WORDS:** *cottage cheese; whey proteins; Ricotta cheese; mixture; cottage cheese curds; quality indicators.*

**FOR CITATION:** Shingareva, T. I. Innovative technology for enriching cottage cheese curds with whey proteins / T. I. Shingareva [et al] // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2023. – № 1(34). – P. 3–10 (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

Правильная организация питания имеет большое значение для человека. Белки имеют важное значение для всех возрастных групп населения, являясь основным строительным материалом для клеток и тканей организма. Из растительной и животной пищи творог характеризуется высокой пищевой и биологической ценностью, обусловленной значительным содержанием в нем белков, жиров, минеральных веществ [1]. Однако при производстве творога в продукт из молочных белков переходит только казеин, а сывороточные белки теряются с сывороткой. В то же время из всех пищевых белков сывороточный белок наиболее приближен по аминокислотному составу к белкам мышечной ткани человека<sup>1</sup>. В сравнении с казеином, сывороточные белки обладают более высокой анаболической способностью. Аминокислоты сывороточных белков (аргинина, гистидина, метионина, лизина) используются организмом человека для структурного обмена, в основном, для регенерации белков печени, образования гемоглобина и плазмы крови. Они быстро расщепляются и усваиваются пищеварительной системой и в короткие сроки поступают в ткани организма, в том числе в мышцы. Это позволяет быстрее чем казеин восполнить энергетические затраты и улучшить процессы обмена веществ, призванные нормализовать работу органов и систем [2–4]. Нормальный рост и развитие ребенка, в первую очередь, зависят от того, насколько его организм обеспечен питательными веществами и как быстро и легко они перевариваются. В этой связи включение в рацион питания продукции, обогащенной сывороточными белками, особенно важно для растущего детского организма<sup>2</sup>.

Использование сывороточных белков в производстве продуктов питания, включая детские, становится важным направлением пищевой отрасли.

Сегодня на предприятиях молочной промышленности применяются разные способы получения сывороточных белков различного состава и свойств в процессе переработки молочной сыворотки [5–9].

Одним из классических способов выделения сывороточных белков из подсырной молочной сыворотки является термокислотная коагуляция, используемая в производ-

---

<sup>1</sup> Нечаев, А. П. Пищевая химия / А. П. Нечаев [и др.]; под ред. А. П. Нечаева. – 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2015. – 672 с.

<sup>2</sup> Аминокислоты в организме детей [Электронный ресурс] / Беременность и дети. – Режим доступа: [https://medaboutme.ru/articles/aminokisloty\\_v\\_organizme\\_detey](https://medaboutme.ru/articles/aminokisloty_v_organizme_detey).

стве сывороточно-альбуминных мягких сыров<sup>1</sup>. На предприятиях молочной промышленности Республики Беларусь из подсырной сыворотки способом термокислотной коагуляции получают мягкий сыр рикотта, по технологии приближенной к итальянской [10–12]. Для стандартизации молочного жира в продукте, в отличие от классической технологии, в сыворотку вносят не молоко, а сливки повышенной жирности (36–40 % и более). Данная технология позволяет из молочной сыворотки максимально полно выделить сывороточные белки и свести к минимуму присутствие в сыре молочного белка казеина, что повышает биологическую ценность сыра<sup>2</sup>.

Цель исследования – сокращение ресурсоемкости производства обогащенных сывороточными белками творожных сырков.

Научная задача – обоснование способа обогащения творожных сырков сывороточными белками в составе мягкого сыра типа рикотта.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальное исследование проводили в лаборатории кафедры технологии молока и молочных продуктов БГУТ. В качестве объектов исследования был использован творог обезжиренный и сыр мягкий рикотта 30 % (массовая доля жира в сухом веществе), которые в дальнейшем использовали для составления творожных смесей в различных соотношениях творог:рикотта – 1:4, 1:3, 1:2, 1:1, 2:1, а также творожные сырки в соотношениях творог:рикотта – 1:1 различного компонентного состава, изготовленные по рецептуре в лабораторных условиях. В качестве контрольного образца использовался сырок творожный без добавления рикотты. Пищевая ценность творога обезжиренного и сыра рикотта представлена в табл. 1.

**Табл. 1.** Пищевая и энергетическая ценность творога нежирного и сыра рикотта

**Table 1.** Nutritional and energy value of low-fat cottage cheese and Ricotta cheese

Показатели	Творог нежирный	Рикотта (30 % жира в сухом веществе)
Энергетическая ценность, ккал / кДж	159 / 667	130 / 544
Белки, %	16,0	11,2
Жиры, %	–	8,4
Углеводы, %	2,5	2,5

При проведении работы пользовались стандартными, общепринятыми и специальными методами исследований. Титруемую кислотность определяли титриметрическим методом по ГОСТ 3624-92, активную кислотность с помощью рН-метра по ГОСТ 26781-85, массовую долю влаги на приборе Чижовой (ускоренный метод) и высушиванием до постоянной массы по ГОСТ 3626-73, влагоудерживающую способность по методике измерения площади влажного пятна, остающегося на фильтровальной бумаге после прессования, органолептические показатели – сенсорным методом.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для определения наиболее оптимального соотношения творога и сыра рикотта в творожных сырках на первом этапе работы были определены физико-химические и органолептические показатели в творожных смесях разного компонентного состава.

<sup>1</sup> ГОСТ 34357-2016 – Сыры сывороточно-альбуминные. Технические условия. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/66082/> – Текст: электронный.

<sup>2</sup> Скотт Р. Производство сыра. Сырье, технология, рецептура / Р. Скотт, Р. К. Робинсон. М.: Профессия, 2012. – 464 с.

По вкусу сыр рикотта не похож на творог. Этот сыр имеет сливочный, сладковатый вкус, без постороннего привкуса и запаха, в нем практически отсутствует кисломолочный вкус [13].

В исследовании количество творога и сыра рикотта (творог/рикотта) было взято в разных соотношениях. Для достижения однородной консистенции творог тщательно перетирали, затем вносили мягкий сыр и опять тщательно перемешивали в течение 5 мин. После чего творожную смесь помещали в холодильник при температуре 4–6 °С на 60 минут для уплотнения структуры белков при низких температурах. Далее в исследуемых образцах смесей определяли титруемую кислотность, влажность и органолептические показатели, представленные в табл. 2 и табл. 3.

**Табл. 2.** Физико-химические показатели исследуемых образцов смеси (творог/рикотта)

**Table 2.** Physico-chemical parameters of the studied samples of the mixture (cottage cheese/Ricotta cheese)

Номер образца смеси	Состав смеси: творог/рикотта	Титруемая кислотность, °Т	Активная кислотность, ед. рН	Массовая доля влаги, %
Образец № 1	1:0	178,0	4,70	78,0
Образец № 2	2:1	134,0	5,13	77,7
Образец № 3	1:1	112,0	5,37	77,5
Образец № 4	1:2	90,0	5,61	77,3
Образец № 5	1:3	79,0	5,74	77,3
Образец № 6	1:4	72,4	5,81	77,2

**Табл. 3.** Физико-химические показатели исследуемых образцов смеси (творог/рикотта)

**Table 3.** Organoleptic parameters of protein mixture samples (Cottage cheese/Ricotta cheese)

Номер образца (творог /рикотта)	Вкус и запах	Внешний вид и консистенция
Образец № 1 (1:0)	Выраженный кисломолочный, чистый, без посторонних привкусов и запахов	Однородная, в меру вязкая
Образец № 2 (2:1)	Кисломолочный, чистый, без посторонних привкусов	Однородная, однородная, слегка мажущая с незначительным присутствием ощутимых частиц молочного белка
Образец № 3 (1:1)	Кисломолочный, с оттенком сладковато-сливочного привкуса	Однородная, нежная, в меру плотная
Образец № 4 (1:2)	Чистый молочный, с незначительным привкусом пастеризации и сладковато-сливочным привкусом	Однородная, нежная, в меру плотная
Образец № 5 (1:3)		Мягкая, однородная, нежная, слегка мажущая
Образец № 6 (1:4)		Мягкая, однородная, нежная, слегка мажущая

Определено, что с увеличением количественного содержания в смеси творога наблюдается повышение титруемой кислотности. При этом активная кислотность снижается, что обусловлено большей исходной кислотностью творога. Массовая доля влаги в смесях изменяется незначительно, что вполне очевидно, так как творог и сыр имели практически одинаковую исходную влажность.

Органолептическая оценка выявила, что в образцах № 4–6, где большую часть смеси составлял мягкий сыр (творог/рикотта, соотношение 1:2, 1:3 и 1:4) практически отсутствовал кисломолочный вкус, что не характерно для творожной продукции. Образцы № 2 и 3 имели свойственную творожной продукции кислинку и приятный сливочно-сладковатый привкус и аромат, поэтому дегустационная комиссия этим образцам отдала свое предпочтение.

Многими учеными отмечается, что достижение уровня сбалансированности состава пищевых продуктов возможно только за счет их многокомпонентности [14, 15]. Создание многокомпонентных продуктов продиктовано возможностью регулирования химического состава продуктов в соответствии с современными требованиями науки о питании в заданном направлении. В связи с тем, что жир является самым калорийным компонентом молочных продуктов и по энергетической ценности более чем в два раза превышает белки и углеводы, были разработаны рецептуры на менее жирные сырки творожные неглазированные – 5 % жирности. Несколько вариантов рецептур творожных сырков, их пищевая и энергетическая ценность приведены в табл. 4.

**Табл. 4.** Рецептуры, пищевая и энергетическая ценность творожных сырков

**Table 4.** Recipes, nutritional and energy value of cottage cheese curds

Наименование ингредиента	Образец 1	Образец 2	Образец 3 (контроль)
Творог обезжиренный	444,5	428	841
Сыр рикотта 30 %	444,5	428	–
Масло сливочное 61 %	21	14	82
Сахар-песок	90	90	90
Какао-порошок	–	40	–
<i>ИТОГО:</i>	<i>1000</i>	<i>1000</i>	<i>1000</i>
Энергетическая ценность, ккал / кДж	136/567	138/577	137/574
Жиры, %	5,0	5,0	5,0
Углеводы, %	11,2	12,3	10,3
Белки: всего, %	12,1	11,7	13,4
<i>в том числе:</i>			
сывороточные, %	4,93	4,76	1,34
казеин, %	7,94	7,17	12,2

В опытных образцах творожная смесь состояла из творога и сыра рикотта в равных соотношениях (1:1). В качестве контроля служил образец 3, состоящий только из творога. Выходные показатели всех исследуемых образцов творожных изделий соответствовали СТБ 2283<sup>1</sup>.

В исследуемых образцах творожных сырков определяли следующие физико-химические показатели: титруемая и активная кислотность, массовая доля влаги, средние значения которых приведены в табл. 5.

<sup>1</sup> СТБ 2283-2016. Массы и сырки творожные. Общие технические условия. Утвержден и введен в действие постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 29 декабря 2016 г. № 96. Минск, Госстандарт, 2017. – 16 с.

**Табл. 5.** Физико-химические показатели образцов творожных сырков 5 % жирности

**Table 5.** Physico-chemical parameters of samples of cottage cheese curds of 5 % fat content

Номер образца (творог/рикотта)	Массовая доля влаги, %	Массовая доля, %		Титруемая кислотность, °Т	Активная кислотность, ед. рН
		казеина	сывороточных белков		
Образец 1 (50/50)	69,7	7,94	4,93	86,7	5,28
Образец 2 (50/50)	68,1	7,17	4,76		
Образец 3 (100/0)	69,9	12,2	1,34	149,7	4,68
Контроль					

Как видно, по массовой доле влаги исследуемые образцы практически не отличаются. В контроле отмечается большая титруемая кислотность, что объясняется более высокой исходной титруемой кислотностью творога, в сравнении с сыром рикотта. Применительно к белкам, в образцах 1 и 2, в сравнении с контролем, доля сывороточных белков в 3,6 раза больше, а казеина в 1,5 раза меньше. Если учесть, что сывороточные белки обладают повышенными анаболическими качествами и быстрее перевариваются организмом, что особенно важно для питания детей, можно заключить о более высокой биологической ценности образцов творожных изделий, в состав которых входит помимо творога и сыр рикотта.

Для оценки влияния разных белковых ингредиентов в исследуемых образцах творожных сырков 5 % жирности на устойчивость продукта к синерезису, определяли их влагоудерживающую способность, результаты определения которой представлены в табл. 6. Исследование проводили по методике измерения площади влажного пятна, остающегося на фильтровальной бумаге после прессования<sup>1</sup>.

**Табл. 6.** Определение степени синерезиса образцов творожных сырков

**Table 6.** Determination of the degree of syneresis of curd cheese samples

Образец	Площадь пятна, см <sup>2</sup>	Количество сыворотки, см <sup>3</sup>
Образец 1 (50/50)	7,2	0,072
Образец 2 (50/50)	7,1	0,071
Образец 3 (100/0)	9,4	0,094

По данным табл. 6, образцы 1 и 2 (50/50) без наполнителя и с наполнителем какао удерживают влагу практически одинаково. Их влагоудерживающая способность на 23 % выше по сравнению с контролем, что вполне объяснимо присутствием в образцах сывороточных белков, обладающих большей влагоудерживающей способностью в сравнении с казеином.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследованы творожные смеси в различных соотношениях творог:рикотта – 1:4, 1:3, 1:2, 1:1, 2:1. Оптимальным является равное соотношение творога и рикотты. При этом обеспечиваются заданные органолептические и синеретические показатели продукта, устойчивость к синерезису повышается в среднем на 23 %. В сравнении с контролем доля сывороточных белков в данном случае в 3,6 раза больше, а казеина в 1,5 раза меньше. Сырная масса обеспе-

<sup>1</sup> Шидловская, В. П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов. / В. П. Шидловская. Справочник. – М.: КолосС, 2004. – 360 с.



чивает заданные органолептические показатели – придает творожным сыркам чистый, в меру кислomолочный вкус, с оттенком сладковато-сливочного привкуса, консистенция однородная, плотная. Физико-химические показатели соответствуют нормативным, указанным в ТНПА для творога.

Данный способ повышения в творожных изделиях массовой доли сывороточных белков является достаточно простым в исполнении и менее затратным для предприятий молочной промышленности, в сравнении с другими существующими сегодня способами. Разработанные рецептуры на творожные сырки рекомендуются к внедрению.

Настоящая работа выполнена на кафедре технологии молока и молочных продуктов Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий в рамках государственной программы научных исследований.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Семенова, А. А. Пищевая и биологическая ценность творога, его химический состав / А. А. Семенова, А. А. Зубкова // *Colloquium-Journal*. – 2022. – № 2. – С. 38–39.
- 2 Дерюгина, М. П. Диетическое питание детей: монография / М. П. Дерюгина, В. Ю. Домбровский, В. П. Панферов. – Минск: Полымя, 1991. – 416 с.
- 3 Пырьева, Е. А. Роль и источники белка в питании детей раннего возраста / Е. А. Пырьева [и др.] // *РМЖ. Мать и дитя*. – 2021. – № 1. – С. 65–69.
- 4 Тихомирова, Н. А. Технология продуктов функционального питания: монография / Н. А. Тихомирова. – М.: Франтэра, 2002. – 213 с.
- 5 Короткий, И. А. Современные тенденции в переработке молочной сыворотки / И. А. Короткий [и др.] // *Техника и технология пищевых производств*. – 2019. – Т. 49. – № 2. – С. 227–234.
- 6 Богданова, Е. В. Гидролизаты сывороточных белков в технологии продуктов для спортивного питания / Е. В. Богданова, Е. И. Мельникова // *Молочная промышленность*. – 2018. – № 4. – С. 45–47.
- 7 Пономарев, А. Н. Молочная сыворотка как сырьевой ресурс для производства пищевых ингредиентов / А. Н. Пономарев, Е. И. Мельникова, Е. В. Богданова // *Молочная промышленность*. – 2018. – № 7. – С. 38–39.
- 8 Короткий, И. А. Современные тенденции в переработке молочной сыворотки / И. А. Короткий, И. Б. Плотников, И. Б. Мазеева // *Техника и технология пищевых производств*. – 2019. – № 2. – С. 227–234.
- 9 Банникова, А. В. Молочные продукты, обогащенные сывороточными белками. Технологические аспекты создания / А. В. Банникова, И. А. Евдокимов // *Молочная промышленность*. – 2015. – № 1. – С. 64–66.
- 10 Зубкова, А. А. Пищевая и биологическая ценность сывороточного сыра рикотта / А. А. Зубкова // *Технические науки*. – 2022. – № 31. – С. 6–8.
- 11 Зайнуллин, И. А. Технология мягкого сыра рикотта из подсырной сыворотки и оценка его качества / И. А. Зайнуллин // *Молодежные разработки и инновации в решении приоритетных задач АПК: Материалы Междунар. науч. конференции студентов, аспирантов и учащейся молодежи*. – 2019. – С. 286–288.
- 12 Буянова, И. В. Инновационные технологии переработки молочной сыворотки на мягкие сывороточные сыры / И. В. Буянова, Д. А. Елистратова // *Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе России. Материалы II Междунар. научной конференции*. – 2022. – С. 255–259.
- 13 Канарейкина, С. Г. Оценка качества сыра рикотта / С. Г. Канарейкина, Ф. А. Хабирова, В. И. Канарейкин // *Современный АПК – Эффективные технологии. Материалы Междунар. науч.-практич. конференции*. – 2019. – С. 269–272.
- 14 Актуальные вопросы молочной промышленности, межотраслевые технологии и системы управления качеством: сборник научных трудов. Под ред. А. Г. Галстяна. – М.: ВНИМИ, 2020. – Выпуск 1. – С. 301–303.
- 15 Моисеенко, М. С. Пищевые продукты питания функциональной направленности и их назначение / М. С. Моисеенко, М. Д. Мукатова // *Вестник Астраханского государственного технического университета*. – 2019. – № 1. – С. 145–152.

*Поступила в редакцию 01.12.2022 г.*

**ОБ АВТОРАХ:**

**Шингарева Татьяна Ивановна**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии молока и молочных продуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: t-shingareva@mail.ru.

**Глушаков Михаил Александрович**, кандидат технических наук, доцент, директор ООО «Техносолекс-Проект», e-mail: glushakov\_m\_a@mail.ru.

**Красоцкий Сергей Вячеславович**, кандидат технических наук, доцент, ведущий специалист по развитию бизнеса ООО «Милтекс», e-mail: krasocskii@miltex.by.

**Демьянец Анна Антоновна**, аспирант кафедры технологии молока и молочных продуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: anan-an@mail.ru.

**Мороз Александр Геннадьевич**, студент специальности 1-49 01 02 Технология хранения и переработки животного сырья специализации 1-49 01 02 02 Технология молока и молочных продуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: sashamoroz2019@mail.ru.

**ABOUT AUTHORS:**

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

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

**Sergey V. Krasotsky**, PhD (Engineering), Associate Professor, leading specialist in business development of Miltex LLC, e-mail: krasocskii@miltex.by.

**Anna A. Demyanets**, post-graduate student of the Department of Milk and Dairy Products Technology, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: anan-an@mail.ru.

**Alexander G. Moroz**, student of specialty 1-49 01 02 Technology of storage and processing of animal raw materials, specialization 1-49 01 02 02 Technology of milk and dairy products, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: sashamoroz2019@mail.ru.

УДК 637.5; 663.052; 664.5

## КОМПЛЕКСНЫЕ ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ КАК ОБЪЕКТЫ ВЕРИФИКАЦИИ ПИЩЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА: НОРМИРОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ФОСФАТОВ

*О. А. Гмырак*

*Государственное учреждение «Белорусский институт системного анализа  
и информационного обеспечения научно-технической сферы», Республика Беларусь*

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Актуальным является нормирование содержания пищевых фосфатов в комплексных пищевых добавках, применяемых при производстве колбасных изделий. Научная задача – анализ имеющейся документации фирм-изготовителей комплексных пищевых добавок с целью определения расчетных норм внесения пищевых фосфатов и установления соответствия республиканским допустимым уровням их содержания в комплексных пищевых добавках и готовых колбасных изделиях.

**Материалы и методы.** Отбор, анализ, систематизация и логическое обобщение тематической информации, представленной в документации на комплексные пищевые добавки и нормативной документации по изготовлению колбасных изделий. Расчет химического состава комплексных пищевых добавок, содержащих пищевые фосфаты. Для анализа и обобщения были использованы спецификации по 38 комплексным пищевым добавкам.

**Результаты.** Проанализированы 38 спецификаций на пищевые добавки и комплексные пищевые добавки. Проведены математические расчеты содержания пищевых фосфатов в комплексных пищевых добавках и готовых колбасных изделиях с учетом требований спецификаций.

**Выводы.** Установлено возможное превышение пищевых фосфатов в комплексных пищевых добавках и готовых колбасных изделиях, что может говорить о фальсификации КПД и повлечь за собой фальсификацию колбасных изделий.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *пищевые фосфаты; комплексные пищевые добавки; спецификация; верификация; фальсификация; качество и безопасность продукции.*

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Гмырак, О. А. Комплексные пищевые добавки как объекты верификации пищевого производства: нормирование пищевых фосфатов / О. А. Гмырак // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2023. – № 1(34). – С. 11–18.

## COMPLEX FOOD ADDITIVES AS OBJECTS OF FOOD PRODUCTION VERIFICATION

*O. A. Gmyrak*

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

### ABSTRACT

**Introduction.** The study of the content of food phosphates in complex food additives used in the production of sausages is topical. The scientific task is to analyze the available documentation of manufacturers of complex food additives in order to determine the calculated norms for the introduction of food phosphates and to establish compliance with the republican permissible levels of their content in complex food additives and finished sausages.

**Materials and methods.** Selection, analysis, systematization and logical generalization of thematic information presented in the documentation for complex food additives and regulatory documentation for the manufacture of sausages. Calculation of the chemical composition of complex food additives containing food phosphates. Specifications for 38 complex food additives were used for analysis and generalization.

**Results.** 38 specifications of food additives and complex food additives were analyzed. Mathematical calculations of the content of food phosphates in complex food additives and finished sausages were carried out, taking into account the requirements of the specifications.

**Conclusions.** A possible excess of food phosphates in complex food additives and finished sausages has been established, which may indicate falsification of efficiency and entail falsification of sausages.

**KEYWORDS:** *food phosphates; complex food additives; specification; verification; falsification; product quality and safety.*

**FOR CITATION:** Gmyrak, O. A. Complex food additives as objects of food production verification / O. A. Gmyrak // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2022. – № 1(34). – P. 11–18 (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

Технология производства качественных и безопасных колбасных изделий зависит от многих факторов, в том числе технологических и рецептурных. Колбасные изделия относятся к продукции сложного сырьевого состава. В состав колбасных изделий помимо основного мясного сырья входит огромное количество вспомогательного сырья – комплексные пищевые добавки, крахмал, сухое молоко, коньяк, продукты переработки зернобобовых культур, животные и растительные жиры и т. д. Все это вспомогательное сырье позволяет получать широкий ассортимент колбасных изделий, удовлетворяющих требованиям конечного потребителя.

На качество и безопасность конечного продукта влияет как основное, так и вспомогательное сырье. Комплексные пищевые добавки (далее – КПД) играют существенную роль в данном вопросе, т. к. современное производство не представляется возможным без их использования. КПД влияют на качество и безопасность колбасных изделий и подлежат обязательной верификации при допуске в производство<sup>1</sup>. Данные требования устанавливаются в [1, 2]. Данные стандарты устанавливают основные требования к организации, порядку проведения и оформлению результатов верификации закупленной продукции, поступающей от поставщика к потребителю.

Верификация поступающих на предприятие КПД должна осуществляться в соответствии с требованиями и методами, установленными в технической документации на продукцию, договорах на ее поставку, спецификациях или в других аналогичных документах. Объем проводимых при верификации исследований, периодичность исследований определяется схемой лабораторного контроля.

На большинстве действующих мясоперерабатывающих предприятиях в схему лабораторного контроля включена верификация КПД как объекта контроля по органолептическим показателям, наличию сопроводительной документации, даты изготовления и сроков годности.

При поступлении на производство каждая партия КПД сопровождается рядом документов, одним из которых является спецификация на продукцию, на основании которой проводится верификация поставленной продукции.

Спецификация – это документ, который составляет фирма-изготовитель или фирма-поставщик КПД. На основании спецификации осуществляется расчет нормы внесения КПД в продукцию или полуфабрикат и это основной документ, в котором указывается состав и процентное содержание пищевой добавки, а также необходимая дозировка КПД.

Хочется отметить, что на сегодняшний день не совсем понятен статус спецификации, т.к. отсутствуют нормативные правовые акты, регламентирующие требования к оформлению и содержанию спецификаций, а также не определены органы управления, которые бы осуществляли контроль за правильностью и полнотой информации, указанной в спецификациях.

---

<sup>1</sup> ISO 22000:2018. Food safety management systems – Requirements for any organization in the food chain.

На мясоперерабатывающем предприятии верификации подлежит основное и вспомогательное сырье и материалы. Однако при верификации имеется ряд проблем, которые требуют оперативного решения. Однако, на основную часть комплексных пищевых добавок импортного производства, поступающих на предприятие, как правило, отсутствует нормативная или техническая документация, устанавливающая требования к качеству и безопасности, а также отсутствуют стандартизированные методики исследований и точные сведения о составе КППД.

Совокупность всех этих факторов создает почву для возможной фальсификации КППД. Как правило спецификации на КППД содержат следующую основную информацию: наименование продукции, фирма-изготовитель, органолептические, физико-химические показатели, показатели безопасности, условия и сроки хранения, дозировка и другая дополнительная информация.

Особое внимание необходимо акцентировать на составе КППД, указываемом в спецификациях. При указании пищевой добавки в составе КППД указывается Е-индекс пищевой добавки и ее основные технологические функции. В отдельных случаях после Е-номеров стоят строчные римские цифры, например, E450(i) – дигидропирофосфат натрия, которые точнят различия в химическом составе фосфатов.

Многие эксперты полагают, что указание подобного рода информации в обозначении пищевой добавки не является обязательным и как следствие данная информация зачастую не указывается в спецификациях. Однако это не так. В качестве примера можно рассмотреть пищевые добавки E450, E451, входящие в состав многих КППД, используемых при производстве колбасных изделий. В табл. 1 приведена информация из спецификаций на КППД.

**Табл. 1.** Информация о комплексных пищевых добавках

**Table 1.** Information about complex food additives

№ п/п	Наименование КППД	Состав КППД	Норма внесения КППД	Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1	2	3	4	5
1	Сервелат советский	Декстроза, стабилизаторы: E450iii пирофосфат натрия (43%), E450i дигидропирофосфат натрия (35%), усилитель вкуса и аромата E621 глутамат натрия 1-замещенный (11%), специи, экстракты специй (кориандр, мускат, перец), антиокислители: E 300 аскорбиновая кислота -L (3%), E 316 изоаскорбат натрия (2%), агент антислеживающий E 551 диоксид кремния аморфный (0,5%), растительное масло	8 г на 1 кг массы	20±2 %
2	Шпикачки РЕАЛ комби	Регулятор кислотности E451i (23,6%), усилитель вкуса и аромата E621 (27,0%), ароматизаторы (перец черный, чеснок), коптильный ароматизатор, антиокислитель E316 (5,0%), чеснок, носители (глюкоза, E551)	1,2 кг на 100 кг фарша	не более 3,0 г фосфата в 1 кг готового продукта
3	«Гамма К с нотой кардамона»	Эмульгатор E471, влагоудерживающий агент E450, регулятор кислотности E451, полисахариды, глюкоза, эфирные масла и олеорезины натуральных пряностей, усилители вкуса и аромата (E621, E627, E631)	до 2 кг на 100 кг фарша	11,2–16,8 %

Продолжение табл. 1.

1	2	3	4	5
4	Сервелат финский	Стабилизатор E451 (10,4%), соль поваренная, усилитель вкуса и аромата E621 (11,79%), натуральные приправы (перец белый, имбирь, сельдерей), антиокислители (E301, E300), ароматизаторы, агент антислеживающий E551, краситель E120 (0,21%).	1,4 кг на 100 кг фарша	не более 3,0 г фосфата в 1 кг готового продукта
5	Говяжья комби	Регулятор кислотности E451i, эмульгатор, влагоудерживающий агент E450iii, усилитель вкуса и аромата E621, приправы (чеснок, перец, кардамон, мускатный орех), сахар, ароматизаторы, антиокислители E301, E300	1,3 кг на 100 кг фарша	–

Как видно из приведенной информации, не во всех составах КПД указывается процентное содержание пищевых фосфатов, а также индекса пищевой добавки, что является обязательным законодательным требованием в Республике Беларусь и странах Евросоюза. В [3] определено, что наименование пищевой добавки должно содержать слова «пищевая добавка» («комплексная пищевая добавка») и (или) функциональный(е) класс(ы) пищевой(ых) добавки(ок) и наименование пищевой(ых) добавки(ок) в соответствии с требованиями приложения 2 к ТР ТС 029, и (или) индекс пищевой добавки согласно Международной цифровой системе (INS) или Европейской цифровой системе (EAN).

Пищевые фосфаты являются нормируемыми величинами в рамках действующего законодательства Республики Беларусь. Норма внесения пищевых фосфатов в пересчете на  $P_2O_5$  составляет 3 г добавленного фосфата на 1 кг мясного сырья и 8 г общего (добавленного + естественного) фосфата на 1 кг мясного сырья.

Пищевые добавки пирофосфат E450 и триполифосфат E451 в зависимости от индекса содержат в своем составе разное количество  $P_2O_5$  [4, 5]. Характеристики пирофосфатов E450 и E451 приведены в табл. 2.

Табл. 2. Характеристика пирофосфатов

Table 2. Characterization of pyrophosphates

Е-код	Химическая формула вещества	Массовая доля общей пятиокси-си фосфора ( $P_2O_5$ ), %
E450i	$Na_2H_2P_2O_7$	60,8
E450ii	$Na_3HP_2O_7$ или $Na_3HP_2O_7 \cdot H_2O$	57,0–59,0
E450iii	$Na_4P_2O_7$ или $Na_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$	50,35 или 30,4
E450v	$K_4P_2O_7$	40,85
E451i	$Na_5P_3O_{10}$ или $Na_5P_3O_{10} \cdot 6H_2O$	56–58,0 или 43,0–45,0
E451ii	$K_5P_3O_{10}$	46,5–48,0

Из приведенной информации видно, что в зависимости от вида используемого пирофосфата в КПД будет содержаться разное количество  $P_2O_5$ .

Верификация комплексных пищевых добавок также необходима в качестве оценки рисков по выпуску качественной мясной продукции [6–9, 17], т. к. в случае превышения нормы внесения пищевых фосфатов в мясное сырье выпущенная продукция будет считаться несоответ-

ствующей требованиям ТНПА и подлежит промпереработке или утилизации, а также с целью предупреждения попадания фальсифицированной продукции на производство, в частности комплексных пищевых добавок [7, 16, 18].

Пищевые добавки являются химическими веществами, чужеродными для организма человека. Хотя они и считаются безопасными при употреблении в количестве не выше допустимой суточной дозы, всегда остается риск воздействия на здоровье потребителей химическими веществами, поступающими с продуктами питания [12–15, 19]. На мясоперерабатывающих предприятиях определение фосфатов проводится в готовых мясных изделиях [10, 11].

По требованиям ТР ТС 029 содержание в колбасных изделиях нормируемых пищевых добавок контролируется по закладке (по рецептуре) и/или с применением аналитических методов исследования. По мнению автора осуществлять контроль за нормируемыми пищевыми добавками уже в готовом изделии не совсем экономически целесообразно, т.к. в случае использования КПД с повышенным содержанием нормируемых пищевых добавок готовая продукция будет признана не соответствующей требованиям ТНПА.

Осуществить контроль за нормируемыми пищевыми добавками по закладке (по рецептуре) не всегда представляется возможным, т.к. в технологических журналах (технологических картах), так же как и в рецептурах, указывается только наименование КПД и его дозировка на 100 кг несоленого сырья. Все необходимые данные для расчета норм внесения КПД можно получить лишь из спецификации на продукцию.

Применение же аналитических методов контроля за нормируемыми пищевыми добавками затруднительно, т.к. аттестованных методик по определению массовой доли общего фосфора в КПД на сегодняшний день не разработано.

В производственных лабораториях определение фосфора в КПД можно осуществлять по ГОСТ 30615-99 «Сырье и продукты пищевые. Метод определения фосфора». Стандарт распространяется на сырье и продукты пищевые и устанавливает метод определения фосфора. Метод заключается в сухой минерализации пробы, растворении золы, проведении цветной реакции с молибден-ванадиевым реактивом и измерении интенсивности окрашивания раствора с помощью фотоэлектроколориметра или спектрофотометра.

Как было сказано выше – основной документ, на основании которого можно осуществить контроль и расчет нормируемых пищевых добавок, а также количество их внесения – это спецификация на КПД.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

За основу для расчетов были взяты составы КПД, указанные фирмой-производителем в спецификациях (табл.1). В спецификациях на КПД «Говяжья комби» и «Гамма К с нотой кардамона» не указано процентное содержание пищевых фосфатов, поэтому не представляется возможным произвести расчет содержания пищевых фосфатов в данных видах продукции, что может создавать основу для фальсификации комплексных пищевых добавок.

Рассмотрим подробнее составы КПД «Сервелат финский», «Шпикачки РЕАЛ комби» и «Сервелат советский». В составах этих КПД указаны конкретные наименования пищевых фосфатов и их процентное содержание. На основе имеющихся данных были проведены математические расчеты и получены величины пищевых фосфатов, содержащихся в КПД, и вносимые величины фосфатов согласно дозировке производителя. Полученные данные приведены в табл. 3.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что в зависимости от химического состава пищевых фосфатов будет разное содержание этих фосфатов в КПД и соответственно разное содержание в готовой продукции. Как видно из табл. 3 в КПД «Сервелат советский» суммарное содержание пищевых фосфатов E450i и E450iii превышает установленные значения (3 г на 100 кг мясного сырья) и превышена норма содержания пищевых фосфатов в пере-

счете на P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Данная величина составляет 34,3 % или 27,5 % на 100 кг мясного сырья или 0,34 % и 0,27 % на 1 кг готовой продукции. Т.е. в случае применения в составе КПД «Сервелат советский» пищевого фосфата E450iii с химической формулой Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> на выходе может получиться колбасное изделие, несоответствующее требованиям ТНПА по показателю массовая доля добавленного фосфата в пересчете на P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

В [3] четко прописано, что пищевые добавки должны применяться при производстве пищевой продукции в минимальном количестве, необходимом для достижения технологического эффекта.

**Табл. 3** Расчетное содержание E450 и E451 на 100 кг мясного сырья

**Table 3.** Calculated amount of E450 and E451 in 100 kg of raw meat

Наименование КПД и содержание в ней фосфатов	Е-код	Химическая формула вещества	Массовая доля общей пятиокси фосфора (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), %	Фактическое содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> на 100 кг мясного сырья, %	Суммарное содержание пирофосфатов на 100 кг мясной массы, %	Количество добавленного фосфата на 1 кг мясного сырья, г
<b>Шпикачки РЕАЛ комби</b> регулятор кислотности E451i (23,6 %)	E451i	Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	56–58,0	16,4	16,4 или 12,7	2,8
		Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub> *6H <sub>2</sub> O	43,0–45,0	12,7		
<b>Сервелат советский</b> стабилизаторы: E450iii пирофосфат натрия (43 %), E450i дигидропирофосфат натрия (35 %)	E450iii	Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	50,35	17,3	34,3 или 27,5	6,2
		Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ×10H <sub>2</sub> O	30,4	10,6		
	E450i	Na <sub>2</sub> H <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	60,8	17,02		
<b>Сервелат финский</b> Стабилизатор E451 (10,4 %)	E451i	Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	56-58,0	8,44	8,44 или 6,55 или 6,98	1,5
		Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub> *6H <sub>2</sub> O	43,0-45,0	6,55		
	E451ii	или K <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	46,5-48,0	6,98		

**Табл. 4.** Расчетные значения содержания пищевых фосфатов в КПД

**Table 4.** The calculated values of food phosphates in complex food additives

Наименование КПД и ее состав	Норма внесения КПД	Суммарное содержание пирофосфатов на 100 кг мясной массы, %	Количество добавленного фосфата на 1 кг мясного сырья, г
1	2	3	4
<b>Сервелат советский</b> (Декстроза, стабилизаторы: E450iii пирофосфат натрия (43 %), E450i дигидропирофосфат натрия (35 %), усилитель вкуса и аромата E621 глутамат натрия 1-замещенный (11 %), специи, экстракты специй (кориандр, мускат, перец), антиокислители: E 300 аскорбиновая кислота – L (3 %), E 316 изоаскорбат натрия (2 %), агент антислеживающий 551 диоксид кремния аморфный (0,5 %), растительное масло)	0,8 кг на 100 кг мясной массы	34,3 или 27,5	6,2



Продолжение табл. 4.

1	2	3	4
<b>Сервелат финский</b> (Стабилизатор E451 (10,4 %), соль поваренная, усилитель вкуса и аромата E621 (11,79 %), натуральные приправы (перец белый, имбирь, сельдерей), антиокислители (E301, E300), ароматизаторы, агент антислеживающий E551, краситель E120 (0,21 %))	1,4 кг на 100 кг фарша	8,44 или 6,55 или 6,98	1,5

КПД «Сервелат советский» и «Сервелат финский» используются для производства одной и той же группы варено-копченых колбасных изделий. Входящие в их состав пищевые фосфаты выполняют одну и ту же технологическую функцию – регулятора кислотности, эмульгатора, стабилизатора. Как видно из табл. 4, количество фосфатов, используемых в этих двух видах КПД, отличается в 4 раза.

Полученные данные могут свидетельствовать о фальсификации КПД со стороны производителя и, как следствие, на непреднамеренную фальсификацию готовых колбасных изделий, что в свою очередь может привести к ухудшению качественных показателей колбасных изделий (снижение сроков хранения продукции, мыльный срез, металлический привкус или вяжущее ощущение во рту) из-за превышенного содержания фосфатов в готовой продукции [12, 14, 18].

Как принято считать, пищевые добавки, используемые при производстве пищевой продукции, являются безопасными при условии, что соблюдаются их допустимые нормы внесения в пищевую продукцию. Однако превышение допустимых уровней потребления пищевых добавок, содержащих пищевые фосфаты, может негативно отразиться на здоровье – происходит ухудшение усвоения кальция, что приводит к отложению в почках кальция и фосфора и способствует развитию остеопороза.

## 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 комплексных пищевых добавок с содержанием пищевых фосфатов, т.к. установлено, что рассчитанное содержание пищевых фосфатов в комплексных пищевых добавках может превышать допустимые республиканские уровни применения пищевых фосфатов при производстве колбасных изделий;
- необходимо продолжать детальные исследования КПД на содержание в них пищевых фосфатов с целью установления возможной фальсификации как КПД, так и готовых колбасных изделий;
- необходимо разрабатывать стандартизированные методы по определению содержания пищевых фосфатов в КПД для обнаружения и количественного определения присутствия пищевых фосфатов и установления факта фальсификации КПД.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 ГОСТ 24297-2013 Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля – М.: ОАО «ВНИИС», 2018. – 16 с.
- 2 СТБ 1470-2012 Системы менеджмента безопасности пищевых продуктов. Управление безопасностью пищевых продуктов на основе анализа опасностей и критических контрольных точек. Общие требования – Минск: БелГИСС, 2012. – 18 с.
- 3 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: 04.02.2023.

4 ГОСТ Р 55054-2012 Добавки пищевые. ПИРОФОСФАТЫ E450. Общие технические условия – М.: ГНУ «ВНИИПАКК» Россельхозакадемия, 2012. – 28 с.

5 ГОСТ 31638-2012 Добавки пищевые. Натрия и калия трифосфаты E451. Технические условия – М.: ГНУ «ВНИИПАКК» Россельхозакадемия, 2015. – 32 с.

6 Семенова, А. А. Организация входного контроля пищевых добавок и ингредиентов на предприятиях мясной промышленности / А. А. Семенова, В. В. Насонова, Г. П. Горошко // Все о мясе. – 2011. – № 3. – С. 34–45.

7 Донская, Л. А. Пищевые добавки в мясной индустрии: идентификация опасностей и скрининговый анализ риска / Л. А. Донская // УПРАВЛЕНЕЦ. – 2014. – № 3(49). – С. 62–67.

8 Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (утв. гл. сан. врачом РФ 05.03.2004). М., 2004.

9 Зайцева, Н. В. Актуальные вопросы методической поддержки оценки риска для здоровья населения при обеспечении безопасности продукции: мировой зарубежный опыт и практика Таможенного союза / Н. В. Зайцева, П. З. Шур // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 4. – С. 4–17.

10 СТБ 126-2016 Изделия колбасные вареные. Общие технические условия – Минск: РУП «Институт мясо-молочной промышленности», 2016. – 34 с.

11 СТБ 2581-2020 Изделия колбасные варено-копченые. Общие технические условия – Минск: РУП «Институт мясо-молочной промышленности», 2020. – 34 с.

12 Данилов, М. Б. Использование фосфатов в мясной отрасли / М. Б. Данилов [и др.]. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2015. – 170 с.

13 Туниева, Е. К. К вопросу безопасности пищевых добавок / Е. К. Туниева // Все о мясе. – 2015. – № 4 – С. 10–13.

14 Use of phosphates in meat products / Nguyen Huynh Bach Son Long, R. Gál, F. Buňka // African Journal of Biotechnology. – Vol. 10(86). – December 2011. – pp. 19874-19882. – DOI: 10.5897/AJBX11.023.

15 Насонова, В. В. Пищевые фосфаты в мясном производстве – ваш выход! / В. В. Насонова, А. А. Веретов // Мясные технологии. – 2012. – № 9 – С. 53–55.

16 Юрчак, З. А. Обзор фальсификации мяса пищевыми добавками / З. А. Юрчак, Н. В. Маслова, Д. Старчикова // Все о мясе. – 2015. – № 4 – С.10–13.

17 Романов, В. Фосфаты в мясопродуктах: настоящее и будущее / В. Романов // Мясная сфера. – 2011. – № 2(81) – С. 72–75.

18 Семенова, А. А. Применение пищевых добавок в мясной промышленности /А. А. Семенова // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2011. – № 1. – С. 31–35.

19 Зеленский, В. Е. Отрасль ингредиентов: итоги десятилетия (результаты и продуктовые тренды) / В. Е. Зеленский // Пищевая промышленность. – 2011. – № 5. – С. 2–4.

*Поступила в редакцию 30.03.2023 г.*

#### **ОБ АВТОРАХ:**

**Ольга Александровна Гмырак**, аспирант, Белорусский государственный технологический университет, старший научный сотрудник ГУ «Белорусский институт 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

## ФОРМИРОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО КАЧЕСТВА МЯГКИХ СЫРОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ С ДОБАВЛЕНИЕМ КОБЫЛЬЕГО МОЛОКА И СПИРУЛИНЫ

*Р. Т. Тимакова, Ю. В. Ильюхина*

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», Российская Федерация*

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Актуальным является расширение ассортимента функциональных продуктов, в частности, за счет симбиотического использования ингредиентов животного и растительного происхождения. Научная задача – оценка показателей качества мягкого сыра, произведенного из сырого коровьего молока с добавлением сухого кобыльего молока и спирулины.

**Материалы и методы.** Сырое коровье молоко, сухое кобылье молоко сублимационной сушки, порошок спирулины (*Spirulina plantesis*). Применена традиционная технологическая схема производства мягких сыров с температурным режимом пастеризации – до 90–93 °С. Кобылье молоко добавлено на этапе формирования сырного сгустка и вымешивания зерна для сохранения альбумина; коагуляция при температуре от +60 °С. На этом же этапе добавлен порошок спирулины.

**Результаты.** По результатам оценки органолептических и физико-химических показателей сыра рекомендовано добавлять 200 г порошка спирулины, который агрегируясь на сырных зернах создает оригинальный рисунок. Выход сыра увеличился в опытных образцах на 1,3 %. Уменьшился расход молока – на 7,3 %. Содержание жира в опытных образцах мягкого сыра по сравнению с контрольными образцами меньше на 0,1 %, содержание белка не изменилось, при этом улучшилось соотношение альбумина к казеину и увеличилось содержание лактозы на 0,4 %. В опытных образцах мягкого сыра установлены более высокие показатели аминокислотного сгора по сравнению с образцами контрольной группы.

**Выводы.** Использование кобыльего молока в сублимированном виде позволяет расширить географию его применения при производстве мягких сыров. Разработанный рецептурный состав сыра обусловил возможность формирования продукта функциональной направленности с оригинальными органолептическими показателями.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *сухое кобылье молоко; сырое коровье молоко; спирулина (*Spirulina plantesis*); функциональный ингредиент; мягкий сыр; аминокислотный сгор.*

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Тимакова, Р. Т. Формирование потребительского качества мягких сыров функциональной направленности с добавлением кобыльего молока и спирулины / Р. Т. Тимакова, Ю. В. Ильюхина // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2023. – № 1(34). – С. 19–28.

## FORMATION OF CONSUMER APPEAL OF FUNCTIONAL SOFT CHEESES WITH MARE'S MILK AND SPIRULINA

*R. T. Timakova, Yu. V. Iliukhina*

*Ural State University of Economics, Russian Federation*

### ABSTRACT

**Introduction.** The expansion of the range of functional products due to the symbiotic use of animal and vegetable origin ingredients is of current importance. The scientific task of the study is to evaluate the quality indicators of soft cheeses produced from raw cow's milk with the addition of dry mare's milk and spirulina.

**Materials and methods.** Raw cow's milk, freeze-dried mare's milk, *spirulina Plantesis* powder. The traditional technological scheme for the production of soft cheeses with a pasteurization temperature regime – up to 90–93 °C. is applied. Mare's milk is added at the stage of forming a cheese clot and curd mass is kneaded to preserve albumin; coagulation is achieved at a temperature of +60 °C, spirulina powder being added at the

this stage.

**Results.** According to the results of the evaluation of the organoleptic properties and physico-chemical parameters of cheese, it is recommended to add 200 g of spirulina powder, which when aggregating on cheese grains creates an original pattern. The yield of cheese increased in the experimental samples by 1,3 %. The consumption of milk decreased by 7,3 %. The fat content in the experimental samples of soft cheese was less by 0,1 % compared to the control samples, the protein content did not change, while the ratio of albumin to casein improved and the lactose content increased by 0,4 %. In the experimental samples of soft cheese, higher indicators of amino acid score were established in comparison with the samples of the control group.

**Conclusions.** The use of freeze-dried mare's milk allows expanding the geography of its use in manufacturing soft cheeses. The developed cheese composition made it possible to produce a functional product with unique organoleptic properties.

**KEY WORDS:** *dry mare's milk; raw cow's milk; spirulina (Spirulina plantesis); functional ingredient; soft cheese; amino-acid score.*

**FOR CITATION:** Timakova, R. T. Formation of consumer appeal of functional soft cheeses with mare's milk and spirulina / R. T. Timakova, Yu. V. Iliukhina // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2023. – № 1(34). – P. 19–28 (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

Реализация Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года способствует формированию национальной системы управления качеством пищевой продукции с обеспечением полноценного питания населения страны, основанного на принципах здорового питания, основной мейнстрим которого – адекватное и сбалансированное питание. Формирующийся рынок пищевой продукции функциональной направленностью вносит свой вклад в предотвращение дефицита питательных веществ и соответствие пищевой и энергетической ценности пищевой продукции физиологическим потребностям для разных категорий потребителей. При этом расширение продуктовой линейки может происходить и в результате количественного изменения рецептурных составляющих, не несущего изменения функциональной направленности.

В результате применения современных технологических решений при переработке молочного сырья наиболее часто обогащают натуральными компонентами растительного и животного происхождения йогурты, творожные изделия и плавленые сыры.

В то же время производители сыров, которые относятся к ценным продуктам высокой пищевой ценности за счет концентрации легкоусвояемых белков и жиров (усвояемость 95 и 96 % соответственно), наличия незаменимых аминокислот, кальция, фосфора, минеральных солей и витаминов [1], наряду с выпуском сыров по классической рецептуре разрабатывают новые продукты с добавлением функциональных ингредиентов. Технологические особенности производства мягких сыров позволяют вводить функциональные добавки для придания отличительных (оригинальных) органолептических показателей и формирования новых сенсорных характеристик, что обеспечивает расширение ассортимента выпускаемой продукции функциональной направленности в результате введения в рецептурный состав ценных пищевых ингредиентов: корня пастернака и семян тмина [2], амарантовой муки [3], плодов шиповника *Rosa cinnamomea* L. и морской бурой водоросли *Fucus vesiculosus* с гидролизированным коллагенсодержащим сырьем из кожи трески [4], крупы булгур [5], овсяных отрубей [6], ванили, какао, базилика с укропом, куркумы с приправой для корейской моркови [7], белого кунжута [8], сухофруктов, орехов и зелени [9], бурых водорослей [10] и др. При этом производство мягких сыров за счет низкой капиталоемкости производственных процессов и небольших сроков окупаемости вложенных инвестиций возможно организовывать на предприятиях малого и среднего бизнеса.

При внедрении в промышленное производство Адыгейского сыра с разными ингредиентами необходимо учитывать то, что название сыра связано с географическим происхождением и законодательство РФ, регулируя защиту географических обозначений, обеспечивает охрану исторически сложившегося национального продукта [11] и бренд «Адыгейский сыр» официально зарегистрирован. В самой Республике Адыгея в настоящее время вырабатывается 5,8 тыс. т Адыгейского сыра (рост производства сыра с 2017 года – в 2,5 раза), что составляет 36,4 % от общего объема производства сыра в РА [12].

Традиционно мягкие сыры вырабатываются из коровьего молока, реже используется козье или овечье молоко или смеси молока животных [13–17]. По содержанию сухого вещества, жира и белка в молоке разных видов сельскохозяйственных животных в порядке убывания выделяется овечье, козье, коровье и кобылье молоко, по содержанию молочного сахара – кобылье, овечье, козье и коровье молоко. По содержанию казеина, который находится в молоке в виде мицелл, по данным [18] отличается козье, коровье и овечье молоко с высоким содержанием казеина, в кобыльем молоке казеина содержится до 1,3 % в зависимости от пород скота, условий кормления и выращивания, периода лактации, возраста и др. факторов. Общеизвестно, что высокое содержание казеина в молоке способствует формированию хорошего сырного сгустка. В то же время кобылье молоко по химическому составу и биохимическим свойствам приближено к женскому грудному молоку, отличается высокой биологической ценностью и легкой усвояемостью.

Разработка мягких сыров отличается разнообразием применяемых технологических решений в их производстве: использование разных типов свертывания; наличие или отсутствие стадии созревания; использование молока от различных животных; закваски разнообразного состава; возможность использования вкусовых наполнителей и т. д. [19]. Так, предлагается технология мягкого сыра функциональной направленности на основе трехкомпонентного сырья, состоящего из кобыльего, козьего и коровьего молока с оптимальным соотношением (40:40:20) при температуре пастеризации от +72–75 °С [20]. Возможно применение двухступенчатой термической обработки кобыльего молока, включающей термизацию при температуре +58 °С с экспозицией 20 минут и последующим охлаждением до температуры +6 °С в течение 4 часов, затем пастеризацией при температур +72 °С с экспозицией 15 секунд [21]. Применение пастеризации при температуре от +72 °С нивелирует ценность кобыльего молока как источника сывороточных белков в результате их термолабильности.

В настоящее время сырое кобылье молоко не применяется при производстве сыров на промышленной основе в связи с ограниченностью распространения молочного коневодства, отсутствием логистических связей между производителями молока и потенциальными производителями сыра, недостаточным количеством производимого молока, короткими сроками годности сырого кобыльего молока. В то же время вопросы сохранения ценных качеств молока кобыл решаются при применении сублимационной (лиофилизированной) сушки молока [22–25]. В доступной литературе отсутствует информация о применении сухого кобыльего молока на промышленной основе при производстве сыров, в то же время сухое кобылье молоко предлагается на сайтах-агрегаторах как готовый продукт для употребления.

Современные потребители при выборе пищевых продуктов обращают внимание на так называемое потребительское качество, т.е. качество, оцениваемое потребителями, где на первый план выходят органолептические показатели и химический состав товара, который влияет на пищевую и энергетическую ценность товара [26]. По результатам исследований установлено, что 13 % респондентов предпочитают мягкие сыры, из которых 30 % опрошенных выбирают сыры с добавками пищевых ингредиентов морского происхождения [4]. С учетом того, что в Российской Федерации потребление морепродуктов, богатых азотистыми веществами и микроэлементами, неравномерно по регионам и не соответствует установленным нормам в 22 кг на душу населения одним из перспективных направлений при производ-

стве мягких сыров может быть использование водного биологического сырья.

Целью исследований является расширение ассортимента функциональных продуктов в виде мягкого сыра за счет симбиотического использования ингредиентов животного и растительного происхождения. Научная задача – оценка показателей качества мягких сыров с функциональной добавкой спирулины (*Spirulina plantesis*), произведенного из сырого коровьего молока с добавлением сухого кобыльего молока сублимационной сушки.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Предмет исследования – технология производства мягких сыров. Выбор объекта исследования определяется тем, что мягкий сыр из коровьего молока при широком его распространении на территории Российской Федерации в основном предлагается без добавок. Использование коровьего молока обусловлено доступностью сырья. Введение в рецептуру в качестве компонента сухого кобыльего молока, которое по своим свойствам приближено к материнскому молоку, осуществлено для повышения пищевой ценности сыра. Кобылье молоко относится к альбуминовой группе при соотношении казеина к альбумину 1:1. Альбумин кобыльего молока легко усваивается организмом человека. В качестве функциональной добавки применяется спирулина (*Spirulina plantesis*), относящаяся к классу нитчатых сине-зеленых водорослей и являющаяся одним из известных древних растений планеты. Ее таксономическое положение определено как: вида *Arthrospiraplantensis*, рода *Arthrospira*, порядка *Oscillatoriales*, группы *Cyanobacteria*, класса *Oxyphtobacteria*, отдела *Gracilicutes*, домена *Bacteria*, царства *Prokaryotae*.

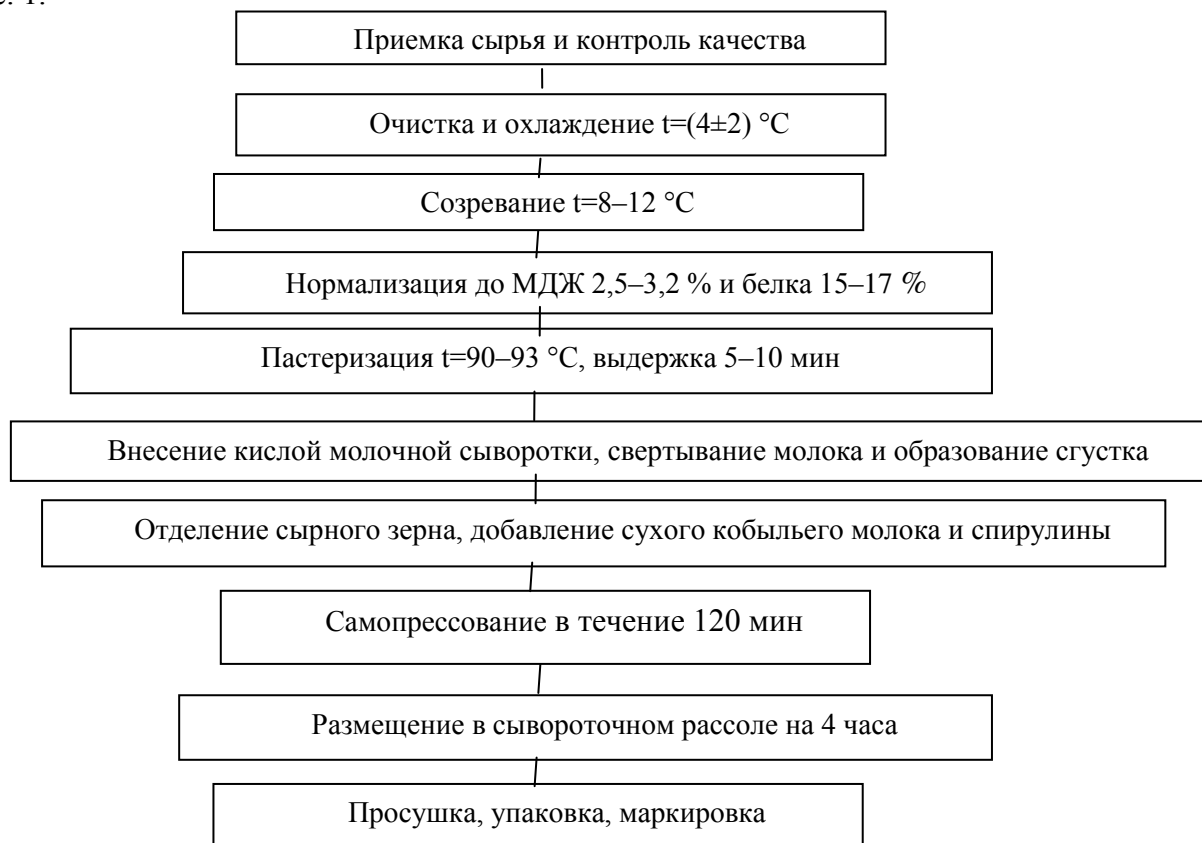
Сформированы 5 групп образцов сыра: контрольная группа (образцы мягкого сыра, выработанного только из коровьего молока) и 4 опытные группы (образцы мягкого сыра, выработанного из коровьего молока с введением в рецептуру 3 кг сухого кобыльего молока (технология сублимационной сушки по [27]) из расчета на 300 л сырого коровьего молока жирностью 4,1 %). Во 2-ю, 3-ю и 4-ю опытные группы мягкого сыра, выработанного из коровьего молока с введением в рецептуру сухого кобыльего молока, добавлен порошок спирулины в количестве 100, 200 и 300 г (торговая марка «*SpirulinaFood*», производство КНР). Выбор спирулины, представляющей собой спиралевидную микроскопическую цианобактерию, обусловлен ее уникальным сбалансированным биохимическим составом и высоким содержанием полноценного белка и бета-каротина. Спирулину, отличающуюся высокой приспособляемостью к внешним условиям, добывают как в Мировом океане, так и культивируют в специально оборудованных открытых прудах или бассейнах в теплицах. Спирулина способствует формированию иммунитета в результате выработки цитокинов, нивелирует негативное воздействие свободных радикалов, обладает противовоспалительным действием. Исследование осуществляли по общепринятым методикам: химический состав (протеин по Кьельдалю, жир по методу Сокслета, клетчатку по методу Веенде, сахара – фотоколориметрическим методом), аминокислотный состав и содержание витаминов – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, содержание каротина – фотометрическим методом.

Массовую долю влаги и сухого вещества в готовом продукте определяли по ГОСТ 3626-73 «Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества», массовую долю белка методом Кьельдаля по ГОСТ Р 54662-2011 «Сыры и сыры плавленые. Определение массовой доли белка методом Кьельдаля», массовую долю жира – кислотным методом по ГОСТ 5867-90 «Молоко и молочные продукты. Методы определения жира», кислотность – по ГОСТ 3624-92 «Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности». Оценку качества готового сыра проводили по органолептическим и физико-химическим показателям согласно требованиям ГОСТ 32263-2013 «Сыры мягкие. Технические условия». Исследования проводились в 5-кратной повторности. Полученные результаты экспериментов были обработаны с использованием стандартных статистических методов анализа.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе эксперимента было проведено исследование химического состава спирулины: массовая доля сухого вещества составила ( $93,78 \pm 0,02$ ) %, содержание сырого протеина – ( $58,76 \pm 0,02$ ) %, сырого жира – ( $1,32 \pm 0,02$ ) %, сырой клетчатки – ( $6,38 \pm 0,05$ ) %, сырой золы – 11,61 %, сахаров – ( $13,97 \pm 0,04$ ) %. По содержанию водорастворимых витаминов полностью покрываются нормы физиологической потребности согласно Методическим рекомендациям МР 21.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» (из расчета на 100 г продукта): тиамин – в 2,4 раза, рибофлавин – в 12,5 раза, пиридоксин – в 5,5 раза, никотиновая кислота – в 2 раза, каротин – более чем в 28 раз и достигает ( $143,57 \pm 3,75$ ) мг/100 г при физиологической потребности для взрослых в сутки 5 мг. Содержание аскорбиновой кислоты покрывает суточную потребность в витамине на 1/3. Содержание незаменимых аминокислот в общей сумме аминокислот составляет 56,5–58,8 %, что выше по сравнению с мясом птицы, мясом косули, свининой и говядиной [28].

Технология производства мягких сыров функциональной направленности представлена на рис. 1.



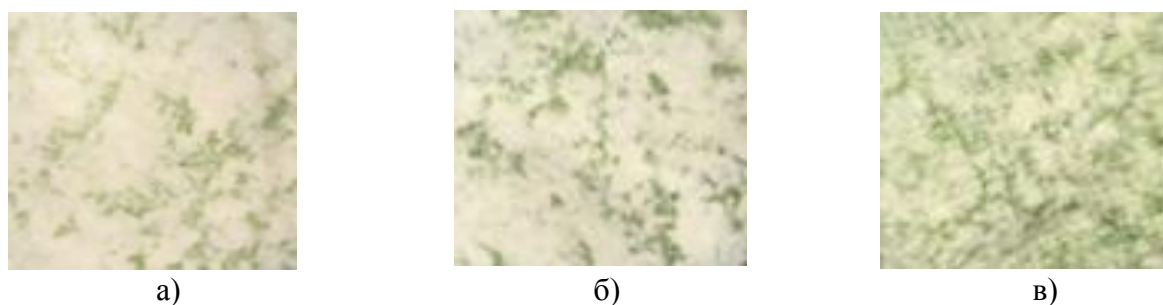
**Рис. 1.** Технологическая схема производства мягкого сыра функциональной направленности

**Fig. 1.** Technological scheme of functional soft cheese production

Технология производства мягкого сыра в целом традиционная, но был применен более низкий температурный режим пастеризации – до  $+90–93$  °C. Кислая молочная сыворотка с кислотностью 90 °Т внесена в количестве до 10 % от массы молока. По результатам исследований подсырной сыворотки установлено остаточное содержание белка – до 0,12 %, следы жира – до 0,01 %, полученные данные согласуются с исследованиями [29–31]. Сублимиро-

ванное кобылье молоко было добавлено на этапе формирования сырного сгустка и вымешивания зерна. Такой подход обусловлен важностью сохранения ценных свойств кобыльего молока, так как альбумин начинает коагулироваться при температуре от +60 °С и, соответственно, нежелательно добавлять кобылье молоко на этапе пастеризации. Наряду с этим, сублимированное кобылье молоко, частично поглощая влагу из сыворотки, превращается в восстановленное кобылье молоко на основе содержащей белки сыворотки, обволакивая сырные зерна; порошок спирулины агрегируется на сырных зернах, создавая в дальнейшем оригинальный рисунок. Выход сыра в образцах контрольной группы составил  $(16,62 \pm 0,03) \%$ , в 1-й опытной группе –  $(17,92 \pm 0,04) \%$ , во 2-й опытной группе –  $(17,92 \pm 0,03) \%$ , в 3-й опытной группе –  $(17,93 \pm 0,02) \%$ , в 4-й опытной группе –  $(17,93 \pm 0,01) \%$ .

На втором этапе была проведена органолептическая оценка мягких сыров согласно ГОСТ 32263-2013: по внешнему виду – во всех образцах сыр не имеет корки, поверхность морщинистая; по консистенции – в образцах контрольной группы плотная, упругая, в образцах опытных групп – плотная, упругая, более нежная; по вкусу и запаху в образцах контрольной группы – чистый, свойственный мягкому сыру, в образцах 1-й опытной группы появился еле уловимый сладковатый аромат, в образцах 2-й, 3-й и 4-й опытных групп – появился аромат, схожий с мятой; по цвету – в образцах контрольной группы и 1-й опытной группы – бело-молочный, в образцах 2-й и 3-й опытных групп – белый с незначительными вкраплениями зеленоватого цвета, в образцах 4-й опытной группы – белый с множественными вкраплениями зеленоватого цвета, что привело к интенсивной окраске зеленым цветом сыра. В образцах контрольной группы и 1-й опытной группы рисунок отсутствует, в образцах 2-й, 3-й и 4-й опытных групп появился рисунок в виде вкраплений зеленого цвета. Визуализация рисунка сыра представлена на рис. 2.



**Рис. 2.** Внешний вид поверхности сыра  
(образцы 2-й, 3-й и 4-й опытных групп соответственно – а), б), в)

**Fig. 2.** Appearance of cheese surface  
(samples of the 2nd, 3rd and 4th experimental groups, respectively – a), b), c)

По результатам органолептической оценки установлено, что опытные образцы соответствуют требованиям ГОСТ 32263-2013, рисунок сыра наиболее органичный в образцах 3-й опытной группы: вкрапления спирулины равномерные по поверхности и на разрезе сыра в отличие от образцов 2-й опытной группы – редкие вкрапления, в образцах 4-й опытной группы – очень частые вкрапления.

На последующем этапе исследовали физико-химические показатели качества образцов полученного мягкого сыра, которые соответствуют требованиям ГОСТ 32263-2013. В результате проведенных исследований установлено незначительное уменьшение массовой доли жира в пересчете на сухое вещество на 0,4 %: в контрольной группе –  $(45,3 \pm 1,6) \%$ , в опытных группах –  $(44,9 \pm 1,1) \%$ ; массовая доля влаги увеличилась на 0,1 %: с  $(56,6 \pm 0,6) \%$  в контрольной группе до  $(56,7 \pm 0,2) \%$  в опытных группах; кислотность сыра уменьшилась



на 1,9 °Т: с (54,6±0,7) % в контрольной группе до (52,8±0,6) % в опытных группах. Массовая доля хлористого натрия неизменна во всех группах – (1,8±0,1) %. Важное практическое значение имеет снижение расхода молока на 1 кг сыра (в пересчете сухого кобыльего молока на сырое) на 0,44 до 5,58 кг в опытных образцах. Химический состав мягкого сыра приведен в табл. 1.

**Табл. 1.** Химический состав образцов мягких сыров

**Table 1.** Chemical composition of soft cheese samples

Показатели	Контрольная группа	Опытные группы			
		1-я	2-я	3-я	4-я
Жир	19,8±0,2	19,7±0,1	19,7±0,1	19,7±0,1	19,7±0,1
Белок	19,7±0,3	19,6±0,4	19,6±0,3	19,7±0,3	19,7±0,4
Углеводы	1,6±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1	2,0±0,1
Энергетическая ценность, ккал	263,4	263,7	263,7	264,1	264,1

Анализ экспериментальных данных, представленных в табл. 1, показал, что в сыре, произведенном из коровьего молока с добавлением сухого кобыльего молока, установлено увеличение содержания молочного сахара на 0,4 %. Содержание белка уменьшается на 0,1 % в образцах 1-й и 2-й опытных групп, в образцах 3-й и 4-й опытных групп сопоставим с образцами контрольной группы, что может быть обусловлено добавлением большего количества порошка спирулины, богатой протеином. В опытных образцах установлено увеличение содержания альбуминовой фракции и изменение соотношения казеина к альбумину с 6:1 до 5:1. Исследование аминокислотного сора показывает высокую биологическую ценность мягких сыров (табл. 2).

**Табл. 2.** Аминокислотный скор образцов мягких сыров, %

**Table 2.** Amino acid score of soft cheese samples, %

Показатели	Контрольная группа	3-я опытная группа
Валин	119,7	119,9
Изолейцин	146,6	147,1
Лейцин	109,4	109,6
Лизин	148,1	148,7
Метионин + Цистин	100,1	100,2
Треонин	100,2	100,4
Триптофан	122,9	123,2
Фенилаланин + Тирозин	106,5	106,6

В образцах 3-й опытной группы, наиболее оптимальной по установленному потребительскому качеству, определены более высокие показатели аминокислотного сора по сравнению с образцами контрольной группы.

Таким образом, предложенная технология производства мягкого сыра на основе сырого коровьего молока с добавлением сухого кобыльего молока, который можно отнести к функциональному ингредиенту животного происхождения, и с введением функционального ингредиента растительного происхождения – спирулины в порошкообразном виде позволила разработать новый пищевой продукт функциональной направленности, отвечающий требованиям нормативной документации. В результате введения в рецептуру сухого кобыльего

молока на этапе формирования сырного сгустка произошло увеличение содержания лактозы, выполняющей энергетическую функцию и влияющей на нормализацию обмена кальция и усвоение водорастворимых витаминов группы В; увеличение содержания альбуминовой фракции, источника незаменимой аминокислоты триптофана и легкоусваиваемой организмом человека; вовлечение в технологический процесс сыворотки с остаточным содержанием белков. Выработка мягкого сыра по параметрам представленной технологической схемы позволила вовлечь в скоагулированную массу мягкого сыра до 100 % жира и 99,8 % белка сырьевых компонентов.

Консистенция такого сыра отличается более нежной и слегка мажущей структурой и еле уловимой сладковатой нотой. Благодаря обогащению сыра функциональной добавкой растительного происхождения *Spirulina plantesis* – продукта с наибольшим содержанием белка на планете, богатого каротином и водорастворимыми витаминами группы В, выявлено изменение вкусовых характеристик сыра, появление мятного аромата и незначительное увеличение содержания белка в образцах 3-й и 4-й опытных групп, а также аминокислотного сгора. В соответствии с проведенной экспертной сенсорной оценкой установлено оптимальное количество добавляемой спирулины в образцах 3-й опытной группы, которые соответствуют высоким потребительским достоинствам мягкого сыра по аромату, вкусу и внешнему виду.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Органолептические и физико-химические показатели контрольных и опытных образцов соответствуют требованиям ГОСТ 32263-2013. В сыре, произведенном из коровьего молока с добавлением сухого кобыльего молока сублимационной сушки, установлено увеличение содержания молочного сахара на 0,4 %. Содержание белка и жира изменилось незначительно.

Практическая значимость полученных результатов исследования обусловлена тем, что в рецептуре используется коровье молоко в сыром виде и сухое кобылье молоко, отличающееся короткими сроками хранения в сыром виде, которое сохраняет пищевую ценность сырого молока, приближенного к материнскому молоку. Соответственно, установлена возможность использования сублимированного кобыльего молока при производстве мягких сыров в производственных целях. Увеличился выход сыра при снижении расхода молока на 1 кг сыра. Симбиотическое использование функциональных ингредиентов животного и растительного происхождения (сублимированного кобыльего молока и спирулины) обусловило формирование ценного легкоусваиваемого организмом человеком пищевого продукта, обогащенного макро- и микро-нутриентами, для улучшения иммунитета человека. Полученный сыр отличается высоким потребительским качеством и повышенной биологической ценностью. Исследования в этом направлении требуют дальнейшего проведения, в том числе по микронутриентам.

### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Барулина, Д. А. Анализ технологий производства сыров / Д. А. Барулина, Д. Н. Катусова // Приднепровский научный вестник. – 2022. – Т. 1. – № 3. – С. 55–58.
- 2 Gorlov, I. F. The technology and quality assessment of cheese product enriched with phytocomponents / I. F. Gorlov, V.V. Kryuchkova, M.I. Slozhenkina, A.R. Paraskevov // Современная наука и инновации. – 2020. – № 3(31). – С. 84–93. DOI: 10.37493/2307-910X.2020.3.11
- 3 Ямбулатова, М. А. Исследования амарантовой муки на качество мягкого сырного продукта / М. А. Ямбулатова // Вестник магистратуры. – 2020. – № 3–2(102). – С. 13–15.
- 4 Ключко, Н. Ю. Исследование по совершенствованию мягких сыров. / Н. Ю. Ключко [и др.] // В сб.: Балтийский морской форум. Материалы VIII Международного Балтийского морского форума: в 6 т. (05–10 октября 2020 г., Калининград). – Калининград: Калининградский государственный технический университет, 2020. – С. 58–63.
- 5 Белова, Д. С. Применение нетрадиционного растительного сырья в технологии свежих сыров / Д. С. Белова [и др.] // В сб. международной научно-практической конференции: Инновационное развитие аграрно-пищевых технологий (04–05 июня 2020 г., Волгоград). Под общей редакцией И. Ф. Горлова. – Волгоград: изд-во ООО «Сфера», 2020. – С. 223–227.

- 6 Фадеева, А. В. Разработка рецептуры Адыгейского сыра натурального и с добавлением овсяных отрубей. Сравнительный анализ с магазинным сыром / А. В. Фадеева // В сб. докладов межвузовской студенческой научно-практической конференции: Современные тенденции в общественном питании и сфере услуг. (19 декабря 2019 г., Тольятти). Под общей редакцией Т. П. Третьяковой. – Тольятти: Тольяттинский государственный университет, 2020. – С. 51–55.
- 7 Уткина, О. С. Технология производства творожного сыра на основе термокислотного свертывания молока / О. С. Уткина, Е. В. Ачкасова, В. М. Головкина // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 1(166). – С. 155–162.
- 8 Тошев, А. Д. Влияние добавления растительных ингредиентов в мягкий сыр «Адыгейский» / А. Д. Тошев, А. В. Зобнина // Товаровед продовольственных товаров. – 2022. – № 3. – С. 166–168.
- 9 Мусаев, Ф. А. Выработка сыра Адыгейского с наполнителями / Ф. А. Мусаев, О. А. Захарова, А. В. Калинин // Сб. материалов IV Междун. науч.-практической конференции: Научное обеспечение животноводства Сибири. (14–15 мая 2020 г., Красноярск). – Красноярск: Изд-во Красноярского научно-исследовательского института животноводства – обособленное подразделение ФГБНУ Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», 2020. – С. 503–505.
- 10 Павлова, Т. А. Использование бурых водорослей в молочном деле / Т. А. Павлова // Сыроделие и маслоделие. – 2023. – № 1. – С. 45–47. DOI: 10.31515/2073-4018-2023-1-46-48.
- 11 Пряничникова, Н. С. Правовые основы защиты российских национальных продуктов / Н. С. Пряничникова // Молочная промышленность. – 2020. – № 5. – С. 34–37. DOI: 10.31515/1019-8946-2020-05-34-36.
- 12 Куижева, С. К. Анализ динамики мирового и российского производства сыров (в том числе по Республике Адыгея) / С. К. Куижева [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2022. – № 2. – С. 85–90. DOI: 10.24412/2311-6447-2022-2-85-90.
- 13 Пастух, О. Н. Влияние вида молока и сезона года на выход и качество Адыгейского сыра / О. Н. Пастух, А. В. Матюшенко // В сб. материалов Междун. науч.-практической конференции: Адыгейский сыр: история, традиции, инновации. (20 сентября 2020 г., Майкоп). Майкоп: изд-во ИП Кучеренко В. О., 2019. – С. 151–155.
- 14 Пастух, О. Н. Качество Адыгейского сыра из коровьего и козьего молока / О. Н. Пастух, А. В. Матюшенко // Наука и образование. – 2019. – Т. 2. – № 3. – С. 29.
- 15 Позднякова, Д. А. Способ приготовления Адыгейского сыра из козьего молока повышенной биологической ценности / Д. А. Позднякова, Н. Ю. Ключко // Вестник молодежной науки. – 2020. – № 3(25). – С. 12.
- 16 Афонина, М. Р. Использование коровьего и козьего молока в технологии Адыгейского сыра / М. Р. Афонина, Е. В. Жукова, О. Н. Пастух // В сб. материалов Всероссийской (национальной) науч.-практической конференции: Научные разработки и инновации в решении приоритетных задач современной зоотехнии. (11 марта 2021 г., Курск). Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И. И. Иванова, 2021. – С. 249–253.
- 17 Шагаева, Н. Н. Мягкий сыр из смеси молока сельскохозяйственных животных / Н. Н. Шагаева [и др.] // В сб. материалов II Национальной науч.-практической конференции: Товароведение, технология и экспертиза: инновационные решения и перспективы развития. (01 июня 2021 г., Москва). М.: ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», 2021. – С. 138–142.
- 18 Симоненко, Е. С. Изучение функциональных свойств кисломолочного продукта на основе кобыльего молока / Е. С. Симоненко [и др.] // Пищевые системы. – 2022. – № 5(1). – С. 114–120. DOI: 10.21323 /2618-9771-2022-5-1-114-120.
- 19 Мусина, О. Н. Мягкий сыр из смеси коровьего и козьего молока / О. Н. Мусина, Н. И. Бондаренко, Д. А. Усатюк // Ползуновский вестник. – 2022. – № 4. – С. 149–153. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.019.
- 20 Чеботарев, С. Н. Разработка технологии производства мягкого сырного продукта на основе трехкомпонентной сырьевой смеси / С. Н. Чеботарев, А. А. Терехова, А. Т. Васюкова // Вестник ВСГУТУ. – 2021. – № 3 (82). – С. 5–12. DOI: 10.53980/24131997\_2021\_3\_5.
- 21 Симоненко, Е. С. Исследование режимов термической обработки кобыльего молока и кобыльего молока с добавлением коровьего / Е. С. Симоненко, С. В. Симоненко, М. С. Копытко // Международный науч.-исследовательский журнал. – 2022. – № 3-2 (117). – С. 10–13. DOI: 10.23670/IRJ.2022.117.3.039.
- 22 Ивкова, И. А. Современные технологии получения сухих молочных консервов высокого качества / И. А. Ивкова, А. С. Пиляева // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. – 2015. – № 4(31). – С. 89–94.
- 23 Burova, N. O. A review of techniques for drying food products in vacuum drying plants and methods for quality control of dried samples (Technical note) / N. O. Burova [et al.] // Espacios. – 2017. – Vol. 38, № 52. – P. 35.
- 24 Симоненко, С. В. Оптимальный метод сушки комбинированного молока / С. В. Симоненко, Б. М. Мануйлов, Е. В. Сидорова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2019. – № 9-1 (87). – С. 116–121. DOI: 10.23670/IRJ.2019.87.9.020
- 25 Дымар, О. В. Изменение показателей кобыльего молока при переработке / О. В. Дымар // Молочная промышленность. – 2020. – № 11. – С. 62–65.

- 26 Тимакова, Р. Т. Радиационные технологии: формализованный подход к применению в АПК / Р.Т. Тимакова // Проблемы и перспективы развития агропромышленного производства: монография (научное издание). – Пенза: РИО ПГАУ, 2020. – С. 59–78.
- 27 Тимакова, Р. Т. Сублимационная сушка кобыльего молока / Р. Т. Тимакова, Ю. В. Ильюхина, В. Г. Старцев // Молочная промышленность. – 2022. – № 12. – С. 42–44. DOI: 10.31515/1019-8946-2022-12-42-44.
- 28 Тимакова, Р. Т. Научно-практические аспекты идентификации и обеспечения сохраняемости пищевой продукции, обработанной ионизирующим излучением: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.18.15. / Р. Т. Тимакова. – Екатеринбург, 2020. – 36 с.
- 29 Волкова, Т. А. Побочное молочное сырье – ресурс для производства продуктов сыроделия и маслodelия / Т. А. Волкова // Молочная промышленность. – 2021. – № 5. – С. 35–37. DOI: 10.31515/1019-8946-2021-05-35-37.
- 30 Храмов, А. Г. Прогностический взгляд на перспективы переработки молочной сыворотки / А. Г. Храмова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2018. – № 2–3(362–363). – С. 9–12. DOI: 10.26297/0579-3009.2018.2-3.2.
- 31 Короткова, А. А. Оценка нутриентного профиля сырного продукта при реализации новых ресурсосберегающих технологических решений / А. А. Короткова [и др.] // Вестник ВГУИТ. – 2022. – Т. 84. – № 1. – С. 131–139. DOI:10.20914/2310-1202-2022-1-131-139.

*Поступила в редакцию 27.07.2022 г.*

**ОБ АВТОРАХ:**

**Тимакова Роза Темерьяновна**, доктор технических наук, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры пищевой инженерии, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет» (УрГЭУ), e-mail: trt64@mail.ru.

**Ильюхина Юлия Владимировна**, аспирант, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет» (УрГЭУ), e-mail: janine86@mail.ru.

**ABOUT AUTHORS:**

**Roza T. Timakova**, Doctor of Technical Sciences, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Food Engineering, Ural State University of Economics (USUE), e-mail: trt64@mail.ru.

**Yuliya V. Piukhina**, postgraduate student, Ural State University of Economics (USUE), e-mail: janine86@mail.ru.

УДК 658.5

## МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНОВОПОЛАГАЮЩИХ ТОВАРОВЕДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НАПИТКОВ С АНТИОКСИДАНТНЫМ ЭФФЕКТОМ НА ОСНОВЕ QFD АНАЛИЗА

*О. В. Крукович, С. Л. Масанский*

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

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Актуальным является разработка методик формирования товароведных характеристик определенной подгруппы продуктов функционального назначения с учетом характерной для данной подгруппы номенклатуры потребительских свойств и идентифицированных требований потребителей. Научная задача: разработка методики проектирования товароведных характеристик напитков с антиоксидантным эффектом из растительного сырья на основе метода развертывания функции качества (QFD).

**Материалы и методы.** Метод QFD, метод выборочного опроса в форме анкетирования, дескрипторно-профильный анализ. Безалкогольный напиток из листьев крапивы двудомной.

**Результаты.** Сформулирована номенклатура требований к растительному сырью, используемому для формирования основополагающих товароведных характеристик напитков. Выделено восемь групп дескрипторов напитков на растительном сырье. Антиоксидантные свойства напитков определяли по показателю окислительно-восстановительного потенциала. Методика реализуется через последовательное прохождение девяти этапов, для которых разработаны соответствующие алгоритмы.

**Выводы.** Методика проектирования основополагающих товароведных характеристик напитков с антиоксидантным эффектом с применением метода QFD позволяет повысить управляемость этим процессом и может быть рекомендована для решения практических задач по планированию их качества.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *управление качеством; продукты функционального назначения; безалкогольные напитки с антиоксидантным эффектом; методика проектирования товароведных характеристик; повышение управляемости; метод развертывания функции качества.*

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Крукович, О. В. Методика проектирования основополагающих товароведных характеристик напитков с антиоксидантным эффектом на основе QFD анализа / О. В. Крукович, С. Л. Масанский // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2023. – № 1(34). – С. 29–40.

## ETHODOLOGY FOR DESIGNING THE FUNDAMENTAL COMMODITY CHARACTERISTICS OF DRINKS WITH ANTIOXIDANT EFFECT BASED ON QFD METHOD

*O. V. Krukovich, S. L. Masansky*

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

### ABSTRACT

**Introduction.** It is relevant to develop methods for the formation of commodity characteristics of a certain subgroup of functional products, taking into account the nomenclature of consumer properties characteristic of this subgroup and identified consumer requirements. Scientific task is to develop the methodology for designing commodity characteristics of drinks with an antioxidant effect from vegetable raw materials based on the quality function deployment (QFD) method.

**Materials and methods.** QFD method, selective survey method in the form of a questionnaire, descriptor-profile analysis. Non-alcoholic drink made from the leaves of stinging nettle.

**Results.** The nomenclature of the requirements for plant raw materials used to form the fundamental commodity characteristics of drinks has been formulated. Eight groups of beverage descriptors based on vegeta-

ble raw materials have been identified. Antioxidant properties of drinks were determined in terms of redox potential. The technique is implemented through the sequential completion of nine stages, for which the corresponding algorithms have been developed.

**Conclusions.** Methodology for designing the fundamental commodity characteristics of drinks with an antioxidant effect based on QFD analysis makes it possible to increase the controllability of this process and can be recommended for solving practical problems of planning their quality.

**KEY WORDS:** *quality management; functional products; soft drinks with antioxidant effect; methodology for designing commodity characteristics; improved manageability; quality function deployment method.*

**FOR CITATION:** Krukovich, O. V. Methodology for designing the fundamental commodity characteristics of drinks with antioxidant effect based on QFD method / O. V. Krukovich, S. L. Masansky // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2023. – № 1(34). – P. 29–40 (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время достаточно показана роль специальных продуктов питания в профилактике хронических неинфекционных заболеваний, сохранении здоровья и долголетия и лечения человека. Поэтому большинство научных исследований направлено на развитие ассортимента продукции функционального назначения различных отраслей пищевой промышленности [1]. В то же время научные публикации незначительно представлены работами, касающимися методологических аспектов создания функциональных продуктов.

Известны комплексные методологические подходы к разработке продуктов питания функционального и специализированного назначения (в том числе с антиоксидантным эффектом), отраженные в работах Разумовской Р. Г., Корнена Н. Н., Бобреновой И. В., Маюрниковой Л. А., Бычковой Е. С. и др. и объединяющие совокупность принципов, алгоритмов и механизмов разработки таких продуктов [2–5]. Однако, на наш взгляд, их главным недостатком является отсутствие системного подхода к проектированию основополагающих товароведных характеристик, в том числе на основе эффективных методов управления качеством, позволяющих снизить ресурсоемкость процесса планирования качества. Известно, что управление качеством продукции начинается с установления конкретных требований предполагаемого потребителя, которые являются базисом для проектирования потребительских свойств продукции (первый этап «петли качества») [6–8]. Существующие методологии в области проектирования потребительских свойств продуктов функционального назначения либо учитывают потребность в короткой редакции «исследование/анализ потребительских предпочтений», «анкетирование потребителей», либо вообще игнорируют этот этап «петли качества». Большинство методологий имеет общую направленность подходов к созданию пищевых продуктов функционального назначения и не учитывает специфичность номенклатуры свойств и показателей качества отдельных подгрупп продуктов функционального назначения, формирующих потребительскую стоимость.

Поэтому особенно актуальна разработка уникальных методик, направленных на формирование товароведных характеристик определенной подгруппы продуктов функционального назначения с учетом характерной для данной подгруппы номенклатуры потребительских свойств и идентифицированных требований потребителей. По мнению Дмитриева А. Я., Митрошкиной Т. А., методики идентификации характеристик продукции и технологических параметров позволят также «существенно упростить решение практической задачи планирования качества и повысить достоверность и устойчивость результатов к погрешностям исходных данных» [8].

Объектом исследования данной работы будут являться процессы управления качеством подгруппы напитков с антиоксидантным эффектом (АОЭ) на основе растительного сырья (РС).

Под напитками с АОЭ будем понимать жидкий пищевой продукт, содержащий один или несколько функциональных ингредиентов (ФИ) в количестве, достаточном при систематическом употреблении здоровым населением для обеспечения АОЭ организма человека<sup>1</sup>. Принадлежность напитка к группе «Напитки с АОЭ» определяется содержанием таких функциональных ингредиентов, как витамины С, Е,  $\beta$ -каротин, полифенольные вещества, микроэлементы (селен)<sup>2</sup>. Очевидно, что номенклатура потребительских свойств напитков с АОЭ расширяется за счет ее приращения показателями, характеризующими антиоксидантную эффективность напитков функционального назначения. К этим показателям могут относиться как показатели, характеризующие содержание отдельных веществ-антиоксидантов в соответствии с установленными нормативными значениями по ТНПА, так и обобщенные показатели антиоксидантной эффективности (например, показатель редокс-потенциала или ОВП) [1, 9–16]. При разработке методик проектирования товароведных характеристик продуктов с АОЭ в первую очередь необходимо ориентироваться на данные показатели как одну из технических характеристик будущего продукта с опорой на идентифицированные требования потребителей. Авторская методика будет ориентирована на модель основополагающих товароведных характеристик напитков с АОЭ на основе РС, в номенклатуру свойств назначения которой включен показатель ОВП, характеризующий АОЭ напитков.

Известно, что совокупность потребительских свойств продукта формирует его качество. При этом качество, согласно последней версии ISO 9001-2015, определяется не просто полезностью объекта для потребителя, а степенью его полезности. Таким образом, количественной стороной потребительской стоимости, или полезности, изделия будет являться степень, мера удовлетворения определенной потребности в данном объекте. Систематично и структурно преобразовать потребительские требования в технические характеристики объекта с установлением связей между ними позволяет метод развертывания функции качества (QFD) [17, 18].

Таким образом, авторами выдвинута гипотеза о возможности повышения управляемости процессом формирования товароведных характеристик напитков с антиоксидантным эффектом путем разработки одноименной методики с использованием метода развертывания функции качества.

Цель исследования – повышение управляемости процессом формирования товароведных характеристик напитков с антиоксидантным эффектом.

Научная задача – разработка методики проектирования основополагающих товароведных характеристик напитков с АОЭ из растительного сырья с использованием метода развертывания функции качества.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Критический поиск аналитической основы для систематического исследования проблем по теме исследования, включающий обзор нормативной литературы, литературных источников общего, научного, научно-методологического и гипотетического характера [19, 20].

Метод QFD (развертывание функции качества) при проектировании потребительских свойств напитков с АОЭ, суть которого заключается в структурированном преобразовании пожеланий (потребностей) потребителей с помощью матриц в конкретные требования к продукции и ее технические характеристики и включающий следующие этапы: выяснение и уточнение требований потребителей; ранжирование потребительских требований; разработка модельной концепции продукта и комплекса потребительских (технических) характери-

<sup>1</sup> Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения: ГОСТ Р 52349-2005. – Введ. 30.06.06. – М.: Стандартинформ, 2006. – 8 с.

<sup>2</sup> Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования: ГОСТ Р 54059-2010. – Введ. 01.01.2012. – М.: Стандартинформ, 2019. – 8 с.

стик; вычисление зависимостей потребительских требований и инженерных характеристик; определение весовых значений инженерных характеристик с учетом рейтинга потребительских требований, а также зависимости между ними и техническими характеристиками; построение «крыши» дома качества [21, 22].

Социологические исследования по выявлению предпочтений потребителей, касающихся функциональных напитков на основе РС, проводили методом опроса студентов, преподавателей БГУТ и потребителей напитков. Коэффициенты весомости ( $m_i$ ) качественных показателей напитков рассчитали комплексным методом, основанным на сопоставлении обобщающих показателей качества продуктов.

Метод выборочного опроса в форме анкетирования при проведении маркетингового исследования предпочтений потребителей безалкогольных напитков функционального назначения.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Разработанная методика проектирования основополагающих товароведных характеристик напитков с АОЭ из растительного сырья включает девять этапов.

1. Обоснование объекта исследования. Под объектом исследования будем понимать функциональный напиток на основе РС, обладающий АОЭ.

Объект исследования должен быть востребован на рынке, что может подтверждаться данными маркетинговых исследований рынка ассортимента напитков и потребительского спроса. Для инновационных продуктов, разработка которых обусловлена потребностями рынка, необходимо изучать долгосрочные социальные, политические и экономические тенденции. На данном этапе должны планироваться позиционирование напитка на рынке, основополагающие товароведные характеристики, а также ориентировочная себестоимость напитка.

Утверждается, что существует три контекстных переменных, которые следует рассматривать при определении факторов, важных для достижения успеха продукта: 1) характер инноваций (например, напиток с измененным ОВП); 2) характер рынка; 3) характер технологии (например, ферментированный продукт)<sup>1</sup>.

Результатом выполнения данной стадии является концепция продукта и, по возможности, разработка технического задания.

2. Изучение нормативных требований к продукту – объекту исследования, включающие требования к сырью, технологии производства, к готовому продукту (обязательно требования к органолептическим, физико-химическим показателям, содержанию токсичных элементов, пищевых добавок, биологически активным веществам), методам контроля качества, при необходимости – требования к упаковке, укупорке, хранению по действующим ТНПА.

3. Обоснование выбора РС – источника биологически активных веществ (БАВ), обуславливающих его антиоксидантный эффект.

Растительное сырье должно удовлетворять требованиям табл. 1.

4. Проектирование основополагающих товароведных характеристик напитка с АОЭ на основе метода QFD.

Основные методы сбора информации: интервьюирование, фокус-группа, анкетирование и др. На основе анализа данных составляется демографический портрет (пол, возраст, социальное положение, уровень дохода) и перечень требований потребителя.

Большой объем полученной информации в отношении пожеланий потребителей подлежит структурированию в конкретные требования. Для этой цели используют такие статистические

---

<sup>1</sup> Эрл М., Эрл Р. Примеры разработки пищевых продуктов. Анализ кейсов. – Пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2010. – 464 с.



инструменты, как таблица «голоса потребителей», диаграмма аффинности и древовидная диаграммы. Наиболее доступно эти методы описаны в работах профессора Тихомирова А. А. [3].

**Табл. 1.** Требования к растительному сырью

**Table 1.** Requirements for vegetable raw materials

Вид требования	Характеристика
К виду РС	Растительное сырье должно входить в перечень видов растительного сырья, разрешенного к применению в питании.
К безопасности РС	Содержание токсичных веществ (кадмия, свинца, ртути, мышьяка), радионуклидов (стронция-90 и цезия-137), пестицидов и др. соединений (нитритов, нитратов и др.) должно быть в пределах, установленных требованиями ТНПА.
К содержанию антиоксидантов	Растительное сырье должно являться источником основных БАВ, обеспечивающих АОЭ напитков: витаминов С, Е, каротиноидов, флавоноидов (антоцианов), микроэлементов (селена).
К ОВП жидких извлечений из РС как показателя АОЭ РС	Растительное сырье должно образовывать экстракты (настои, основы) с низкими положительными либо отрицательными значениями ОВП.
К ресурсному обеспечению	Растительное сырье должно быть территориально распространенным и доступным к применению.
Экономическая целесообразность	Растительное сырье должно быть экономически доступным к применению в пищевых целях.
К фармакологическим свойствам	Растительное сырье должно иметь показания к применению на основе известных фармакологических свойств. Растительное сырье может иметь противопоказания к применению, которые необходимо указывать.
Требование к заготовке	Сбор и заготовку растительного сырья необходимо осуществлять в сроки и по технологии, установленные для конкретной ботанической части РС.
Технологичность	Технологическая возможность получения полуфабрикатов из РС (порошков, настоев, экстрактов, основ); изучение характера изменения растительного сырья и продуктов из него под влиянием различных технологических факторов (степень измельчения, температура, природа экстрагента, продолжительность тепловой обработки и т.п.).

В таблице «голос потребителя» пожелания потребителей, имеющие обычно субъективную и расплывчатую форму, преобразуются в набор кратких и конкретных понятий (например, «натуральный состав напитка», «низкое содержание сахара» и т.п.). Диаграмма аффинности позволяет обобщить пожелания потребителей в группы, близкие по смыслу, при этом сокращая их общее количество. Древовидная диаграмма используется для структурирования полученных данных по группам: сенсорные свойства (приятные запах и вкус, прозрачный), пожелания к пищевой ценности и содержанию отдельных компонентов, например, низкое содержание сахара и т.п.

Полученные требования преобразуются в список и ранжируются по приоритетам. Таким

образом получается матрица приоритезации требований потребителей в отношении проектируемой продукции.

На третьем этапе формируются технические характеристики продукции. Перечень технических характеристик составляется исходя из следующих требований [23]:

- необходимость соответствия технических характеристик требованиям потребителей;
- существование корреляционной взаимосвязи между значением технической характеристики и степенью удовлетворенности покупателя;
- большинство технических характеристик должны быть измеримыми.

Для выявления взаимосвязей между приоритетами потребителей и техническими характеристиками проводится корреляционный анализ. При анализе можно использовать шкалу порядка, в которой 1 означает слабую связь, 2 – заметную связь, 3 – тесную связь. Итогом анализа является матрица взаимосвязей, или основа дома качества.

Объективной особенностью любого продукта является то, что многие его технические характеристики взаимосвязаны, а некоторые противоречат друг другу. Подобные зависимости целесообразно учитывать с целью оптимизации процесса производства, получая максимально отвечающую потребителю требованиям продукцию. Для этого дом качества дополнительно наращивается «крышей» в виде треугольника. Корреляцию между показателями можно обозначить следующими символами:

- (■) – сильная положительная;
- (●) – слабая положительная;
- (▲) – отрицательная.

Например, использование в рецептуре напитка листьев крапивы двудомной обуславливает сильную положительную связь между данной технической характеристикой и показателем ОВП напитка как критерия АОЭ.

В случае необходимости определения конкурентного рейтинга товара проводят оценку конкурентоспособности проектируемой продукции и продукции, принятой за основу при сравнении (например, продукта-конкурента). Для этого справа от матрицы взаимосвязей строится матрица восприятия товара потребителем. При оценке конкурентоспособности продукции используется балльная шкала порядка. Например, балл «пять» 5-балльной шкалы означает, что требования выполняются в полной мере, балл «один» – не выполняются. Балльную оценку продукции проводит экспертная группа. Здесь же устанавливают цели проекта – потребительские характеристики продукта-конкурента, которые находятся в приоритете по используемой ранее шкале. На основании полученных целевых значений вычисляют степень улучшения проекта (отношение целевого значения к полученному значению в результате экспертной оценки), абсолютную и относительную весомости характеристик продукта.

«Пол» дома представляет собой совокупность проектируемых целевых значений технических характеристик напитков, например, массовую долю растительного сырья, сахара и других компонентов в напитке. Целевые значения технических характеристик должны проектироваться с учетом значений показателей качества, регламентированных действующими ТНПА. В этой же матрице определяют абсолютные и относительные значения приоритета технических характеристик, ранг, идентифицирующий конкурентное положение характеристики.

Таким образом, формируется графическая модель дома качества. Левая комната дома качества содержит структурированный перечень требований потребителей, отвечающий на вопрос «что?». Центральная комната представляет собой матрицу взаимосвязей между требованиями потребителей и характеристиками продукции – «что?» – «как?». Потолок дома содержит перечень технических характеристик продукции. Пол дома представляет собой количественную характеристику – «сколько?», то есть матрицу ранжированных численных приоритетов технических характеристик. Правая комната отвечает на вопрос «зачем?» и содержит сравнительные данные по отношению к конкурентам, выпускающим аналогичную продукцию [23]. Пример дома качества собственной разработки (квас с АОЭ на основе листьев крапивы) представлен на рис. 1.

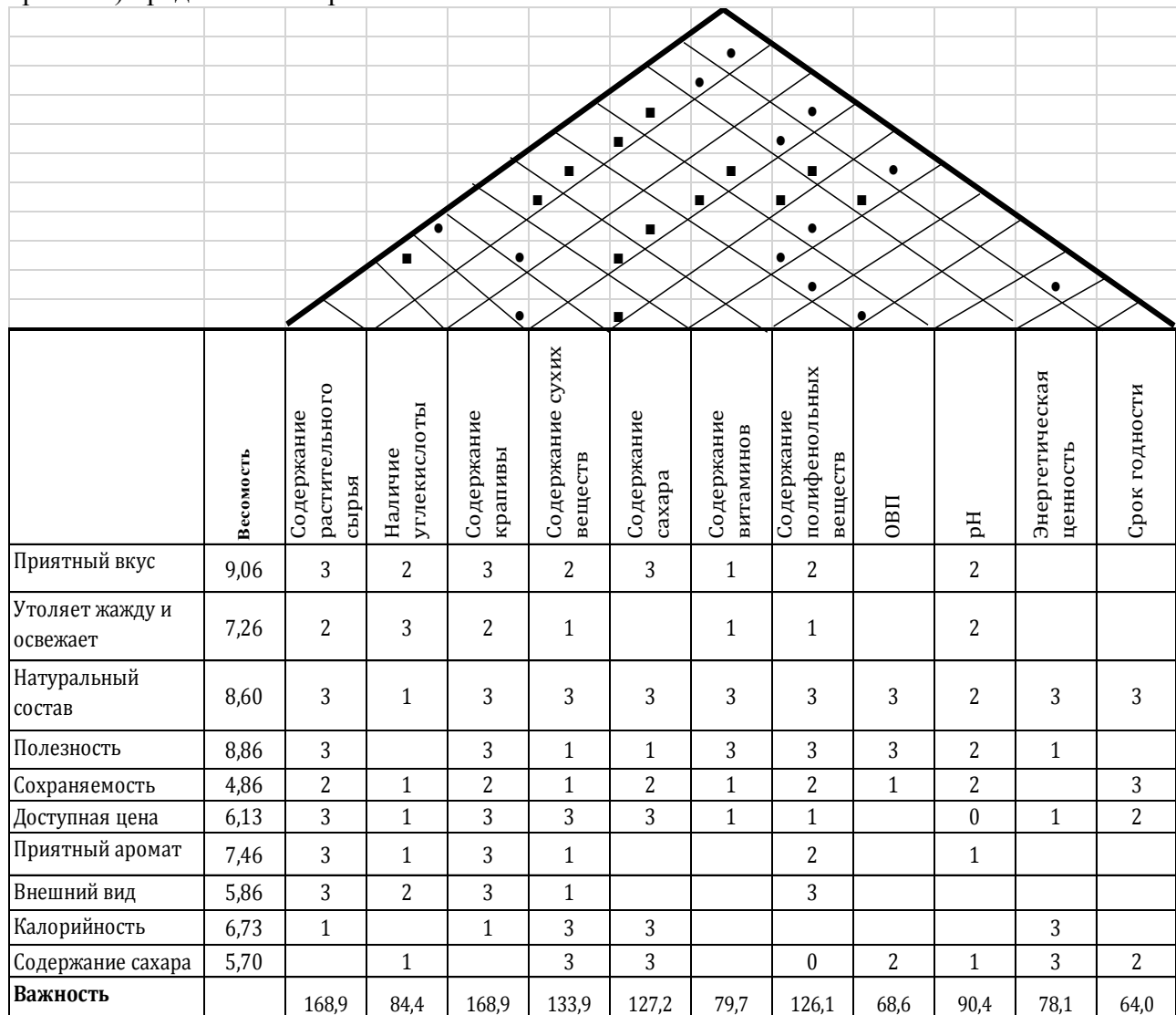


Рис. 1. Модель дома качества для напитка из листьев крапивы двудомной

Fig. 1. A quality house model for a drink made from nettle leaves

На рисунке показана корреляция между техническими характеристиками разрабатываемого напитка и ожиданиями потребителей, преобразованными инструментом «голос потребителя» из данных анкетирования, что позволило составить проект основополагающих товароведных характеристик безалкогольного напитка с АОЭ на основе растительного сырья.

### 5. Разработка рецептуры напитка на основе РС:

– моделирование компонентного состава напитка, целью которого является установление зависимостей между величиной ОВП от концентрации рецептурных компонентов (РС, сахара, органических кислот и т.д.) в модельных основах напитков;

– создание модельных композиций. Здесь особое внимание следует уделять органолептическим свойствам готового напитка, т. к. они являются основополагающими для потребителя. Применение в качестве рецептурных компонентов некоторых видов растительного сырья (например, крапивы двудомной) может изменить внешний вид, вкус, аромат напитков в нежелательную сторону. Таким образом, существует риск получить полезный антиоксидантный напиток с «грязным», тусклым цветом, неприятным вкусом и ароматом, горьким послевкусием и т.п. Поэтому основной задачей здесь является разработка напитка на основе РС с *желательными для потребителя* органолептическими характеристиками.

Наиболее оптимальным методом исследования и корректировки органолептических характеристик продуктов является дескрипторно-профильный анализ, основанный на теории создания дескрипторной модели с моделью количественного определения интенсивности свойств, что позволяет использовать статистические методы (включая дисперсионный, факторный анализ), обеспечивающие повышение достоверности исследований, в частности, в сравнительных оценках.

При органолептических испытаниях пищевого продукта методом количественного дескрипторно-профильного анализа первоначально дегустационная комиссия составляет общий список дескрипторов и осуществляет их предварительную сортировку, при этом можно воспользоваться стандартом ISO 11035 «Органолептический анализ. Идентификация и выбор дескрипторов для установления профиля при многостороннем подходе» [24].

Основными дескрипторами напитков на растительном сырье могут являться:

- вкус: сладкий, кислый, кисло-сладкий, терпкий, с горчинкой, чистый, полный, гармоничный, солоноватый, цитрусовый, плодовой, ягодный, травянистый, чайный, свойственный соответствующим фруктам, плодам, ягодам, травам и другому сырью, пустой, безвкусный, лекарственный, пряный, медовый, с карамельным тоном и т.д.;
- аромат: нехарактерный, характерный, чистый, с ведущей нотой, пикантный, пряный, навязчивый, легкий, посторонний, хвойный, осмоленный, лекарственный, свойственный соответствующим фруктам, плодам, ягодам, травам и другому сырью, дрожжевой и т.д.;
- внешний вид: прозрачный, замутненный, с блеском, без взвесей, с осадком, опалесцирующий и т.д.;
- цвет: бесцветный, светло-желтый, желтый, темно-желтый, светло-коричневый, коричневый, темно-коричневый, желто-зеленый, светло-зеленый, зеленый, темно-зеленый, розовый, ярко-розовый, красный, темно-красный, рубиновый, темно-рубиновый, малиновый, голубой, бирюзовый, синий, светло-синий, темно-синий и т.д.;
- насыщенность вкуса/аромата: сильная, слабая, яркая, неяркая, выразительная, невыразительная и т.д.;
- консистенция: плотная, водянистая, густая, жидкая;
- послевкусие: сладкое, кислое, горечи, травянистое, фруктовое и т.д.;
- эмоциональные характеристики – функциональность, качество утоления жажды, освежающий вкус, восстанавливающий эффект, полезность, прохладительный эффект, имиджевый, стильный.

Для количественной оценки интенсивности дескриптора можно использовать 5-балльную шкалу порядка, где: 0 – не воспринимается; 1 – почти не воспринимается; 2 – слабо воспринимается; 3 – заметно воспринимается; 4 – хорошо воспринимается; 5 – отлично воспринимается.

Построение органолептических профилей безалкогольных напитков на основе РС может осуществляться по кластерам: дескрипторы внешнего вида, дескрипторы вкуса; дескрипторы аромата и т.д. Возможно выделить кластер флейвора, являющегося комплексным ощущением в полости рта, вызванным вкусом, запахом и текстурой пищевого продукта во время дегустации. Наиболее значимые дескрипторы формируют панель дескрипторов, которая отражает сенсорное восприятие продукта в целом.

На основании результатов, полученных методом дескрипторно-профильного анализа, принимаются решения об окончательном компонентном составе напитков.

#### 6. Разработка технологии напитка:

- обоснование и разработку технологических режимов подготовки РС к внесению;
- обоснование выбора стадии для внесения и эффективного способа внесения полуфабриката из растительного сырья, позволяющего максимально обеспечить значение показателя, характеризующего АОЭ;
- обоснование технологических режимов производства и способа обработки напитка;
- разработка критических контрольных точек в нотации НАССР по СТБ 1470 для обеспечения высокого санитарно-гигиенического уровня производства напитка и его безопасности.

Общая схема производства безалкогольных напитков на основе РС включает следующие этапы:

- подготовка растительного и прочего сырья, включающего приемку, мойку, инспекцию, измельчение сырья;
- приготовление полуфабрикатов из растительного сырья (экстрактов, соков, настоев, сиропов, основ, композиций, порошков);
- основной этап производства (купажирование напитка, сбраживание и т.п.)
- розлив, окончательная обработка.

#### 7. Исследование потребительских свойств напитка:

- выработка опытных партий напитка;
- исследование потребительских свойств назначения;
- исследование свойства сохраняемости напитка, включая изучение влияния сроков и условий хранения на сохраняемость ФПИ и ОВП как показателя АОЭ напитка;
- установление гарантийных сроков годности;
- определение показателей безопасности;
- определение уровня удовлетворения адекватной нормы в ФПИ при потреблении рекомендуемого количества продукта с целью позиционирования разработанного продукта как продукта здорового питания;
- подтверждение соответствия назначения продукта методами доказательной медицины;
- разработка рекомендаций по применению.

8. Разработка и утверждение комплекта технической документации: технические условия на продукт, технологическая рецептура и технологическая инструкция.

#### 9. Оценка экономической и социальной эффективности проекта.

Методика проектирования основополагающих товароведных характеристик напитков с антиоксидантным эффектом обобщена в табл. 2.

**Табл. 2.** Методика проектирования основополагающих товароведных характеристик напитков с антиоксидантным эффектом

**Table 2.** Methodology of designing the fundamental commodity characteristics of drinks with antioxidant effect

Этап методики	Процедура этапа методики	
Обоснование объекта исследования	Маркетинговые исследования рынка напитков	
	Изучение потребительского спроса	
	Позиционирование продукта	
	Предварительное проектирование основополагающих товароведных характеристик напитка	
<b>КОНЦЕПЦИЯ ПРОДУКТА – основные положения</b>		
Изучение требований ТНПА к объекту исследования	Требования к сырью	Методы исследования и контроля качества
	Требования к параметрам технологического процесса	
	Требования к продукту	
Обоснование выбора растительного сырья	Вид и безопасность сырья	
	Содержание БАВ и ОВП жидких извлечений из РС	
	Ресурсное обеспечение и экономическое обоснование	
	Фармакологические и технологические требования	
Проектирование основополагающих товароведных характеристик напитков	Требования потребителей	
	Технические характеристики	
	Проектирование целевых значений характеристик	
	Восприятие потребителями	
Разработка рецептуры напитка	Моделирование компонентного состава	
	Создание модельных композиций напитка	
	Построение органолептических профилей модельных рецептур напитка	
	Утверждение рецептур напитков	
Разработка технологии напитка	Обоснование технологических режимов подготовки, внесения РС и производства напитков	
	Оптимизация технологических параметров	
	Идентификация ККТ на основе принципов НАССР	
Оценка основополагающих товароведных характеристик	Качественные характеристики	
	Количественные характеристики	
	Ассортиментные характеристики	
Оценка социальной и экономической эффективности		

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Известные методологии в области проектирования товароведных характеристик продуктов функционального назначения характеризуются общей направленностью подходов к созданию пищевых продуктов функционального назначения и не учитывают специфичность номенклатуры свойств и показателей качества отдельных подгрупп продуктов функционального назначения, формирующих их потребительскую стоимость, а также их связь с конкретными требованиями потребителя. Показано, что метод развертывания функции качества является оптимальным для идентификации конкретных требований потребителей и установления математической связи с техническими характеристиками продукции и возможной организацией технологических процессов.

Важным аспектом при проектировании свойства назначения напитков с АОЭ является показатель ОВП, характеризующий антиоксидантный эффект напитков.

Разработанная методика проектирования основополагающих товароведных характеристик напитков с антиоксидантным эффектом с использованием метода развертывания функции качества позволяет повысить управляемость этим процессом и может быть рекомендована для решения практических задач по планированию их качества.

Методика прошла апробацию в собственных экспериментальных исследованиях, направленных на формирование основополагающих товароведных характеристик безалкогольного напитка на основе крапивы двудомной с глубоким отрицательным значением окислительно-восстановительного потенциала.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Масанский, С. Л. Специальные напитки с измененным окислительно-восстановительным потенциалом: монография / С. Л. Масанский, О. В. Крукович. – Могилёв: МГУП, 2017. – 230 с.
- 2 Разумовская, Р. Г. Методологические принципы проектирования функциональных продуктов питания / Р. Г. Разумовская, М. Е. Цибизова, А. А. Кильмаев // Пищевая промышленность. – 2011. – № 8. – С. 12–14.
- 3 Корнен, Н. Н. Методологические подходы к созданию продуктов здорового питания / Н. Н. Корнен, Е. П. Викторова, О. В. Евдокимова // Вопросы питания. – 2015. – № 1. – С. 95–99.
- 4 Бобренева, И. В. Подходы к созданию функциональных продуктов питания: монография / И. В. Бобренева. – СПб.: ИЦ Интермедия, 2012. – 465 с.
- 5 Маюрникова, Л. А. Методология разработки продуктов питания с высокой антиоксидантной активностью / Л. А. Маюрникова [и др.] // Ползуновский вестник. – 2021. – № 4. – С. 90–95; doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.04.012.
- 6 Alt, R. Towards customer-induced service orchestration-requirements for the next step of customer orientation / R. Alt [at al.] // Electron. Mark. – 2019. – № 29. – P. 79–91.
- 7 Siwies, D. A Pro-Environmental Method of Sample Size Determination to Predict the Quality Level of Products Considering Current Customers' Expectations / D. Siwies, A. Pacana // Sustainability. – 2021. – № 13(10). – P. 2–22.
- 8 Дмитриев, А. Я. Метод идентификации качества продукции на основе матричного подхода / А. Я. Дмитриев, Т. А. Митрошкина // Механика и машиностроение. – 2010. – Том 12, № 4. – С. 879–881.
- 9 Леонов, Б. И. Физико-химические аспекты биологического действия электрохимически активированной воды / Б. И. Леонов, В. И. Прилуцкий, В. М. Бахир. – М.: ВНИИИМТ, 1999. – 244 с.
- 10 Резников, К. М. Возможные механизмы биологического и фармакологического действия анолита и католита / К. М. Резников // Прикладные информационные аспекты медицины. – 2008. – Том 11, № 2. – С. 72–81.
- 11 Резников, К. М. Системный анализ безопасности и фармакологических свойств электроактивированных водных растворов / К. М. Резников [и др.] // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2008. – Том 7, № 2. – С. 409–413.
- 12 Bordoni, L. Positive effect of an electrolyzed reduced water on gut permeability, fecal microbiota and liver in an animal model of Parkinson's disease [Electronic source] / L. Bordoni [et. al] // PLoS ONE. – 2019. – № 14(10). – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31600256>; doi.org/10.1371/journal.pone.0223238.
- 13 Фуфлыгина, М. Н. Сопоставительный анализ эффектов при действии электроактивированных водных растворов на различные звенья системы гомостаза / М. Н. Фуфлыгина [и др.] // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2009. – Т. 8, № 3. – С. 632–635.
- 14 Seung-Kyu, Park. Electrolyzed-reduced water inhibits acute ethanol-induced hangovers / Park Seung-Kyu [et. al] // Biomed Res. – 2009. – № 5. – P. 263–269.
- 15 Oda, M. Electrolyzed and natural reduced water exhibit insulin-like activity on glucose uptake into muscle cells and adipocytes / M. Oda [et. al] // Animal Cell Technology: Products from Cells, Cells as Products: Proc of the 16th ESACT Meeting, April 25–29, 1999 / Kluwer Academic Publishers: eds A. Bernard, B. Griffiths, W. Noe, F. Wurm. – New York, 1999. – Chapter VII. – P. 425–427.
- 16 Tsai, C. F. Hepatoprotective effect of electrolyzed reduced water against carbon tetrachloride-induced liver damage in mice / C. F. Tsai [et. al] // Food and Chemical Toxicology. – 2009. – № 47. – P. 2031–2036.
- 17 Rianmora, S. Applying Quality Function Deployment in Open Innovation Engineering / S. Rianmora, S. Werawatganon // Open Innov. Technol. Mark. Complex. – 2021. – № 7. – P. 2–20.
- 18 Зенькова, М. Л. Технология консервированного продукта из пророщенного зерна: научные основы с применением QFD-методологии: монография / М. Л. Зенькова, А. В. Акулич. – Могилев, БГУТ, 2022. – 146 с.
- 19 Капитонов, В. П. Подготовка обзора специальной литературы в прикладных исследованиях [Электронный ресурс] / В. П. Капитонов. – Sworld: научный мир, 2017. – 22 с. – URL: [literature-review.pdf](http://literature-review.pdf).
- 20 Baker, M. J. Writing a Literature Review / M. J. Baker // The Marketing Review. – 2000. – Vol. 1, № 2. – P. 219–247.
- 21 Качанина, Л. М. Создание нового биопродукта с использованием QFD-методологии / Л. М. Качанина,

Н. А. Замбалова, И. С. Хамагаева // Вестник ВСГУТУ. – 2017. – № 2 (65). – С.70–76.

22 Алешков, А. В. О перспективах QFD-анализа при разработке инновационной продукции [Электронный ресурс] / А. В. Алешков, М. А. Алешкова // Региональная отраслевая экономика. – 2015. – Том 6, № 1. – URL: [https://cyberleninka.ru/article; doi 10.17150/2072-0904.2015.6\(1\).10ю](https://cyberleninka.ru/article; doi 10.17150/2072-0904.2015.6(1).10ю).

23 Тихомиров, А. А. Развертывание функции качества при проектировании продуктов мясоперерабатывающей промышленности / А. А. Тихомиров // Пищевая промышленность. – 2016. – № 6. – С. 48–51.

24 Матисон, В. А. Применение дескрипторно-профильного метода для оценки качества продуктов питания / В. А. Матисон, Н. И. Арутюнова, Е. Д. Горячева // Пищевая промышленность. – 2015. – № 6. – С. 52–54.

*Поступила в редакцию 15.05.2023 г.*

#### **ОБ АВТОРАХ:**

**Крукевич Ольга Васильевна**, старший преподаватель кафедры товароведения и организации торговли, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: [olkrukovich@yandex.ru](mailto:olkrukovich@yandex.ru).

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

#### **ABOUT AUTHORS:**

**Olga V. Krukovich**, Senior Lecturer of the Department of Commodity Science and Trade Organization, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: [olkrukovich@yandex.ru](mailto:olkrukovich@yandex.ru).

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



УДК 664.769

## ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОРАЩИВАНИЯ ПШЕНИЦЫ И ОВСА ГОЛОЗЕРНОГО В СОСТАВЕ ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ИНГРЕДИЕНТА

*М. Н. Галдова, Е. Н. Урбанчик*

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

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Технология полизлаковых продуктов здорового питания на основе пророщенного зерна ресурсозатратна из-за необходимости осуществлять операции по отдельному проращиванию разных злаков. Гипотеза состоит в проращивании зерна в составе смесей с целью сокращения количества технологических операций и ресурсоемкости технологии. Научная задача – обоснование технологии совместного проращивания зерна пшеницы и овса голозерного для получения функционального ингредиента на их основе.

**Материалы и методы.** Образцы сортового и продовольственного зерна пшеницы и овса голозерного, образцы пророщенных смесей на их основе. Стандартизированные и общепринятые методы исследований.

**Результаты.** Впервые установлены интегральные диапазоны водной и воздушной пауз процесса проращивания зерна пшеницы и овса голозерного при температуре воздуха 5...25 °С, свидетельствующие о возможности совместного проращивания данных культур. Соотношение зерна, пророщенного в составе смесей, влияет на биологическую, пищевую и энергетическую ценность полизлаковых продуктов здорового питания. При соотношении зерна 50:50 наблюдался аллелопатический эффект, который характеризовался наименьшей активностью роста смеси (3,3 %×ч<sup>-1</sup>) и пониженной биологической и пищевой ценностью продукта. Синергетический эффект взаимодействия наблюдался при совместном проращивании сырья 60:40 (пшеница/овес голозерный) и характеризовался минимальной продолжительностью процесса проращивания (21 ч) и максимальной активностью роста смеси (4,4 %×ч<sup>-1</sup>), а также высокой биологической и пищевой ценностью смеси. Пророщенное при данном соотношении зерно характеризуется высокой пищевой ценностью, например, интегральный скор по белку составляет 22,7 %, пищевым волокнам – 39,0 %.

**Выводы.** Рекомендуется осуществлять совместное проращивание зерна пшеницы и овса голозерного в соотношении 60:40, что позволяет получить функциональный ингредиент для пищевой и косметической промышленности высокого качества в условиях ресурсосберегающей технологии.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *зерно; пшеница; овес голозерный; зерновая смесь; технологические свойства; химический состав; биологическая ценность; пищевая ценность; проращивание; оптимизация; синергетический эффект; аллелопатический эффект; эссенциальные вещества; функциональный ингредиент.*

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Галдова, М. Н. Обоснование технологии проращивания пшеницы и овса голозерного в составе зерновой смеси для получения функционального ингредиента // М. Н. Галдова, Е. Н. Урбанчик // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2023. – № 1 (34). – С. 41–61.

## SUBSTANTIATION OF GERMINATION TECHNOLOGY OF WHEAT AND HULLES OATS IN A GRAIN MIXTURE FOR FUNCTIONAL INGREDIENT PRODUCTION

*M. M. Haldova, A. M. Ourbantchik*

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

### ABSTRACT

**Introduction.** The technology of polymalt healthy food products based on germinated grain is a resource consuming one due to the need to carry out operations for separate germination of different cereals. The hy-

pothesis consists in the germination of grain as a part of a mixture in order to reduce the number of technological operations and the resource intensity of the technology. The scientific task is to substantiate the technology of germination of two cereal species together (wheat and hulles oats) to obtain a cereal-based functional ingredient.

**Materials and methods.** Samples of high quality and food grains of wheat and hulles oats, samples of germinated wheat and hulles oats based mixtures. Standardized and generally accepted research methods.

**Results.** Integration ranges of water and air rest of the germination process of wheat and hulles oats at an air temperature of 5...25 °C were established for the first time, thus indicating the possibility of germinating two crops together. The ratio of grain germinated in the composition of mixtures affects the biological, nutritional and energy values of polymalt healthy food products. At a grain ratio of 50:50, an allelopathic effect was observed, which was characterized by the lowest growth activity of the mixture (3,3 %×h<sup>-1</sup>) and a low biological and nutritional value of the product. The synergistic effect of interaction was revealed in germinating two kinds of cereals together 60:40 (wheat / hulles oats) and was characterized by the minimum time of the germination process (21 h) and the maximum growth activity of the mixture (4,4 %×h<sup>-1</sup>), as well as high biological and nutritional value of the mixture. The grain germinated at this ratio has high nutritional value, for example, the integral score for protein and dietary fiber being 22,7 % and 39,0 % respectively.

**Conclusions.** It is recommended to carry out germination of wheat and hulles oats mixture in a ratio of 60:40, which makes it possible to obtain a high quality functional ingredient for the food and cosmetic industries using resource-saving technology.

**KEY WORDS:** *grain; wheat; hulles oats; grain mixture; technological properties; chemical composition; biological value; nutritional value; germination; optimization; synergistic effect; allelopathic effect; essential substances; functional ingredient.*

**FOR CITATION:** Haldova, M. M. Substantiation of germination technology of wheat and hulles oats in a grain mixture for functional ingredient production / M. M. Haldova, A. M. Ourbantchik // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2023. – № 1(34). – P. 41–61 (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время проблема несбалансированного питания населения остается актуальной не только в Республике Беларусь, но и за рубежом. Клиническим проявлением неправильного питания являются алиментарно-зависимые заболевания, большинство из которых относятся к управляемым патологиям. Данные заболевания вызваны недостаточностью питания, избытком массы тела и дефицитом эссенциальных веществ [1–8].

Одним из основных условий, влияющих на здоровый образ жизни населения, является разработка высококачественных продовольственных продуктов функционального назначения. Под функциональным назначением подразумеваются продукты, состоящие из веществ естественного происхождения, которые при систематическом употреблении оказывают регулирующее действие как на отдельные органы и системы, так и на организм в целом<sup>1, 2</sup>. Данные продукты должны приниматься как часть ежедневного рациона и оказывать положительное влияние, например, на иммунную систему<sup>3</sup> [9]. Поэтому проблема обеспеченности всех слоев населения безопасными продовольственными продуктами повышенной пищевой и биологической ценности вышла на государственный уровень.

Решение данной задачи лежит на ведущих отраслях пищевой промышленности. Разработанная до 2030 года Доктрина национальной продовольственной безопасности направлена на повышение уровня жизни и качества питания населения путем развития научно-технического потенциала сельского хозяйства и налаживания безотходного ресурсосбере-

<sup>1</sup> Бакуменко, О. Е. Разработка технологии продуктов функционального питания на зерновой основе для учащейся молодежи : автореф. дис. канд... техн. наук: 05.18.01 / О. Е. Бакуменко. – Московский государственный университет пищевых производств. – Москва, 2004. – 27 с.

<sup>2</sup> Тихомирова, Н. А. Технология продуктов функционального питания / Н. А. Тихомирова. – М.: ООО «Франтэра», 2002 – 212 с.

<sup>3</sup> Брэгг, П. Система питания / П. Брэгг. – М.: ЭКСМО-Пресс, 2001. – 46 с.

гающего производства<sup>1</sup>.

Зерно является стратегическим продуктом, определяющим продовольственную безопасность страны. Наиболее популярной зерновой культурой среди потребителей является пшеница<sup>2</sup> и продукты на ее основе, а наиболее полезными свойствами известны продукты переработки овса<sup>3</sup> [10–14].

Менее энергозатратной является технология переработки овса голозерного. По сравнению с пленчатым овсом у его зерновок отсутствуют цветковые пленки. В связи с этим технологический процесс переработки сокращается, выход готовой продукции увеличивается и снижаются энергозатраты<sup>4,5</sup>. Комплексное использование пшеницы и овса голозерного позволит создать новый универсальный продукт, обладающий большой популярностью и высокой пищевой ценностью.

Важным условием производства высококачественных продуктов является проведение контроля качества сырья, который характеризуется обширным перечнем показателей<sup>6,7</sup>. В частности, химический состав и физико-химические свойства зерна являются базой, определяющей технологические особенности переработки зернового сырья и пищевую, биологическую и энергетическую ценность продуктов, получаемых на их основе<sup>8</sup>. Анализ отечественных и зарубежных научных источников показал, что качественный потенциал зерна исследуемых культур находится в широких пределах варьирования. Например, содержание белка в зерне овса голозерного колеблется от 10 до 21 %, пшеницы – от 8 до 22 % [15, 16].

На сегодняшний день в литературе отсутствует единая база данных физико-химических показателей и химического состава сортового и продовольственного зерна пшеницы и овса голозерного отечественной селекции. Для более полного отражения качества зерна исследуемых культур необходим сравнительный анализ физико-химических свойств и химического состава сортового и продовольственного зерна пшеницы и овса голозерного, выращиваемого на территории Республики Беларусь, с приведенными в литературе среднестатистическими данными<sup>9</sup> [15–20]. Следует отметить, что физико-химические свойства и химический состав зерна не постоянен и меняется в зависимости от почвенно-климатических условий произрастания, поэтому полученные данные могут дополнить пределы вариации показателей, приведённых в отечественных и зарубежных научных источниках [21].

Зернопродукты относятся к продуктам ежедневного массового потребления и являются доступными для всех слоев населения. Однако при переработке зерна удаляются его ценные

<sup>1</sup> О Доктрине национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года. [Электронный ресурс]: Постановление Совета Министров Республики Беларусь, 15.12.2017 г., № 962. – Режим доступа: <http://www.government.by/ru/solutions/3060>. – Дата доступа: 21.03.2023 г.

<sup>2</sup> Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник за 2018–2022 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/ef1/usnojhfbr2tzg01ifptb823d3rd783ql.pdf>. – Дата доступа: 09.05.2023.

<sup>3</sup> Сергеева, С. С. Функционально-технологические свойства зерна голозерного овса отечественной селекции и технология мучных кондитерских изделий на его основе: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.07 / С. С. Сергеева. – ФГАОУВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Высшая школа биотехнологии и пищевых технологий». – Санкт-Петербург, 2018. – 15 с.

<sup>4</sup> Дубина, Т. А. Технология производства муки из овса голозерного: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Т. А. Дубина. – Могилевский государственный университет продовольствия. – Могилёв, 2013. – 233 с.

<sup>5</sup> Баитова, С. Н. Технология крупы и хлопьев из овса голозерного: дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / С. Н. Баитова. – Могилевский государственный университет продовольствия. – Могилёв, 2012. – 198 с.

<sup>6</sup> Казаков, Е. Д. Основные сведения о зерне: научное издание / Е. Д. Казаков. – М.: Зерновой союз, 1997. – 144 с.

<sup>7</sup> Егоров, Г. А. Управление технологическими свойствами зерна: уч. пособие / Г. А. Егоров. – 2-е изд. – М.: Издательский комплекс МГУПП, 2005. – 292 с.

<sup>8</sup> Казаков, Е. Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов / Е. Д. Казаков, Г. П. Карпиленко. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 512 с.

<sup>9</sup> Скурихин, И. М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: справочник / И. М. Скурихин, В. А. Тутельян. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 276 с.

компоненты: зародыш, алейроновый слой, многослойные оболочки, богатые витаминами и другими эссенциальными веществами, которые не синтезируются организмом человека и должны систематически поступать с пищей [22, 23]. Поэтому традиционные продукты переработки зерна характеризуются пониженным содержанием пищевых волокон. Пищевые волокна представляют особый интерес в связи с тем, что относятся к физиологически функциональным пищевым ингредиентам и являются эссенциальным (незаменимым) компонентом пищи. Систематическое потребление 10–50 % данного нутриента от суточной потребности положительно влияет на физиологические функции организма человека<sup>1</sup>. Например, клетчатка пшеницы является не растворимой, относится к балластным веществам и способствует пищеварению, усиливая перистальтику кишечника. Растворимая клетчатка овса голозерного частично усваивается организмом, предотвращает колебания уровня сахара в крови и способствует лучшему обмену веществ [18, 24]. Ввиду различной ценности нутриентов исследуемых культур, комплексное их использование позволит получить зерновые смеси с последующим их применением в производстве продовольственных продуктов для придания им функциональных свойств за счет пищевых волокон.

Согласно нормативной документации к функциональным ингредиентам относятся белки, пищевые волокна, витамины и минеральные вещества. Так, например, фосфор обеспечивает рост костной и зубной ткани, способствует их укреплению в течение всей жизни человека; селен показан для профилактики развития возможных раковых опухолей и сердечно-сосудистых заболеваний; железо применяют для профилактики анемии; калий и магний являются основополагающими в профилактике сердечно-сосудистых заболеваний; цинк используют при поддержании иммунитета и для профилактики вирусных заболеваний; медь является основным синергистом железа и применяется для профилактики остеопороза. Для поддержания здоровья кожи, волос и ногтей используют комплекс минеральных элементов – цинк, селен, медь. Немаловажное значение имеет витаминный состав зерновых продуктов даже в небольшом количестве. Например, наличие витамина В<sub>2</sub> улучшает усвоение железа и увеличивает эффективность действия цинка на организм; витамин Е обладает синергетическим эффектом усиления антиоксидантной защиты клеток в присутствии селена и улучшает его биодоступность для организма; β-каротин является провитамином А и действует как антиоксидант<sup>2</sup> [25, 26]. Содержание обширного витаминно-минерального комплекса в составе зерновых культур делает его ценным ингредиентом для пищевых продуктов [27].

В последние годы перспективным способом увеличения содержания функциональных ингредиентов в зерновых продуктах является проращивание зерна. Учеными всего мира доказано повышение пищевой и биологической ценности при его проращивании [24, 28–34].

Актуальность применения пророщенных смесей зерна пшеницы и овса голозерного основывается на том, что проращивание зерен изменяет их биохимический профиль и увеличивает содержание биологически активных веществ. Использование смесей пророщенного зерна пшеницы и овса голозерного способно снизить количество ненужных добавок в готовом продукте, что важно для людей, страдающих аллергией или непереносимостью различных компонентов. Данный процесс естественным образом запускает ферментные системы зерна, под действием которых происходит расщепление сложных биополимеров зерна до легко усваиваемых организмом человека<sup>3</sup>. Для промышленности особый интерес представляет изучение динамики химического состава зернового сырья в процессе проращивания для своевременной корректировки технологических процессов и получения продуктов с заданными

<sup>1</sup> Пищевые продукты функциональные. Термины и определения: СТБ1818–2007. – Введ. 01.07.2008. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2008. – 3 с.

<sup>2</sup> Колодязная, В. С. Пищевая химия : учеб. пособие / В. С. Колодязная. – СПб.: СПбГАХПТ, 1999. – 140 с.

<sup>3</sup> Драгомирецкий, Ю. А. Живая сила проростков / Ю. А. Драгомирецкий. – СПб.: Изд-во «Невский проспект», 1999. – 117 с.

функциональными свойствами.

Уникальность создания новых полизлаковых продуктов заключается в инновационном способе повышения содержания его физиологически функциональных ингредиентов. Технология полизлаковых продуктов здорового питания на основе пророщенного зерна ресурсозатратна из-за необходимости осуществлять операции по отдельному проращиванию разных злаков и последующем смешивании компонентов. Одним из способов сокращения ресурсоемкости технологии является совместное проращивание зерна пшеницы и овса голозерного.

На сегодняшний день актуальными являются исследования, направленные на совместную переработку культур. В научной литературе приведены сведения о совместных посевах различных культур, о совместном гидропонном проращивании семян культурных растений и сидератов, о получении бинарных смесей культур, о совместном измельчении пшеницы и семян льна для получения двухкомпонентных смесей и другие [35–38]. Исследователями отмечены как положительные, так и отрицательные изменения ферментативной активности, биохимических и метаболических изменений в зерне в процессе прорастания.

При смешанном проращивании установлено взаимное влияние зерновых культур друг на друга. Ввиду выделения растениями физиологически активных веществ при прорастании эффект биологического взаимодействия между биополимерами может быть как аллелопатическим (угнетающим), так и синергетическим (усиливающим) [36–41]. Известно, что при прорастании растения выделяют в почву ряд химических веществ – ферменты, фитонциды, гормоны. Отрицательный тип взаимодействия определен как аллелопатический. В исследованиях 1978 года Э. Райс установил данную форму взаимодействия между организмами, под действием химического соединения, «аллелохимикалием» или аллелопатически активным соединением – алкалоиды, стероиды, терпеноиды. Данные вещества в разной мере влияют на процесс прорастания семян и развитие ростков произрастающих рядом культур – задерживают или ускоряют развитие семян, изменяют состояние их покоя, воздействуют на скорость прорастания семян и формирование органов проростка [39]. Наряду с отрицательным типом взаимодействия между растениями наблюдается и положительный эффект взаимодействия, а именно «синергизм» (Г. Хакен, 1980 г.) в действии веществ [40]. Синергетический эффект заключается в том, что комбинированное взаимодействие компонентов превышает действие оказываемое каждым из них по отдельности [41].

Однако процесс проращивания злаков в составе смеси и влияние их взаимодействия на биологическую, пищевую и энергетическую ценность зерновых продуктов малоизучен. Получение высококачественных продуктов в рамках ресурсосберегающей технологии совместного проращивания злаковых культур требует оптимизации процесса проращивания зерна пшеницы и овса голозерного и установления интеграции режимов двух культур.

Наряду с пищевой промышленностью в последние годы динамично развивается косметическая отрасль Республики Беларусь. Она является одним из молодых сегментов промышленности, однако за короткий срок получила долю не только на отечественном рынке (30–35 %), но и за рубежом.

В результате анализа статистических данных учеными были выявлены особенности рынка косметических товаров Республики Беларусь. Среди них отмечено, что многие белорусские предприятия косметической отрасли работают на импортном сырье из Германии, Италии, Франции, что приводит к зависимости от повышения цен и изменения ситуации на внешних рынках.

Благодаря импортным ингредиентам удается поддерживать стабильно высокий уровень

качества продукции внутри которой присутствует острая конкуренция<sup>1</sup> [42].

Вместе с тем косметическая отрасль Беларуси является быстро развивающейся экономической средой, которая обуславливает не только развитие производства, постоянное обновление ассортимента, но и поиск сырьевых компонентов надлежащего качества местного происхождения. Актуальным направлением исследований является разработка научных и практических основ технологии производства и применения косметической продукции с использованием злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и другого растительного сырья Республики Беларусь<sup>2</sup>.

Известно, что злаки в качестве косметических средств широко использовались человечеством на протяжении многих лет. При этом в каждом регионе планеты людьми использовались местные злаки как дикорастущие, так и культурные. В Европе (Юго-Западной, Южной и Центральной) – рожь, пшеница, ячмень, овес, гречиха и др. Древняя злаковая косметология развивалась на протяжении многих столетий как составная часть народной медицины, использовавшей многие растения, включая злаки, в лечебных целях. В отличие от синтетических косметических средств, изготовленных с различными химическими добавками, они не раздражают и не травмируют кожу, легко удаляются с ее поверхности<sup>3,4</sup>.

Большинство рекомендаций по применению пророщенного зерна включает употребление его в пищу человека и на корм животным в определенных количествах [31–33, 43]. Применения пророщенного зерна в косметической отрасли недостаточно изучено<sup>5</sup> [44–49]. Учитываемый энергетический потенциал пророщенных зерен актуальным является изучение его применения в косметических целях. Пророщенное зерно пшеницы и овса голозерного содержит в своем составе биологически активные вещества, применяемые в дерматологии. К ним относятся витамины и минеральные вещества. Например, витамин В<sub>1</sub> применяется при лечении фурункулеза, вульгарных угрей, красных угрей, герпеса, гипертиреоза, акрицианоза, дрожжевых поражениях кожи; витамин В<sub>2</sub> – стимулирует производство энергии в клетках кожи, помогает в «транспортировке» кислорода, регулирует метаболизм жирных кислот, является главным фактором роста клеток и помогает предотвратить угревую сыпь, дерматит, артрит и экзему, ускоряет заживление поврежденных тканей; витамин В<sub>6</sub> – способствует питанию и увлажнению кожи, защищает кожу от вредного воздействия окружающей среды и солнечных лучей; витамин РР – способствует регенерации тканей и регулирует липидный обмен в тканях; β-каротин – ускоряет регенерацию кожи при ожогах, ранах и язвах; витамин Е – оказывает антиоксидантный эффект, защищая клетки эпидермиса и структурные белки (коллаген и эластин) от разрушения свободными радикалами, стимулирует процессы регенерации кожи, улучшает кровоснабжение и глубоко увлажняет ее, обладает ранозаживляющими свойствами, облегчает состояние при солнечных и термических ожогах, защищает от фотостарения,

<sup>1</sup> Кришеник, Е. Как косметическая индустрия Беларуси преобразуется сама и преобразует других/ SB&BY. Беларусь сегодня. [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – <https://www.belta.by/society/view/reportazh-kak-kosmeticheskaja-industrija-belarusi-preobrazhaetsja-sama-i-preobrazhaet-drugih-363698-2019/>. – Дата доступа: 01.04.2023.

<sup>2</sup> Паспорт специальности 05.18.01 – технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства/ Приказ Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 2 июня 2016 г. № 150 [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – <https://vak.gov.by/node/1818>. – Дата доступа: 01.04.2023.

<sup>3</sup> Алексеев, В. С., Лечебные злаки и ваша внешность / В. С. Алексеев, Д. Царюк // Нетрадиционная медицина. – СПб.: изд-во: Т8, 2004. – 130 с.

<sup>4</sup> Изотова, М. А. Большая энциклопедия народной медицины / М. А. Изотова, Н. А. Сарафанова // Нетрадиционная медицина. – М.: изд-во: ОлмаМедиаГрупп/Просвещение, 2011. – 1040 с.

<sup>5</sup> Вендин, С. В. Технология и оборудование для получения и подготовки пророщенного зерна на корм животным / С. В. Вендин, Ю. В. Саенко, К. В. Казаков [и др.]. – М.; Белгород: Общество с ограниченной ответственностью «Издательско-книготорговый центр «Колос-с», 2021. – 204 с.

снижает риск меланомы и других разновидностей рака кожи, предотвращает появление пигментных пятен и веснушек [50–53].

Минеральные вещества в косметических средствах чаще применяются в виде комплексов и играют важную роль в лечении дерматитов, пигментации кожи и алопеции. Например, железо, селен, цинк воздействует на процессы регенерации, питания и оздоровления кожи и организма [54–57]. Магний способствует более равномерному распределению меланина в коже [58]. Цинк – способствует быстрому заживлению ран, играет незаменимую роль в процессах регенерации кожи (принимает участие в синтезе и стабилизации ДНК и РНК), роста волос и ногтей; медь – участвует в тканевом дыхании и в синтезе меланина, поэтому отвечает за процессы пигментации, а также имеет большое значение для поддержания эластичной структуры кожи; селен – стимулирует процессы обмена веществ, участвует в построении антиоксидантных соединений, защищая организм от вредных веществ, образующихся при распаде токсинов; оказывает лечебный эффект при заболеваниях кожи (акне, фотодерматит), играет большую роль при профилактике злокачественных новообразований [59].

В связи с вышеизложенным получение полизлаковых продуктов путём совместного проращивания зерна пшеницы и овса голозерного в качестве функционального ингредиента для пищевой и косметической отраслей промышленности Республики Беларусь имеет большое социально-экономическое значение.

Цель исследования – сокращение ресурсоёмкости технологии получения функциональных продуктов из пророщенного зерна.

Научная задача – обоснование технологии совместного проращивания зерна пшеницы и овса голозерного для получения функционального ингредиента на их основе.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами экспериментальных исследований явились зерно пшеницы (*Triticum aestivum L.*) разных сортов (Сударыня, Ласка, Уздым) и овса голозерного (*Avena sativa L.*) сортов (Гоша, Королёк, Вандроуник), выращенных на сортоиспытательных участках РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», продовольственное зерно исследуемых культур, заготавливаемого на ЧПТУП «Горецкий элеватор» Могилевской области (2014–2018 гг. урожая), пророщенное зерно пшеницы, пророщенное зерно овса голозерного на их основе, а также смеси из зерна пшеницы и овса голозерного совместно пророщенных в соотношении (от 10 до 90 %) в научной отраслевой лаборатории зерновых продуктов учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий».

При исследовании свойств зерна пшеницы и овса голозерного, а также пророщенных зерновых смесей применялись общепринятые и специальные в промышленности, научных учреждениях республики и за рубежом методы исследований. Расчеты, построение графиков и диаграмм осуществляли с помощью приложений Microsoft Office. При планировании эксперимента и обработке полученных результатов процесса проращивания применяли метод статистической обработки данных с помощью программного приложения Statgraphics Plus.

Отбор проб осуществляли в соответствии с ГОСТ 13586.3. Влажность зерна и зерновых смесей проводили воздушно-тепловым методом по ГОСТ 13586.5 и ГОСТ 9404, определение натурности зерна – по ГОСТ 10840, массы 1000 зерен – по ГОСТ 10842, плотности зерна и среднего объема одной зерновки – специальными методами оценки зерна в научных учреждениях. Содержание белка определяли по ГОСТ 26889 и по ГОСТ 10846, жира – экстракционно-весовым методом по ГОСТ 29033, крахмала – поляриметрическим методом по ГОСТ 10845, клетчатки – по ГОСТ 13496.2, сахара – согласно МВИ.МН 4475.

Экспресс-анализ влажности, натурности, температуры зерна и зерновых смесей в процессе исследования контролировали с помощью анализатора влажности зерна Aqua TR II и влаго-мера Wile; белка, жира, крахмала, клетчатки – с помощью инфракрасного анализатора Infraneo.

Расчет энергетической ценности производился путем умножения значений удельной энергетической ценности белков, жиров и углеводов на их содержание в продуктах: из расчета 4, 4 и 9 ккал и 17, 17 и 37 кДж соответственно на 1 г углеводов, белка и жира.

Процесс проращивания исследуемых культур проводили способом водно-воздушного замачивания. Для замачивания зерна использовали водопроводную воду с температурой  $9 \pm 1$  °С. Проращивание осуществляли в суховоздушном термостате марки IPP 55 Memmert, в котором поддерживалась постоянная температура согласно эксперименту и относительная влажность воздуха 85 % в течение 30 ч. Процесс проращивания контролировали визуально и завершали при содержании в образцах не менее 75 % зерен пшеницы и овса голозерного с длиной ростков, не превышающей 2,0 мм. При длине ростка, превышающей 2,0 мм, биологическая ценность пророщенного зерна снижается ввиду потери сухих веществ, которые расходуются на развитие зародыша. При длине ростка, не превышающей 0,5 мм, не происходит необходимого расщепления химических веществ и увеличения биологической ценности зерна [31]. Исходя из этих сведений определяли продолжительность проращивания зерна, при которой длина ростка у не менее 75 % зерен составит 0,5–2,0 мм.

Энергию прорастания зерна и зерновых смесей определяли по ГОСТ 10968, жизнеспособность – по ГОСТ 12039. Экспресс-анализ жизнеспособности зерна контролировали с помощью аппарата для определения прорастания зерна Germ Pro.

Отбор проб, методы определения витаминов осуществляли в соответствии с ГОСТ 7047–55. Содержание витамина В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии согласно МВИ.МН 2052 и МВИ.МН 2147, витамина В<sub>6</sub> и фолиевой кислоты в зерне и зерновых смесях – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии согласно ГОСТ EN 14663 и МВИ.МН 2146, β-каротина – спектрофотометрическим методом по МВИ.МН 3239, витамина РР – колориметрическим методом по ГОСТ 29140, витамина Е – колориметрическим методом по ГОСТ 30627.3.

Содержание аминокислот определяли с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии – МВИ.МН 1363. Биологическую ценность белка по аминокислотному составу оценивали при сравнении его с аминокислотным составом «идеального» белка. В качестве «идеального» белка применяли аминокислотную шкалу Комитета ФАО/ВОЗ. Лимитирующую кислоту в исследуемом белке устанавливали по наименьшему скору.

Подготовку проб минеральных элементов проводили по инструкции 4.1.10-14-5 методом автоклавной пробоподготовки, а также минерализацией по ГОСТ 26929. Содержание магния определяли атомно-абсорбционным методом по ГОСТ 30502, селена – флуориметрической методикой согласно инструкции 4.1.10-15-12; меди, цинка и железа – атомно-абсорбционным методом по ГОСТ 30178, калия – по ГОСТ 30504, фосфора и кальция – по МВИ.МН 1792 с помощью спектрометра А RL 3410+.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования представлены в пересчете на сухое вещество. Проведен комплексный анализ качества сортов пшеницы Сударыня, Ласка, Уздым и продовольственного зерна, районированных в Республике Беларусь. Получены данные показателей физико-химических свойств: натура 656–785 г/л, масса 1000 зерен 30,5–47,1 г, плотность 30,5–1,40 г/см<sup>3</sup>, объем зерновки 30–40 мм<sup>3</sup>; химического состава: белок 11,5–14,3 %, крахмал 55,7–61,8 %, сахара 1,0–3,5 %, клетчатка 7,3–10,2 %, жир 1,0–2,5 %. Высокими показателями физико-химических свойств характеризовались сорта пшеницы Ласка и Сударыня.

Проанализировано качество сортов овса голозерного Гоша, Вандроўнік, Королек и продовольственного зерна, выращиваемых на территории Республики Беларусь. Получены данные показателей физико-химических свойств и химического состава: натура 650–700 г/л, масса 1000 зерен 21,0–31,6 г, плотность 1,28–1,51 г/см<sup>3</sup>, объем зерновки 19–21 мм<sup>3</sup>; белок



15,1–17,5 %, крахмал 54,7–59,0 %, сахара 2,1–3,0 %, клетчатка 2,2–3,0 %, жир 4,1–5,2 %. Высокими показателями физико-химических свойств характеризовались сорта овса голозерного Вандроўнік и Королек. Полученные результаты показателей зерна овса голозерного согласуются с данными авторов Касьяновой, Баитовой и Дубиной для сортов (Гоша и Вандроўнік) 2007–2011 гг. урожая<sup>1,2</sup>.

Полученные диапазоны вариаций исследуемых показателей для зерна пшеницы и овса голозерного находятся на уровне среднестатистических данных отечественных и зарубежных источников [26–29]. На данном этапе работы выяснили, что пшеница и овес голозерный имеют ценный нутриентный состав, однако ввиду серьезных отличий физико-химических свойств при переработке требуются отдельные технологические операции: очистка от примесей и сортирование.

На следующем этапе проводили отдельное проращивание зерна пшеницы и овса голозерного в диапазоне температур 5...30 °С по полученным ранее оптимальным режимам. В соответствии с нормативной документацией, средней температурой в теплый и холодный периоды года на рабочих местах производственных помещений является 20 °С, поэтому результаты исследований в статье представлены на примере данной температуры. Результаты исследований представлены в табл. 1.

**Табл. 1.** Оптимальные режимы проращивания зерна пшеницы и овса голозерного (температура воздуха (20±1) °С)

**Table 1.** Optimal modes of germination of wheat and hulles oats (air temperature (20±1) °С)

Показатели	Первый этап проращивания		Второй этап проращивания		Продолжительность проращивания, ч
	Водная пауза, ч	Воздушная пауза, ч	Водная пауза, ч	Воздушная пауза, ч	
Пшеница	5,8–7,0	5,3–6,6	5,3–5,9	4,6–5,4	21,0–24,9
Овес голозерный	5,2–6,4	4,5–5,9	5,4–6,1	4,0–5,0	19,1–23,4
Интегральный диапазон, ч	5,8–6,4	5,3–5,9	5,4–5,9	4,6–5,0	21,1–23,2

Анализ экспериментальных данных, представленных в табл. 1, показал, что установленные оптимальные режимы проращивания исследуемых культур позволяют определить длительность водно-воздушных пауз первого и второго этапов проращивания зерна (с жизнеспособностью не менее 75 %) и обеспечить максимальный выход пророщенного зерна с длиной ростка, не превышающей требуемого технологией значения (от 0,5 до 2 мм), за минимальное время (от 19,1 до 24,9 ч) при температуре воздуха (20±1) °С. Активность роста зерна по окончании процесса проращивания при данных режимах является максимальной и составляет 3,6 %×ч<sup>-1</sup> для пшеницы и 3,95 %×ч<sup>-1</sup> для овса голозерного.

Изменение влажности зерна в процессе проращивания в конечных точках пауз представлено в табл. 2

<sup>1</sup> Дубина, Т. А. Технология производства муки из овса голозерного: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Т. А. Дубина. – Могилевский государственный университет продовольствия. – Могилёв, 2013. – 233 с.

<sup>2</sup> Баитова, С. Н. Технология крупы и хлопьев из овса голозерного: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / С. Н. Баитова. – Могилевский государственный университет продовольствия. – Могилёв, 2012. – 198 с.

**Табл. 2.** Влажность зерна пшеницы и овса голозерного в процессе проращивания (температура воздуха (20±1) °С)

**Table 2** Humidity of wheat grain and hulles oats during germination (air temperature (20±1) °C)

Наименование паузы	Влажность зерна, %			
	Первая водная пауза, ч	Первая воздушная пауза, ч	Вторая водная пауза, ч	Вторая воздушная пауза, ч
Пшеница	38,5±0,5	37,7±0,7	45,3±0,3	44,5±0,4
Овес голозерный	40,5±0,4	39,3±0,6	46,3±0,3	45,3±0,3

Анализ данных показал, что при температуре 20±1 °С существует общий диапазон режимов процесса проращивания двух культур. Следовательно, можно сделать вывод о возможности совместного проращивания исследуемых культур. Также были проведены исследования процесса проращивания при температуре воздуха 5–30 °С, в ходе которых установлена интеграция режимов проращивания пшеницы и овса голозерного и общий диапазон значений. Однако ввиду интенсивного дыхания и, как следствие, «закисания» овса голозерного при 30 °С данный температурный режим был исключен из дальнейших исследований.

Полученные данные свидетельствуют о том, что совместное проращивание исследуемых культур возможно при температуре воздуха 5–25 °С. В результате изучения влияния времени проращивания (от 0 до 25 ч) на химический состав пророщенного зерна исследуемых культур установлено, что значительные изменения для овса голозерного происходят начиная с 10 ч проращивания, для зерна пшеницы с 15 ч проращивания включительно.

Проведена сравнительная характеристика химического состава нативного зерна (0 ч) и пророщенного зерна пшеницы и овса голозерного (25 ч). В процессе биохимических превращений происходит расщепление сложных органических веществ зерна в среднем на 32 % у пшеницы и на 24 % у овса голозерного, увеличивается суммарное содержание витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, РР, Е, β-каротин в 1,4 раза у пшеницы и 1,5 раза у овса голозерного, увеличивается суммарное содержание незаменимых аминокислот на 25,4 % в 100 г белка пшеницы, на 37,3 % в 100 г белка овса голозерного.

Исследование свойств сырья облегчает определение требуемых технологических режимов и делает возможным максимальное использование производственного оборудования, снижая потери в ходе производства и улучшая качество вырабатываемой продукции. Поэтому на следующем этапе изучили химический состав и проанализировали содержание нутриентов пророщенного зерна пшеницы и овса голозерного. Результаты исследований представлены в табл. 3.

Из данных, представленных в табл. 3, следует, что овес голозерный пророщенный характеризуется высоким содержанием массовой доли белка, превышающий данный показатель пшеницы пророщенной на 4,5 %. Наблюдаются различия по содержанию крахмала между исследуемыми культурами.

Овес голозерный пророщенный характеризуется наименьшим содержанием крахмала по сравнению с пшеницей пророщенной на 2,7 %. Значительное различие между исследуемыми показателями имеет массовая доля клетчатки. Установлено, что содержание клетчатки в пророщенной пшенице на 13 % выше, чем у овса голозерного. Содержание массовой доли сахаров и жира овса голозерного пророщенного превышает содержание данных показателей пророщенной пшеницы на 4,5 и 4,8 % соответственно. Выяснили, что овес голозерный пророщенный отличается высокой энергетической ценностью и характеризуется более высоким содержанием массовой доли белка, сахаров и жира, в то время как пшеница пророщенная имеет высокие показатели массовой доли крахмала и пищевых волокон.

**Табл. 3.** Химический состав и энергетическая ценность пророщенного зерна пшеницы и овса голозерного (в пересчете на сухое вещество)

**Table 3.** Chemical composition and energy value of germinated wheat and hulles oats (in terms of dry matter)

Показатели	Пшеница пророщенная	Овес голозерный пророщенный
Массовая доля белка, %	14,8	19,3
Массовая доля крахмала, %	61,6	58,9
Массовая доля клетчатки, %	16,9	3,9
Массовая доля жира, %	1,5	6,3
Массовая доля сахаров, %	3,3	7,8
Энергетическая ценность, кДж	6798	7077
Энергетическая ценность, ккал	400	416

Важной характеристикой перерабатываемого зерна является оценка содержания витаминов и аминокислот с целью дальнейшего сохранения их при переработке. В процессе раздельного проращивания был исследован витаминный и аминокислотный состав пророщенной пшеницы и овса голозерного. Результаты представлены в табл. 4.

**Табл. 4.** Содержание витаминов и аминокислот (мг/100 г продукта)

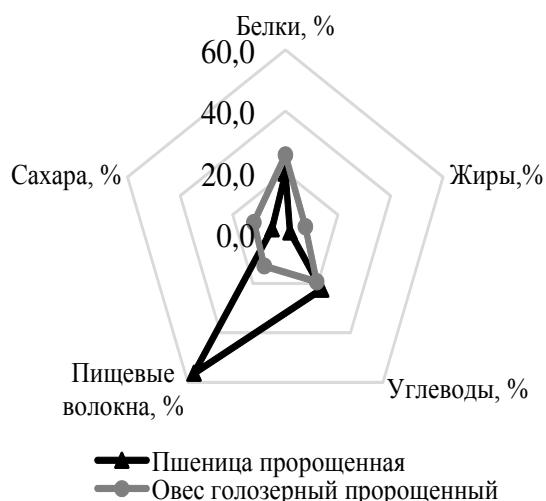
**Table 4.** The content of vitamins and amino acids (mg / 100 g of the product)

Показатели	Пшеница пророщенная	Овес голозерный пророщенный	Показатели	Пшеница пророщенная	Овес голозерный пророщенный
Витамины:			Треонин	723,7	840,2
В <sub>1</sub>	0,23	0,45	Фенилаланин	771,9	1219,2
В <sub>2</sub>	0,11	0,12	Незаменимые	4698,4	6059,5
В <sub>6</sub>	0,12	0,23	Аспарагиновая	745,3	1352,6
В <sub>9</sub>	0,27	0,40	Глютаминовая	5158	4098,1
РР	7,86	1,68	Серин	710,8	891,6
$\beta$ -каротин	0,28	0,10	Глицин	739,2	818,1
Е	1,08	0,76	Аланин	722,2	1169,1
Аминокислоты:			Аргинин	649,7	551,1
Валин	622,6	766,1	Пролин	1141,1	1451,8
Изолейцин	786,5	944,2	Цистеин	258,5	276,5
Лейцин	1146,8	1519,3	Гистидин	444,5	755,2
Лизин	636,9	720,5	Тирозин	551,5	615,2
Метионин	Более 10	Более 50	Заменимые	11120,8	11979,3

Анализ полученных данных в табл. 4 показал, что пророщенное зерно овса голозерного характеризуется более богатым содержанием витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub> и аминокислот: содержание витамина В<sub>2</sub> больше в 1,1 раза, В<sub>9</sub> – в 1,5 раза, В<sub>6</sub> – в 1,9 раза, В<sub>1</sub> в 2 раза. Пророщенное зерно пшеницы содержит в 1,4 раза, 2,8 раза и в 4,7 раза больше витамина Е,  $\beta$ -каротина и РР соответственно. Зерно пророщенного овса голозерного в 1,3 раза превосходит пророщенное зерно пшеницы по суммарному количеству незаменимых аминокислот. По содержанию заменимых аминокислот пророщенное зерно овса голозерного превосходит пророщенную пшеницу: серина, пролина, аланина, гистидина больше в 1,2–1,7 раза, аспарагиновой кислоты – в 1,8 раза.

Известно, что пищевая ценность продуктов обусловлена не только содержанием макро- и микронутриентов (белки, жиры, углеводы, макроэлементы) и микронутриентов (витамины, ферменты и микроэлементы), но и способностью удовлетворять потребность организма человека

в энергии, необходимой для обеспечения полноценного здоровья<sup>1</sup>. Данные по удовлетворению суточной потребности человека в основных нутриентах исследуемых образцов приведены на рис. 1.



**Рис. 1.** Степень удовлетворения суточной потребности человека в основных нутриентах, содержащихся в 100 г пророщенного зерна пшеницы и овса голозерного

**Fig. 1.** The degree of a person's daily need meeting for basic nutrients contained in 100 g of germinated wheat and hulled oats grain

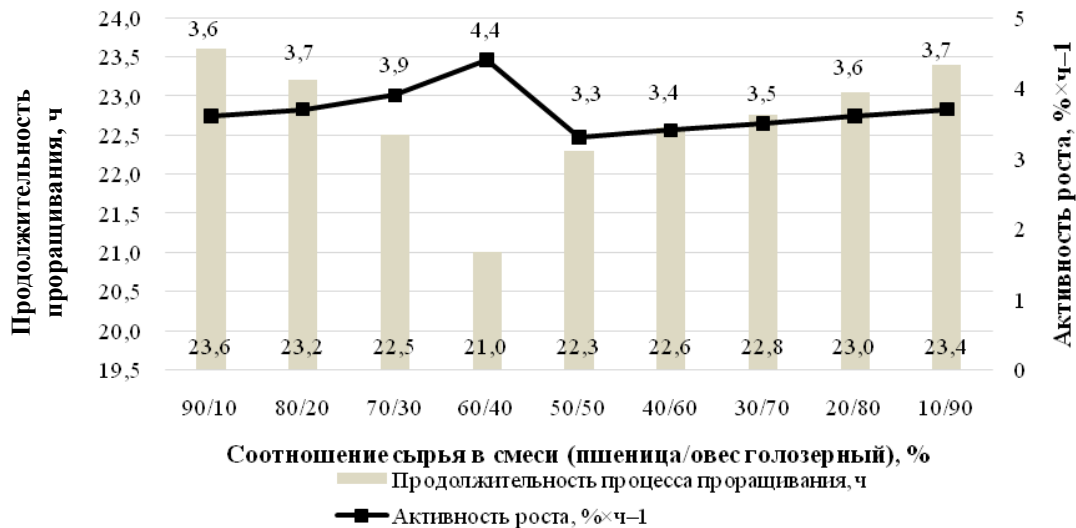
Анализ экспериментальных данных, представленных на рис. 1, позволил установить, что степень удовлетворения суточного потребления белка исследуемых культур колеблется в пределах от 19,7 до 25,7 %, удовлетворенность суточной потребности в углеводах варьируется от 19,3 до 22,4 %, сахара от 5,1 до 12,0 %, жира от 1,8 до 7,6 %. Степень удовлетворения суточного потребления пищевых волокон исследуемых культур составляет от 13,0 до 56,3 %.

Исследован процесс проращивания семян в смеси при различном процентном соотношении и эффект их взаимодействия. В литературе нет сведений о совместном проращивании пшеницы и овса голозерного белорусской селекции и о влиянии их биополимеров друг на друга. Процесс проращивания смеси производился при температуре воздуха (20±1) °С по значениям интегрального диапазона (первый этап: водная пауза составила 5,8–6,4 ч; воздушная пауза 5,3–5,9 ч; второй этап: водная пауза составила 5,4–5,9 ч; воздушная пауза 4,6–5,0 ч). Процесс контролировали как и при раздельном проращивании, визуально, и завершали при содержании в образцах не менее 75 % зерен смеси с длиной ростков, не превышающей 2 мм. Влажность смесей по окончании эксперимента варьировалась в диапазоне от 43 до 45 %. Результаты совместного процесса проращивания зерна пшеницы и овса голозерного в процентном соотношении от 10 до 90 приведены на рис. 2.

В результате анализа данных, представленных на рис. 2, выяснили, что при внесении к основной массе зерна пшеницы семян овса голозерного прослеживается тенденция снижения длительности проращивания и увеличения активности роста смеси, а при внесении к основной массе зерна овса голозерного семян пшеницы – снижение активности роста и продолжительности процесса проращивания. Установлено, что все исследуемые образцы смеси содержат не менее 75 % проросших зерен в диапазоне от 0,5 до 2 мм, продолжительность проращивания смеси находится в пределах интегрального диапазона и составляет 21,0–23,6 ч. Выявлены изменения активности роста смесей, в сравнении с раздельным проращиванием диа-

<sup>1</sup> Колодязная, В. С. Пищевая химия: учеб. пособие/ В. С. Колодязная. – СПб.: СПбГАХПТ, 1999. – 140 с.

пазон значений совместного проращивания расширился на 9–12 % и составил (3,3–4,4  $\% \times \text{ч}^{-1}$ ). Показано, что при проращивании процентного соотношения 50:50 наблюдался аллелопатический эффект, который характеризовался наименьшей активностью роста (3,3  $\% \times \text{ч}^{-1}$ ).



**Рис. 2.** Влияние совместного проращивания соотношений зерна пшеницы и овса голозерного на продолжительность проращивания и активность роста смесей на их основе

**Fig. 2.** The effect of combined germination of wheat and hulles oat grain ratios on the duration of germination and growth activity of their mixtures

Синергетический эффект взаимодействия наблюдался при проращивании смеси 60:40 (пшеница/овес голозерный) и характеризовался минимальным временем проращивания (21 ч) и максимальной активностью роста (4,4  $\% \times \text{ч}^{-1}$ ). Следовательно, совместное проращивания овса голозерного и пшеницы возможно при любом процентном соотношении, так как все исследуемые образцы имеют 75 % и более пророщенных зерен в смеси. Однако стоит учитывать эффекты взаимодействия количественного соотношения компонентов смеси. С учетом установленных эффектов взаимодействия компонентов смеси и ресурсосбережения процесса проращивания наиболее выгодным является проращивание в соотношении 60 % пшеницы и 40 % овса голозерного. На втором месте технологически выгодным является проращивание смеси 70 % пшеницы и 30 % овса голозерного (активность роста составила 3,9  $\% \times \text{ч}^{-1}$ ).

На данном этапе исследования предполагаем, что содержание нутриентов в совместно пророщенных смесях будет варьироваться в пределах установленных значений при отдельном проращивании данных культур. Данная гипотеза подкреплена опубликованными результатами ученых Всероссийского научно-исследовательского института зерна и продуктов его переработки – о линейной зависимости содержания основного нутриента, в частности жира, от процентного содержания семян льна при получении двухкомпонентных смесей пшеницы и льна [32, 33]. В научной литературе также приведены сведения о совместном и отдельном проращивании семян пшеницы и люпина в чашках Петри на подложке из фильтровальной бумаги. Авторами отмечено, что аллелопатическое взаимодействие прорастающих семян не меняет исследуемые показатели люпина, но проявляется в увеличении ферментативной активности пшеницы в 2,2 раза и увеличении длины ростков [37]. Однако в литературе нет

сведений о влиянии аллелопатического и синергетического типов взаимодействия, при совместном проращивании различного процентного соотношения компонентов смеси, на содержание витаминного, минерального и аминокислотного состав. Поэтому следующим этапом работы являлось изучение содержания нутриентов исследуемых культур, совместно пророщенных в соотношении от 10 до 90 % и степени удовлетворения суточной потребности организма человека в витаминах, микро- и макроэлементах полученных смесей для создания продуктов функционального назначения. Результаты представлены в пересчете на сухое вещество.

В суточном рационе человека важное значение имеет количественное и качественное соотношение витаминов, провитаминов и витаминopodobных веществ. Они не обладают энергетической ценностью, но являются катализаторами обменных процессов клеток и тканей организма человека, а также регулируют его защитные функции. Витамины обладают высокой биологической активностью и требуются организму в небольшом количестве. Однако некоторые из них легко разрушаются при технологической переработке сырья<sup>1</sup>. В связи с этим был изучен витаминный состав полученных смесей и определена степень удовлетворения суточной потребности для организма человека (табл. 5).

**Табл. 5.** Влияние совместного проращивания различного соотношения зерна пшеницы и овса голозерного на витаминный состав смесей (в 100 г продукта)

**Table 5.** The effect of combined germination of different ratios of wheat and hulls oats grain on the vitamin composition of mixtures (per 100 g of product)

Соотношение сырья в смеси, %	Степень удовлетворения суточной потребности человека в витаминах, %						
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>6</sub>	B <sub>9</sub>	PP	E	β-каротин
Суточная потребность, мг	Нормы физиологических потребностей в витаминах для мужчин и женщин 18–59 лет <sup>2</sup>						
	1,5	1,8	2,0	0,4	20,0	15,0	5,0
90/10	16,7	6,1	7,5	7,0	34,0	5,7	4,4
80/20	20,7	6,2	8,5	7,3	35,5	6,0	4,6
70/30	28,7	6,1	11,5	9,9	36,3	7,0	4,8
60/40	36,7	6,7	15,0	15,0	37,4	8,7	5,2
50/50	9,3	5,6	8,0	6,7	7,3	3,5	1,6
40/60	13,3	6,1	9,5	8,7	20,0	4,1	3,4
30/70	18,0	6,1	10,0	9,0	15,5	4,7	3,1
20/80	24,7	6,1	10,5	9,4	12,0	5,1	2,7
10/90	26,7	6,1	11,0	9,7	7,8	5,3	2,4

Исходя из данных, представленных в табл. 5, показано, что все исследуемые образцы содержат различные витамины, необходимые для поддержания жизненно важных функций организма. Выяснили, что смесь 50:50 (пшеница/овес голозерный) характеризуется наименьшей степенью удовлетворения суточной потребности организма человека в витаминах: β-каротин – 1,6 %; E – 3,5 %; B<sub>2</sub> – 5,6 %; B<sub>9</sub> – 6,7 %; PP – 7,3 %; B<sub>6</sub> – 8,0 %; B<sub>1</sub> – 9,3 %. Согласно нормативной документации<sup>2</sup> степень удовлетворения суточной потребности в перечисленных витаминах при потреблении данной смеси незначительная. Однако в соответствии со статьей 7 «Общие требования безопасности пищевой продукции» ТР ТС 021/2011<sup>3</sup> известно, что «содержание каждого пищевого или биологически активного вещества, ис-

<sup>1</sup> Колодязная, В. С. Пищевая химия: учеб. пособие/ В. С. Колодязная. – СПб.: СПбГАХПТ, 1999. – 140 с.

<sup>2</sup> Санитарные нормы и правила. Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь: СанПиН № 180 от 20.11.2019. – Введ. 01.07.2013, Минск: Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 2012. – 21 с.

<sup>3</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.

пользованного для обогащения, должно быть доведено до уровня употребления в 100 мл или 100 г, или разовой порции такой продукции не менее 5 процентов уровня суточного потребления». Следовательно, 100 г смеси 50:50 пророщенной пшеницы и овса голозерного возможно использовать в качестве обогащения пищевых продуктов по витаминам: В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, РР. Пророщенная смесь 60:40 (пшеница/овес голозерный) характеризуется наибольшей степенью удовлетворения суточной потребности организма в витаминах: β-каротин – 5,2 %; В<sub>2</sub> – 6,7 %; Е – 8,7 %; В<sub>9</sub> – 15,0 %; В<sub>6</sub> – 15,0 %; В<sub>1</sub> – 36,7 %; РР – 37,4 %. 100 г разработанной смеси (60:40 пшеница/овес голозерный) по содержанию витамина В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, РР удовлетворяет суточную потребность в витаминах более чем на 15 % и может быть использована для получения продуктов функционального питания на ее основе.

Для определения биологической ценности белков по аминокислотному составу изучаемых смесей оценивали при сравнении его с аминокислотным составом «идеального» белка Комитета ФАО/ВОЗ. В «идеальном» белке аминокислотный скор каждой незаменимой аминокислоты принят за 100 %. Результаты представлены в табл. 6.

**Табл. 6.** Расчеты аминокислотного сора незаменимых аминокислот зерновых смесей, полученных путем совместного проращивания пшеницы и овса голозерного в различном соотношении

**Table 6.** Calculation of the amino acid score of essential amino acids of grain mixtures obtained by combined germination of wheat and hulles oats in different ratios

Соотношение сырья в смеси, %	Аминокислотный скор, %						
	Валин	Изолейцин	Лейцин	Лизин	Метионин + цистеин	Треонин	Фенилаланин + тирозин
	«Идеальный» белок ФАО/ВОЗ, г/100 г белка						
	5,0	4,0	7,0	5,5	3,5	4,0	6,0
90/10	86	139	119	79	54	113	160
80/20	88	138	119	81	55	113	160
70/30	90	136	120	82	57	113	162
60/40	97	135	123	85	65	113	167
50/50	63	113	110	48	55	71	140
40/60	84	130	115	74	51	110	159
30/70	83	128	114	73	51	110	159
20/80	82	126	114	71	50	109	159
10/90	80	124	113	69	49	109	159

Примечание – триптофан не определялся.

Анализ полученных данных в табл. 6 показал, что наибольшей биологической ценностью обладает пророщенная смесь 60:40 (пшеница/овес голозерный). Высоким содержанием во всех исследуемых соотношениях смеси являются «фенилаланин+тирозин», изолейцин и лейцин. Лимитирующими аминокислотами для всех исследуемых образцов являются валин, лизин, метионин и цистеин. В соответствии с вышеизложенным, оценка качества смесей из пророщенного зерна пшеницы и овса голозерного свидетельствует о том, что полученные смеси являются источником функциональных ингредиентов – витаминов и растительного белка натурального происхождения<sup>1</sup>.

Наряду с витаминами и аминокислотами, важное значение для организма человека имеют минеральные элементы. Известно, что минеральные вещества не обладают энергетической ценностью, однако имеют важное значение при нейтрализации кислот и предотвращении «защелачивания» организма, поэтому должны поступать с пищей в соответствии с физиологиче-

<sup>1</sup> Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» ТР ТС 022/2011. – Введ. 01.07.2013 – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, издание в режиме правки и переиздание 2019. – 18 с.

ской потребностью. Биологическая их ценность определяется содержанием и соотношением между собой в продуктах, а также действием на обменные процессы в организме человека. Минеральный состав смесей и удовлетворение суточной потребности в нем для организма человека представлен в табл. 7.

**Табл. 7.** Влияние совместного проращивания различного соотношения зерна пшеницы и овса голозерного на минеральный состав смесей (в 100 г продукта)

**Table 7.** The effect of combined germination of different ratios of wheat and naked oats grain on the mineral composition of mixtures (per 100 g of product)

Соотношение сырья в смеси, %	Степень удовлетворения суточной потребности человека в минеральных веществах, %							
	K	Ca	Mg	P	Fe	Zn	Cu	Se
Суточная потребность, мг	Нормы физиологических потребностей в минеральных веществах для мужчин и женщин 18–59 лет <sup>1</sup>							
	2500,0	1000,0	400,0	800,0	14,0*	12,0	1,0	0,0625*
90/10	16,6	5,8	32,0	47,6	46,8	16,1	32,3	46,3
80/20	17,1	5,9	33,3	48,1	48,2	16,6	33,6	45,9
70/30	20,0	6,7	34,6	48,6	49,0	18,6	34,6	45,5
60/40	26,2	7,5	35,9	49,9	50,0	19,2	38,0	49,9
50/50	17,1	4,9	37,3	51,4	28,4	0,0	21,0	34,0
40/60	17,8	6,2	38,5	47,9	38,2	15,1	28,8	39,4
30/70	18,3	6,3	39,8	47,9	36,0	16,4	28,1	40,6
20/80	20,0	6,8	41,1	48,0	33,8	16,8	27,4	41,8
10/90	20,4	6,9	42,4	48,3	31,7	18,1	26,7	43,3

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

Из результатов, представленных в табл. 7, следует, что минеральный состав пророщенных смесей характеризуется наличием P, Se, Fe, Mg, Cu, K, Zn, Ca. Количественный анализ минеральных элементов варьируется в пределах от 0 до 51,4 % и зависит от соотношения зерна пшеницы и овса голозерного, пророщенного в составе смесей. Выяснили, что исследуемые смеси характеризуются низким содержанием кальция и удовлетворение в нем суточной потребности колеблется в пределах от 4,9 до 7,5 %, а также отсутствием содержания цинка в смеси 50:50 (пшеница/овес голозерный). ). Количественный и качественный анализ удовлетворения суточной потребности в минеральных элементах показал, что смесь 60:40 (пшеница/овес голозерный) является источником P, Se, Fe, Mg, Cu, K, Zn, которые при ежедневном употреблении (от 10 до 50 % суточной потребности) положительно влияют на физиологические функции организма человека<sup>2</sup>: рост и развитие костей, мышц, нервной системы, кроветворения, выработки гормонов и ферментов, поддержания иммунитета, ускорении регенерации и оздоровления кожи, поддержания ее эластичности и упругости.

Сопоставив результаты динамики витаминного, минерального и аминокислотного составов при раздельном и совместном проращивании зерна пшеницы и овса голозерного было установлено, что синергетическое и аллопатическое взаимодействие процентного соотношения компонентов смеси при проращивании влияет на количественное и качественное распределение витаминов, минеральных веществ и аминокислот в смеси. При соотношении зерна

<sup>1</sup> Санитарные нормы и правила. Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь: СанПиН № 180 от 20.11.2019. – Введ. 01.07.2013, Минск: Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 2012. – 21 с.

<sup>2</sup> Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» ТР ТС 022/2011. – Введ. 01.07.2013 – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, издание в режиме правки и переиздание 2019. – 18 с.



50:50 наблюдался аллелопатический эффект, который характеризовался наименьшей степенью удовлетворения суточной потребности организма человека в витаминах, минеральных веществах, а также наименьшим содержанием аминокислот. Синергетический эффект взаимодействия наблюдался при совместном проращивании смеси 60:40 (пшеница/овес голозерный) и характеризовался высокой пищевой и биологической ценностью готового продукта.

В данном исследовании гипотеза линейной зависимости нутриентов от соотношения компонентов в смеси не работает. Следовательно, определение содержания данных нутриентов расчетным методом при совместном проращивании семян на практике не подтвердилось ввиду наличия биохимических и метаболических изменений в процессе взаимодействия культур при проращивании.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследований получены данные о химическом составе и физико-химических свойствах продовольственного и сортового зерна пшеницы и овса голозерного белорусской селекции и установлены пределы их вариации. Выяснили, что физико-химические свойства зерна пшеницы и овса голозерного имеют существенные различия, поэтому при совместной переработке требуют таких отдельных технологических операций, как очистка от примесей и сортирование.

Исследован отдельный процесс проращивания пшеницы и овса голозерного при температуре воздуха от 5 до 30 °С. Впервые установлены интегральные диапазоны водной и воздушной пауз для температуры воздуха 5–25 °С, которые свидетельствуют о возможности совместного проращивания пшеницы и овса голозерного. Сокращение температурного режима связано с интенсификацией процесса дыхания зерна и изменениями его химического состава в зависимости от времени проращивания: для овса голозерного значительные изменения происходят начиная с 10 ч проращивания, а для зерна пшеницы – с 15 ч проращивания. Получены данные биохимических превращений при отдельном проращивании: расщепление сложных органических веществ зерна на 32 % у пшеницы и на 24 % у овса голозерного.

В процессе проращивания активно синтезируются витамины: суммарное содержание витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, РР, Е, β-каротин увеличивается в 1,4 раза у пшеницы и в 1,5 раза у овса голозерного. Увеличивается суммарное содержание незаменимых аминокислот на 25,4 % в 100 г белка пшеницы, на 37,3 % в 100 г белка овса голозерного.

Исследован совместный процесс проращивания зерна пшеницы и овса голозерного в процентном соотношении от 10 до 90 % по значениям интегрального диапазона. Процесс проращивания зерна в составе смеси при различном процентном соотношении зависит от типа его взаимодействия. В сравнении с отдельным проращиванием диапазон значений активности роста смеси расширился на 9–12 %. При проращивании процентного соотношения 50:50 наблюдался аллелопатический эффект, который характеризовался наименьшей активностью роста смеси ( $3,3 \% \times \text{ч}^{-1}$ ). Синергетический эффект взаимодействия проявился при проращивании смеси 60:40 (пшеница/овес голозерный) и характеризовался минимальной продолжительностью проращивания (21 ч) и максимальной активностью роста ( $4,4 \% \times \text{ч}^{-1}$ ). С учетом выявленных эффектов взаимодействия компонентов смеси и ресурсосбережения процесса проращивания наиболее выгодным для технологии является проращивание смеси в соотношении 60 % пшеницы и 40 % овса голозерного.

Исследован витаминный, минеральный и аминокислотный состав смесей пророщенных совместно семян пшеницы и овса голозерного в соотношении от 10 до 90 %. Впервые получены результаты, подтверждающие влияние аллелопатического и синергетического взаимодействия на содержание витаминного, минерального и аминокислотного составов. Выяснили, что все исследуемые образцы содержат витамины, минералы и аминокислоты, необходимые для поддержания жизненно важных функций организма и здоровья кожи, волос и ног-

тей. Рекомендуется осуществлять совместное проращивание зерна пшеницы и овса голозерного в соотношении 60:40, что позволяет получить функциональный ингредиент для пищевой и косметической промышленности высокого качества в условиях ресурсосберегающей технологии (100 г продукта удовлетворяет суточную потребность в белке на 22,7 %, в пищевых волокнах – на 39,0 %, в В<sub>9</sub> – на 15 %, в В<sub>6</sub> – на 15 %, в В<sub>1</sub> – на 36,7 %, в РР – на 37,4 %, в Fe – на 50,0 %, в Р – на 49,9 %, в Se – на 49,9 %, в Cu – на 38,0 %, в Mg – на 35,9 %, в К – на 26,2 %, в Zn – на 19,2 %).

На основании проведенных исследований была разработана технология получения и применения функциональных зерновых смесей из зерна овса голозерного и пшеницы, с использованием совместного процесса проращивания зернового сырья. Разработаны и зарегистрированы технические условия «Продукты зерновые «BioMix»» (ТУ ВУ 700036606.115) и смесь зерновая «BioGrain» (ТУ ВУ 700036606.128). Полученные продукты использованы в качестве функционального ингредиента в рецептурах: маска косметическая «Zerno» (РЦ ВУ 700036606.235), коктейль зерновой «AquaGrain» (РЦ ВУ 700036606.280) и маска косметическая «BioMixGrain» (РЦ ВУ 700036606.279).

### БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования, описанные в данной статье, проводились в рамках гранта аспиранта «Разработка технологии получения смесей биоактивированного зерна и многокомпонентных порошковых продуктов на их основе» (номер госрегистрации 20180823), а также государственной программы научных исследований «Качество и эффективность агропромышленного производства» по теме «Формирование научно-практических основ получения функциональных косметических средств антивозрастной направленности на основе местного растительного сырья» (номер госрегистрации 20162270) и государственной программы научных исследований «Биотехнологии» по теме «Обоснование эффективности ферментативного получения из злаковых, зернобобовых и масличных культур биологически активного сырья для косметических целей» (номер госрегистрации 20162139) при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь.

### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Соломахина, Т. Р. Проблемы нерационального питания современного человека / Т. Р. Соломахина // Региональный вестник. – 2020. – № 12(51). – С. 46–47.
- 2 Третьяков, А. А. Зависимость экономических потерь от нездорового питания (краткий обзор литературы с 2000 по 2016 гг.) / А. А. Третьяков, К. Ю. Китанина, А. А. Хадарцев // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2018. – № 5. – С. 128–134.
- 3 Неповинных, Л. А. Диагностика сформированности знаний о здоровом питании у взрослого населения / Л. А. Неповинных // E-Scio. – 2022. – № 10(73). – С. 106–111.
- 4 Измайлова, О. В. Алиментарно-зависимые факторы риска артериальной гипертензии и технологии их коррекции / О. В. Измайлова, А. В. Калинина, Р. А. Еганян; под ред. О. В. Измайловой. – Профилактическая медицина, 2011. – С. 19–28.
- 5 Драпкина, О. М. Алиментарно-зависимые факторы риска хронических неинфекционных заболеваний и привычки питания: диетологическая коррекция в рамках профилактического консультирования. Методические рекомендации / О. М. Драпкина [и др.] // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2021. – Т. 20. – № 5. – С. 273–334.
- 6 Tao, Meng-Hua Trends in Diet Quality by Race / Ethnicity among Adults in the United States for 2011-2018/ Tao, Meng-Hua & Liu, Jia-Liang & Nguyen, Uyen-sa // Nutrients. – 2022. – Vol. 14(19):4178. – P. 1–12.
- 7 Zuława, G. Ocena sposobu zywienia uczennic szkoły baletowej fundacji artystycznej w Krakowie/ G. Zuława, W. Pilch // Rocznik Państw Zakł Hig. – 2012. – Vol. 63 (1). – P. 105–110.
- 8 Benjelloun, S. Nutrition transition in Morocco/ Benjelloun S. // Public Health Nutr. – 2002. – Vol. 5 (1A). – P. 135–140.
- 9 Рогов, И. А. Медико-технологические аспекты разработки и производства функциональных пищевых продуктов / И. А. Рогов, Е. Н. Орешкин, В. Н. Сергеев // Пищевая промышленность. – 2017. – № 1. – С. 33–35.
- 10 Токарева, А. Новые разработки по применению пшеницы в функциональных продуктах / А. Токарева,

- И. А. Сорокина, Е. В. Панина // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 69-й студенческой научной конференции, Воронеж, 01 марта 2018 г. Том III. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2018. – С. 102–106.
- 11 Патент № 2652384 С2 Российская Федерация, МПК А21D 13/02, А21D 13/047, А21D 13/06. Новые функциональные зерна, их получение и применение: № 2015148008: заявл. 11.04.2014: опубл. 26.04.2018.
- 12 Шарипов, И. Н. Анализ динамической зависимости между состоянием рынка пшеницы и ценами на продукты ее переработки в США / И. Н. Шарипов // Экономика сельского хозяйства. Реферативный журнал. – 2004. – № 1. – С. 236.
- 13 Магомедов, М. Д. Факторы и резервы увеличения экспорта пшеницы и продуктов ее переработки из Российской Федерации / М. Д. Магомедов [и др.] // Экономические системы. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 160–169.
- 14 Павелзик, Е. Характеристика овса голозерного и возможности его переработки в пищевых целях / Е. Павелзик // Mlunsko-Pekarensku prumusi. – 1987. – № 2. – С. 166–168.
- 15 Абугалиева, А. И. Изучение голозерного овса из коллекции ВИР на качественные показатели в условиях Казахстана / А. И. Абугалиева [и др.] // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2021. – Т. 182, № 1. – С. 9–21.
- 16 Кошак, Ж. В. Химический состав зерна твердых сортов пшеницы, районированных в Республике Беларусь / Ж. В. Кошак [и др.] // Агропанорама. – 2014. – № 2 (102). – С. 19–23.
- 17 Исачкова, О. А. Биохимические показатели качества зерна голозерного овса / О. А. Исачкова, Б. Л. Ганичев // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2012. – № 4(25). – С. 12–17.
- 18 Сумина, А. В. Пищевая ценность голозерного овса, выращенного в условиях Енисейской Сибири / А. В. Сумина, В. И. Полонский // Актуальные вопросы переработки и формирование качества продукции АПК: Материалы международной научной конференции, Красноярск, 24 ноября 2021 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2021. – С. 61–64.
- 19 Икоева, Л. П. Влияние норм и способов посева на урожайность голозерного овса при возделывании в предгорной зоне РСО-Алания / Л. П. Икоева, О. Э. Хаева, Т. М. Бацазова // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2017. – Т. 54, № 2. – С. 116–121.
- 20 Лемеш, В. А. Генотипирование пшеницы по генам, ассоциированным с признаком «масса 1000 зерен», с использованием технологии KASP / В. А. Лемеш [и др.] // Стратегия, приоритеты и достижения в развитии земледелия и селекции сельскохозяйственных растений в Беларуси: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию, Жодино, 07–08 июля 2022 года. – Жодино: УП «ИВЦ Минфина», 2022. – С. 177–179.
- 21 Будько, А. С. Изменчивость продуктивности озимой мягкой пшеницы в зависимости от агрометеорологических условий / А. С. Будько // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2022. – № 58. – С. 337–344.
- 22 Леонова, С. А. Взаимосвязь технологических и биохимических свойств различных сортов пшеницы и их изменения в процессе переработки / С. А. Леонова // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2007. – № 9. – С. 14–16.
- 23 Кандроков, Р. Х. Роль шелушения зерна в технологии переработки твердой пшеницы / Р. Х. Кандроков, Г. Н. Панкратов // Научно-инновационные аспекты хранения и переработки зерна: к 85-летию ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии : под редакцией Мелешкиной Е. П. – М.: Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки, 2014. – С. 76–80.
- 24 Алехина, Н. Н. Биоактивированное зерно пшеницы как источник функциональных пищевых ингредиентов / Н. Н. Алехина, Е. И. Пономарева, К. С. Пожидаева // Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений: Материалы VI Международной научно-технической конференции, Воронеж, 11–12 декабря 2017 г. / Министерство образования и науки РФ, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий». – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. – С. 265–268.
- 25 Shrimpton, D. H. Микронутриенты и их взаимодействие / D. H. Shrimpton // РМЖ. – 2008. – Т. 16, № 7. – С. 453–456.
- 26 Папазян, Т. Т. Взаимодействие между витамином Е и селеном: новый взгляд на старую проблему / Т. Т. Папазян, В. И. Фисинин, П. Ф. Сурай // Птица и птицепродукты. – 2009. – № 2. – С. 21–24.
- 27 Алехина, Н. Н. Сравнительная оценка антиоксидантной активности функциональных пищевых ингредиентов / Н. Н. Алехина, Е. И. Пономарева, А. С. Желтикова // Пищевые ингредиенты и биологически активные добавки в технологиях продуктов питания и парфюмерно-косметических средств: сборник материалов конференции. – Москва, 28 января 2019 года. – М.: Московский государственный университет пищевых производств. – 2019. – С. 11–13.
- 28 Benincasa, P. Sprouted Grains: A Comprehensive Review / P. Benincasa, B. Falcinelli, S. Lutts, F. Stagnari, A. Ga-

- lieni Sprouted Grains: // *Nutrients*. – 2019. – vol. 11(2):421. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu11020421>.
- 29 Nemzer, B. Analysis of Fatty Acid Composition in Sprouted Grains/ B. Nemzer, F. Al-TaHER // *Foods* (Basel, Switzerland). – 2023. – vol. 12(9):1853. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12091853>.
- 30 Peñas, E. Advances in Production, Properties and Applications of Sprouted Seeds/ Elena Peñas, Cristina Martínez-Villaluenga // *Foods* (Basel, Switzerland). – 2020. – vol. 9 (6): 790. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods9060790>.
- 31 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.
- 32 Гайда, В. К. Проросшее зерно как источник природных антиоксидантов / В. К. Гайда, В. В. Верхотуров, О. С. Бахарева // *Кормопроизводство*. – 2011. – № 8. – С. 31–32.
- 33 Белоусова, С. В. Разработка технологии функциональных продуктов на основе пророщенного зерна / С. В. Белоусова, М. А. Захаренко // *Агропромышленному комплексу – новые идеи и решения: Материалы XXI Внутривузовской научно-практической конференции, Кемерово, 04 февраля 2022 года / Редколлегия: Е.А. Ижмулкина [и др.]*. – Кемерово: Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт, 2022. – С. 108–114.
- 34 Биотехнологические приемы повышения эффективности использования зерновых ресурсов Беларуси / В. А. Шаршунов [и др.] // *Вести Национальной академии наук Беларуси. Сер. Аграр. наук*. – 2008. – № 1. – С. 101–106.
- 35 Панкратов, Г. Н. Особенности продуктов переработки двухкомпонентных смесей пшеницы и льна / Г. Н. Панкратов [и др.] // *Хлебопродукты*. – 2018. – № 12. – С. 42–46.
- 36 Мелешкина, Е. П. Новые функциональные продукты из двухкомпонентной зерновой смеси пшеницы и льна / Е. П. Мелешкина [и др.] // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. – 2019. – № 2. – С. 54–58.
- 37 Коржов, С. И. Бинарные посевы как фактор оптимизации плодородия почвы / С. И. Коржов, Т. А. Трофимова, Г. В. Котов // *Коньяевские чтения: сборник научных трудов VI Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 13–15 декабря 2017 года*. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2018. – С. 274–277.
- 38 Кечкин, И. А. Размол бинарных зерновых смесей для получения композитных видов муки / И. А. Кечкин // *Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых: сборник материалов VIII международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию создания Совета молодых ученых при СО ВАСХНИЛ, р.п. Краснообск, 24 марта 2021 года / Сост.: Н.С. Чуликова [и др.], под редакцией Н. Г. Власенко, К.С. Голохваста [и др.]*. – Новосибирск: Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, 2021. – С. 325–329.
- 39 Метаболические изменения при совместном проращивании культурных растений и сидератов / Н. А. Орлова, Н. А. Степанова, Т. А. Толкачева, И. А. Конюшко // *The Scientific Heritage*. – 2021. – № 75–4(75). – С. 15–20.
- 40 Генджаева, Д. Ш. Физиолого-биохимические показатели семян пшеницы и люпина при совместном проращивании / Д. Ш. Генджаева // *Молодость. Интеллект. Инициатива: Материалы VIII Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов, Витебск, 22 апреля 2020 г. / Редколлегия: И. М. Прищепа (гл. ред.) [и др.]*. – Витебск: Витебский государственный университет им. П.М. Машерова, 2020. – С. 56–57.
- 41 Rashidova, S. Synergetics of agricultural seeds capsulation / S. Rashidova, B. Oksengendler, N. Turaeva // *FAN Tashkent*. – 2013. – 96 p. – DOI: [https://www.researchgate.net/publication/314186525\\_Synergetics\\_of\\_agricultural\\_seeds\\_capsulation](https://www.researchgate.net/publication/314186525_Synergetics_of_agricultural_seeds_capsulation).
- 42 Зоткина, А. Н. Особенности белорусского рынка парфюмерных товаров / А. Н. Зоткина // *Социально-экономические и правовые аспекты развития России в XXI веке: риски и стратегии: материалы II Международной научно-практической конференции, Воронеж-Орел, 26 марта 2021 года / ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» (Орловский филиал), АНОО ВО «Воронежский экономико-правовой институт», УО «Белорусский государственный экономический университет»*. – Орел: Общество с ограниченной ответственностью полиграфическая фирма «Картуш», 2021. – С. 296–301.
- 43 Курков, Ю. Б. Технологические возможности использования пророщенного зерна при приготовлении кормов для сельскохозяйственных животных / Ю. Б. Курков, В. З. Ременев // *Механизация и электрификация технологических процессов в сельскохозяйственном производстве: сборник научных трудов. Выпуск 14*. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2007. – С. 96–102.
- 44 Золотарева, А. М. Способ получения биоактивированных семян облепихи / А. М. Золотарева, А. В. Щербинина, А. Н. Вторушина // *Химия растительного сырья*. – 2021. – № 1. – С. 267–275.
- 45 Урбанчик, Е. Н. Использование пророщенного зерна при производстве косметической продукции / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта, М. Н. Галдова // *Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов IX Международной научной конференции студентов и аспирантов, г. Могилёв, 24–25 апреля 2014 г. / Могилёвский государственный университет продовольствия; редкол.: А. В. Акулич [и др.]*. – Могилёв, 2014. – С. 166.
- 46 Урбанчик, Е. Н. Оценка микробиологических показателей зернового сырья для использования в косметических целях / Е. Н. Урбанчик, М. Н. Галдова, А. И. Малашенко // *Современные аспекты производства и перера-*

- ботки сельскохозяйственной продукции: сб. статей по материалам IV научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Краснодар, 23 марта 2018 г. / Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Гурбулина; редкол.: А. В. Степанов [и др.]. – Краснодар, 2018. – С. 365–369.
- 47 Урбанчик, Е. Н. Методические рекомендации по апробации косметических продуктов на основе растительного сырья / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта, М. Н. Галдова // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: сборник тезисов докладов III Международной научно-практической конференции, г. Минск, 23–24 марта 2017 г. / БГАТУ – Минск, 2017. – С. 326–327.
- 48 Урбанчик, Е. Н. Сухие концентраты из пророщенного зерна и семян для приготовления витаминно-минеральных напитков и косметических средств / Е. Н. Урбанчик, М. Н. Галдова, А. И. Малашенко // Сотрудничество – катализатор инновационного роста: сб. мат. 3-го Белорусско-Прибалтийского форума, Минск, 19–20 октября 2017 г. / БНТУ. – Минск, 2017. – С. 41–42.
- 49 Урбанчик, Е. Н. Изучение возможности переработки овса голозерного для получения порошкового продукта как основного компонента косметических средств / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта, М. Н. Галдова // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов X Международной научно-технической конференции, г. Могилёв, 23 – 24 апреля 2015 г. / Могилёвский государственный университет продовольствия; редкол.: А. В. Акулич [и др.]. – Могилёв, 2015. – С. 75.
- 50 Петрова, О. Ю. Барьерная функция кожи и роль жирорастворимых витаминов в коррекции ее нарушений / О. Ю. Петрова, В. И. Альбанова // Вестник дерматологии и венерологии. – 2022. – Т. 98, № 3. – С. 24–33.
- 51 Матяс, М. А. Витамины для кожи / М. А. Матяс // Новая аптека. Аптечный ассортимент. – 2008. – № 2. – С. 42–44.
- 52 Рябкова, М. В. Витамины в клинической трихологии и дерматологии / М. В. Рябкова, В. Н. Терещенко, И. Н. Сормолотова // Забайкальский медицинский журнал. – 2016. – № 1. – С. 29–34.
- 53 Кутасевич, Я. Ф. Значение витаминотерапии в лечении хронических дерматозов / Я. Ф. Кутасевич, И. А. Олейник, И. А. Маштакова // Украинский журнал дерматологии, венерологии, косметологии. – 2011. – № 4 (43). – С. 46–50.
- 54 Патент № 2458680 С1 Российская Федерация, МПК А61К 8/92, А61К 8/24, А61К 8/27. Косметический гомеопатический лекарственный препарат (варианты) и способ создания этого препарата (варианты): № 2011104606/15: заявл. 10.02.2011; опубл. 20.08.2012.
- 55 Рябкова, М. В. Микроэлементы в клинической трихологии / М. В. Рябкова [и др.] // Забайкальский медицинский журнал. – 2015. – № 4. – С. 38–41.
- 56 Кардашова, Д. З. Комплексный подход – основа эффективного лечения алопеции / Д. З. Кардашова, [и др.] // Экспериментальная и клиническая дерматокосметология. – 2012. – № 1. – С. 58–62.
- 57 Евсеева, С. Б. Фито- и минеральные компоненты для коррекции возрастных изменений кожи / С. Б. Евсеева, Б. Б. Сысоев // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 12–9.
- 58 Торшин, И. Ю. Систематический анализ молекулярных механизмов участия магния в регуляции пигментобразования кожи / И. Ю. Торшин, О. А. Громова // РМЖ. – 2012. – Т. 20, № 22. – С. 1142–1149.
- 59 Павлова, Е. В. Биологическая роль микронутриентов (минералов) в формировании здоровья человека: дерматологические аспекты. Часть I / Е. В. Павлова, Ю. Э. Русак, Е. Н. Ефанова // Медико-фармацевтический журнал «Пульс». – 2020. – Т. 22, № 8. – С. 11–16.

*Поступила в редакцию 12.05.2023 г.*

#### **ОБ АВТОРАХ:**

**Галдова Марина Николаевна**, начальник центра дистанционного обучения Института повышения и переподготовки кадров, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: [galdova@mogilev.bgut.by](mailto:galdova@mogilev.bgut.by).

**Елена Николаевна Урбанчик**, кандидат технических наук, доцент, директор Института повышения и переподготовки кадров, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: [urbanchik@mogilev.bgut.by](mailto:urbanchik@mogilev.bgut.by).

#### **ABOUT AUTHORS:**

**Maryna M. Haldova**, postgraduate student, Head of the Center Distance Learning, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: [galdova@mogilev.bgut.by](mailto:galdova@mogilev.bgut.by).

**Alena M. Ourbantchik**, Ph. D. (Engineering), Associate Professor, Director of the Institute of Advanced Studies and Specialists Re-training, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: [urbanchik@mogilev.bgut.by](mailto:urbanchik@mogilev.bgut.by).

УДК 663.533

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НОВЫХ ДЛЯ КРАФТОВОГО ПИВОВАРЕНИЯ ШТАММОВ ДРОЖЖЕЙ

*Е. А. Цед*

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

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Крафтовое пивоварение – важнейшее направление развития современной пивоваренной отрасли. Цель исследования – импортозамещение при производстве крафтового пива с оригинальными вкусоароматическими свойствами. Научная задача – оценка физиологических и технологических свойств новых для крафтового пивоварения штаммов дрожжей.

**Материалы и методы.** Пять штаммов экспериментальных образцов дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* – ИМ-1, ИМ-2, ИМ-3, ИМ-4, ИМ-5 (ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси»). Для получения питательной среды использовали светлый пивоваренный ячменный солод (ГОСТ 29294) и экстракт ячменно-солодовый неохмеленный (ТУ 9184-489-05031531). Общепринятые физико-химические, микробиологические и биохимические методы исследований.

**Результаты.** Установлены физиологические (витальность, удельная скорость роста, упитанность по гликогену, почкование) и технологические (степень и скорость сбраживания, бродильная активность, спиртообразование) характеристики новых для пивоваренного производства дрожжей, на основании которых составлены карты основных биотехнологических свойств изучаемых штаммов, что позволяет целенаправленно и эффективно определять технологические режимы их использования в качестве источника брожения и управлять процессом накопления их биомассы.

**Выводы.** Изученные штаммы дрожжей рекомендованы для применения в промышленности, т. ч. в целях импортозамещения и создания отечественной коллекции дрожжей. Позволяют сформировать заданный вкусоароматический профиль готового продукта. Технологически эффективны, не требуют дополнительного оборудования и других капитальных затрат при использовании в производстве.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** импортозамещение; крафтовое пиво; дрожжи; физиологические свойства; бродильная активность; степень сбраживания; витальность.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Цед, Е. А. Исследование физиологических и технологических свойств новых для крафтового пивоварения штаммов дрожжей / Е. А. Цед // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2023. – № 1(34). – С. 62–77.

## STUDY OF PHYSIOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF NEW YEAST STRAINS USED IN CRAFT BREWING

*E. A. Tsed*

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

### ABSTRACT

**Introduction.** Craft brewing is a strategic focus area in the development of today's brewing industry. The purpose of the study is to develop import substitution goods in the production of craft beer with unique flavoring properties. The scientific task is to evaluate the physiological and technological properties of new yeast strains used in craft brewing.

**Materials and methods.** Five strains of experimental samples of yeast *Saccharomyces cerevisiae* – IM-1, IM-2, IM-3, IM-4, IM-5 (SSI «Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus»). Light brewers' barley malt (GOST 29294) and non-hopped barley malt extract (TS 9184-489-05031531) for obtaining a nutrient medium. Generally accepted physico-chemical, microbiological and biochemical research methods.

**Results.** Physiological (vitality, specific growth rate, glycogen state, budding) and technological (degree and

rate of fermentation, fermentation activity, alcohol formation) characteristics of new yeast used in brewing industry were determined. Taking into account these characteristics there were worked out process sheets of the main biotechnological properties of the strains under study, which makes it possible to determine the technological modes of their use as a source of fermentation in a specific and effective way and manage the process of accumulation of their biomass.

**Conclusions.** The studied yeast strains are recommended to be used in industry, including for import substitution and the creation of national collection of yeast. They make it possible to develop a specified flavor profile of the finished product. The yeasts are technologically efficient and do not require additional equipment and other capital costs when used in production.

**KEY WORDS:** *import substitution; craft beer; yeast; physiological properties; fermentation activity; degree of fermentation; vitality.*

**FOR CITATION:** Tsed, E. A. Study of physiological and technological properties of new yeast strains used in craft brewing / E. A. Tsed // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2023. – № 1(34). – P. 62–77 (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время крафтовое пивоварение – это активно развивающийся сектор пивоваренной промышленности, который с каждым годом занимает все большую долю общего рынка пива. Известно, что потребительские свойства пива в значительной степени зависят от применяемых основных сырьевых компонентов – ячменного (или пшеничного) солода, хмеля, воды и дрожжей. Важнейшие показатели качества готового пива (органолептические и физико-химические характеристики) являются факторами, формирующими конкурентоспособность данного напитка на рынке [1–4].

Отдельным направлением развития крафтового пивоварения является применение новых эффективных дрожжей, а также нетрадиционных видов дрожжей и бактерий, что позволяет получать пиво с необычно приятными сенсорными характеристиками и физико-химическими свойствами. Это обусловлено тем, что качественный и количественный состав веществ, образующихся при сбраживании пивного сусла, во многом определяется физиологическим состоянием микроорганизмов, их биохимической способностью сбраживать те или иные углеводы, а также способностью дрожжевых клеток адаптироваться к условиям конкретной питательной среды. Скорость и глубина сбраживания пивного сусла, образование основных и побочных продуктов спиртового брожения формируют вкусоароматический профиль готового напитка, его микробиологическую и коллоидную стабильность [5–8].

Крафтовые пивоварни в своем ассортименте содержат большое количество уникальных сортов пива, для получения которых важную роль играют именно определенные штаммы дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae*) или их сочетание. Выбор расы дрожжей определяет характер и стабильность протекания наиболее длительных стадий производства пива – главного брожения и дображивания, а также образование веществ, отвечающих за вкус и аромат готового продукта при ферментации. К важнейшим характеристикам применяемых штаммов дрожжей относятся степень сбраживания, флокуляция, пенообразование, качество и количество основных и ароматических побочных продуктов, образующихся при брожении [9–10].

Для расширения количества штаммов, используемых в производстве крафтового пива, проводятся исследования по выявлению биохимических характеристик у диких дрожжей и их способности сбраживать пивное сусло [11]. Установлена гетеролактическая ферментация углеводов у штаммов *Shizosaccharomyces japonicus*, *Hanseniaspora vineae*, *Lachancea fermentati* и *L.thermotolerans*, *Wickerhamomyces anomalus*, что делает возможным их использование в новой обработке кислого пива. Это позволяет исключить применение традиционных молочнокислых бактерий, которые используют в технологии получения кислого пива [12]. Культура *L.thermotolerans* синтезирует при своем развитии большое количество молочной кислоты и

фруктовые эфиры, что позволяет эффективно регулировать рН среды и использовать данную культуру как при первичной ферментации, так и при ферментации в бутылках для получения более высокого содержания диоксида углерода и пенообразования.

Дрожжи вида *Torulaspora delbrueckii* способны синтезировать цветочные и фруктовые сложные эфиры, высвободить полисахариды и, таким образом, улучшать вкус, структуру пива и ощущение во рту. Данную культуру можно использовать отдельно, последовательно или в смешанных культурах с *Saccharomyces cerevisiae* или *Shizosaccharomyces pombe*.

Представляют интерес дрожжи вида *W.anomalus (Pichia anomala)*, которые могут утилизировать большое количество источников углерода – пентозы, гексозы, ди- и трисахариды, некоторые спирты, органические кислоты, жирные кислоты и ароматические углеводы. Эти дрожжи также способны переносить экстремальные значения рН и температуры и синтезировать этилацетат, соединение с сильной противогрибковой активностью [13].

Современная тенденция – производство крафтового пива путем ферментации дрожжей, выделенных из бродящего суслу /вина/хлеба. Штаммы *Saccharomyces cerevisiae*, выделенные из кустарных заквасок, успешно применяются для получения крафтового пива определенных стилей [11,12].

Дрожжи *Dekkera/Brettanomyces*, выделенные во время спонтанного брожения при получении пива *Lambic*, являются основными традиционными дрожжами для производства кислого крафтового пива. Дрожжи данного вида за счет присутствия в них фермента  $\beta$ -глюкозидазы способны метаболизировать источники углерода, не усваиваемые *Saccharomyces*, включая целлобиозу и декстрины. При своем развитии они синтезируют значительное количество фруктовых, цветочных эфиров и других летучих соединений, изменяя таким образом сенсорные характеристики получаемого пива. Однако, при неправильном ведении процесса брожения дрожжи *Dekkera/Brettanomyces* могут быть причиной неприятных ароматов, таких как «едкий дым», «пластырь» и др. [14].

Проводятся исследования по созданию искусственных гибридов дрожжей *Saccharomyces cerevisiae – Saccharomyces non cerevisiae*, имеющих метаболизм лагерных дрожжей [13].

В настоящее время производителям крафтового пива в Республике Беларусь предлагают пивоваренные дрожжи в двух вариантах: сухие гранулированные культуры и жидкие культуры во флаконах или пакетах с питательной капсулой [11]. Преимуществом использования сухих дрожжей в сравнении с жидкими разводками являются: простота использования и сокращение времени на их подготовку; возможность получать за короткий период времени нужный объем инокулята; точный расчет количества вносимых на брожение клеток по весу сухих дрожжей; разнообразие предлагаемых штаммов для расширения ассортимента выпускаемых напитков; при соблюдении температурного режима (меньше 10 °С) обеспечивается сохранность гарантированной активности сухих препаратов на протяжении длительного срока – 2-х лет со дня выпуска.

Однако, при имеющихся преимуществах использования сухих препаратов дрожжей в практике пивоварения отмечается ряд негативных моментов. Возможны случаи, когда при разведении сухих дрожжей наблюдается слабое или полное отсутствие процесса ферментации суслу; процессы при брожении не нарушаются, но ухудшаются органолептические характеристики напитка; при неправильно проведенной регидротации дрожжей (обводнение клетки) наблюдается повышенное количество мертвых клеток; при использовании сухих дрожжей для вторичного брожения наблюдается повышенное содержание аминного азота в питательной среде [15, 16].

Одной из причин неудач при использовании активных сухих дрожжей может быть изначально низкое их качество или разгерметизация упаковки [17]. Отмечается значительное снижение жизнеспособности сухих препаратов дрожжей после вскрытия упаковки производителя и хранения их в атмосфере воздуха при 10 °С в течение 2 месяцев. При нарушении герметично-



сти упаковки за счет поступления кислорода происходит активация клеточных ферментов, снижение запаса гликогена, что отражается на функциональной активности дрожжей.

Кроме того, необходимо учитывать одну из важнейших особенностей сухих дрожжей – повышенную проницаемость мембран. Это приводит, с одной стороны, к очень высокой чувствительности сухих дрожжей, а с другой – обуславливает выход в среду различных компонентов их клеток (аминокислоты, витамины, минеральные вещества), что затрудняет нормальное протекание процессов репарации и восстановления их физиологической активности [18–20]. Таким образом, проведение процесса брожения с использованием чистых культур дрожжей позволяет обеспечить стабильное протекание основных процессов ферментации и получение стандартных физико-химических и органолептических показателей продукта.

Наиболее распространенные сухие дрожжевые культуры, применяемые для производства крафтового пива, представлены в табл. 1.

**Табл. 1.** Перечень сухих дрожжевых культур, применяемых в крафтовом пивоварении [2, 3]

**Table 1.** List of dry yeast cultures used in craft brewing [2, 3]

№ п/п	Наименование штамма	Производитель	Наиболее подходящие пивные стили или сорта (по рекомендациям производителей)
1	<i>Safbrew S-33</i>	FERMENTIS (Франция)	Любые сорта эля
2	<i>Safbrew T-58</i>	FERMENTIS (Франция)	Темные сорта эля
3	<i>Safbrew WB-06</i>	FERMENTIS (Франция)	Пшеничное пиво
4	<i>Safale US-05(56)</i>	FERMENTIS (Франция)	Американские эли
5	<i>Safale S-04</i>	FERMENTIS (Франция)	Светлые сорта эля, английские эли
6	<i>Saflager W-34/70</i>	FERMENTIS (Франция)	Любые лагерные сорта
7	<i>Gervin GV 12 Ale Yeast</i>	Muntos (Великобритания)	Светлые и темные сорта эля, пшеничное и специальное пиво
8	<i>Muntos Premium Gold</i>	Muntos (Великобритания)	Светлые элевые сорта
9	<i>US West Coast Yeast M44</i>	Mangrove Jacks (Н.Зеландия)	Американские сорта эля
10	<i>Mead M05</i>	Mangrove Jacks (Н.Зеландия)	Крепкие сорта эля, медовухи
11	<i>Belgian Ale M41</i>	Mangrove Jacks (Н.Зеландия)	Бельгийские сорта элей, траппист
12	<i>Liberty Bell Ale M36</i>	Mangrove Jacks (Н.Зеландия)	Биттер, стаут, альтбир
13	<i>New World Strong Ale M42</i>	Mangrove Jacks (Н.Зеландия)	Крепкие сорта элей (IPA, барливайн, имперский стаут)
14	<i>Belgian Abbey M47</i>	Mangrove Jacks (Н.Зеландия)	Бельгийские сорта элей
15	<i>Belgian Wit M21</i>	Mangrove Jacks (Н.Зеландия)	Пшеничные сорта, бельгийский вит, специальные сорта
16	<i>Californian Lager M54</i>	Mangrove Jacks (Н.Зеландия)	Лагерные сорта
17	<i>Beeringem Wheat BVG03</i>	Beeringem (Великобритания)	Пшеничные сорта
18	<i>Beeringem Universal BVG01</i>	Beeringem (Великобритания)	Любые сорта элей
19	<i>Beeringem American Ale BVG04</i>	Beeringem (Великобритания)	Элевые сорта и IPA
20	<i>Lalbrew New Englsnd</i>	Lallemand (Австрия)	IPA и его разновидности

Следует отметить, что приобретение зарубежных штаммов связано со значительными финансовыми затратами, а развитие собственного производства семенных дрожжей в условиях мини-предприятий республики затруднительно по причине отсутствия необходимой научно-технической базы чистых культур, технологии их размножения и должного микробиологического контроля процесса. В связи с этим для развития отечественного крафтового пивоварения актуальными задачами являются получение конкурентоспособных отечественных штаммов пивоваренных дрожжей и разработка оригинальных технологий их культивирования.

Цель исследования – импортозамещение при производстве крафтового пива с оригинальными вкусоароматическими свойствами за счет использования культивируемых в республике штаммов дрожжей.

Научная задача – оценка физиологических и технологических свойств новых для крафтового пивоварения штаммов дрожжей.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Научно-исследовательская работа проводилась в учреждении образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» на кафедре технологии пищевых производств. В качестве объектов исследования служили 5 экспериментальных штаммов дрожжей – ИМ-1, ИМ-2, ИМ-3, ИМ-4, ИМ-5, полученных в ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси». По морфологическим признакам односуточные культуры исследуемых дрожжей, выращенные в солодовом сусле в колбах на качалке, варьируют по форме и размерам клеток (рис. 1). При микроскопировании установлено, что у изолята ИМ-1 клетки овальные (5,2...10,5)–(4,0...8,7) мкм, количество крупных клеток в популяции составляет 10...15 %, средних – 70...75 %, мелких – 10...15 %; у ИМ-2 клетки круглые и круглоовальные (5,2...10,5)–(4,0...8,7) мкм, крупных клеток в поле зрения – 15...20 %, средних – 45...50 %, мелких – 30...40 %. Особенностью биокультуры ИМ-3 является способность образовывать псевдомицелий, его клетки расположены мутовками, образуют цепочки, по форме овальные, размером 6,2...9,7 мкм. Для биокультуры ИМ-4 характерны круглоовальные клетки (5,2...11,5)–(3,4...8,2) мкм, преобладают крупные – 60...65 %, мелких – 35...40 %; у биокультуры ИМ-5 клетки шаровидные (6,2...11,5 мкм), преимущественно средние и мелкие 80...85 %, крупных – 15...20 % [21].

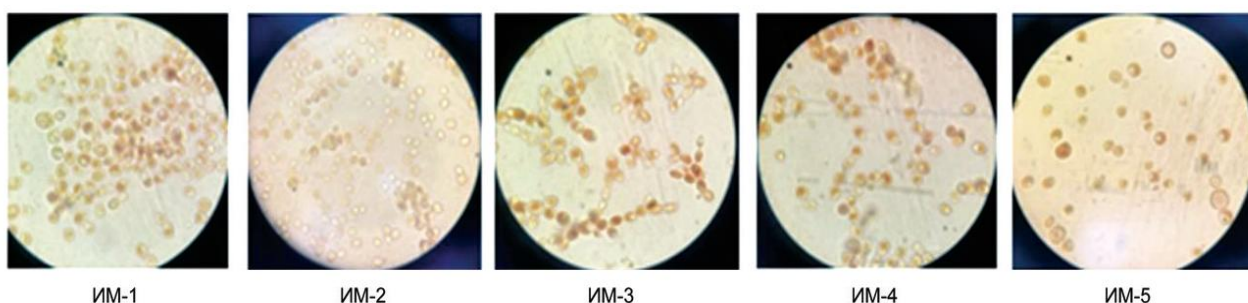


Рис. 1. Микроскопирование исследуемых биокультур дрожжей (×400)

Fig. 1. Microscopy of the yeast biocultures under study (×400)

Вегетативное размножение культур осуществляется почкованием. Все биокультуры – факультативные анаэробы; активно сбраживают глюкозу, галактозу, мальтозу, сахарозу, раффинозу; не сбраживают лактозу; ассимилируют глюкозу, галактозу, мальтозу, сахарозу, трегалозу, раффинозу, альфа-метил, молочную кислоту; не ассимилируют целлобиозу, лактозу, мелибиозу, инулин, крахмал, глицерин, этанол, янтарную кислоту, лимонную кислоту, маннит, сорбит; нитраты не усваивают.

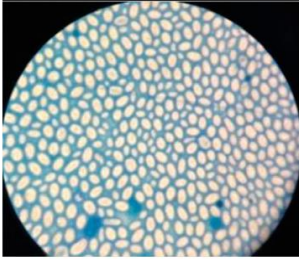
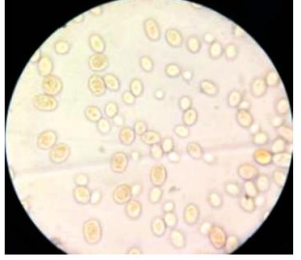
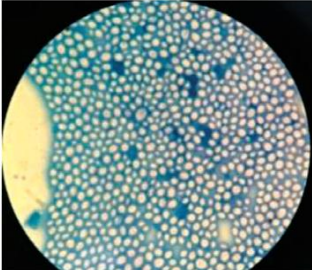
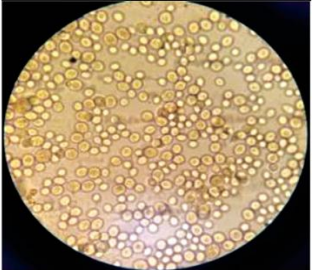
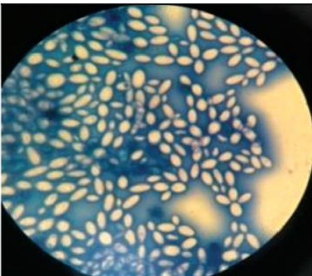

Видовую идентификацию уточняли на основе анализа последовательности фрагмента гена 18S рРНК. Выделение хромосомной ДНК из клеток дрожжей осуществляли с использованием модифицированного ЦТАБ метода. Амплификацию ДНК проводили методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с использованием программируемого термостата SureCycler 8800 Thermal Cycler (Agilent Technologies) и соответствующих пар праймеров. Для очистки амплифицированных фрагментов ДНК использовали набор GeneJET PCR Purification Kit (ThermoFisher). Секвенирование фрагментов ДНК проводили методом терминации цепи по

Сэнгеру в термоциклической реакции с мечеными на 5'-конце меткой Cy5.5 праймерами NS1, для постановки секвенирующей реакции использовали набор DNA Cycle Sequencing Kit (Jena Bioscience). Разделение и детекцию продуктов секвенирующей реакции проводили на ДНК-анализаторе 4300 DNA Analyzer (Li-COR Biosciences) с соответствующим программным обеспечением. Результаты секвенирования анализировали с помощью программного пакета eSeq V.3.1 (Li-COR Biosciences). Сравнительный анализ секвенированных нуклеотидных последовательностей и нуклеотидных последовательностей из международной базы данных GenBank осуществляли с помощью программы BLASTN [21].

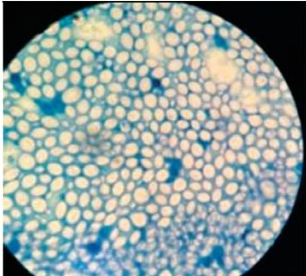
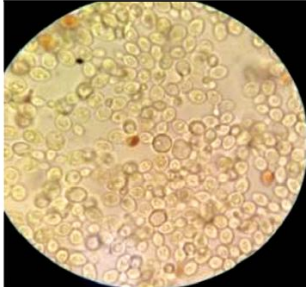
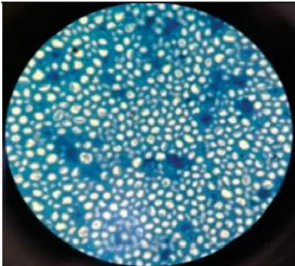
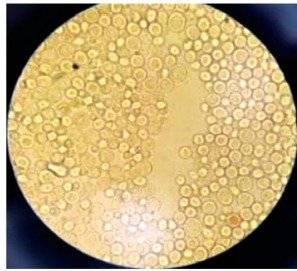
Экспериментальные дрожжи при их культивировании в замкнутой системе характеризуются активным накоплением биомассы с высоким титром клеток от  $4,8 \times 10^8$  до  $1,1 \times 10^9$  кл./мл (табл.2).

**Табл. 2.** Характеристика жизнеспособности и физиологической активности жидких культур экспериментальных биокультур дрожжей [21]

**Table 2.** Characteristics of viability and physiological activity of liquid cultures of experimental yeast biocultures [21]

Штамм	Титр, $n \times 10^8$ кл./мл	Жизнеспособность: количество мертвых клеток 2–5 %	Физиологическая активность: количество клеток с гликогеном 75–95 %
1	2	3	4
ИМ-1	7,3		
ИМ-2	11,0		
ИМ-3	4,8		

Продолжение табл. 2.

1	2	3	4
ИМ-4	9,4		
ИМ-5	7,4		

Таким образом, по совокупности установленных культуральных, морфологических и физиолого-биохимических особенностей выделенные биокультуры отнесены к роду *Saccharomyces*.

Исследование физиологических и технологических свойств экспериментальных штаммов дрожжей проводили на двух питательных средах – пивном сусле, полученном из ячменного пивоваренного солода отечественного производства (ОАО «Белсолод»), и пивном сусле, полученном из экстракта ячменно-солодового неохмеленного. Солодовое сусло получали настольным способом по следующим режимам [22]. Для этого дробленый солод (степень дробления составляла: шелуха – 15...18 %, крупная крупка – 20...22 %, мелкая крупка – 30...35 %, мука – 25...35 %) смешивали с водой в соотношении зернопродукты:вода – 1:3,5. Полученный замес нагревали до температуры 40 °С и выдерживали при этой температуре в течение 40...42 мин (цитолитическая пауза). Затем осуществляли подогрев затора до температуры 50...52 °С и выдерживали при этой температуре в течение 50...52 мин (белковая пауза). Затем температуру затора повышали до значения 60...62 °С и выдерживали в течение 60 мин (мальтозная пауза), после чего затор нагревали до температуры 70 °С (осахаривающая пауза). При этой температуре осуществляли осахаривание в течение 25...30 мин. Полноту осахаривания определяли по йодной пробе.

Сусло из экстракта ячменно-солодового неохмеленного (КПС) получали путем разведения его питьевой водой с последующим кипячением его в течение двух часов и охлаждением до температуры брожения. Микробиологические исследования проводили с использованием общепринятых методов исследований [23–30]. Концентрацию этанола определяли в соответствии с ГОСТ 12787 [31], бродильную активность весовым методом [32]; скорость сбраживания и удельную скорость сбраживании по методикам [33]. Статистическую обработку результатов исследования и формирование базы данных с результатами исследований проводили с использованием программы MS Excel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Важными факторами, определяющими бродильную способность дрожжевых клеток, а также их способность продуцировать вкусоароматические летучие вещества, является спо-



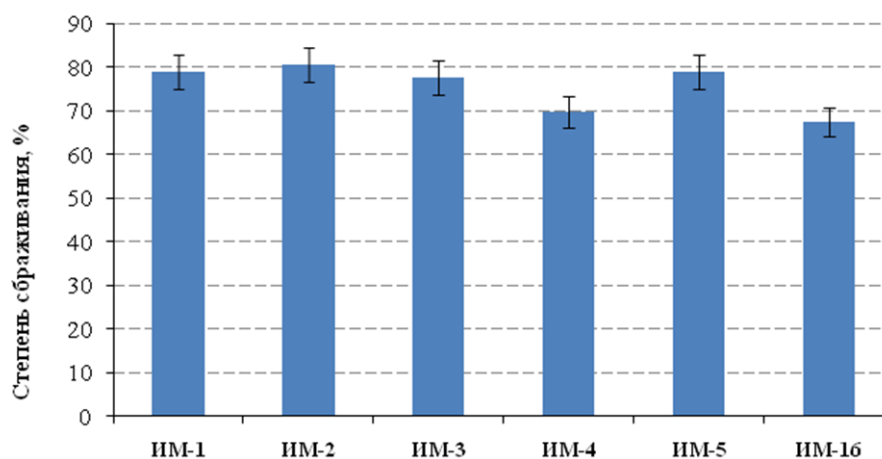
способность клеток адаптироваться к постоянно изменяющимся условиям внешней среды в процессе брожения. В свою очередь витальность клеток, их адаптационные возможности, биосинтетическая активность зависят от ряда факторов, таких как сбалансированность питательной среды, устойчивость к осмотическому, этанольному, температурному стрессам, и в том числе от штаммовых особенностей дрожжей и их физиологического состояния [23–26]. Витальность и физиологические свойства отобранных 6 экспериментальных образцов дрожжей – ИМ-1, ИМ-2, ИМ-3, ИМ-4, ИМ-5 – оценивали по следующим показателям, характеризующим физиологические и технологические свойства источника брожения – степени сбраживания (ССБ) и скорости сбраживания, удельной скорости роста культуры, содержанию общего количества (ОБКК) и почкующихся дрожжевых клеток (ПК<sub>после гл.бр.</sub>), концентрации гликогена (УП<sub>по гликогену</sub>), содержание мертвых клеток (МК), спиртообразование (СС) и др. В качестве объекта сравнения служил штамм дрожжей ИМ-16, выделенный с поверхности фруктов и относящийся к р. *Saccharomyces cerevisia*.

Исследования проводили на двух питательных средах – солодовом сусле (СС) с начальной концентрацией сухих веществ от 10 до 18 % и на сусле, приготовленном на основе концентрата пивного сула (КПС), с аналогичной начальной концентрацией сухих веществ. Процесс брожения осуществляли по двум режимам брожения: первый режим – при температуре (22±2) °С (верховое брожение); второй режим – при температуре – (7±2) °С (низовое брожение); продолжительность брожения составляла 8 сут. Норма внесения дрожжевой разводки составляла 20–30 см<sup>3</sup>/дм<sup>3</sup> с титром, указанным в табл. 3. Результаты исследований представлены на рис. 2–9.

**Табл. 3.** Титры культур для внесения в пивное сусло

**Table 3.** Titters of cultures to be added to beer wort

Наименование культуры	Титр, КОЕ/см <sup>3</sup>
<i>ИМ-1</i>	3,4×10 <sup>8</sup>
<i>ИМ-2</i>	6,0×10 <sup>8</sup>
<i>ИМ-3</i>	2,5×10 <sup>8</sup>
<i>ИМ-4</i>	2,5×10 <sup>8</sup>
<i>ИМ-5</i>	1,4×10 <sup>8</sup>
<i>ИМ-16</i>	2,4×10 <sup>8</sup>



**Рис. 2** Степень сбраживания дрожжей в зависимости от штамма

**Fig. 2.** Degree of yeast fermentation depending on the strain

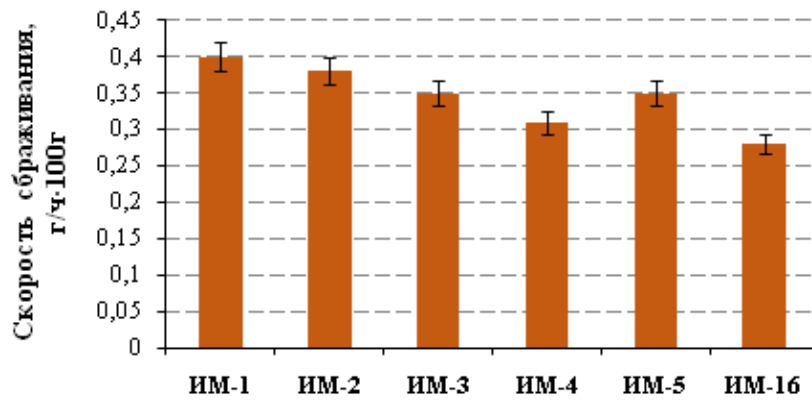


Рис. 3. Скорость сбраживания дрожжей в зависимости от штамма

Fig. 3. Yeast fermentation rate depending on the strain

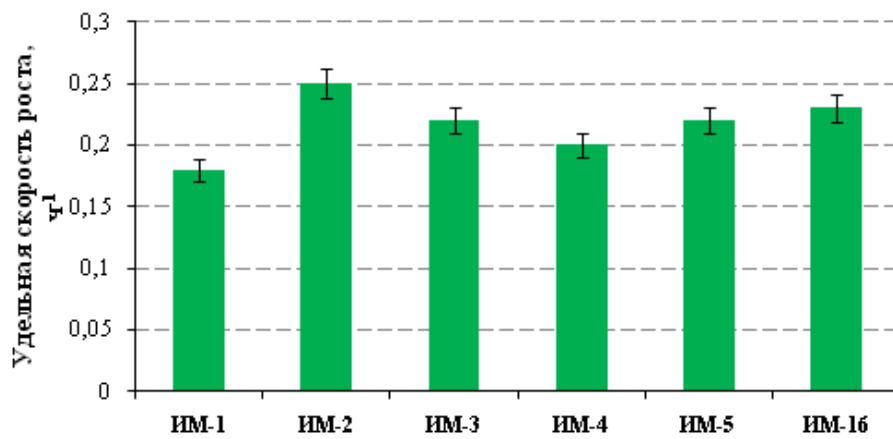


Рис. 4. Удельная скорость роста дрожжей в зависимости от штамма

Fig. 4. Specific growth rate of yeast depending on the strain

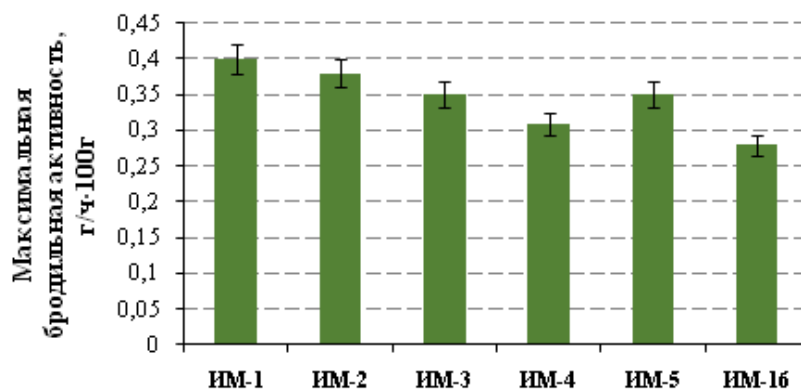
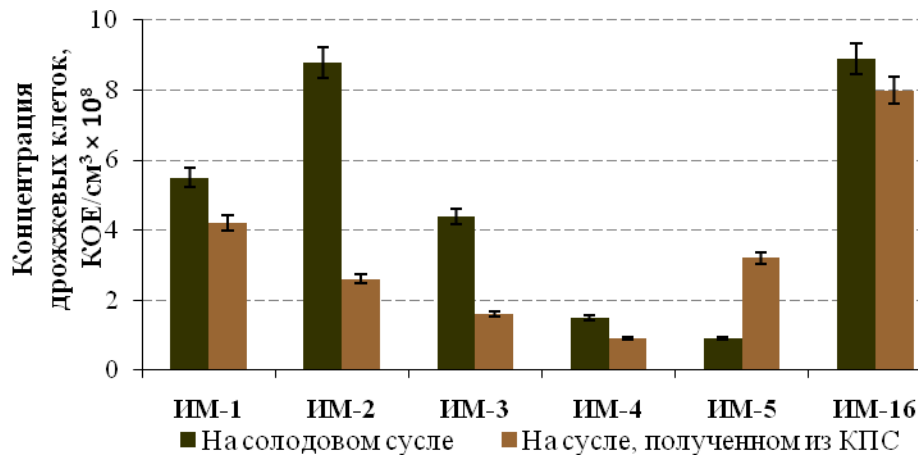


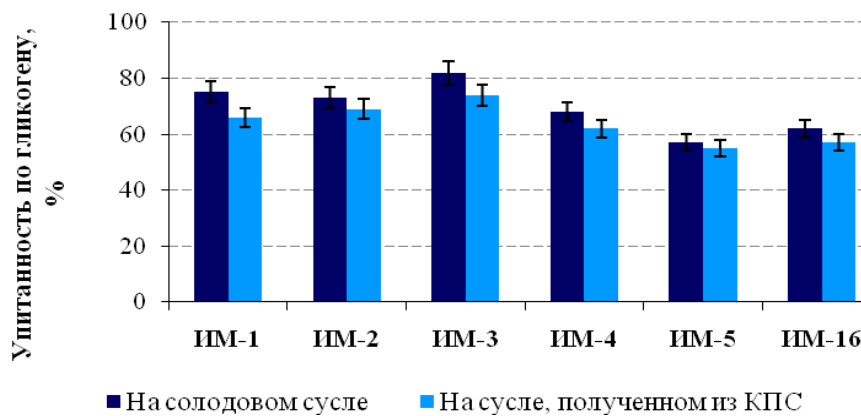
Рис. 5. Бродильная активность дрожжей в зависимости от штамма

Fig. 5. Fermentation activity of yeast depending on the strain



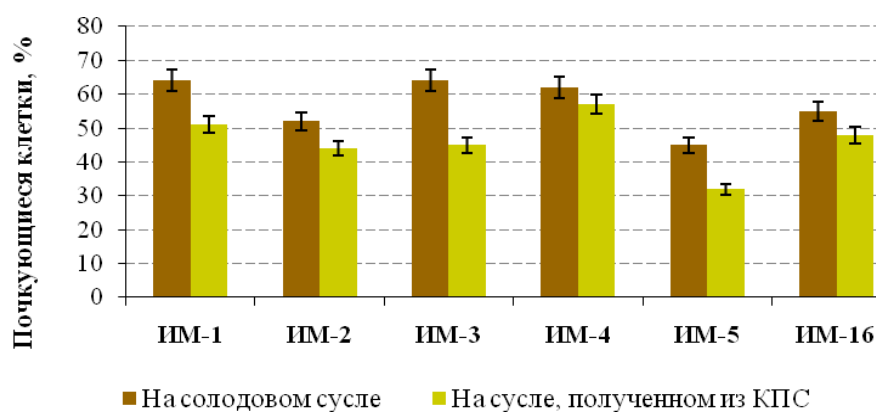
**Рис. 6.** Концентрация дрожжевых клеток после главного брожения в зависимости от штамма и вида сусла

**Fig. 6.** Concentration of yeast cells after the main fermentation depending on the yeast strain and the wort type



**Рис. 7.** Упитанность по гликогену в зависимости от штамма дрожжей и вида сусла

**Fig. 7.** Glycogen state depending on the yeast strain and the wort type



**Рис. 8.** Содержание почкующихся клеток после главного брожения в зависимости от штамма дрожжей и вида сусла

**Fig. 8.** Content of budding cells after the main fermentation depending on the yeast strain and the wort type

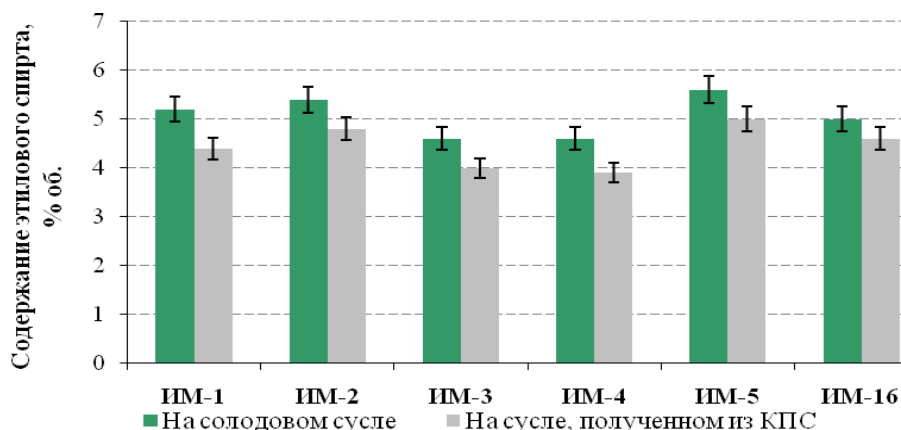


Рис. 9. Содержание этилового спирта в зависимости от штамма дрожжей и вида сусла

Fig. 9. Content of ethyl alcohol depending on the yeast strain and the wort type

На основании полученных экспериментальных данных по изучению физиологических и технологических свойств исследуемых образцов экспериментальных дрожжей составлены микробиологические карты с указанием особенностей развития исследуемых штаммов дрожжей на пивном сусле. Пример карты биотехнологических свойств штамма дрожжей ИМ-1 представлен в табл.4.

Табл. 4. Карта биотехнологических свойств штамма дрожжей ИМ-1

Table 4. Process sheet of biotechnological properties of yeast strain ИМ-1

Наименование показателей	Значение
<b>ИМ-1</b>	
Степень сбраживания, %	78,9 (высокосбраживающие)
Скорость сбраживания, г/ч x100 г	0,35–0,4 (высокая)
Удельная скорость роста, ч <sup>-1</sup>	0,18 (средняя)
Зависимость от осмотического стресса	средняя
Максимальная бродительная активность, г/ч x100 г	0,4
<b>На солодовом сусле:</b>	
ОБКК <sub>до начала брож.</sub> /ОБКК <sub>после гл.бр.</sub> =6,8x10 <sup>6</sup> /5,5x10 <sup>8</sup> КОЕ/см <sup>3</sup> ; МК=3,3–5,5%; УП <sub>по гликогену</sub> =61–75%; ПК <sub>после гл.бр.</sub> =56–64%; ССБ <sub>вид. после гл.бр.</sub> = 58–68%; ССБ <sub>действ. после гл.бр.</sub> = 59,6–64,4%; СС=4,6–5,2% об.	
<b>На сусле, полученном из КПС:</b>	
ОБКК <sub>до начала брож.</sub> /ОБКК <sub>после гл.бр.</sub> =6,8x10 <sup>6</sup> /4,2x10 <sup>7</sup> КОЕ/см <sup>3</sup> ; МК=4,0–8,5%; УП <sub>по гликогену</sub> =57–66%; ПК <sub>после гл.бр.</sub> =40–51%; ССБ <sub>вид. после гл.бр.</sub> = 51–63%; ССБ <sub>действ. после гл.бр.</sub> = 49,2–58,0%; СС=3,8–4,4% об.	

Таким образом, установлено, что физиологические свойства исследуемых дрожжей, их витальность и технологические свойства – степень сбраживания, скорость сбраживания, удельная скорость роста, бродительная активность и устойчивость к осмотическому стрессу зависят от ряда факторов – состава питательной среды, штаммовых особенностей и условий культивирования.

На основании экспериментальных данных получены зависимости концентраций дрожжевых клеток от продолжительности сбраживания пивного сусла, характеризующие динамику протекания циклов развития популяции исследуемых дрожжей и сопряжение их с периодом, когда дрожжи проявляют свою максимальную бродительную активность. Данные зависимости описывают поведение дрожжевых клеток при ферментации и позволяют контролировать и корректировать ключевые параметры процесса брожения в течение производственного цикла. Результаты исследований представлены на рис. 10–15.



Из полученных математических зависимостей следует, что для каждой исследуемой дрожжевой популяции характерна своя динамика изменения концентрации дрожжевых клеток в периодическом цикле брожения пивного сула. Развитие дрожжей штамма *ИМ-1* происходит в условиях низового брожения и подчиняется параболической зависимости – повышение биомассы в первый период ферментации (первые – третьи сутки брожения), с последующим переходом в стационарную фазу (четвертые – пятые сутки брожения) и фазу отмирания к окончанию процесса брожения.

Другие исследуемые экспериментальные штаммы дрожжей в условиях верхового брожения характеризуются неоднородной динамикой и скоростью изменения концентрации дрожжевых клеток в течение ферментации, что, вероятно, связано с более высокими температурами процесса и физиологическими штаммовыми особенностями.

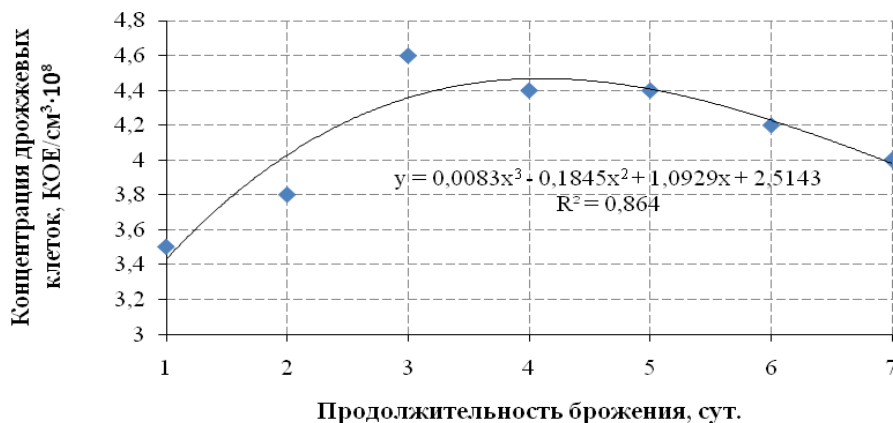


Рис. 10. Зависимость концентрации дрожжевых клеток *ИМ-1* от продолжительности брожения

Fig. 10. Concentration of yeast cells *IM-1* depending on the time of fermentation

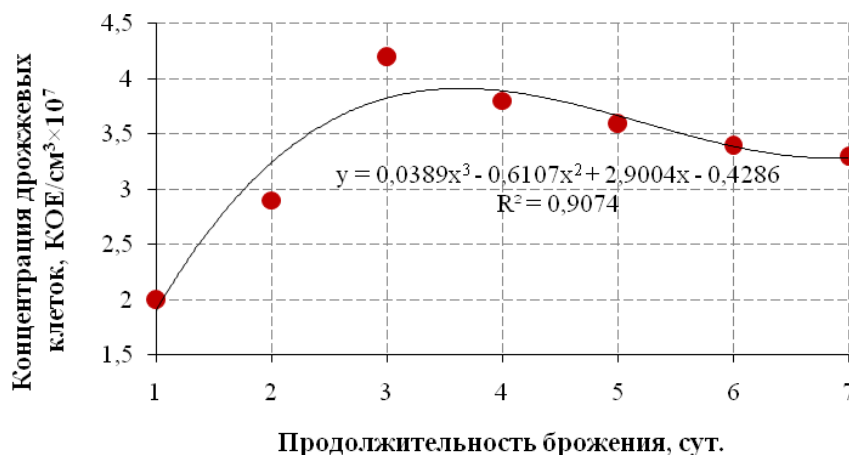


Рис. 11. Концентрация дрожжевых клеток *ИМ-2* в зависимости от продолжительности брожения

Fig. 11. Concentration of yeast cells *IM-2* depending on the time of fermentation

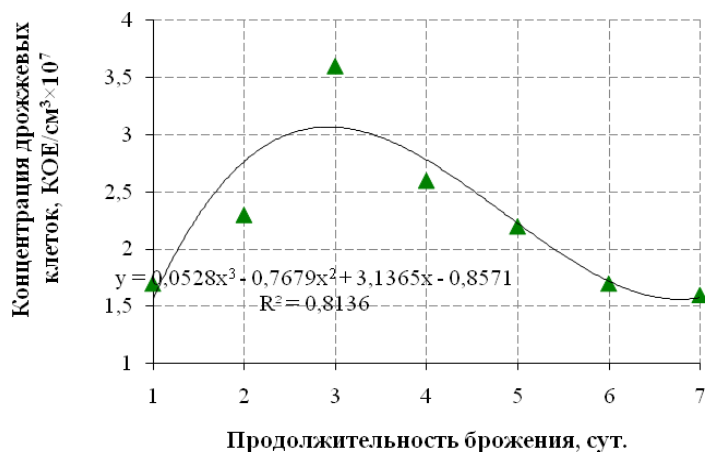


Рис. 12. Концентрация дрожжевых клеток *ИМ-3* в зависимости от продолжительности брожения

Fig. 12. Concentration of yeast cells *IM-3* depending on the time of fermentation

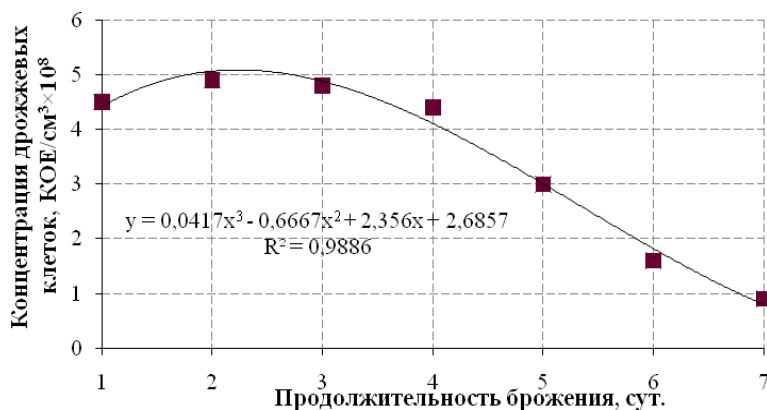


Рис. 13. Концентрация дрожжевых клеток *ИМ-4* в зависимости от продолжительности брожения

Fig. 13. Concentration of yeast cells *IM-4* depending on the time of fermentation

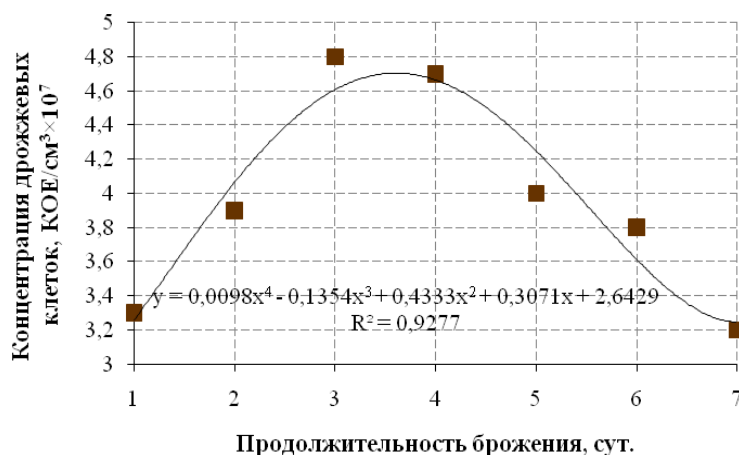
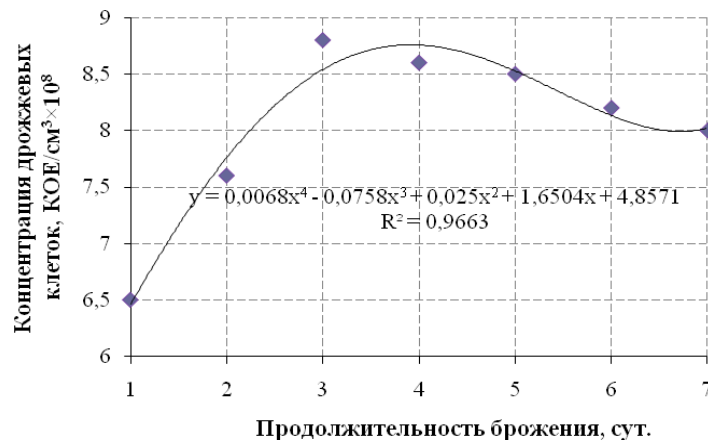


Рис. 14. Концентрация дрожжевых клеток *ИМ-5* в зависимости от продолжительности брожения

Fig. 14. Concentration of yeast cells *IM-5* depending on the time of fermentation



**Рис. 15.** Концентрация дрожжевых клеток штамма *ИМ-16* в зависимости от продолжительности брожения

**Fig. 15.** Concentration of yeast cells *IM-16* depending on the time of fermentation

Таким образом, проведенные экспериментальные и математические исследования позволили установить кинетику развития экспериментальных биокультур дрожжей, применительно к условиям крафтового пивоварения, и определить фазу их максимальной клеточной активности. Полученные результаты легли в основу методических рекомендаций по использованию новых штаммов дрожжей в крафтовом пивоварении.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные экспериментальные исследования позволили обосновать использование новых высокоактивных штаммов дрожжей для крафтового пивоварения. Установлено, что экспериментальные штаммы дрожжей, предоставленные Институтом микробиологии НАН Беларуси – *ИМ-1*, *ИМ-2*, *ИМ-3*, *ИМ-4*, *ИМ-5*, характеризуются высокими физиологическими и технологическими свойствами – витальностью (титр  $1,4\text{--}6,0 \times 10^8$ ), удельной скоростью роста ( $0,18\text{--}0,25 \text{ ч}^{-1}$ ), бродильной активностью ( $0,28\text{--}0,31 \text{ г/ч} \times 100 \text{ г}$ ), скоростью и степенью сбраживания ( $70\text{--}80 \%$ ).

Изученные штаммы дрожжей рекомендованы для применения в промышленности, в т.ч. в целях импортозамещения и создания отечественной коллекции дрожжей. Позволяют сформировать заданный вкусоароматический профиль готового продукта. Технологически эффективны, не требуют дополнительного оборудования и других капитальных затрат при использовании в производстве.

Теоретическая значимость исследования состоит в развитии методов эффективного управления процессами дрожжегенерации пивоваренных дрожжей при их использовании в качестве источника брожения.

Исследования проводились в рамках выполнения государственной научно-технической программы «Промышленные био- и нанотехнологии - 2020», 2016-2020 годы (номер госрегистрации 20200155) в рамках задания 4-22 «Разработать и внедрить технологию получения жидких дрожжей для крафтового пивоварения» при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь.

**ЛИТЕРАТУРА**

- 1 Петроченков, А. В. Крафтовое пиво. Пивная революция / А. В. Петроченков. – М.: Эксмо. – 2018. – 208 с.
- 2 Annemuller, G. The yeast in the brewery / G. Annemuller, H.-J. Manger, P.Lietz. – VLB Berlin. – 2011. – 430 с.
- 3 Цед, Е. А. Технология крафтового пива на основе применения жидких культур дрожжей: моногр. / Е. А. Цед. – Могилев: БГУТ, 2023. – 292 с.
- 4 Цед, Е. А. Перспективы использования жидких дрожжей в крафтовом пивоварении / Е. А. Цед, А. В. Батулев // *Материалы XIII Международной научно-технической конференции «Техника и технология пищевых производств» Могилев, 23–24 апреля 2020 г. / Могилевский гос. ун-т продовольствия; редкол.: А. В. Акулич [и др.]*. – Могилев, 2020. – С. 51–52.
- 5 Меледина, Т. В. Роль штаммов характеристик дрожжей и формирование вкуса и аромата пива / Т. В. Меледина // *Мир пива*. 1997. – № 1. – С. 38–43.
- 6 Фараждева, Е. Д. Значение расы дрожжей в формировании вкуса и аромата пива / Е. Д. Фараждева, Е. В. Ермошкина // *Пиво и напитки*. 1999. – № 1. – С. 24–26.
- 7 Крюгер, Л. Обмен веществ дрожжей и его влияние на вкус и аромат пива // Л. Крюгер // *Спутник пивовара*. 1999. – № 1–2. – С. 31–48.
- 8 Киселева, И. В. Способ интенсификации процесса сбраживания пива / И. В. Киселева, М. В. Гернет // *Пиво и напитки*. 2004. – № 2. – С. 11–18.
- 9 Коновалов, С. А. Биохимия дрожжей / С. А. Коновалов. – М.: Пищевая промышленность. – 1980. – 271 с.
- 10 Меледина, Т. В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении / Т. В. Меледина. – СПб.: Профессия. – 2003. – 304 с.
- 11 Бурак, Л. Ч. Состояние и развитие крафтового пива. Обзор /Л. Ч. Бурак // *The scientific heritage*// – 2022. – № 87. – С. 52–66.
- 12 Качмазов, Г. С. Дрожжи бродильных производств / Г. С. Качмазов. – СПб.: Лань. – 2012. – 224 с.
- 13 Бэмфорд, Ч. Новое в пивоварении. – СПб.: Профессия. – 2007. – 220 с.
- 14 Филимонова, Т. И. Проблемы плотного пивоварения / Т. И. Филимонова, О. А. Борисенко, Т.П. Рыжова // *Пиво и напитки*. 2006. – № 1. – С. 26–27.
- 15 Мартыненко, Н. Н. Решение проблем сухих спиртовых дрожжей / Н. Н. Мартыненко, В. В. Верченков, Л. В. Римарева // *Производство спирта и ликеро-водочных изделий*. 2007. – № 2. – С. 10–14.
- 16 Меледина, Т. В. Пиво с высокой массовой долей сухих веществ / Т. В. Меледина, С. А. Черепанов // *Индустрия напитков*. 2006. – № 5. – С. 12–18.
- 17 О'Конер-Кокс, А. Оптимизация процесса ведения дрожжей на пивоваренном заводе /А. О'Конер-Кокс // *Спутник пивовара*. 1999. – № 3–4. – С. 30–36.
- 18 Меледина, Т. В. Особенности метаболизма трегалозы у пивных дрожжей низового брожения / Т. В. Меледина // *Пиво и напитки*. 2004. – № 4. – С. 23–27.
- 19 Салохина, Г. А. Физиологическая регуляция метаболизма дрожжей / Г. А. Салохина. – Мн.: Наука и техника. – 1991. – 332 с.
- 20 Борисова, С. В. Использование дрожжей в промышленности. – СПб.: ГИОРД. – 2008. – 216 с.
- 21 Романовская, Т. В. Скрининг и характеристика пивоваренных дрожжей верхового и низового брожения / Т. В. Романовская [и др.] // *Микробные технологии: фундаментальные и прикладные аспекты*. –Т.12. – 2021. – С. 388–401.
- 22 Кунце, В. Технология солода и пива / Кунце, В. – СПб.: Профессия. – 2009. – 1064 с.
- 23 Прист, Ф. Дж. Микробиология пива / Ф. Дж. Прист. – СПб.: Профессия. – 2005. – 463 с.
- 24 Меледина, Т. В. Качество пива: стабилизация вкуса и аромата, коллоидная стойкость, дегустация / Т. В. Меледина. – СПб.: Профессия. – 2011. – 220 с.
- 25 Филимонова, Т. И. Расы дрожжей для сбраживания плотного пива / Т. И. Филимонова, О. А. Борисенко // *Пиво и напитки*. 2004. – № 1. – С. 22–23.
- 26 Третьяк, Л. Н. Технология производства пива с заданными свойствами / Л. Н. Третьяк // *Монография*. – СПб.: Профессия. – 2012. – 463 с.
- 27 Слюсаренко, Т. П. Лабораторный практикум по микробиологии пищевых производств /Т. П. Слюсаренко. – М.: Пищевая промышленность, 1984. – 207 с.
- 28 ГОСТ 26669-85. Продукты пищевые и вкусовые. Подготовка проб для микробиологических анализов. – Введ. 01.07.86. – М.: Стандартинформ, 2010. – 74 с.
- 29 ГОСТ 10444.12-2013. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов. – Введ. 01.07.2015. – М.: Стандартинформ, 2015. – 63 с.
- 30 ГОСТ 26670-91. Продукты пищевые. Методы культивирования микроорганизмов. – Введ. 01.01.1993. – М.: Стандартинформ, 1993. – 7 с.
- 31 ГОСТ 12787-81. Пиво. Методы определения спирта, действительного экстракта и расчет сухих веществ в начальном сусле. – Введ. 01.01.83. – М.: Стандартинформ, 2011. – 46 с.

32 Жвирблянская, А. Ю. Дрожжи в пивоварении / А. Ю. Жвирблянская. М.: Пищевая промышленность – 1979. – 247 с.

33 Нетрусов, А. И. Практикум по микробиологии / А. И. Нетрусов. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 608 с.

*Поступила в редакцию 17.06.2023 г.*

**ОБ АВТОРАХ:**

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

**ABOUT AUTHORS:**

**Elena A. Tsed**, D. Sc. (Engineering), Associate Professor, Head of the Department of Food Production Technologies, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: tsedelena@inbox.ru.

УДК 637.5.05

## СУБПРОДУКТЫ ПТИЦЫ: КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ, ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

*О. Г. Ходорева, К. А. Марченко, С. А. Гордынец*

*РУП «Институт мясо-молочной промышленности», Республика Беларусь*

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Повышение эффективности использования на пищевые цели белоксодержащих ресурсов посредством более полного вовлечения в производственный оборот субпродуктов, получаемых при переработке птицы в качестве побочных продуктов убоя, является актуальным. Научная задача – обоснование и измерение комплекса показателей реологических и функционально-технологических свойств субпродуктов, актуальных для современного уровня развития технологий мясной продукции и требований к их качеству.

**Материалы и методы.** Субпродукты цыплят-бройлеров (печень, сердце, мышечный желудок) и мясо цыплят-бройлеров (мякоть бедра). Общепринятые и специальные методы исследований.

**Результаты.** Проведена оценка общего химического состава (белок, жир, влага) и энергетической ценности субпродуктов цыплят-бройлеров. Дана характеристика аминокислотного состава и сбалансированности белка, а также реологических свойств (предельное напряжение сдвига, удельное усилие резания, адгезионное напряжение, модуль упругости, соотношение упругой и пластической деформации) субпродуктов цыплят-бройлеров.

**Выводы.** Результаты исследований могут служить справочно-информационным материалом для определения сочетаемости компонентов в рецептуре, оптимизации выбора соотношений ингредиентов, с учетом вероятности взаиморегулирования свойств как отдельных составляющих, так и получаемой системы в целом.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** субпродукты цыплят-бройлеров; аминокислотный состав; сбалансированность; биологическая ценность; функционально-технологические свойства; структурно-механические свойства.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Ходорева, О. Г. Субпродукты птицы: комплексная оценка биологической ценности, функционально-технологических и реологических свойств / О. Г. Ходорева, К. А. Марченко, С. А. Гордынец // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2023. – № 1(34). – С. 78–89.

## POULTRY BY-PRODUCTS: A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF BIOLOGICAL VALUE, FUNCTIONAL-TECHNOLOGICAL AND RHEOLOGICAL PROPERTIES

*O. G. Khodoreva, K. A. Marchenko, S. A. Gordynets*

*RUE «Institute for Meat and Dairy Industry», Republic of Belarus*

### ABSTRACT

**Introduction.** Increasing efficiency of using protein sources for food purposes by wider use of by-products obtained during poultry processing as by-products of slaughter is of current importance. The scientific task is to substantiate and define a set of indicators of rheological and functional-technological properties of by-products that are relevant for the current level of the development of technologies for meat products and requirements for their quality.

**Materials and methods.** Broiler chicken by-products (liver, heart, muscular stomach) and meat (boneless thigh). Generally accepted and specialized research methods.

**Results.** The assessment of the total chemical composition (protein, fat, moisture) and the energy value of the offal of broiler chickens was carried out. There were determined amino acid composition and protein bal-

ance, as well as rheological properties (ultimate shear stress, specific cutting force, adhesive stress, coefficient of elasticity, ratio of elastic and plastic deformation) of broiler chicken by-products.

**Conclusions.** The obtained results can be used as reference and informational materials for determining the compatibility of the components in the formulation as well as for optimizing the selection of ingredient ratios, taking into account the probability of adjusting the properties of both the individual components and the resulting system as a whole.

**KEY WORDS:** *broiler chicken by-products; amino acid composition; balance; biological value; functional and technological properties; structural and mechanical properties.*

**FOR CITATION:** Khodoreva, O. G. Poultry by-products: a comprehensive assessment of biological value, functional-technological and rheological properties / O. G. Khodoreva, K. A. Marchenko, S. A. Gordynets // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2023. – № 1(34). – P. 78–89 (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

В условиях сложившейся в последнее время нестабильной экономической ситуации одной из основных задач, стоящих перед мясо- и птицеперабатывающей промышленностью, является обеспечение всех слоев населения доступной мясной продукцией, характеризующейся высокими потребительскими свойствами и биологической ценностью.

Перспективным направлением в решении поставленной задачи является повышение эффективности использования на пищевые цели всех имеющихся белоксодержащих ресурсов, получаемых при переработке скота и птицы, поскольку белок является одним из важнейших и наиболее дефицитных пищевых компонентов [1–4].

Субпродукты птицы, как побочные продукты убоя, составляют около 10–15 % от живой массы птицы, содержат значительные ресурсы животного белка и занимают достаточно высокую долю в объемах производства. Так, объем производства субпродуктов сельскохозяйственной птицы в Республике Беларусь за 2020 г. в натуральном выражении составил 30 290 тонн (по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь).

Однако, несмотря на высокое содержание белка в субпродуктах сельскохозяйственной птицы, уровень их биологической ценности варьируется в зависимости от вида птицы и наименования субпродукта. Имеющиеся справочные данные по аминокислотному составу и сбалансированности субпродуктов, на которые опираются исследователи, представляют собой результаты исследований более чем двадцатилетней давности [4–7]. В связи с изменениями технологий выращивания и откорма птицы, развитием селекции, пересмотром формулы идеального белка и т.д., для установления возможности применения субпродуктов цыплят-бройлеров при изготовлении мясной продукции с высокими потребительскими характеристиками актуальным является изучение их аминокислотного состава и сбалансированности.

Кроме того, высокая степень разнородности морфологического и химического состава субпродуктов усложняет их дальнейшее применение в производстве и может приводить к значительным колебаниям в качестве готовой продукции, в связи с чем необходим специальный подход при их переработке. Принимая во внимание специфичность субпродуктов, для определения их технологической совместимости и прогнозирования поведения во время промышленной переработки, целесообразным и актуальным является изучение совокупности их функционально-технологических и структурно-механических (реологических) свойств.

Цель исследования – формирование справочных данных о реологических и функционально-технологических свойствах, аминокислотном составе субпродуктов птицы для организации производства мясной продукции на их основе с высокими потребительскими характеристиками.

Научная задача – обоснование и измерение комплекса показателей реологических и функционально-технологических свойств субпродуктов, актуальных для современного уровня развития технологий мясной продукции и требований к их качеству.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

В качестве объектов исследований использовались субпродукты цыплят-бройлеров – печень, сердце, мышечный желудок, а также с целью осуществления сравнительного анализа – мясо цыплят-бройлеров (мякоть бедра), отобранные из усредненной партии, полученной в промышленных условиях на птицеперерабатывающем предприятии Республики Беларусь.

Проведение лабораторных испытаний осуществляли с использованием следующих методов исследований:

- массовая доля белка по ГОСТ 25011-2017;
- массовая доля жира по ГОСТ 23042-2015;
- массовая доля влаги по ГОСТ 9793-2016;
- аминокислотный состав с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии по МВИ.МН 1363-2000.

Определение калорийности, аминокислотного сора – методом расчета на основании результатов лабораторных исследований по формулам, изложенным в [8].

Определение влагосвязывающей способности (ВСС) методом прессования по методу Грау и Хамма в модификации Воловиной, определение влагоудерживающей способности (ВУС) и определение жирудерживающей способности (ЖУС) осуществляли по методикам, изложенным в [9].

Изучение структурно-механических (реологических) свойств субпродуктов проводили методом анализа профиля текстуры (ТРА) на специальном приборе – анализатор текстуры «Brookfield СТ3» (Brookfield, США) по методике, приведенной в [10]. Испытания проводились в трехкратной повторности по каждому наименованию образца с вычислением среднего значения.

Определение предельного напряжения сдвига проводили при следующих параметрах испытания: усилие касания  $F_K=1$  г, скорость нагружения (движения) индентора  $V=1$  мм/с, глубина внедрения индентора  $H=10$  мм, наличие реверсионного движения с аналогичными характеристиками. В качестве индентора (измерительного инструмента) использовали конус с углом при вершине  $\alpha =60^\circ$ .

Определение усилия резания проводили при следующих параметрах испытания: усилие касания  $F_K=10$  г, скорость нагружения (движения) индентора  $V=0,5$  мм/с, глубина внедрения индентора  $H=10$  мм. В качестве индентора использовали металлический нож длиной 70 мм и толщиной у основания 0,15 мм.

Адгезионное напряжение определяли путем измерения усилия отрыва индентора от исследуемого образца при следующих параметрах испытания: усилие касания  $F_K=10$  г, скорость нагружения (движения) индентора  $V=0,5$  мм/с, длительность стабилизации  $\tau = 10$  с, глубина внедрения индентора  $H=10$  мм. В качестве индентора использовали цилиндр эбонитовый диаметром 12,7 мм.

Модуль упругости определяли путем сжатия образца при следующих параметрах испытания: усилие касания  $F_K=10$  г, скорость нагружения (движения) индентора  $V=1,0$  мм/с, глубина внедрения индентора  $H$  (мм) принята как 1/3 первоначальной высоты образца. В качестве индентора использовали цилиндрический датчик (диск) диаметром 38,1 мм. Отношение упругой деформации к пластической определяли при выполнении исследований на сжатие при параметрах испытания, аналогичных определению модуля упругости.



## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Пищевая и биологическая ценность.** Пищевая ценность, наряду с безопасностью, является основным признаком качества пищевых продуктов и представляет собой комплекс свойств, обеспечивающих физиологические потребности человека в необходимых веществах и энергии. Основными показателями, характеризующими пищевую ценность мясной продукции, традиционно служат массовая доля белка и массовая доля жира. Однако, несмотря на значимость, общее содержание основных макронутриентов не дает полного представления о биологической ценности субпродуктов. Для мясной продукции биологическая ценность в первую очередь представляет собой показатель качества белковых компонентов и определяется аминокислотным составом белка (в большей степени содержанием незаменимых аминокислот) и его сбалансированностью, а также уровнем перевариваемости и ассимиляции в организме [8].

В табл. 1. приведены результаты лабораторных исследований по определению общего химического состава (белок, влага и жир) субпродуктов и мяса цыплят-бройлеров, а также результаты расчетов их энергетической ценности (калорийности).

**Табл. 1.** Общий химический состав субпродуктов и мяса цыплят-бройлеров

**Table 1.** Total chemical composition of broiler chicken meat and by-products

Наименование показателя	Мякоть бедра	Печень	Сердце	Мышечный желудок
Массовая доля влаги, %	70,9	76,7	75,3	73,5
Массовая доля белка, %	17,2	19,5	17,1	17,9
Массовая доля жира, %	8,7	4,0	5,9	6,6
Энергетическая ценность, ккал/100г	147,1	114,0	121,5	131,0

Исследования химического состава субпродуктов цыплят-бройлеров показали, что в них содержатся значительные ресурсы животного белка – 17,1–19,5 %, при этом по его содержанию субпродукты не уступают мякоти бедра. Содержание жира у всех исследуемых субпродуктов ниже по сравнению с мясом цыплят-бройлеров (на 24–54 %), причем наименьшим содержанием отличается печень. Содержание влаги в образцах субпродуктов цыплят-бройлеров незначительно выше по сравнению с мякотью бедра (на 3,7–8,2 %).

В части калорийности можно отметить, что все изученные наименования субпродуктов цыплят-бройлеров отличаются невысокой калорийностью (114,0–131,0 ккал/100 г), в том числе по отношению к мякоти бедра (147,1 ккал/100г).

В табл. 2 представлены результаты лабораторных исследований по определению содержания незаменимых и заменимых аминокислот.

Сравнительный анализ содержания незаменимых аминокислот в 100 г мякоти бедра и субпродуктов показывает, что по содержанию:

- *изолейцина* – исследуемые субпродукты превосходят мякоть бедра (содержание выше на 8–65 %), при этом самое высокое содержание характерно для печени;

- *лейцина* – исследуемые субпродукты превосходят мякоть бедра (содержание выше на 10–68 %), при этом самое высокое содержание характерно также для печени;

- *лизина* – наиболее приближена к мякоти бедра печень (различие менее 1 %), немного уступает мышечный желудок (на 16 %). В сердце содержание лизина существенно ниже, чем в мякоти бедра – в 1,8 раза;

- *метионина и цистеина* (серосодержащих аминокислот) – печень и мышечный желудок превосходят мякоть бедра (на 6 и 13 % соответственно), сердце же уступает мякоти бедра (содержание ниже в 1,6 раза);

- *фенилаланина и тирозина* – все исследуемые субпродукты превосходят мякоть бедра (на 18–36 %);

- *треонина* – наиболее сопоставимы с мякотью бедра такие субпродукты, как печень (выше на 18 %) и мышечный желудок (выше на 0,4 %). Сердце характеризуется более низким уровнем содержания треонина (ниже на 18 % по сравнению с мякотью бедра);

- *валина* – печень существенно превосходит мякоть бедра (выше на 43 %), остальные образцы также превосходят, но в меньшей степени (в пределах 8 %);

- *гистидина* – исследуемые субпродукты превосходят мякоть бедра на 23–76 %;

- *триптофана* – исследуемые субпродукты цыплят-бройлеров уступают мякоти бедра на 6–21 %, причем наименьшее содержание характерно для печени.

Сравнительный анализ содержания заменимых аминокислот (ЗАК) показывает, что их количество незначительно варьируется по отношению к мякоти бедра – различие в пределах 12 % в зависимости от наименования субпродукта.

**Табл. 2.** Аминокислотный состав субпродуктов и мяса цыплят-бройлеров

**Table 2.** Amino acid composition of broiler chicken meat and by-products

Наименование показателя	Мякоть бедра	Печень	Сердце	Мышечный желудок
Содержание незаменимых аминокислот (НАК), мг/100 г продукта				
Изолейцин	765,7	1265,1	828,7	929,2
Лейцин	1235,2	2077,0	1360,1	1583,8
Лизин	1563,2	1557,5	854,7	1309,1
Метионин + цистеин*	448,5	475,1	275,0	507,2
Фенилаланин + тирозин*	1312,9	1791,6	1544,4	1631,3
Треонин	784,0	891,5	642,3	787,2
Валин	854,8	1218,9	921,0	896,4
Гистидин	341,6	601,5	501,6	418,5
Триптофан**	222,0	176,0	199,0	208,0
Содержание заменимых аминокислот (ЗАК), мг/100 г продукта				
Аспарагиновая кислота	1291,3	1615,5	1264,3	1535,0
Глютаминовая кислота	2450,4	2609,3	2044,0	2834,0
Серин	738,3	829,3	641,8	787,1
Глицин	918,7	918,5	834,1	1160,4
Аргинин	1059,5	1228,5	1180,4	1008,8
Аланин	1428,3	996,5	834,1	1094,4
Пролин	968,4	1248,0	1030,9	1120,0

\* Содержание данных аминокислот определяется в сумме, так как организм человека может получать из метионина – цистеин, из фенилаланина – тирозин. Поэтому при недостаточном содержании в потребляемом белке цистеина [тирозина] потребность организма в метионине [фенилаланине] увеличивается, а при недостаточном содержании – значительно уменьшается. Цистеин и тирозин являются заменимыми лишь при условии достаточного поступления с пищей метионина и фенилаланина соответственно [11].

\*\* Содержание триптофана – по [12].

Биологическая ценность белков зависит не только от содержания в них НАК, но и от их соотношения. Аминокислоты должны поступать в организм в определенных соотношениях между собой, так как аминокислотный дисбаланс может проявляться в нарушении процессов метаболизма.

Наиболее часто применяемой методикой оценки биологической ценности белка является расчет аминокислотного скор (АС), который предусматривает оценку путём сравнения аминокислотного состава исследуемого продукта и эталонного белка. Эталонный белок

представляет собой теоретический белок, идеально сбалансированный по аминокислотному составу, который полностью удовлетворяет потребности человека в незаменимых аминокислотах. Аминокислотную формулу эталонного белка периодически пересматривают на международных собраниях экспертов ФАО/ВОЗ с учетом совершенствования медико-биологических исследований, накопления статистического материала и развития нутрициологии. Наиболее актуальные данные приведены в докладе консультации экспертов ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН) за 2011 год, опубликованном в 2013 году [13–15].

В табл. 3 представлены: аминокислотный состав эталонного белка, результаты лабораторных исследований по содержанию незаменимых аминокислот в пересчете на 100 г белка и результаты расчетов аминокислотных скоров незаменимых аминокислот различных субпродуктов и мякоти бедра цыплят-бройлеров.

**Табл. 3.** Аминокислотная сбалансированность субпродуктов и мяса цыплят-бройлеров

**Table 3.** Amino acid balance of broiler chicken meat and by-products

Наименование показателя		Эталон, рекомендуемый ФАО для взрослых, 2011 [13, 14]	Мякоть бедра	Печень	Сердце	Мышечный желудок
Изолейцин	мг/ 100 г белка	3	4,45	6,49	4,85	5,19
	Скор, %	–	<b>148,4</b>	<b>216,3</b>	<b>161,5</b>	<b>173</b>
Лейцин	мг/ 100 г белка	6,1	7,18	10,65	7,95	8,85
	Скор, %	–	<b>117,7</b>	<b>174,6</b>	<b>130,4</b>	<b>145</b>
Лизин	мг/ 100г белка	4,8	9,09	7,99	5,00	7,31
	Скор, %	–	<b>189,3</b>	<b>166,4</b>	<b>104,1</b>	<b>152,4</b>
Метионин + цистеин	мг/ 100г белка	2,3	2,61	2,44	1,61	2,83
	Скор, %	–	<b>113,4</b>	<b>105,9</b>	<b>69,9</b>	<b>123,2</b>
Фенилаланин + тирозин	мг/ 100г белка	4,1	7,63	9,19	9,03	9,11
	Скор, %	–	<b>186,2</b>	<b>224,1</b>	<b>220,3</b>	<b>222,3</b>
Треонин	мг/ 100г белка	2,5	4,56	4,57	3,76	4,40
	Скор, %	–	<b>182,3</b>	<b>182,9</b>	<b>150,2</b>	<b>175,9</b>
Валин	мг/ 100г белка	4	4,97	6,25	5,39	5,01
	Скор, %	–	<b>124,2</b>	<b>156,3</b>	<b>134,6</b>	<b>125,2</b>
Гистидин	мг/ 100г белка	1,6	1,99	3,08	2,93	2,34
	Скор, %	–	<b>124,1</b>	<b>192,8</b>	<b>183,3</b>	<b>146,1</b>
Триптофан	мг/ 100г белка	0,66	1,29	0,90	1,16	1,16
	Скор, %	–	<b>195,6</b>	<b>136,8</b>	<b>176,3</b>	<b>176,1</b>
Сумма НАК, мг/100г белка		29,06	43,77	51,56	41,68	46,21
Лимитирующая НАК (1-я), скор, %		–	–	–	Метионин + цистеин, 69,9	–

Исходя из полученных результатов (табл. 3) определено, что сумма незаменимых аминокислот в 100 г белка всех образцов субпродуктов превышает их сумму в 100 г эталонного белка на 43–77 %.

Установлено, что аминокислотный скор:

- для печени, сердца и мышечного желудка – не лимитирован, т.е. отсутствуют незаменимые аминокислоты, лимитирующие биологическую ценность;

- для сердца – лимитирован по сумме серосодержащих аминокислот метионина и цистеина (69,9 %).

Таким образом определено, что по аминокислотной сбалансированности белка лучшими показателями, не уступающими мякоти бедра, характеризуются печень и мышечный желудок. Сердце уступает мякоти бедра, что связано с более низким содержанием в его белке серосодержащих аминокислот.

**Функционально-технологические свойства (ФТС).** Под ФТС мясного сырья понимают комплекс показателей, которые характеризуют его способность связывать и удерживать влагу и жир, формировать стабильные эмульсии и т.д. ФТС определяют способность конкретного пищевого ингредиента выполнять те или иные структурные функции в пищевых системах.

В настоящей работе изучены такие ФТС субпродуктов цыплят-бройлеров, как влагосвя- зывающая (ВСС), влагоудерживающая (ВУС) и жирудерживающая (ЖУС) способности. Способности мясного сырья связывать и удерживать влагу и жир могут оказывать влияние на такие характеристики мясных продуктов, как сочность, нежность, товарный вид, потери при термической обработке и т.д.

На рис. 1 приведены результаты изучения ФТС субпродуктов и мякоти бедра цыплят-бройлеров.

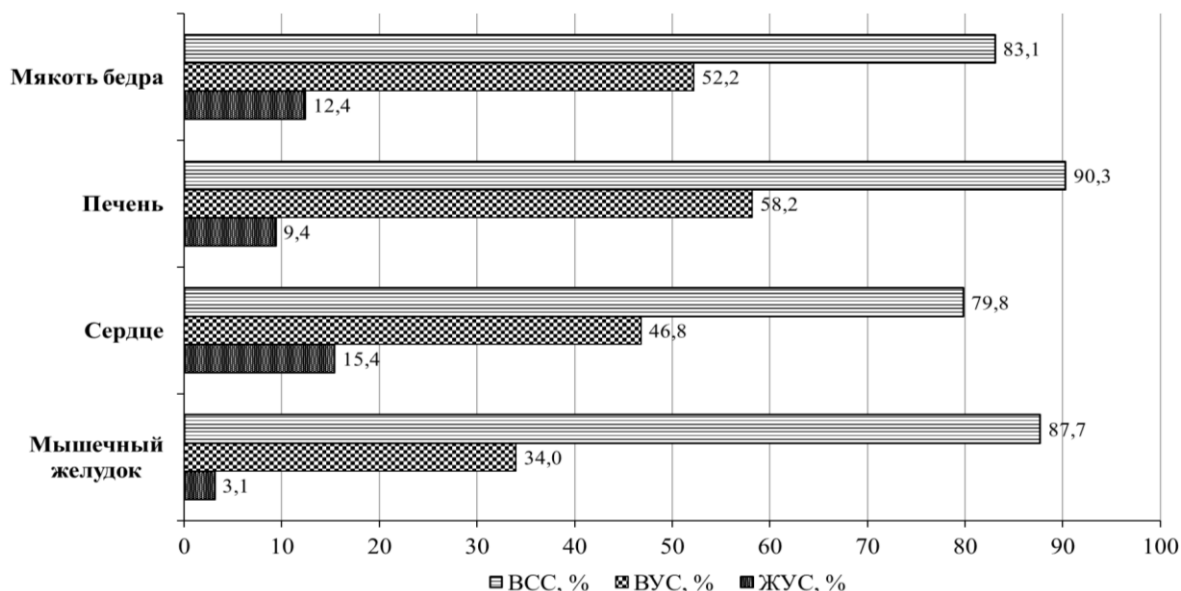


Рис. 1. Функционально-технологические свойства субпродуктов и мяса цыплят-бройлеров

Fig. 1. Functional and technological properties of broiler chicken meat and by-products

Согласно полученным данным, по величине ВСС печень и мышечный желудок превосходят мякоть бедра на 8,7 % и 5,5 % соответственно, а сердце немного уступает – на 4,0 %.

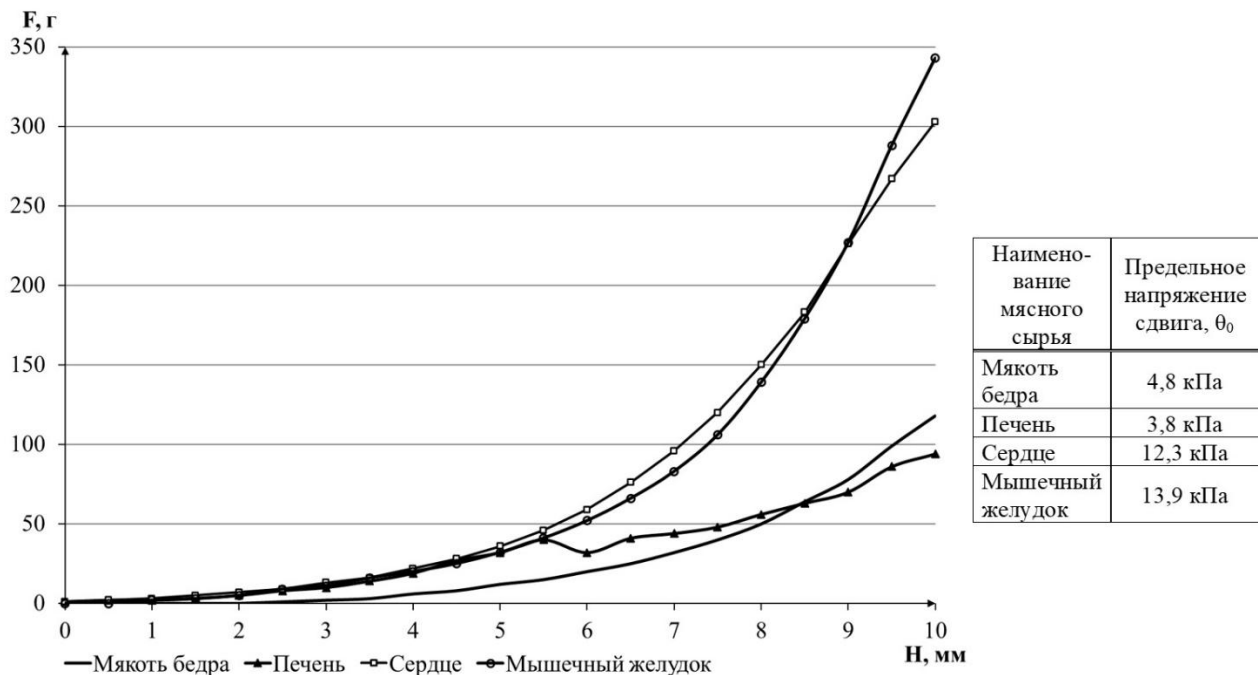
По величине ВУС большей величиной по отношению к мякоти бедра характеризовалась только печень (выше на 11,5 %). Уступало мякоти бедра в меньшей степени сердце (ниже на 10,3 %), в большей степени мышечный желудок (ниже на 34,8 %). Принимая во внимание достаточно высокие потери влаги при тепловой обработке для большинства субпродуктов, которые могут привести к снижению качества готового продукта (образованию бульонных отеков, рыхлой, сухой консистенции), с целью повышения ВУС мясной системы при составлении рецептур целесообразно предусматривать применение функциональных ингредиентов, в т.ч. сырья растительного происхождения.

По величине ЖУС большей величиной по отношению к мякоти бедра характеризовалось только сердце (на 24,2 %), остальные наименования уступали – печень на 24,2 %, мышечный желудок на 75,0 %. Высокие потери жира при термообработке могут приводить к снижению качества готового продукта (образованию бульонно-жировых отеков, наплывов жира под оболочкой), что следует учитывать при составлении рецептур.

**Структурно-механические (реологические) свойства.** Реологическими или структурно-механическими называются механические свойства материалов, проявляющиеся в процессе их деформации, течения и разрушения.

**Предельное напряжение сдвига.** Предельным напряжением сдвига называется минимальное напряжение, при котором происходит пластическое или вязкое течение материала. Предельное напряжение сдвига определяет способность материала сохранять свою форму под действием сил тяжести и данный показатель, как сдвиговое реологическое свойство, принято считать основным. С его помощью оценивают качество продукта, обосновывают оптимальные технологические условия процессов.

На рис. 2 представлены полученные результаты, отражающие зависимость прилагаемой силы от глубины погружения конуса в испытуемые образцы, а также расчеты по определению предельного напряжения сдвига субпродуктов и мякоти бедра цыплят-бройлеров.



**Рис. 2.** Зависимость силы, приложенной вдоль индентора (конуса), от глубины погружения индентора и предельное напряжение сдвига субпродуктов и мяса цыплят-бройлеров

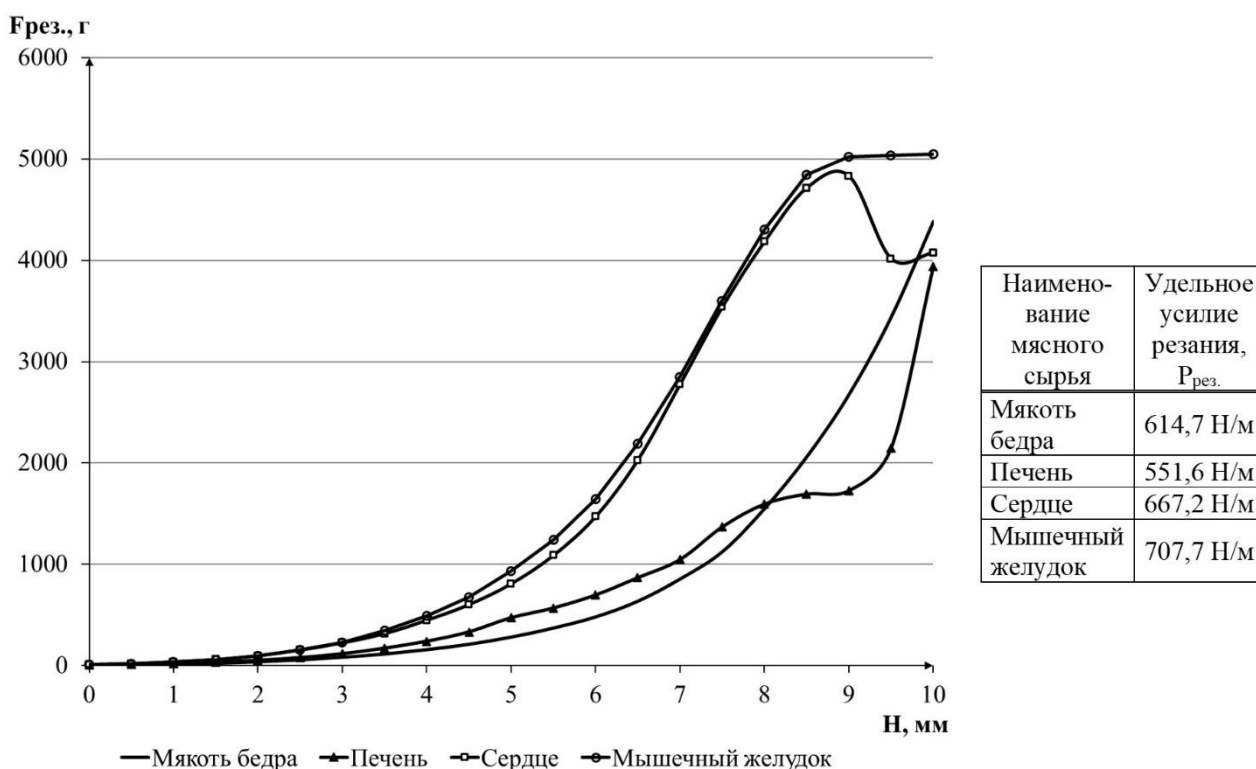
**Fig. 2.** Dependence of the force applied along the indenter (cone) on the immersion depth of the indenter and ultimate shear stress of broiler chicken meat and by-products

Анализ полученных результатов (рис. 2) показал, что большими прочностными свойствами в сравнении с мякотью бедра характеризуются мышечный желудок и сердце. Так, при погружении конуса в образец мышечного желудка прилагаемая сила в 2,9 раза превышает силу при погружении в образец мякоти бедра на аналогичную глубину, в образец сердца – в 2,6 раза. Печень характеризуется незначительно меньшими прочностными свойствами ( $F=94$  г) в сравнении с мякотью бедра ( $F=118$  г).

Таким образом, результаты расчетов предельного напряжения сдвига субпродуктов цыплят-бройлеров, полученные при проведении испытаний, можно расположить в следующей последовательности в порядке убывания – мышечный желудок (13,9 кПа), сердце (12,3 кПа), печень (3,8 кПа).

Резание. Резание относится к важнейшим технологическим операциям при производстве пищевых продуктов. Основным показателем, характеризующим процесс резания, является усилие резания, которое зависит как от физико-механических свойств материала, так и от формы и размеров применяемого инструмента.

На рис. 3 представлены полученные результаты, отражающие зависимость прилагаемой силы от глубины погружения ножа в испытуемые образцы, а также расчеты по определению удельного усилия резания субпродуктов и мякоти бедра цыплят-бройлеров.



**Рис. 3.** Зависимость силы резания от глубины погружения индентора (ножа) и удельное усилие резания субпродуктов и мяса цыплят-бройлеров

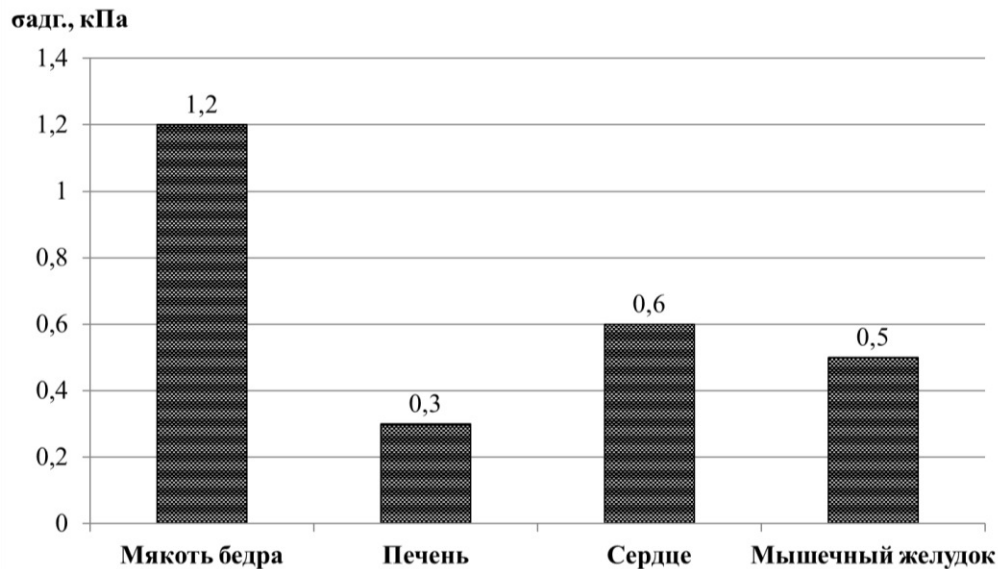
**Fig. 3.** Dependence of the cutting force on the immersion depth of the indenter (knife) and the specific cutting force of broiler chicken meat and by-products

Анализ данных, представленных на графике (рис. 3), показывает зависимость усилия резания исследуемого сырья от наличия в его составе соединительной ткани. Большим усилием резания в сравнении с мякотью бедра (614,7 Н/м) характеризуются сердце (667,2 Н/м) и мышечный желудок (707,7 Н/м), что обусловлено в первую очередь их морфологическим строением, представленным плотной и упругой мышечной тканью у сердца и плотными, тесно переплетенными между собой мышечными волокнами, покрытыми упругой, жесткой соединительно-тканной оболочкой (кутикулой) у мышечного желудка. Печень в сравнении с мякотью бедра характеризуются меньшей величиной усилия резания – 551,6 Н/м.

Адгезия. Важной реологической характеристикой мясного сырья и мясных систем является показатель адгезии (липкости), который определяет связность структуры готового про-

дукта. Величина адгезии, как поверхностного свойства, частично может характеризовать консистенцию продукта. Адгезия обнаруживается при разделении разнородных тел, соприкасающихся своими поверхностями, как усилие, противодействующее разделению (отрыву).

На рис. 4 приведены результаты лабораторных исследований и расчетов по определению адгезионного напряжения субпродуктов и мякоти бедра цыплят-бройлеров.



**Рис. 4.** Адгезионное напряжение субпродуктов и мякоти бедра цыплят-бройлеров

**Fig. 4.** Adhesion tension of broiler boneless chicken thigh and chicken by-products

Исходя из полученных результатов, субпродукты цыплят-бройлеров по своим адгезионным свойствам характеризуются достаточно низкими показателями и существенно уступают мякоти бедра (1,2 кПа): сердце – в 2 раза (0,6 кПа), мышечной желудок – в 2,4 раза (0,5 кПа), печень – в 4 раза (0,3 кПа).

Упруго-пластические свойства. Большинство пищевых материалов проявляют как упругие, так и пластические свойства. Упругость – это способность тела восстанавливать форму и размеры после снятия нагрузки. Если тело возвращается к исходным размерам и форме после того, как внешнее усилие прекращает свое воздействие, то его называют упругим, а его деформацию считают упругой. Для любого тела существует предел приложенного усилия, после которого деформация перестает быть упругой, тело не возвращается в исходную форму и к исходным размерам, а остается в деформированном состоянии или разрушается, такую деформацию считают пластической.

Для оценки упруго-пластических свойств субпродуктов использовали такие характеристики, как модуль упругости, а также отношение упругой деформации к пластической.

В результате проведенных испытаний изучены деформационные характеристики исследуемых образцов субпродуктов. В табл. 4 приведены полученные данные по величине модуля упругости, соотношения упругой и пластической деформации субпродуктов и мякоти бедра цыплят-бройлеров, что позволит определить, какой вид деформации преобладает в данных видах сырья и косвенно оценить их упругие свойства.

**Табл. 4.** Деформационные характеристики субпродуктов и мякоти бедра цыплят-бройлеров**Table 4.** Deformation characteristics of broiler boneless chicken thigh and chicken by-products

Наименование мясного сырья	Среднее арифметическое исследуемого значения (на приборе)	Модуль упругости, Е	Отношение упругой деформации к пластической деформации, $h_{упр}/h_{пл}$
Мякоть бедра	$F_n = 761$ г, $h_{обр.} = 10$ мм, $\Delta h = 4$ мм	16,4 кПа	$1,39\text{мм}/2,61\text{мм} = 0,53$
Печень	$F_n = 359$ г, $h_{обр.} = 10$ мм, $\Delta h = 4$ мм	7,7 кПа	$1,63\text{мм}/2,37\text{мм} = 0,69$
Сердце	$F_n = 600$ г, $h_{обр.} = 10$ мм, $\Delta h = 4$ мм	12,9 кПа	$1,61\text{мм}/2,39\text{мм} = 0,67$
Мышечный желудок	$F_n = 229$ г, $h_{обр.} = 10$ мм, $\Delta h = 4$ мм	4,9 кПа	$2,03\text{мм}/1,97\text{мм} = 1,03$

Анализ результатов изучения деформационных характеристик свидетельствует о преобладании пластических свойств для таких субпродуктов цыплят-бройлеров, как сердце и печень, при этом по величине пластической деформации они немного уступают мякоти бедра. Для мышечного желудка цыплят-бройлеров упругая и пластическая деформации присутствуют примерно в равном соотношении, что обусловлено прежде всего наличием в его составе мышечной ткани, покрытой упругой и жесткой соединительно-тканной оболочкой. Следует также отметить, что все наименования субпродуктов цыплят-бройлеров характеризуются большими упругими свойствами в сравнении с мякотью бедра.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования субпродуктов цыплят-бройлеров в части их аминокислотного состава и сбалансированности свидетельствуют о широких возможностях использования субпродуктов в производстве мясной продукции, обладающей высокой биологической ценностью и относительно невысокой себестоимостью, при соблюдении принципов взаимосбалансирования и комбинирования рецептурных компонентов.

Полученные результаты исследований функционально-технологических и структурно-механических субпродуктов цыплят-бройлеров предоставят возможность объективно оценить технологические возможности данных видов сырья с учетом его дальнейшего использования, оптимизировать параметры отдельных технологических операций, прогнозировать изменения свойств мясных систем в процессе производства, улучшить качество готового продукта – предотвратить возможность возникновения технологических дефектов, получаемых в процессе производства мясной продукции (бульонно-жировых отёков, рыхлой консистенции, разрыва оболочки и т.д.).

Результаты исследований могут служить справочно-информационным материалом для определения сочетаемости компонентов в рецептуре, оптимизации выбора соотношений ингредиентов, с учетом вероятности взаиморегулирования свойств как отдельных составляющих, так и получаемой системы в целом.

Комплексные результаты исследований аминокислотного состава, функционально-технологических и реологических свойств субпродуктов цыплят-бройлеров получены в Республике Беларусь впервые.

Исследования проводились в рамках выполнения ГПНИ, финансируемой Национальной академией наук Беларуси.



## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Осипова, Е. С. Рациональное использование субпродуктов. Новый взгляд на старый вопрос / Е. С. Осипова, В. А. Дацко // Все о мясе – 2016. – № 6. – С. 40–41.
- 2 Насонова, В. В. Перспективные пути использования субпродуктов // Теория и практика переработки мяса – 2018. – № 3. – С. 64–73.
- 3 Лебедева, Л. И. Использование субпродуктов в России и за рубежом / Л. И. Лебедева, В. В. Насонова, М. И. Веревкина // Все о мясе – 2016. – № 5. – С. 8–12.
- 4 Тазеддинова, Д. Р. Рациональное использование куриных субпродуктов в пищевой технологии / Д. Р. Тазеддинова, Г. Т. Жуманова // Качество продукции, технологий и образования: сборник по материалам XIV Международной научно-практической конференции. – Магнитогорск: МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. – С.150–154.
- 5 Махонина, В. Н. Пищевая ценность мягких субпродуктов птицы / В. Н. Махонина, В. П. Агафоновичев, В. В. Коренев // Мясная индустрия. – 2019. – № 6. – С. 38–41.
- 6 Химический состав пищевых продуктов. Книга 2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро и микроэлементов, органических кислот и углеводов / под ред. проф., д-ра техн. наук И. М. Скурихина, проф., д-ра мед. наук М. Н. Волгарева – 2-е изд., перераб и доп. – М.: ВО «Агропромиздат», 1987. – 360 с.
- 7 Аладьин, Н. В. Пищевая и биологическая ценность субпродуктов птицы / Н. В. Аладьин, И. М. Глинкина // Молодежная наука – развитию агропромышленного комплекса: сборник по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Курск: Курская ГСХА имени И. И. Иванова, Том Часть 2. 2020. – С. 102–107.
- 8 Рогов, И. А. Химия пищи. Принципы формирования качества мясopодуков / И. А. Рогов, А. И. Жаринов, М. П. Воякин. – СПб.: Издательство РАПП, 2008. – 340 с.
- 9 Антипова, Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов. – М.: Колос, 2001. – 376 с.
- 10 Максимов, А. С. Реология пищевых продуктов. Лабораторный практикум / А. С. Максимов, В. Я. Черных. – СПб. : ГИОРД, 2006. – 176 с.
- 11 Молчанова, Е. Н. Оценка качества и значение пищевых белков / Е. Н. Молчанова, Г. М. Сусянок // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2013. – №1. – С. 16–22.
- 12 Национальная база данных продуктов питания (FoodData Central), созданная Министерством сельского хозяйства США (USDA). [Электронный ресурс]. – URL: <https://fdc.nal.usda.gov> (дата обращения: 23.11.2021)
- 13 Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of FAO Expert Consultation. – Rome: FAO, 2013. – 66 p.
- 14 Махинько, В. Н. Изменение представлений об аминокислотной формуле идеального белка / В. Н. Махинько, М. А. Прищепчук // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XX Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2017. – С. 102–104. [Электронный ресурс]. – URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/25343> (дата обращения: 28.05.2021).
- 15 Зверев, С. В. Балансировка пищевых композиций по профилю идеального белка в системе персонализированного питания / С. В. Зверев, В. И. Карпов // Товаровед продовольственных товаров. – 2021. – № 1. – С. 73–78.

*Поступила в редакцию 07.04.2023 г.*

## ОБ АВТОРАХ:

**Ходорева Ольга Геннадьевна**, заведующий сектора стандартизации и нормирования мясной отрасли РУП «Институт мясо-молочной промышленности», e-mail: stanmeat@mail.ru.

**Марченко Кристина Александровна**, младший научный сотрудник сектора стандартизации и нормирования мясной отрасли РУП «Институт мясо-молочной промышленности», e-mail: k.a.marchenko@mail.ru.

**Гордынец Светлана Анатольевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом технологий мясных продуктов РУП «Институт мясо-молочной промышленности», e-mail: otmp210@mail.ru.

## ABOUT AUTHORS:

**Khodoreva Olga**, head of the sector for standardization and rationing of the meat industry RUE "Institute of Meat and Dairy Industry", e-mail: stanmeat@mail.ru.

**Marchenko Kristina**, junior researcher of sector of standardization and rationing of meat industry RUE "Institute of Meat and Dairy Industry", e-mail: k.a.marchenko@mail.ru.

**Gordynets Svetlana**, Ph. D. (Agriculture), head of meat products technology department RUE "Institute of Meat and Dairy Industry", e-mail: otmp210@mail.ru.

УДК 641.81-035.575:641.528

## УСТОЙЧИВОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ: ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА БЛИЗКРИОСКОПИЧЕСКОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ДЛЯ ТЕРМОКОНСЕРВАЦИИ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ

*Т. М. Рыбакова, С. Л. Масанский*

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

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Реализации концепции устойчивого потребления предполагает применение эффективных методов сохранения продуктов питания на этапах их жизненного цикла. При организации социального питания актуальны методы термоконсервации холодом, которые должны обеспечивать повышенную сохраняемость и безопасность продукции. Исходя из гипотезы – применение с этой целью метода близкриоскопического охлаждения, научная задача исследования – оценка потребительских свойств сохраняемости мясных рубленых изделий термоконсервированных методом близкриоскопического охлаждения.

**Материалы и методы.** Тефтели с соусом красным основным, приготовленные по традиционной технологии. Термоконсервация и хранение в условиях близкриоскопического охлаждения (БКО) при температуре минус ( $2\pm 0,5$ ) °С на протяжении 30 суток.

**Результаты.** При хранении в условиях близкриоскопического охлаждения существенно замедляются гидролитические, окислительные, микробиологические процессы, в частности, в сравнении с традиционным режимом хранения темп роста микроорганизмов ниже более чем в 10 раз на 10 сутки хранения. Возможно пролонгирование сроков годности мясных рубленых изделий (тефтелей) до 10 суток (с учетом коэффициента резерва – 2), что превышает регламентированный в настоящее время срок годности на 9,5 суток.

**Выводы.** Метод термоконсервации близкриоскопическим охлаждением рекомендуется для использования при организации социального питания. Метод позволит значительно повысить уровень сохраняемости и безопасности продукции, расширит организационные возможности для сокращения отходов как ключевого условия устойчивого потребления.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *близкриоскопическое охлаждение; устойчивость продовольственной системы; кулинарная продукция; термоконсервация; качество и безопасность; социальное питание.*

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Рыбакова, Т. М. Устойчивое потребление: применение метода близкриоскопического охлаждения для термоконсервации кулинарной продукции / Т. М. Рыбакова, С. Л. Масанский // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2023. – № 1(34). – С. 90–101.

## SUSTAINABLE CONSUMPTION: APPLICATION OF NEAR-CRYOSCOPIC REFRIGERATION FOR HEAT PRESERVATION OF CULINARY PRODUCTS

*T. M. Rybakova, S. L. Masansky*

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

### ABSTRACT

**Introduction.** The implementation of the concept of sustainable consumption involves the use of effective methods of food preservation at the stages of their life cycle. Methods of thermal preservation by cold that will provide increased shelf life and food safety are relevant in organizing social catering. Based on the assumption that near-cryoscopic refrigeration method can be used for this purpose, the scientific task of the study is to assess the consumer storage properties of minced meat products that were treated using the above mentioned method.

**Materials and methods.** Meatballs in red sauce, cooked according to traditional technology. Thermal preservation and storage under conditions of near-cryoscopic refrigeration (NCR) at a temperature of minus ( $2\pm 0.5$ ) °C for 30 days.

**Results.** When stored under near-cryoscopic refrigeration conditions, hydrolytic, oxidative, and microbiological processes are significantly slowed down. In particular, in comparison with the traditional storage conditions, the growth rate of microorganisms is more than 10 times lower on the 10th day of storage. It is possible to prolong the shelf life of minced meat products (meatballs) up to 10 days (taking into account that the reserve coefficient is 2), which exceeds the currently specified shelf life by 9.5 days.

**Conclusions.** The method of thermal preservation by near-cryoscopic refrigeration is recommended to be used in the organization of social catering. It will significantly increase the level of shelf life and food safety as well as expand organizational capabilities to reduce wastes as a key condition for sustainable consumption.

**KEY WORDS:** *near-cryoscopic refrigeration; food system sustainability; culinary products; thermal preservation; quality and safety; social nutrition.*

**FOR CITATION:** Rybakova, T.M. Sustainable consumption: application of near-cryoscopic refrigeration for heat preservation of culinary products / T.M. Rybakova, S.L. Masansky // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2023. – № 1(34). – P. 90–101 (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе, с целью обеспечения безопасного качественного питания всех социальных групп, необходим переход на новый уровень развития производства, основанного на инновационных технологиях, что является важнейшей составляющей сохранения здоровья, увеличения продолжительности и повышения качества жизни населения [1, 2]. Проблема качественного питания признана ключевым фактором повышения качества жизни населения<sup>1</sup>. Качество питания напрямую влияет на здоровье нации, на демографическую ситуацию в целом, учитывается как базовый элемент национальной безопасности страны.

По своему содержанию рациональные модели потребления и производства подразумевают достижение больших и лучших результатов с наименьшими затратами. Важнейшим условием является максимизация полезного эффекта от организации питания, что достижимо на основе современных принципов устойчивого питания, в частности принципа «сокращения отходов» и принципа повышения доли растительных продуктов в структуре питания [3, 4].

Оценка устойчивости продовольственной системы является ключевым инструментом для управления качеством и безопасностью продуктов питания [5–7]. Она позволяет идентифицировать факторы, которые могут негативно повлиять на качество и безопасность продуктов питания. Оценка устойчивости продовольственной системы также помогает создавать стандарты и правила для производителей продуктов питания, которые могут повысить качество производимой продукции [8–10].

Управление качеством и безопасностью продуктов питания является важной составляющей устойчивого развития, а также связано с устойчивым производством и потреблением: это означает использование экологически чистых технологий, снижение отходов, оптимизацию процессов производства и т.д., что способствует сокращению экологического воздействия на окружающую среду [11–13]. В целом, управление качеством и безопасностью продуктов питания является ключевым аспектом устойчивого развития и тесно связано с Целями устойчивого развития (ЦУР) ООН [14–16].

---

<sup>1</sup> Доктрина национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года, утвержд. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 15.12.2017 г. № 962.

Социальное питание – это питание, предоставляемое отдельным категориям граждан за счет средств бюджета или с участием бюджетов различных уровней в целях обеспечения их социальных гарантий в соответствии с действующим законодательством. Несмотря на то, что в настоящее время организация социального питания является важнейшим направлением социальной политики государства, это требует неоправданно высоких при современном уровне развития науки и техники затрат бюджета.

Одна из причин – организация технологического процесса производства по полному циклу от сырья до готовой продукции по принципу «здесь и сейчас». Это требует принятия мер против потерь и порчи пищевой продукции, особенно в свете их экологических, стоимостных и социальных последствий.

Известно, что организация питания на основе индустриальных методов производства кулинарной продукции существенно более экономичная [17]. Однако, индустриальные методы предусматривают разрыв во времени и пространстве производственного процесса, а следовательно, консервацию пищи на этапах производства и потребления.

Таким образом, является актуальным исследование, направленное на обеспечение более высокого уровня сохраняемости кулинарной продукции за счет ее термоконсервации холодом в режиме охлаждения. В качестве гипотезы исследования выдвинуто предположение, что проблема может быть решена за счет использования метода консервации в условиях близкриоскопических температур. Этот метод известен в частности при консервации пищевого сырья (свежих овощей, мяса, птицы, рыбы), однако потребительские свойства кулинарной продукции при хранении в этих условиях ранее не изучались.

Цель настоящей работы – повышения уровня сохраняемости и безопасности термоконсервированной кулинарной продукции при организации социального питания.

Научная задача – оценка потребительских свойств сохраняемости мясных рубленых изделий, термоконсервированных методом близкриоскопического охлаждения.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Предметом исследования являлись потребительские свойства сохраняемости и безопасности мясных рубленых изделий, термоконсервированных методом близкриоскопического охлаждения. Выбор мясных рубленых кулинарных изделий в качестве объекта экспериментального исследования обусловлен тем, что они являются не только ценным источником белка, но и относятся к продуктам массового потребления, доступным для всех групп детского и взрослого населения и регулярно используемых в повседневном питании. Объектом экспериментального исследования являлись тефтели, приготовленные по традиционной рецептуре (с соусом красным основным)<sup>1</sup>, длительность хранения которых, согласно действующей документации<sup>2</sup>, ограничивается всего 12 часами при традиционной температуре охлаждения (4±2) °С.

Тефтели мясные, изготавливали по традиционной рецептуре и готовились в пароконвектомате с применением двухступенчатого режима. Объективным показателем

---

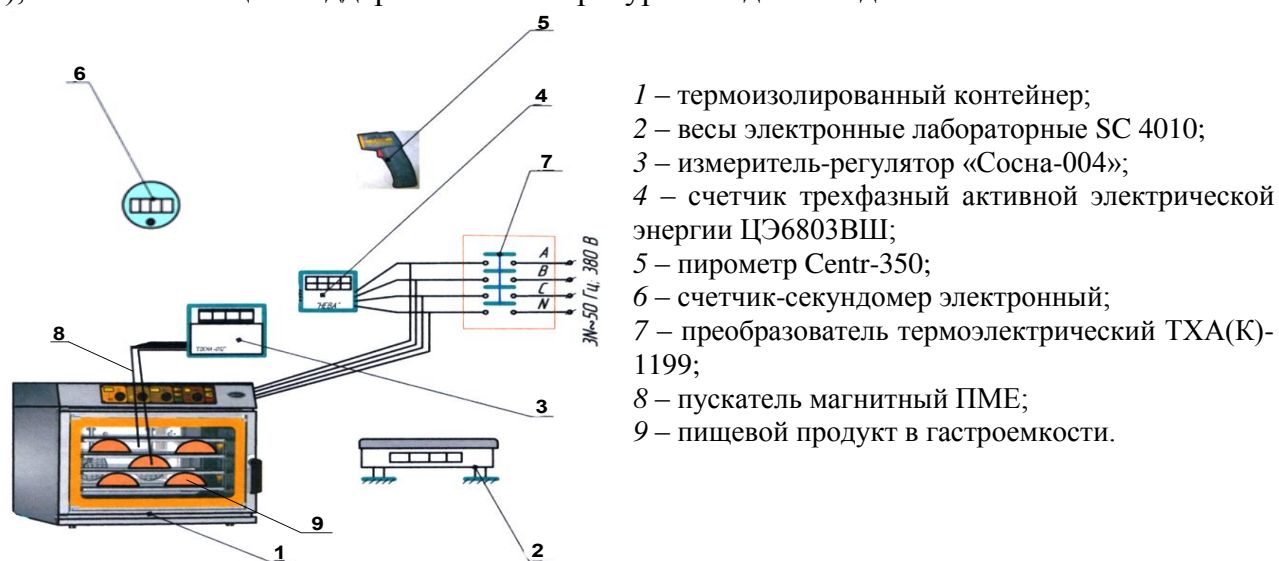
<sup>1</sup> Сборник технологических карт блюд и изделий для питания учащихся учреждений, обеспечивающих получение общего среднего и профессионально-технического образования, утвержденный постановлением Министерства торговли Республики Беларусь от 11 июля 2006 г. № 21.

<sup>2</sup> Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Государственная санитарно-гигиеническая экспертиза сроков годности (хранения) и условий хранения продовольственного сырья и пищевых продуктов, отличающихся от установленных в действующих технических нормативных правовых актах в области технического нормирования и стандартизации»: СанПиН от 01.09.2010 № 119. Введ.: 23.09.2010. - ГУ «РЦГЭиОЗ», 2010. – 44. с.

готовности изделий являлась температура в центре изделия, которая к концу приготовления должна составлять  $85^{\circ}\text{C}$ . Температуру в изделии контролировали с помощью хромель – алюмелевых термоэлектрических преобразователей, подключенных к измерителю – регулятору «Сосна-004» (НП ООО «Энергоприбор» г. Минск).

После завершения тепловой обработки готовая кулинарная продукция в gastronемкостях интенсивно охлаждалась в течение 1,5–2 часов до температуры не более  $3^{\circ}\text{C}$ . Охлаждение проводилось при контроле эффективной температуры продукта во время цикла охлаждения. Тефтели с соусом хранили в закрытой таре, в условиях охлаждения (при двух температурных режимах) в течение 30 суток (что позволило соблюсти принцип аггравации, т.е. хранение охлажденной продукции в период испытаний при температуре, превышающей регламентируемый на 50,0 %). Применялись два режима холодильного хранения: первый – традиционный ( $4\pm 2$ )  $^{\circ}\text{C}$ , второй – близкриоскопический (минус  $2\pm 0,5$ )  $^{\circ}\text{C}$ .

Для хранения изделий в условиях БКО использовалась лабораторная установка (рис. 1), обеспечивающая поддержание температуры в заданном диапазоне.



**Рис. 1.** Схема экспериментальной установки

**Fig. 1.** The scheme of the experimental facility

При исследовании основных показателей качества и для определения оптимальных сроков хранения тефтелей с соусом изучали изменение их органолептических показателей; накопление летучих жирных кислот по ГОСТ 23392, аммиака (аммиачного азота)<sup>1</sup>, показатели активной кислотности (рН) по ГОСТ 26188-84, общей кислотности по ГОСТ 4288; качественное изменение липидов: кислотное число (КЧ) по ГОСТ 23392, бензидиновое число (БЧ)<sup>2</sup>, тиобарбитуровое число (ТБЧ)<sup>3</sup>, а так же микробиологические показатели.

Совокупность полученных результатов исследований характеризовали среднеарифметическим значением, которое определяли из трех параллельных опытов при 3-5-кратном по-

<sup>1</sup> Ловачева, П. Н. Новые методы исследования продуктов в общественном питании / П. Н. Ловачева, Н. Р. Успенская – М.: Экономика, 1971 – 95с.

<sup>2</sup> Арутюнян Н. С. Лабораторный практикум по химии жиров: учебное пособие. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 176 с.

<sup>3</sup> Журавская, Н. К. Исследование и контроль качества мяса и мясopодуктов: учеб. пособие / Н. К. Журавская, Л. Т. Алехина, Л. М. Отрященкова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 296 с.

вторении измерений. Экспериментальные данные обрабатывались методом математической статистики.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Контроль органолептических показателей качества исследуемых образцов проводился параллельно с исследованиями физико-химических и микробиологических показателей в контрольных точках: в начале хранения и с интервалом в 5 дней.

Органолептическая оценка производилась по балльной шкале с учетом коэффициентов весомости после регенерации изделий до температуры подачи блюда – 65 °С<sup>1</sup>. Результаты оценки органолептических показателей качества тефтелей с соусом приведены на рис. 2.

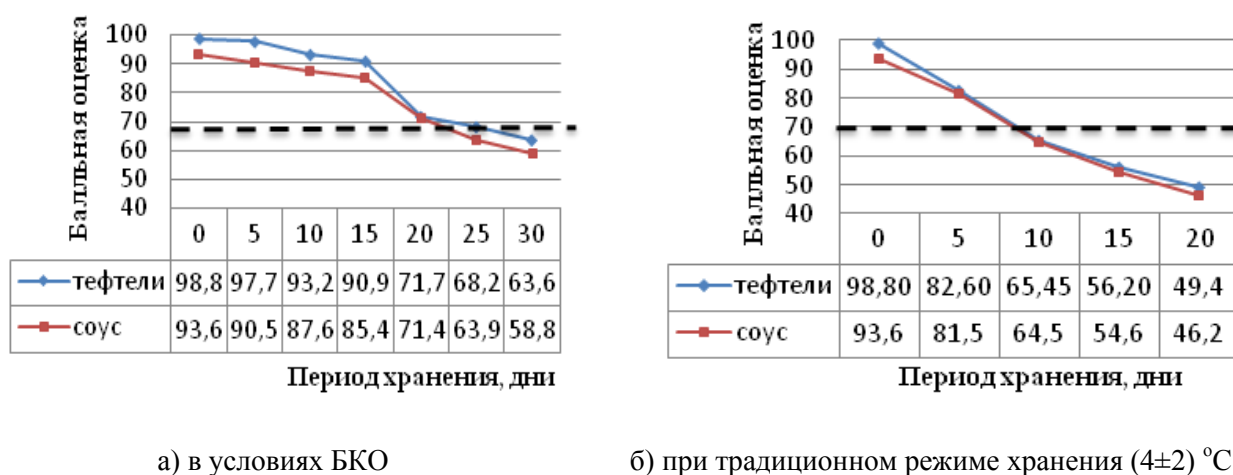


Рис. 2. Органолептическая оценка тефтелей с соусом в процессе хранения в течение 30 суток

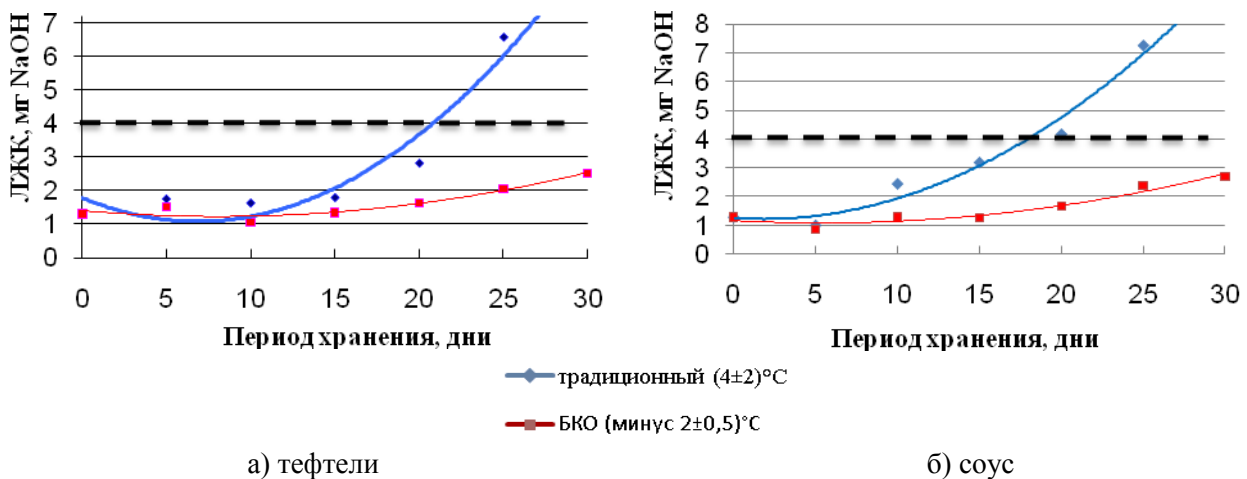
Fig. 2. Organoleptic estimation of meatballs in sauce during storage for 30 days

Установлено, что изделия, хранящиеся при близкриоскопической температуре, остаются пригодными к употреблению в течение всего срока хранения (30 суток), однако на 18–20 сутки качественные характеристики снижаются. В процессе хранения тефтелей при традиционной температуре (4±2) °С уже на пятые сутки существенно изменяется цвет тефтелей до светло-серого, у соуса наблюдается расслоение, образование значительного количества пленок на поверхности, также изменяется цвет и появляется выраженный кисловатый привкус и запах. При этом ухудшение органолептических показателей качества наиболее интенсивно протекает у соуса, чем у тефтелей.

В процессе хранения в исследуемых образцах для оценки свежести определяли накопленные летучих жирных кислот, аммиачного азота, активную кислотность (рН), общую кислотность.

Общее количество летучих жирных кислот может служить одним из показателей свежести мясных изделий. Результаты исследования изменения содержания летучих жирных кислот (ЛЖК) в тефтелях с соусом отображены на рис. 3.

<sup>1</sup> Мясо и мясные продукты. Органолептический анализ. Идентификация и выбор дескрипторов для установления органолептических свойств при многостороннем подходе: ГОСТ 33609-2015. – Введ. 01.09.2017, 2016. – 20 с.



**Рис. 3.** Изменение содержания летучих жирных кислот при хранении тефтелей с соусом

**Fig. 3.** Changes in the content of volatile fatty acids of meatballs in sauce during storage

Проведенные исследования показали, что накопление в процессе хранения летучих жирных кислот в тефтелях и соусе, хранившихся при близкриоскопических температурах значительно ниже, чем при традиционных температурах и соответствует требованиям нормативной документации (не более 4 мг NaOH) в течение всего срока хранения. Установлена высокая корреляционная зависимость между продолжительностью хранения и показателем летучих жирных кислот.

Количество летучих жирных кислот не может быть принято в качестве единственного и достаточного признака, так как зависит и от условий порчи и от уровня развития гнилостного распада мяса. Так как процесс гнилостного распада белков сопровождается разрушением пептидных связей белковых молекул, в результате чего увеличивается количество свободных карбоксильных и аминных групп. Одновременно происходит дезаминирование аминокислот, сопровождающееся накоплением аммиака в виде его соединений. Следовательно, представлялось необходимым изучить процесс накопления в мясе азота аминокислот и аммиака (аминоаммиачного азота).

При хранении тефтелей в условиях БКО в течение 30 суток содержание аммиачного азота увеличилось на 3,56 мг%, а при традиционном режиме – на 20,4 мг%. Резкое увеличение содержания аммиака при температуре хранения (4±2) °С приходится на 10-е сутки и составляет 27,08 мг%, что превышает допустимые значения для свежего продукта (от 25 до 31 мг% изделия сомнительной свежести, свыше 31 мг% – изделия несвежие). Содержания аммиачного азота при БКО находится в пределах нормы на протяжении всего срока хранения (до 25 мг% для свежих изделий).

Столь быстрое накопление аммиака при традиционном режиме обуславливается развитием в мясе микроорганизмов, что свидетельствует о начинающейся порче продукта. Не случайно некоторые авторы считают количественное определение аммиака наилучшим способом установления начальных стадий порчи мяса. Понижение температуры хранения мяса задерживает развитие микроорганизмов, и увеличение содержания аммиака происходит медленнее.

Также для оценки степени свежести в процессе хранения определялась общая кислотность. Величина общей кислотности увеличивается при обоих исследуемых режимах хранения, что возможно вызвано гидролитическими процессами и накоплением продуктов гидро-



лиза (органических и неорганических кислых соединений). Однако максимальная величина общей кислотности для тефтелей, хранившихся при БКО, находится в пределах, допустимых для доброкачественных продуктов в течение 20 дней. Для традиционного режима хранения наблюдается отклонение общей кислотности от нормы после 10-ти дней.

Следует отметить, что изменение содержания азотистых веществ, летучих жирных кислот и общей кислотности, характеризующих протеолитические процессы распада белков, были незначительны у изделий, хранившихся при БКО, а при традиционной температуре хранения ( $4\pm 2$ ) °С превышения норм по показателям свежести начинались уже после 5–10 дней хранения.

Кроме того, в процессе хранения контролировали показатель активной кислотности (рН), который оказывает существенное влияние на технологические свойства мясных полуфабрикатов и готовых кулинарных изделий, в частности на стойкость в отношении развития микроорганизмов и позволяет прогнозировать их сохраняемость [18, 19]. Установлено, что во время хранения исследуемых образцов происходили незначительные сдвиги рН. Выявлено, что при хранении тефтелей при близкриоскопической температуре величина рН снижается незначительно (до 5,65 для тефтелей и 4,61 для соуса), а при температуре ( $4\pm 2$ ) °С аналогичные значения достигаются уже на 15-е сутки (рис. 4).

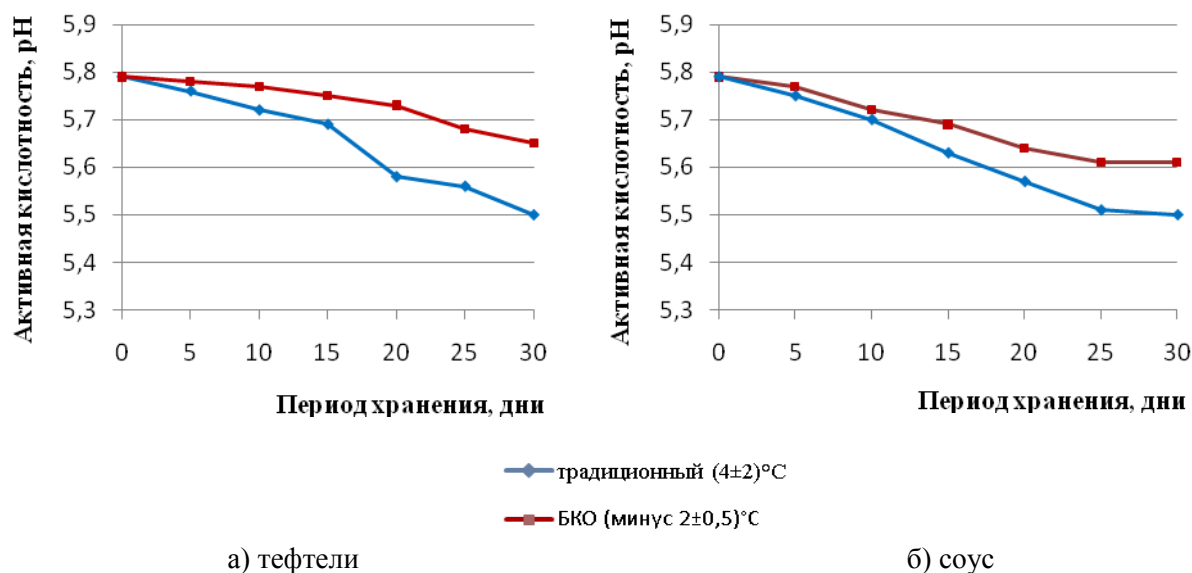


Рис. 4. Изменение активной кислотности (рН) при хранении тефтелей с соусом

Fig. 4. Changes in active acidity (pH) of meatballs in sauce during storage

Несмотря на сдвиги рН во время хранения, этот показатель для всех исследуемых образцов был в интервале 5,79–5,50. В данном диапазоне возможен рост и размножение нейтрофильных микроорганизмов (рН 5,5–7,5). Однако полученные значения рН не являются оптимальными для активного размножения таких болезнетворных микроорганизмов, как *E.coli* (оптимум роста при рН 7,2–7,5), *Staphilococcus aureus* (оптимум роста при рН 7,0–7,5), *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens* (оптимум роста при рН 7,2–7,4).

Исследования, проведенные различными авторами, показали, что одним из главных факторов, определяющих качество охлажденных мясных продуктов при хранении, является изменение их жирового компонента. Липиды, содержащиеся в пищевых продуктах, могут претерпевать определенные изменения: гидролиз, окислительные и биохимические процессы.



Для оценки интенсивности окисления и гидролиза жиров определяли перекисное и кислотное числа. Первичными продуктами окисления являются перекиси, которые затем превращаются во вторичные продукты – альдегиды, кетоны, кислоты. Интенсивность образования вторичных продуктов окисления определялось по накоплению в продукте карбонильных соединений, изменению бензидинового (БЧ) и тиобарбитурового чисел (ТБЧ). Данные аналитических чисел представлены в табл. 1.

Границы перекисных чисел для кулинарной продукции не установлены, но показатели окислительной порчи регламентируются для жиров животных ГОСТ 8285-91 и для продуктов длительного хранения питания детей санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов». Свежим считается продукт, содержащий не более 0,03 %J<sub>2</sub> (или до 10 ммоль (1/2 O<sub>2</sub>)/кг).

В свежеприготовленных изделиях были обнаружены лишь следы перекисных соединений. В процессе дальнейшего хранения их содержание незначительно увеличивалось при БКО, не превышая допустимого для свежих изделий значения. Изменение перекисных чисел подтверждает, что скорость биохимических процессов при БКО значительно ниже, чем при низких положительных температурах. Можно предположить, что в тефтелях окислительные процессы жира протекают менее активно, чем в соусе за счет исключения контакта с кислородом воздуха.

**Табл. 1.** Показатели аналитических чисел в процессе хранения\*

**Table. 1.** Indicators of analytical numbers in the process of storage\*

Режим хранения	Дни хранения						
	0	5	10	15	20	25	30
<i>Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг (ммоль/кг 1/2 O)</i>							
Традиционный (4±2) °С	0,28±0,03	0,79±0,03	1,89±0,05	4,26±0,19	4,90±0,37	8,03±0,07	10,87±0,72
	0,40±0,07	1,09±0,05	2,20±0,07	4,48±0,10	6,73±0,31	10,16±0,10	13,73±0,42
БКО (минус 2±0,5) °С	0,28±0,03	0,50±0,03	0,78±0,04	0,91±0,19	1,98±0,16	4,29±0,23	5,56±0,85
	0,40±0,07	0,94±0,21	1,10±0,07	1,26±0,24	2,77±0,31	5,41±0,10	6,99±0,10

\* В числителе – данные для тефтелей, в знаменателе – для соуса

Согласно анализу полученных данных, показатели кислотного числа постепенно увеличиваются, что говорит о гидролизе липидов, протекающем в процессе хранения кулинарной продукции при доступе кислорода, сопровождающемся окислением. У тефтелей, хранившихся при БКО и традиционных температурных режимах кислотные числа достаточно близки по своему значению в первые пять суток хранения. Отмечено, что у тефтелей, хранившихся при БКО кислотное число в течение всего периода хранения изменяется незначительно: с 2,21 до 1,97 мгКОН/г, у соуса с 1,15 до 3,98 мгКОН/г, не превышая допустимого значения (до 4 мгКОН/г). При температуре хранения (4±2) °С у тефтелей и соуса наблюдается резкое увеличение кислотного числа жира на пятнадцатые сутки по сравнению с десятичными (на 0,91 мгКОН и 1,64 мгКОН соответственно) При близкриоскопической температуре резких скачков не было выявлено.

Для определения содержания вторичных продуктов окисления – карбонильных соединений, свидетельствующих о степени прогоркания липидов, проводилось определение тиобарбитурового и бензидинового чисел.

Характер изменения БЧ при исследуемых режимах хранения имеет схожий характер и отличается только скоростью накопления карбонильных соединений. При БКО после незначительного увеличения содержания карбонильных соединений отмечается довольно длительный период стабилизации, когда содержание их остается примерно одинаковым вплоть до 25 суток хранения. По аналогии с процессом накопления перекисных соединений этот период можно назвать индукционным. Затем содержание карбонильных соединений резко возрастает до 13,903 мг% коричневого альдегида на 30 суток хранения. При традиционном режиме хранения близкое значение отмечалось на 10 сутки хранения (12,431 мг% коричневого альдегида).

Тиобарбитуровое число (ТБЧ) характеризует содержание диальдегидов и малондиальдегида (MDA) [20] и является наиболее простым и адекватным способом оценки повышенного уровня вторичных продуктов окисления, при этом основным соединением, реагирующим с тиобарбитуровой кислотой, является малоновый альдегид (MDA), образующийся при окислении полиненасыщенных жирных кислот, имеющих 2–3 двойные диеновые связи рис. 5.

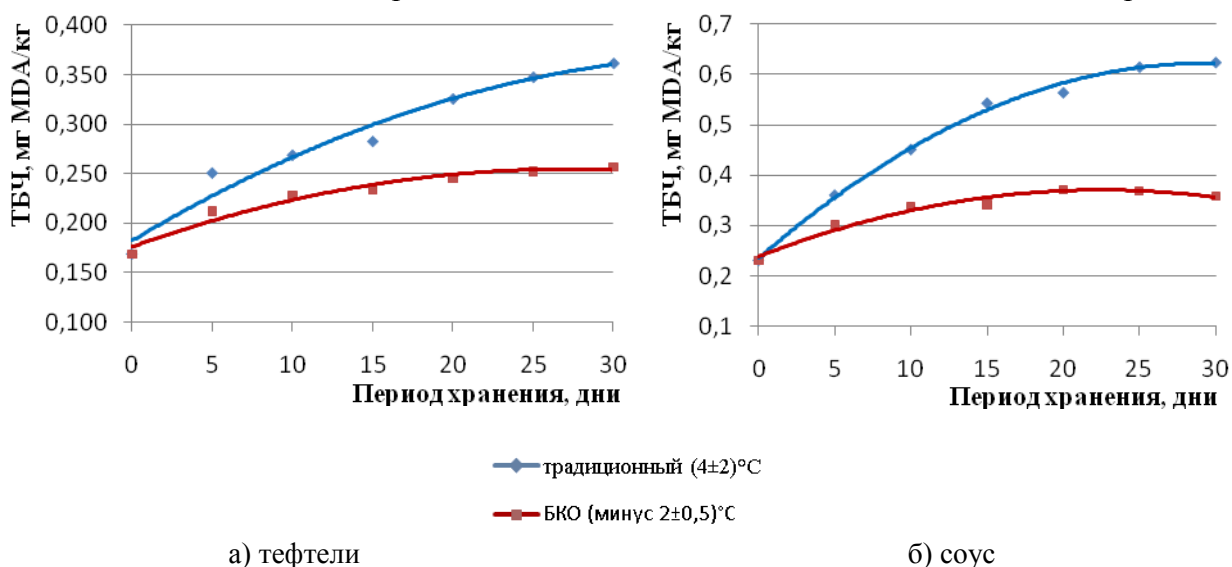


Рис. 5. Изменение тиобарбитурового числа (ТБЧ) при хранении тефтелей с соусом

Fig. 5. Changes in thiobarbituric number (TBN) of meatballs in sauce during storage

Данные исследования показывают, что изменение тиобарбитурового числа при разных режимах хранения мясных рубленых изделий имеет аналогичный характер: в начале наблюдается более интенсивный рост (до 10 суток хранения), а затем – замедление процесса, что может быть объяснено связыванием малонового альдегида с одновременно накапливающимися свободными аминокислотами и низкомолекулярными полипептидами.

Увеличение количества вторичных продуктов окисления липидов в исследуемых образцах происходило на протяжении всего срока при обоих режимах хранения. На 10-е сутки содержание малонового диальдегида при БКО достигло в тефтелях – (0,228±0,008) мг MDA/кг, в соусе – (0,337±0,011) мг MDA/кг, а при традиционном режиме 0,269±0,010 мг MDA/кг и (0,452±0,007) мг MDA/кг соответственно. Содержание диальдегидов и малондиальдегида (MDA) в исследуемых образцах при близкриоскопическом режиме увеличивается по времени хранения с меньшей скоростью, чем при традиционных температурах хранения и ниже в среднем на 15 % вплоть до 15 суток хранения. При дальнейшем хранении наблюдается более значительная разница значений ТБЧ. Образование малонового диальдегида в соусе происходило более интенсивно, по сравнению с тефтелями.

Следует отметить, что характер изменения содержания свободных жирных кислот, перекисных и карбонильных соединений идентичен при хранении кулинарной продукции как при традиционном режиме, так и при БКО и отличается лишь скоростью протекания процессов. Понижение температуры хранения до близкриоскопической тормозит гидролитические и окислительные процессы, позволяя тем самым увеличить длительность хранения кулинарной продукции.

Уровень безопасности пищевых продуктов на этапе хранения зависит, в том числе, от присутствия и количественного содержания патогенных и непатогенных микроорганизмов, наличия продуцируемых ими токсинов [21]. Для его оценки в исследуемых образцах определяли количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), бактерий группы кишечной палочки (БГКП), *Staphylococcus aureus*, бактерий рода *Salmonella* и бактерий рода *Proteus*, плесеней и дрожжей. Данные сравнивали с микробиологическими нормативами продукции, вырабатываемой объектами общественного питания, в соответствии с техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011)<sup>1</sup> и Гигиеническим нормативом «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов»<sup>2</sup>.

Как показали исследования, при традиционном режиме хранения значительно возрастает КМАФАнМ продукта, превышая допустимые значения после 5 суток хранения, достигая своего максимального значения на пятнадцатые–двадцатые сутки. После чего происходит постепенное снижение количества микроорганизмов, что возможно обусловлено изменениями реакции среды в кислую сторону. Снижение величины рН оказывает определенное влияние и на видовой состав микрофлоры и способствует развитию кокковых микроорганизмов. При величине рН 5–5,5 возможно развитие ацидофильных микроорганизмов, рост которых приводит к изменению органолептических показателей качества. Продукты приобретают нехарактерный кислый вкус и запах, что и было отмечено при традиционном режиме хранения. Кроме того, на 10–15 сутки был выявлен рост плесневых грибов.

В процессе хранения при БКО наблюдается незначительное развитие мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в допустимых количествах (с  $0,6 \times 10^3$  до  $1,5 \times 10^3$  для тефтелей и с  $0,5 \times 10^3$  до  $4,5 \times 10^3$  для соуса). В сравнении с традиционным режимом хранения темп роста микроорганизмов ниже более чем в 10 раз уже на 10 сутки хранения. Патогенные микроорганизмы, дрожжи, плесени, БГКП, *Proteus* и *Staphylococcus aureus* не обнаружены, что также соответствует санитарно-эпидемиологическим правилам. Следовательно, интенсивное охлаждение готовых изделий после тепловой обработки способствует предупреждению вторичной микробной обсемененности.

Установленные зависимости влияния близкриоскопического охлаждения на показатели безопасности и сохраняемости кулинарной продукции впервые получены для мясных кулинарных изделий в виде тефтелей с соусом красным основным.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе исследования динамики изменения физико-химических показателей, перекисного, кислотного, бензидинового, тиобарбитурового чисел, микробиологических, органолептических показателей установлено, что мясные рубленые кулинарные изделия (тефтели), хранящиеся в условиях БКО остаются пригодными к употреблению в течение всего срока

<sup>1</sup> ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции [технический регламент Таможенного союза]: нормативно-технический материал. - Изменения: решение № 129,147,115 (ИУС. №5. 2013; ИУС. № 6. 2013; ИУС. № 12. 2019), Поправка (ИУС. 2015. №10). – Введ. с 2013-07-01. – Минск: Госстандарт РБ, 2011. – 196 с.

<sup>2</sup> Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов» ГН от 21.06.2013 № 52. Утвержден постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21.06.2013 № 52. – Введ. 16.07.2013. – Минск, 2013. – 342 с.

хранения (30 суток), однако оптимальные качественные характеристики сохраняются на протяжении 18–20 суток.

Таким образом, понижение температуры хранения до близкриоскопической тормозит гидrolитические, окислительные, микробиологические процессы, подтверждает высокую стабильность качества кулинарной продукции, позволяя тем самым увеличить длительность её хранения. Установлена зависимость сохраняемости мясных рубленых изделий с соусом (тефтелей) от температуры и продолжительности хранения. По сравнению с методом охлаждения при традиционных температурах ( $4\pm 2$ ) °С, возможно пролонгирование сроков годности тефтелей с соусом красным основным до 10 суток (с учетом коэффициента резерва – 2).

Метод термоконсервации близкриоскопическим охлаждением рекомендуется для использования при организации социального питания. Метод позволит значительно повысить уровень сохраняемости и безопасности продукции, расширит организационные возможности для сокращения отходов как ключевого условия устойчивого потребления.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ловкис, З. В. Стратегия повышения качества и безопасности пищевой продукции в Республике Беларусь до 2030 года / З. В. Ловкис, Е. М. Моргунова, Е. З. Ловкис // *Пищевая промышленность: наука и технологии*, 2017. – № 1. – С. 8–17.
- 2 Garnett, T. What is a sustainable healthy diet [Электронный ресурс] / Food Climate Research Network, 2014. – Режим доступа: [www.fcfn.org.uk/sites/default/files/fcfn\\_what\\_is\\_a\\_sustainable\\_healthy\\_diet\\_final.pdf](http://www.fcfn.org.uk/sites/default/files/fcfn_what_is_a_sustainable_healthy_diet_final.pdf). – Дата доступа: 12.11.2020.
- 3 Устойчивые рационы питания для здоровья людей и здоровья планеты [Электронный ресурс] / Постоянный комитет Организации Объединенных Наций по проблемам питания. – Режим доступа: <https://www.unscn.org/uploads/web/news/document/Climate-Nutrition-Paper-RU-WEB.pdf>. – Дата доступа: 18.11.2020.
- 4 Sustainable development goals [Электронный ресурс] / Department of Economic and Social Affairs Sustainable Development. – Режим доступа: <https://sdgs.un.org/goals>. – Дата доступа: 18.11.2020.
- 5 Устойчивые рационы питания для здоровья людей и здоровья планеты [Электронный ресурс] / United Nations System Standing Committee on Nutrition UNSCN, август 2017 года. – Режим доступа: <https://www.unscn.org/uploads/web/news/document/Climate-Nutrition-Paper-RU-WEB.pdf>. – Дата доступа: 16.10.2020.
- 6 Sustainable development goals [Электронный ресурс] / Department of Economic and Social Affairs Sustainable Development. – Режим доступа: <https://sdgs.un.org/goals>. – Дата доступа: 18.11.2020.
- 7 Конвенция ООН о правах ребенка. 2013. [Электронный ресурс] / Комитет по правам ребенка (КПР), Замечание общего порядка № 15 2013 года о праве ребенка на наивысший достижимый уровень здоровья (статья 24). – Режим доступа: <https://undocs.org/ru/CRC/C/GC/15>. – Дата доступа: 15.10.2020.
- 8 Pisupatu B. Role of Multilateral Environmental agreements (MEAs) in Achieving the Sustainable Development Goals (SDGs). – Nairobi: UNEP, 2016. – 43 p.
- 9 Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems [Электронный ресурс] / Academy of Preventive Medicine. Orlando Florida, 2019. – Режим доступа: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(18\)31788-4/fulltext?utm\\_campaign=tfeat19&utm\\_source=hub\\_page](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(18)31788-4/fulltext?utm_campaign=tfeat19&utm_source=hub_page). – Дата доступа: 13.10.2020.
- 10 Lévesque, J. Food waste in a hotel foodservice: A case study identifying hot spots and strategies to prioritize towards a reduction [Электронный ресурс] / Jade Lévesque, Véronique Perreault, Laurent Bazinet, Sergey Mikhaylin // *International Journal of Gastronomy and Food Science* / – Volume 30, December 2022, Article 100600. – Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1878450X22001354>. – Дата доступа: 26.05.2023.
- 11 Шугуров, М. В. Международный политико-правовой механизм перехода к моделям рационального потребления и производства: новые рамки для передачи технологий [Электронный ресурс] // *Международное право*, 2018. – № 4. Режим доступа: [https://cyberleninka.ru/viewer\\_images/18610926/f/1.png](https://cyberleninka.ru/viewer_images/18610926/f/1.png). – Дата доступа: 28.10.2021.
- 12 Food losses and waste in the context of sustainable food systems (HLPE, 2014) [Электронный ресурс] // A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome 2014 – Режим доступа: <https://www.fao.org/3/i3901e/i3901e.pdf>. / . – Дата доступа: 25.10.2020.
- 13 The state of Transforming food systems for affordable healthy diets / FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO, 2020. – Режим доступа: [https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/2704\\_FAOpublication.pdf](https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/2704_FAOpublication.pdf). – Дата доступа: 12.11.2020.
- 14 Десятилетние рамки программ по рациональным моделям потребления и производства (Десятилетняя Стратегия/10YFP). Приложение к письму Постоянного представителя Бразилии при ООН от 18 июня 2012 г. на имя

- Генерального секретаря Конференции ООН по устойчивому развитию // A/CONF.216/5 от 19 июня 2012 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.unep.fr/scp/pdf/10YFP\\_russian.pdf](http://www.unep.fr/scp/pdf/10YFP_russian.pdf). Дата доступа: 15.04.2020.
- 15 Устойчивое здоровое питание: руководящие принципы [Электронный ресурс] / Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций, Всемирная организация здравоохранения. – Рим, 2020. – Режим доступа: <http://www.fao.org/3/ca6640ru/CA6640RU.pdf>. – Дата доступа: 18.11.2020.
- 16 Paris agreement [Электронный ресурс] / United Nations Organisation. – Режим доступа: [https://unfccc.int/files/essential\\_background/convention/application/pdf/russian\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/russian_paris_agreement.pdf). – Дата доступа: 18.11.2020.
- 17 Иванова, В. Н. Совершенствование организации и повышение качества питания ООО «Комбинат питания «Конкорд» в образовательных организациях: отчет по НИР / В. Н. Иванова [и др.]; МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ). Москва, 2015.
- 18 Лисицын, А. Б. Теория и практика переработки мяса. /А. Б. Лисицын [и др.]; под общ. ред. академика РАСХН Лисицына А. Б. – М.: ВНИИМП, 2004. – 378 с.
- 19 Масанский, С.Л. Влияние pH мяса на качество мясных рубленых изделий / С. Л. Масанский // Известия вузов. Пищевая технология, 2001. – № 5–6. – С. 24–25.
- 20 Срок годности пищевых продуктов: Расчет и испытание / под ред. Р. Стеле; пер. с англ. В. Широкова; под общ. ред. Ю. Г. Базарновой. - СПб.: Профессия, 2006. – 480 с.
- 21 Аникина, В. А. Изучение качества и безопасности быстрозамороженного готового продукта «Котлета куриная в соусе с клетчаткой» в процессе хранения / В. А. Аникина, С. В. Гомбоева, Е. О. Павлова // Инновационные технологии в сфере питания, сервиса и торговли [Текст]: сб. ст. III Междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 15 мая 2015 г.) / [отв. за вып.: Н. В. Заворохина, Е. В. Крюкова]. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2015. – С. 3–6.

*Поступила в редакцию 17.06.2023 г.*

#### **ОБ АВТОРАХ:**

**Татьяна Михайловна Рыбакова**, старший преподаватель кафедры товароведения и организации торговли, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: tot505@yandex.ru.

**Сергей Леонидович Масанский**, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры товароведения и организации торговли, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: masanskii\_sl@bgut.by.

#### **ABOUT AUTHORS:**

**Tatiana M. Rybakova**, Senior Lecturer of the Department of Commodity Science and Trade Organization, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: tot505@yandex.ru.

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

УДК 663.533

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДИСТИЛЛЯТОВ ДЛЯ ВИСКИ В УСЛОВИЯХ АЛКОГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ БЕЛАРУСИ

*Е. А. Цед, С. В. Волкова, В. А. Новикова*

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

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Перспективное направление развития алкогольной отрасли Республики Беларусь – производство «элитных» крепких алкогольных напитков, и, в частности, виски. Традиционное качество виски зависит от вида и качества применяемого сырья – ячменного солода, несоложенных зернопродуктов, а также технологии получения из них дистиллятов, составляющих основу готового напитка. Цель исследования – получение дистиллятов для виски на основе зернового сырья белорусской селекции в условиях отечественных предприятий. Научная задача – оценка влияния различных технологических факторов на показатели качества дистиллятов и их вкусо-ароматический профиль.

**Материалы и методы.** Тритикале сорта «Антось» белорусской селекции (ГОСТ 34023), ферментные препараты: Вискоферм (номер свидетельства ВУ.70.06.01.009), Ликвафло (номер свидетельства ВУ.70.06.01.009); Сахзайм Плюс 2Х (СанПиН 2.3.2.1078). Дрожжи сухие спиртовые *Saccharomyces cerevisiae* в соответствии с ТУ РБ 100104781.010-2005. Общепринятые в спиртовом производстве методы исследования.

**Результаты.** Установлено, что сочетание технологических факторов таких как размеры частиц помола, гидромодуль, режимы гидротермической обработки замеса, являются определяющими с точки зрения получения висковых дистиллятов с целенаправленно заданными показателями качества. Наиболее гармоничными органолептическими характеристиками – яркими злаковыми тонами в сочетании с легкими цветочными нотами – характеризовался висковый дистиллят, полученный из тритикале сорта «Антось» белорусской селекции при следующих технологических режимах – размер частиц помола 1,2 мм, гидромодуль 1:3, водно-тепловая обработка замеса по режиму «жесткой схемы». Гидротермическая обработка замеса по режимам механико-ферментативной схемы («мягкая схема») также позволяет получать висковый дистиллят с высокими органолептическими показателями, но требует дополнительного подбора ферментных препаратов и регулирования температурно-временных выдержек.

**Выводы.** Использование тритикале сорта «Антось» белорусской селекции позволяет получать дистиллят для виски по показателям качества, не уступающего традиционному. Результаты исследования расширяют область научно-практических знаний о технологии получения виски из отечественного сырья для создания национальных алкогольных напитков, относящийся к линейке мировых брендов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** виски; технология; дистиллят; тритикале; размеры частиц помола; гидромодуль; режимы водно-тепловой обработки замеса.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Цед, Е. А. Технология получения дистиллятов для виски в условиях алкогольной отрасли Беларуси / Е. А. Цед, С. В. Волкова, В. А. Новикова // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2023. – № 1(34). – С. 102–114.

## TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF WHISKY DISTILLATE IN FOCUS OF THE ALCOHOLIC BEVERAGES INDUSTRY OF BELARUS

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

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

**ABSTRACT**

**Introduction.** A promising direction for the development of the alcoholic beverages industry of the Republic of Belarus is the production of "elite" spirits, and, in particular, whisky. The traditional quality of whisky depends on the type and quality of the raw materials used – barley malt, unmalted grain products, as well as the technology for obtaining distillates from them, which form the basis of the finished drink. The purpose of the study is to obtain distillates for whisky based on grain raw materials of Belarusian selection at national enterprises. The scientific task is to assess the influence of various technological factors on the quality indicators of distillates and their flavor and aroma profile.

**Materials and methods.** "Antos" variety triticale of Belarusian selection, enzyme preparations: Viscoferm (Certificate Number BY.70.06.01.009), Liquaflo (Certificate Number BY.70.06.01.009); Saczyme *Plus 2x* (SanPiN 2.3.2.1078). Dry alcoholic yeast *Saccharomyces cerevisiae* in accordance with TU RB 100104781.010-2005. Generally accepted in alcohol production research methods.

**Results.** It is established that the combination of technological factors such as the size of the grinding particles, hydromodule and modes of hydrothermal processing of the batch are decisive for obtaining whiskey distillates with specified quality indicators. The best organoleptic characteristics – bright cereal tones combined with light floral notes – were observed in the whisky distillate obtained from the triticale of "Antos" variety of Belarusian selection under the following technological modes – the size of the grinding particles is 1.2 mm, hydromodule is 1:3, water-heat treatment of the batch was carried out by the "rigid scheme" mode. Hydrothermal processing of the batch by mechanical-enzymatic scheme ("soft scheme") also allows us to obtain a whisky distillate with high organoleptic indices, but requires additional selection of enzyme preparations and regulation of time-temperature parameters.

**Conclusions.** The use of "Antos" variety triticale of Belarusian selection makes it possible to obtain distillate for whisky in terms of quality that is not inferior to the traditional one. The results of the study expand the area of scientific and practical knowledge about the technology of obtaining whisky from local raw materials for the production of Belarusian alcoholic beverages related to the line of world brands.

**KEY WORDS:** *whisky; technology; distillate; triticale; grinding particle sizes; hydromodule; modes of water-heat treatment of batch.*

**FOR CITATION:** Tsed, E. A. Technology for the production of whisky distillate in focus of the alcoholic beverages industry of Belarus / E. A. Tsed, V S. Volkova, A. V. Novikova // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2023. – № 1(34). – P. 102–114 (in Russian).

**ВВЕДЕНИЕ**

Современная белорусская алкогольная продукция благодаря своему высокому качеству и доступной цене пользуется большой популярностью среди как отечественных, так и зарубежных потребителей. Причем особое внимание отечественные производители в настоящее время уделяют выпуску «элитного алкоголя», к которому относится такая продукция как виски, коньяк, ром, текила, отличающиеся применяемым сырьем (зернопродукты, виноград, тростниковый сахар) и особенностями органолептических свойств. Однако возможность использования местного растительного сырья для данной категории напитков весьма ограничена. Учитывая, что почвенно-климатические условия Республики Беларусь наиболее благоприятны для выращивания определенных зерновых культур, то с этой точки зрения наиболее перспективным является производство виски в сравнении с производством коньяка или рома. Исходя из этого, предприятия Республики Беларусь – ООО «Винокурня Нарочь» и другие отечественные производители начали осваивать производство виски.

Общеизвестно [1–5], что основные разновидности виски сформированы исходя из сырьевого компонента, используемого для производства напитка: *Malt whisky* – чисто солодовое виски, изготовленное из ячменного солода (реже – ржаного), которое в свою очередь подразделяется на: односолодовое (*single malt*) виски, произведённое одной винокурней с выдерж-

кой от 8 до 15 лет; бочковое (*Vatted Malt*, реже *Pure Malt*) – смесь односолодовых виски, произведенных на разных винокурнях; однобочковое (*single cask*) – солодовое виски, взятое из одной бочки, разбавленное водой до стандарта (40% об.); виски естественной крепости (*Cask Strength*), снизившейся лишь за счет испарения спирта в ходе выдержки, без разбавления водой.

Другим направлением производства виски с учетом сырьевого компонента является *Grain whisky* [6]. Это виски, изготовленные из других видов несоложенных зернопродуктов с последующим их осахариванием ячменным солодом. Сырьем для этого типа виски служат практически все виды зернопродуктов – ячмень, пшеница, рожь, кукуруза, овес и др. Зерновое виски созревает быстрее солодового, достигая зрелости уже через три года выдержки. Однако для получения элитных купажей напитков выдерживают в бочках по 12 и более лет, так как возраст напитка определяется по самому молодому виски. Различают: *Single Grain* – зерновое виски, произведенный на одном винокуренном заводе; *Pure (Vatted) Grain* – комбинация нескольких зерновых виски разных винокуренных заводов; *Grain Single Barrel* – «однобочковое» зерновое виски.

Кроме того, на рынках широко представлено виски *Blended whisky*, представляющее собой смешанное виски, полученное путем купажирования солодового виски с зерновым. Соотношение солодового и зернового виски в различных типах напитков варьирует от 10 до 90 %. Чем выше процент солодового виски в купаже, тем оно качественнее и дороже. Основная цель купажирования состоит в том, чтобы за счет разных по вкусу сортов солодового и зернового виски сформировать гармоничный напиток [7–9].

Следует также отметить, что существуют свои различные национальные особенности в применении сырья и технологических особенностей производства виски (степень дистилляции, продолжительность выдержки, тип бочек, используемых для выдержки напитка, разнообразие стадии купажирования), что послужило в выделении пяти основных типов виски в зависимости от страны-производителя – шотландский, ирландский, американский, канадский и японский [2].

Производство Шотландского виски регулирует нормативный документ «The Scotch Whisky Regulations 2009» [10], согласно которому виски производят только из ячменного солода (*Scotch Whisky*) и с применением традиционных методов – двойной (реже тройной) дистилляции, в медных кубовых аппаратах, с последующей выдержкой дистиллята в дубовых бочках не менее трех лет. Для сушки солода в качестве топлива используют торф, который придает солоду особые горелые тона [11]. Шотландское солодовое виски подразделяется на несколько типов – *Single malt* (односолодовое виски, произведенное одной винокурней, возможен купаж разных лет выдержки), *Vatted malt* (смесь нескольких односолодовых виски), *Single cask* (односолодовое виски из одной бочки), *Cask strength* (виски бочковой крепости от 56 до 65 % об).

Купажированное виски, по классификации *Scotch Whisky Association* (Ассоциации шотландского виски), подразделяется на *Standard blend* (стандартный купаж), *De luxe blend* (купаж де люкс) и *Premium* (премиум) [11]. В купаже *Standard* все индивидуальные спирты выдержаны не менее трех лет, что требуют нормативные документы. В купажах *De luxe* все спирты выдержаны не менее 12 лет. От купажей другого класса их отличает более высокий процент солодового виски, в среднем, не менее 35 %. *Premium* купаж – все индивидуальные спирты выдержаны более 12 лет, причем содержание солодового виски может достигать 60 % и более.

Ирландское виски отличается от шотландского как написанием слова «виски» – *Whiskey*, вместо *Whisky*, так и технологией получения напитка [12]. Главной отличительной особенностью ирландского виски является отсутствие в нем дымного привкуса, в результате чего напиток характеризуется отсутствием излишней резкости и сивушного тона. В качестве сырье-



вой основы используют смесь ячменного солода и ржи, причем перегонка бражки осуществляется не менее трех раз, в то время как в технологии шотландского виски применяют двукратную перегонку. Различают следующие типы ирландского виски: *Single malt* – виски из ячменного солода, произведенного на одном предприятии; *Pure malt* – смесь разных сортов *single malt*, произведенных на разных винокуренных заводах; *Pot still* – традиционное ирландское виски из смеси соложенного (от 20 до 50%) и несоложенного ячменя с добавками ржи, пшеницы, кукурузы и овса. В отличие от шотландского зернового виски перегоняется только на кубовых перегонных аппаратах; *Grain* – зерновое виски из несоложенных кукурузы и ячменя с осахариванием ячменным солодом. Используется для купажирования и изготавливается на перегонных аппаратах непрерывного действия (ректификационных колоннах); *Blend* – смесь разных сортов солодового виски и зернового [12–13].

Американское виски (*American Whiskey*) обычно имеет ирландский вариант написания – *Whiskey*, причем в законодательных актах используется и термин «*Whisky*» [12–15]. При производстве американского виски используется кукуруза и рожь, причем часто они используются без соложения с использованием осахаривания ячменным солодом.

Технология американского виски отличается от традиционного шотландского напитка отсутствием сушки солода с использованием дыма (как в технологии ирландского виски), и выдержкой только в новых обугленных дубовых бочках. Виски имеет сладковатый привкус и золотистый оттенок. Существует значительное количество типов американского виски, однако принципиально выделяют следующие типы. Простое виски (*Straight Whiskey*) получают путем перегонки осахаренного с сброженного зернового сусла, состоящего на 51 % засыпи из одного злака и 49 % из других злаковых [15]. Может разбавляться водой для корректировки крепости не выше 62,5 % об., и выдерживается не менее 2 лет в новых обожженных дубовых бочках. Производятся на одном предприятии. Для сохранения вкусо-ароматических свойств сырья простое виски должно иметь крепость не более 80 % об. и разлито в бутылки при крепости не ниже 40% об. Не допускается использование ректифицированного спирта и каких-либо добавок. Американского виски имеют следующие виды: Бурбон (*Bourbon*) – самое известное и старое американское виски, которое производят из засыпи зернопродуктов, содержащей не менее 51 % кукурузы. Существует несколько разновидностей бурбона: *Standart Bourbon* – смесь дистиллятов из разных бочек, в том числе различных сроков выдержки; *Small mash Bourbon* – смесь специально отобранных виски из небольшого количества бочек; *Single barrel Bourbon* – «однобочковый» бурбон.

Кукурузное виски (*Corns whiskey*) – изготавливается из сусла с содержанием кукурузы свыше 80 %. В технологии получения данного типа виски отсутствует стадия выдержки, имеет резкий и грубоватый привкус. Ржаное виски (*Ryese whiskey*) – получают путем перегонки сусла из засыпи зернопродуктов, содержащей не менее 51 % ржи. Рожь придает виски пряный аромат с оттенком мяты и аниса, а также насыщенный вкус с характерной горчинкой. Пшеничное виски (*Wheat whiskey*) – производится из засыпи зернопродуктов, содержащей не менее 51 % пшеницы. Купажированное виски (*Blended Whiskey*), в составе которого 20 % *straight whiskey*, и оставшиеся 80 % могут содержать другие сорта виски или дистиллятов. Светлое виски (*Lightss Whiskey*), особенностью которого является дистилляция при высоких температурах до крепости 80 % об. и кратковременно настаивание в новых или ранее использованных дубовых бочках, что делает напиток светлого цвета без особенного вкуса и почти без аромата. Бесцветный дистиллят кубовой перегонки сразу разливается в стеклянную тару. *Malt whiskey* – солодовое виски, которое произведено в США по шотландскому типу. *Sour Mash Whiskey* – это виски на кислом сусле, для получения которого используют метод «закваски». Суть данного метода состоит в том, что около четверти отфильтрованного кубового остатка добавляют в сусло на стадии затирания, что позволяет сохранить постоянным вкусо-ароматический профиль готового напитка. *Sweet Mash Whiskey* – это виски на без

добавления кубового остатка, т.е. для затирания зернопродуктов используется только свежая вода. *Tennessee Whiskey* – виски из Теннесси, особенностью изготовления которого является предварительная фильтрация дистиллята через 3-метровые фильтры, наполненные кленовым углем. Такое производство применяют только в штате Теннесси, что нашло отражение в названии виски.

Канадские виски (*Canadian Whiskey*) обладают утонченным, легким, фруктовым, горьковатым вкусом [9]. Отличие технологии канадского виски заключается в том, что зрелая бражка из различных сортов зерна отдельно подвергается непрерывной перегонке в аппарате Коффи, состоящим из двух расположенных рядом ректификационных колонн. После перегонки дистилляты смешивают и выдерживают, т.е. купаж, в отличие от технологий других стран, изготавливается до выдержки. По законам Канады, виски должно быть получено из различных зерновых культур, выращенных в Канаде, и выдержан в новых или уже использованных дубовых бочках объемом не более 680 литров не менее трех лет. В его состав разрешается добавлять до 9 % посторонних компонентов – ароматизаторов, вин, спиртов, произведенных вне Канады [16, 17].

Различают *Base whisky* – базовое виски, которое безвкусно и обладает слабым ароматом и *Flavoring whisky* – виски-ароматизатор. *Flavoring whisky* производят из ржаного солода с последующей ректификацией в колоннах непрерывного действия, в то время как базовое виски готовят из зерновой смеси, в которой может быть до 98 % кукурузы и 2 % ячменного солода. Обычно в базовом напитке используют больше ячменного и ржаного солода – до 10 %. На некоторых производствах для виски-ароматизатора применяют традиционную двойную перегонку в медных кубах, причем делают его из 100 % ржаного солода. Именно ржаная составляющая придает канадскому виски характерный островато-пряный аромат. Чем больше процент ржи, тем сильнее пряный тон и характер напитка. Виски-ароматизатор также производят в колоннах непрерывного действия до крепости 65 % об., что позволяет сохранять в дистилляте вторичные ароматические и вкусовые компоненты [16, 17]. Базовое виски дистиллируют до крепости 96 % об., при этом спирт получается очень чистым, что сравним по качеству со спиртом для приготовления некоторых водок. Канадское виски выдерживают в дубовых бочках 4–8 лет (до 20 лет), но не менее трех лет.

Таким образом, учитывая тенденции и разнообразие технологических решений, применяемых при производстве зарубежных сортов виски, целью данного исследования являлась разработка технологии производства висковых дистиллятов, составляющих основу готового виски, в условиях отечественных предприятий с использованием зернового сырья белорусской селекции. Научная задача – оценка влияния различных технологических факторов на показатели качества дистиллятов и их вкусо-ароматический профиль.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Научно-исследовательская работа проводилась в учреждении образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» на кафедре технологии пищевых производств. В качестве объектов исследования служили следующие виды сырья: тритикале разных сортов белорусской селекции (ГОСТ 34023), ферментные препараты: Вискоферм (номер свидетельства ВУ.70.06.01.009), Ликвафло (номер свидетельства ВУ.70.06.01.009); Сахзайм Плюс 2Х (СанПиН 2.3.2.1078). Дрожжи сухие спиртовые *Saccharomyces cerevisiae* в соответствии с ТУ РБ 100104781.010-2005.

В работе были использованы комплексные физико-химические, микробиологические и биохимические методы исследований общепринятые в спиртовой отрасли. Содержание крахмала в зерне определяли по ГОСТ 10845, абсолютную массу зерна – по ГОСТ ISO 520 [18], натуру зерна – по ГОСТ 10840 [19], титруемую кислотность зерна – по ГОСТ 10844 [20], влажность зерна – по ГОСТ 13586.5 [21], засоренность зерна – по ГОСТ 13586.2 [22],

содержание белка методом Кельдаля – по ГОСТ 26889 [23], органолептические показатели по ГОСТ 10967 [24], содержание жира – по ГОСТ 31700 [25], зольность – по ГОСТ 26226 [26], энергию прорастания и способность прорастания – по ГОСТ 10968 [27], содержание гемицеллюлозы, содержание пентозанов по методикам [28]. Определение содержания крахмала – по ГОСТ 12136 [29], определение концентрации этилового спирта, содержание действительной концентрации сухих веществ в зрелой бражке – по ГОСТ 32095 [30], общее содержание растворимых сбраживаемых углеводов в сусле и несброженных углеводов в зрелой бражке по ГОСТ 31683 [31], амилолитическую активность – методом Виндиша-Кольбаха [32], содержание аминного азота методом [32], содержание редуцирующих веществ методом Бертрана [32], титруемую кислотность, общее количество дрожжевых клеток, содержание мертвых клеток, гликогена и почкующихся клеток по общепринятым в спиртовом производстве методикам [32]. Статистическую обработку результатов исследования и формирование базы данных с результатами исследований проводили с использованием программы MS Excel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для создания национального напитка, относящегося к типу виски, была выбрана зерновая культура тритикале, представляющая собой пшенично-ржаной гибрид, в котором сочетаются высокая пластичность и урожайность ржи, и качество пшеницы. Тритикале хорошо адаптирована к почвенно-климатическим условиям Республики Беларусь и характеризуется высокой урожайностью (в среднем от 37,7 до 43,4 ц/га). Однако, с позиции производства виски данная культура изучена недостаточно, в связи с чем требуется проведение комплексных исследований, направленных на выявление технологических достоинств данной перспективной зерновой культуры для создания и производства отечественного виски.

Вначале работы была проведена технологическая оценка качества пяти сортов тритикале белорусской селекции – состояние, цвет, запах, натура, влажность, массовая доля сорной примеси, содержание крахмала, аминного азота, гемицеллюлоз и пентозанов, зольность и др., которые позволили определить наиболее перспективные сорта тритикале белорусской селекции с точки зрения получения вискового сусла (табл.1).

**Табл. 1.** Физико-химические и физиологические показатели качества тритикале белорусской селекции

**Table 1.** Physico-chemical and physiological quality indicators of Belarusian selection triticale

Наименование показателя	Сорта тритикале				
	«Антось»	«Кастусь»	«Дубрава»	«Импульс»	«Прометей»
Абсолютная масса, г	47,4±0,6	34,4±0,6	39,3±0,5	42,6±0,6	37,3±0,5
Содержание крахмала, %	63,80±0,12	52,53±0,11	60,04±0,12	62,61±0,11	58,35±0,11
Редуцирующие сахара, г/100 см <sup>3</sup>	0,59±0,01	0,39±0,01	0,52±0,01	0,57±0,01	0,47±0,01
Содержание белка, %	12,72±0,23	12,64±0,23	12,42±0,22	11,65±0,21	11,85±0,22
Аминный азот, мг/100 см <sup>3</sup>	11,49±0,57	11,35±0,57	10,44±0,52	10,27±0,51	11,28±0,56
Содержание жира, %	2,91±0,21	2,83±0,21	2,43±0,17	2,61±0,19	3,15±0,23
Зольность, %	1,95±0,02	1,78±0,02	1,83±0,02	1,94±0,02	1,85±0,02
Титруемая кислотность, град.	1,3±0,1	2,0±0,1	1,8±0,1	2,2±0,1	2,0±0,1
Энергия прорастания, %	94±2,3	93±2,2	93±2,3	91±2,2	91±2,3
Способность прорастания, %	98±2,4	97±2,4	96±2,3	95±2,2	96±2,4
Содержание гемицеллюлозы, %	6,9±0,6	7,2±0,7	7,6±0,7	7,4±0,6	8,0±0,6
Содержание пентозанов, %	4,8±0,2	6,9±0,2	5,7±0,2	5,4±0,2	6,2±0,2

Установлено, что наиболее высокими физико-химическими и физиологическими показателями качества характеризовалось тритикале сорта «Антось», а именно, сочетанием высокого содержания крахмала, абсолютной массы, аминного азота и др., и пониженного содержания гемицеллюлоз и пентозанов. Таким образом, данный сорт был выбран для дальнейшего использования при проведении исследований. Сравнительный анализ показателей качества указанного сорта тритикале на соответствие нормативным требованиям представлен в табл. 2.

**Табл. 2.** Показатели качества тритикале сорта «Антось» белорусской селекции

**Table 2.** Quality indicators of "Antos" variety triticale of Belarusian selection

Показатели	Тритикале	
	Требования ГОСТ 34023	Тритикале сорта «Антось»
Состояние	В здоровом, негреющемся состоянии	В здоровом, негреющемся состоянии
Цвет	Свойственный нормальному зерну тритикале, допускается любая степень обесцвеченности	Свойственный нормальному зерну тритикале
Запах	Свойственный здоровому зерну тритикале	Свойственный здоровому зерну тритикале
Натура, г/дм <sup>3</sup> , не менее	680–700	699,4
Массовая доля влаги, %, не более	14,0	10,7
Массовая доля сорной примеси, %, не более	2,0–5,0	0,5
Зерновая примесь, %, не более	5,0–15,0	1,8
Абсолютная масса, г	–	47,4
Содержание крахмала, %	–	63,8
Зольность, %	–	1,9
Кислотность, град.	–	1,3

Как следует из полученных экспериментальных данных, показатели качества исследуемого тритикале сорта «Антось» соответствовали установленным нормативным требованиям и данное сырье возможно использовать для получения вискового суслу.

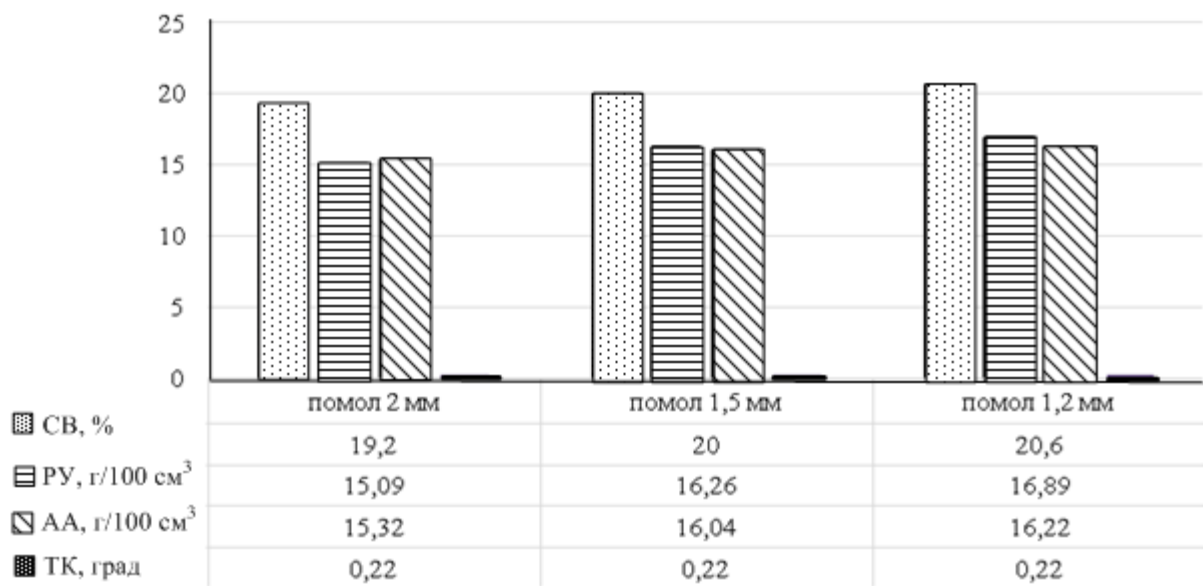
Представляло интерес исследовать влияние технологических факторов на показатели качества вискового суслу, зрелой бражки и дистиллята, полученных из тритикале белорусской селекции. Факторами исследования были выбраны: величина частиц помола зернопродуктов (Ф 1), соотношение воды и зернопродуктов в замесе (гидромодуль) (Ф 2), режимы водно-тепловой обработки замеса (Ф 3). Изучение влияния вышеуказанных факторов включало в себя исследование закономерностей протекания физико-химических и биохимических процессов при получении вискового суслу и последующего его сбраживания. Кроме того, исследовали взаимосвязь вышеуказанных факторов на фракционный состав летучих компонентов дистиллятов двойной перегонки и их органолептические свойства.

Изучение влияния фактора (Ф 1) величины частиц помола зернопродуктов в замесе осуществляли в образцах суслу с использованием трех размеров частиц дробленого сырья:

- помол с размерами частиц 2 мм (образец № 1);
- помол с размерами частиц 1,5 мм (образец № 2);
- помол с размерами частиц 1,2 мм (образец № 3).

Висковое суслу готовили по следующим технологическим режимам водно-тепловой обработки. Дробленое зерно смешивали с водой в соотношении 1:3,5. Полученный замес подогревали до температуры 50–55 °С, вносили ферментные препараты Вискоферм целлюлолити-

ческого спектра действия из расчета 0,22 ед/т сухих веществ и Ликвафло амилолитического спектра действия из расчета 2 ед/г условного крахмала, и выдерживали при этой температуре в течении 60 мин. Затем температуру замеса повышали до значения 65–70 °С и выдерживали в течении 60 мин. После этого замес нагревали до температуры 90 °С, продолжительность выдержки составляла 60 мин. Затем разваренную массу охлаждали до температуры 56–58 °С и осуществляли осахаривание ферментным препаратом глюкоамилазного спектра действия Сахзайм плюс 2х из расчета 8 ед/г, продолжительность выдержки составляла 30 мин. Полноту осахаривания определяли по йодной пробе. В полученных образцах определяли: содержание сухих веществ (СВ), массовую концентрацию растворимых углеводов (РУ), содержание аминного азота (АА), титруемую кислотность (ТК). Полученные результаты представлены на рис.1.



**Рис. 1.** Показатели качества вискового сусла в зависимости от размера частиц замеса

**Fig. 1.** Quality indicators of whisky wort depending on the size of batch particles

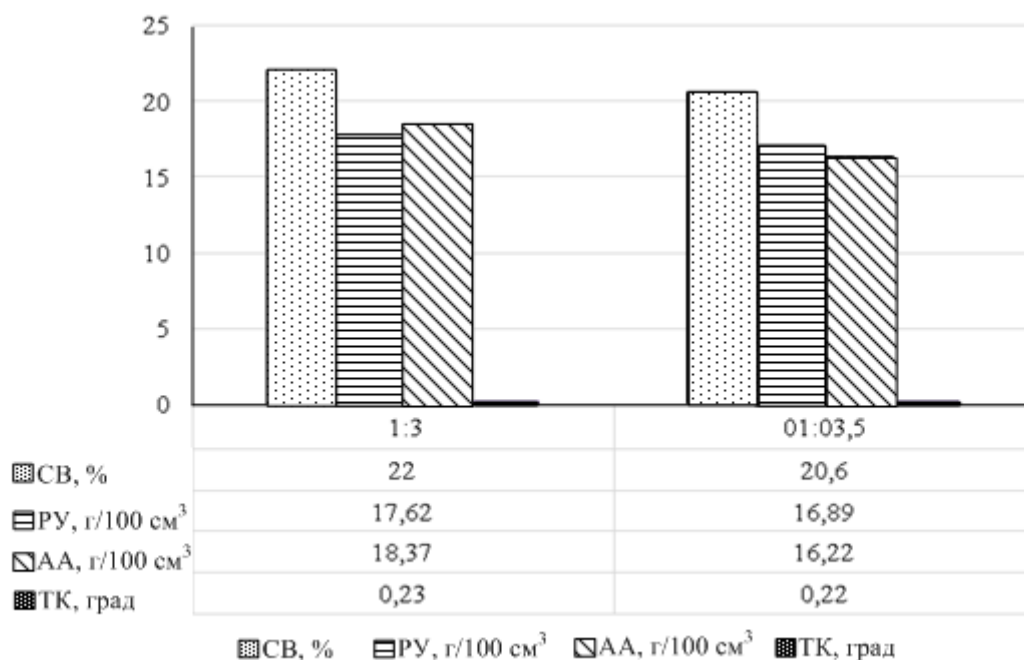
Как следует из полученных экспериментальных данных, степень помола используемых зернопродуктов оказывает существенное влияние на показатели качества получаемого сусла. Установлено, что с увеличением размера частиц помола наблюдалось прямолинейное снижение всех водорастворимых веществ: содержания сухих веществ снижалось на 2,9–7,8 %, растворимых сбраживаемых веществ – на 3,7–10,7 %, аминного азота – на 2–6 %. На титруемую кислотность сусла степень дробления зернопродуктов влияния не оказывала, значение таковой оставалась на одном уровне. Таким образом, увеличение размера частиц в замесе приводит к снижению степени экстракта получаемого сусла.

Исследования по определению влияния гидромодуля (Ф2) на показатели качества сусла, включали в себя два параметра:

– гидромодуль 1:3 (образец № 4): дробленое сырье смешивали с водой в соотношении 1:3 и далее осуществляли получение сусла по выше указанным режимам;

– гидромодуль 1:3,5 (образец № 5). Дробленое сырье смешивается с водой в соотношении 1:3,5 и далее осуществляли получение сусла по выше указанным режимам.

В полученных образцах сусла определяли показатели качества аналогично предыдущей серии опытов. Полученные результаты представлены на рис. 2.



**Рис. 2.** Показатели качества вискового сусла в зависимости от гидромодуля замеса

**Fig. 2.** Quality indicators of whisky wort depending on batch hydromodule

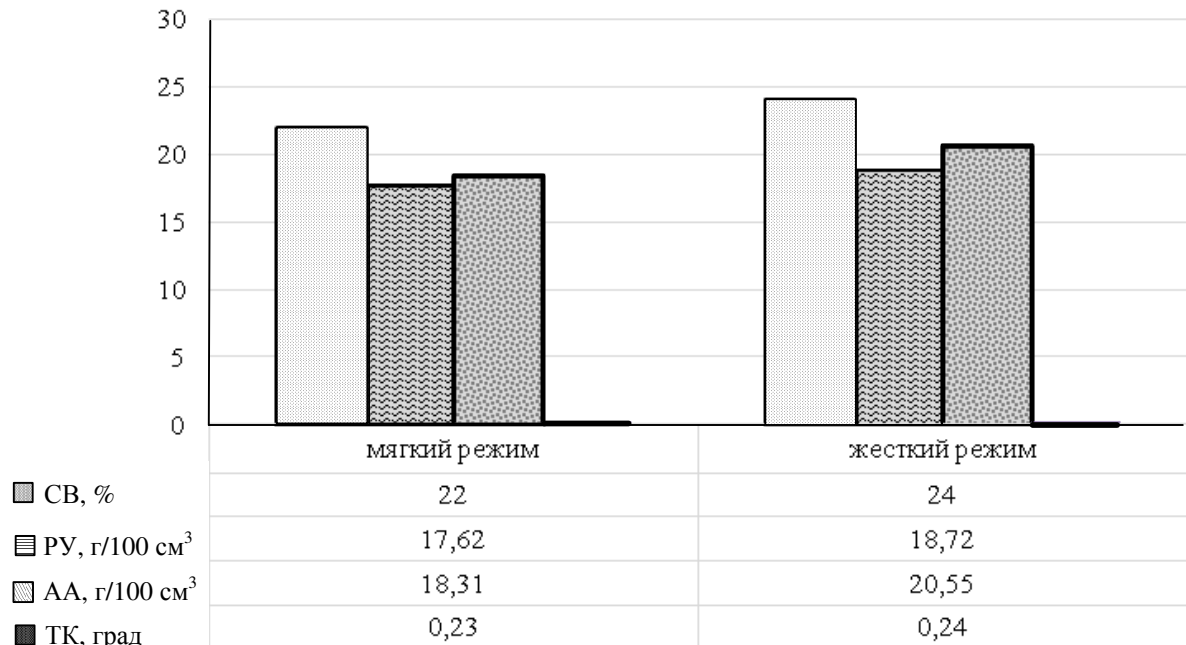
Как следует из полученных экспериментальных данных (рис. 2) гидромодуль замеса оказывал влияние на показатели качества получаемого сусла. Установлено, что с уменьшением соотношения воды и зернопродуктов наблюдалось увеличение содержания сухих веществ на 6,8 % (СВ), растворимых сбраживаемых веществ на 13,4 % (РУ), аминного азота на 12,9 % (А). Титруемая кислотность несколько повысилась при уменьшении гидромодуля. Таким образом, на основании результатов проведенных экспериментальных исследований оптимальным соотношением зернопродуктов и воды был выбран образец с гидромодулем – 1:3.

Для выявления влияния фактора 3 – влияние режимов разваривания на показатели качества сусла, полученного из тритикале белорусской селекции, были приготовлены образцы сусла с использованием двух режимов разваривания:

– «мягкий» режим» (образец № 6): дробленое зерно смешивали с водой в соотношении 1:3. Полученный замес подогревали до температуры 50–55 °С, вносили в замес ферментные препараты Вискоферм целлюлолитического спектра действия из расчета 0,22 ед/т сухих веществ и Ликвафло амилолитического спектра действия из расчета 2 ед/г условного крахмала, продолжительность выдержки составляла 60 мин. Затем температуру замеса повышали до 65–70 °С, продолжительность выдержки составляла 60 мин. После этого замес нагревали до 90 °С, продолжительность выдержки составляла 60 мин; после чего разваренную массу охлаждали до температуры 56–58 °С и проводили осахаривание в течение 30 мин, предварительно задав фермент глюкоамилазного спектра действия Сахзайм плюс 2х из расчета 8 ед/г условного крахмала. Полноту осахаривания определяли по йодной пробе.

– «жесткий» режим» (образец №7): дробленое сырье смешивали с водой температурой 70 °С в соотношении 1:3, для сохранения подвижности замеса вносили ферментный препарат амилолитического спектра действия Ликвафло, продолжительность выдержки составляла 20 мин. Затем замес нагревали в автоклаве до температуры 105 °С и выдерживали его при этой температуре 60 мин. Затем разваренную массу охлаждали до температуры 56–58 °С и

проводили осахаривание, предварительно задав ферментные препараты амилолитического спектра действия Ликвафло из расчета 0,2 ед/г условного крахмала и глюкоамилазного спектра действия Сахзайм плюс 2х из расчета 6 ед/г условного крахмала. Осахаривание проводили в течение 30 мин. Полноту осахаривания определяли по йодной пробе. В полученных образцах сусла определяли показатели качества аналогично предыдущей серии опытов. Полученные результаты представлены на рис.3.



**Рис. 3.** Показатели качества вискового сусла в зависимости от режима водно-тепловой обработки замеса

**Fig. 3.** Quality indicators of whisky wort depending on water-heat treatment of batch

Как следует из полученных экспериментальных данных, режим водно-тепловой обработки оказывает влияние на показатели качества получаемого сусла. При разваривании сырья по «жесткому» режиму все контролируемые параметры увеличивались в сравнении с развариванием по «мягкому» режиму: содержание сухих веществ увеличивалось на 8,3 % (СВ), растворимых сбраживаемых веществ – на 5,9 % (РУ), аминного азота – на 10,9 % (А), титруемой кислотности – на 4,2 % (К). Однако, необходимо отметить, что применение «мягкого» разваривания позволяет снизить тепловую нагрузку на сусло, теплотраты на производство и обеспечивает направленность процесса брожения в сторону изменения фракционного состава летучих примесей получаемого дистиллята.

Таким образом, в ходе проведенных исследований были определены оптимальные технологические режимы приготовления вискового сусла из тритикале, обеспечивающих высокое содержание сухих веществ (22,0–24,0 %), растворимых углеводов (17,62–18,72 г/100 см<sup>3</sup>), аминного азота (18,31–20,55 мг/100 см<sup>3</sup>):

– 1 режим – «мягкое» разваривание, помол с размерами частиц 1,2 мм, гидромодуль 1:3, гидротермическая обработка (при 50–55 °С 60 мин + ФП, при 65–70 °С 60 мин, при 90 °С 60 мин), осахаривание при 56–58 °С 30 мин + ФП;

– 2 режим – «жесткое» разваривание, помол с размерами частиц 1,2 мм, гидромодуль 1:3, гидротермическая обработка (при 105 °С 60 мин), осахаривание при 56–58 °С 30 мин + ФП.

В следующей серии исследований полученные образцы сусла охлаждали до температуры

«складки», вносили дрожжевую разводку *Saccharomyces cerevisiae* в количестве 10 % от объема сусла и осуществляли процесс сбраживания. Брожение вели в течение 72 часов при температуре 30 °С. Полученные образцы зрелых бражек подвергали двойной перегонке. Вначале осуществляли перегонку зрелой бражки с получением первого отгона в объеме 40 % от первоначального объема зрелой бражки. Затем проводили вторую перегонку полученного дистиллята с разделением его по фракциям: головная, средняя и хвостовая. В каждой фракции определяли концентрацию этилового спирта и органолептические показатели. Сравнительный анализ показателей крепости полученных дистиллятов из зрелых бражек на основе тритикалевого сусла в зависимости от технологических факторов представлен в табл. 3.

**Табл. 3.** Параметры дистиллятов, полученных из зрелых бражек на основе сусла из тритикале

**Table 3.** Parameters of distillates obtained from fermented wash on the basis of triticale wort

Наименование образцов дистиллятов	Крепость первого отгона, % об.	Крепость средней фракции второго отгона, % об.	Органолептическая характеристика
Образец № 1 (Ф1) (помол 2,0 мм)	25,0	59,0	Характеризуется яркими злаковыми тонами в сочетании с присутствием легких цветочных нот
Образец № 2 (Ф1) (помол 1,5 мм)	28,0	60,0	Характеризуется приятным хлебным ароматом в сочетании с мягкими сивушными оттенками
Образец № 3 (Ф1) (помол 1,2 мм)	30,0	66,0	Характеризуется сложным сочетанием сивушного тона и злаковых оттенков
Образец № 4 (Ф2) (гидромодуль 1:3)	29,0	58,0	Характеризуется хлебными тонами в присутствии насыщенных цветочных нот
Образец № 5 (Ф2) (гидромодуль 1:3,5)	30,0	67,0	Характеризующиеся приятным хлебным ароматом в сочетании с мягкими спиртовыми оттенками
Образец № 6 (Ф3) («мягкий» режим разваривания)	29,0	68,0	Характеризуется яркими хлебными тонами
Образец № 7 (Ф3) («жесткий» режим разваривания)	33,0	70,0	Характеризуется умеренными злаковыми тонами в сочетании с выраженным сивушным тоном

Как следует из полученных экспериментальных данных, наиболее высокой крепостью средней фракции характеризовался образец № 7 – дистиллят, полученный из зрелой бражки на основе сусла из тритикале, разваренного по «жесткой» схеме. Данный образец обладал умеренными злаковыми тонами и хорошо выраженным сивушным тоном.

Яркими хлебными тонами и высокой крепостью средней фракции характеризовался также образец №6, полученный с применением «мягкой схемы» водно-тепловой обработки.

Следует отметить, что очень интересные органолептические характеристики формируются в дистилляте, полученном из тритикале с применением «мягкой схемы» водно-тепловой обработки и размером частиц помола 2 мм. При использовании данной технологической схемы несколько снижается выход и крепость получаемого дистиллята, однако органолептические свойства получаемого продукта достаточно высокие. Дистиллят характеризовался яркими злаковыми тонами в сочетании с легкими цветочными нотами, что является отличии-



тельным свойством высококачественных виски.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные экспериментальные исследования позволили обосновать технологические параметры получения вискового суслу и дистиллята, полученных на основе тритикале белорусской селекции. Установлено, что сочетание таких технологических параметров как размеры частиц помола, гидромодуль, режимы гидротермической обработки замеса, являются определяющими с точки зрения получения висковых дистиллятов и формирования в них высоких органолептических свойств. Кроме того, показано, что использование тритикале сорта «Антось» белорусской селекции позволяет получать дистиллят для зернового виски высокого качества, не уступающего традиционному. Результаты исследования расширяют область научно-практических знаний о технологии получения виски из отечественного сырья для создания национальных алкогольных напитков, относящийся к линейке мировых брендов.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Виски. Технические условия: ГОСТ 33281–2015. – Введ. 01.01.2017 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 2000. – 20 с.
- 2 Макаров, С. Ю. Основы технологии виски / С. Ю. Макаров. – М.: ПРОБЕЛ-2000, 2011. – 196 с.
- 3 Ли, Э. Спиртные напитки: Особенности брожения и производства / Э. Ли, Дж. Пиготт (ред.); пер. с англ. под общ. ред. А.Л. Панасюка. – СПб.: Профессия, 2006. – 552 с.
- 4 Шаршунов, В.А. Технология и оборудование для производства спирта и ликероводочных изделий: пособие. В 2-х ч. / В. А. Шаршунов, Е. А. Цед, Л. М. Кучерявый, А. В. Киркор. – Минск: Мисанта, 2013. – 783 с.
- 5 Russell, I. Whisky: Technology, production and marketing / I. Russell. – London: Elsevier Science, 2003. – 384 p.
- 6 Тузмухамедов, Э.Р. Виски. Путеводитель / Э. Р. Тузмухамедов. – СПб.: Эксмо, 2019. – 416 с.
- 7 Jackson, M. The World Guide to Whisky / Jackson, M. – London: Dorling Kindersley, 1987. – 310 p.
- 8 Головачева, Н. Е. Производство виски по ускоренной технологии / Н. Е. Головачева [и др.]. // Пищевая промышленность. – 2019. – № 4. – С. 31–33.
- 9 Whitby, B. R. Traditional distillation in the whisky industry // B.R. Whitby // Ferment Institute of Brewing, 1992. – V. 5(4). – P. 261–267.
- 10 Piggott, J. R. The science and technology of whiskies / J. R. Piggott, Sharp R. – Longman Scientific and Technical. 1989. – 410 с.
- 11 Explanatory memorandum of the Scotch whisky regulation, 2009 – N 2890 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.legislation.gov.uk/uksi/2009/2890/introduction/made>.
- 12 Maclean, C. Scotch Whisky / C. Maclean. – London: Mitchel Beazley, 2004. – 264 p.
- 13 Charles, W. B. Distilled Alcoholic Beverages Food / W. B. Charles // Fermentation and Microorganisms. – John Wiley & Sons. – 2007. – 236 p.
- 14 Alsaker, J. By-products. In The Science and Technology of Whiskies / J. Alsaker // UK: Longman Scientific and Technical. – 1989. – P. 360–394.
- 15 Poisson, L. Characterization of the Most Odor Active Compounds in an American Bourb on Whisky by Application of the Aroma Extract Dilution Analysis / L. Poisson, P. Schieberle // Journal Agricultural and Food Chemistry. – 2008. – Vol. 56. – N 14. – PP. 5813–5819.
- 16 Baldwin, S. Congener development in Bourbon whisky matured at various proofs for twelve years / S. Baldwin, A. A. Andreasen // Journal AOAC. – 1974. – Vol. 57. – N 4. – PP. 940–950.
- 17 Canaway, P. R. Sensory aspects of whisky maturation / P.R. Canaway // In Flavor of Distilled Beverages: Origin and Devepment. UK: Ellis Horwood. – 1983. – PP.183–189.
- 18 Garcia, J. S. Whisky analysis by electrospray ionization-Fourier transform mass spectrometry / J.S. Garcia [et. al] // Food Reseach International. – 2013. – Vol. 51. – P. 98–106.
- 19 Зерновые и бобовые. Определение массы 1000 зерен: ГОСТ ISO 520–2014. – Введ. 01.04.2017 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 2017. – 16 с.
- 20 Зерно. Метод определения натуре: ГОСТ 10840–2017. – Введ. 01.07.2019 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 2019. – 12 с.
- 21 Зерно. Метод определения кислотности по болтушке: ГОСТ 10844–74. – Введ. 01.07.1975 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 2000. – 8 с.
- 22 Зерно. Метод определения влажности: ГОСТ 13586.5–2015. – Введ. 01.04.2017 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 2017. – 20 с.

- 23 Зерно. Методы определения общего и фракционного содержания сорной и зерновой примесей; содержания мелких зерен и крупности: ГОСТ 13586.2-1981. Введ. 01.08.1982 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 2000. – 32 с.
- 24 Продукты пищевые и вкусовые. Общее указание по определению содержания азота методом Кельдаля: ГОСТ 26889-1986. – Введ. 01.07.2010 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 2010. – 8 с.
- 25 Зерно. Метод определения запаха и цвета: ГОСТ 10967-90. – Введ. 01.07.1991 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 1991. – 8 с.
- 26 Зерно и продукты его переработки. Метод определения кислотного числа жира: ГОСТ 31700-2012. – Введ. 01.07.2013 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 2013. – 10 с.
- 27 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы: ГОСТ 26226-95. – Введ. 01.07.1997 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 1997. – 8 с.
- 28 Зерно. Метод определения энергии и способности прорастания: ГОСТ 10968-1988. – Введ. 01.01.2009 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 2009. – 4 с.
- 29 Ермаков, А. И. Методы биохимических исследований растений / А. И. Ермаков. – М.: Колос, 1972. – 465 с.
- 30 Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала: ГОСТ 10845-98. – Введ. 01.03.2000 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 2000. – 8 с.
- 31 Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения объемной доли этилового спирта: ГОСТ 32095-2013. – Введ. 01.03.2016 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 2016. – 8 с.
- 32 Зерновое крахмалсодержащее сырье для производства этилового спирта. Методы определения массовой доли сбраживаемых углеводов: ГОСТ 31683-2012. – Введ. 01.02.2015 – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – 2015. – 24 с.

*Поступила в редакцию 29.05.2023 г.*

#### **ОБ АВТОРАХ:**

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

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

**Виктория Александровна Новикова**, магистрант кафедры технологии пищевых производств, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: wiksja\_10@mail.ru

#### **ABOUT AUTHORS:**

**Elena A. Tsed**, D. Sc. (Engineering), 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, Assistant Professor of the Department of Food Production Technologies, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: svetllana08@mail.ru.

**Viktorija A. Novikova**, Master's Degree Student of the Department of Food Production Technologies, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: wiksja\_10@mail.ru.

# ПРОЦЕССЫ, АППАРАТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

УДК 637.5

## ОЦЕНКА ПОТЕРЬ ВЛАГИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ СЛОЕ РУБЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КУРИНОГО И СВИНОГО МЯСА ПРИ ЗАПЕКАНИИ В ПАРОВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ

*М. Н. Смагина, Д. А. Смагин, Н. А. Новикова*

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

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Целью исследования является увеличение выхода мясных изделий в процессе тепловой обработки. Научная задача – оценка потерь влаги из внутренних слоев рубленых мясных изделий различного рецептурного состава и формы из свиного и куриного мяса при их запекании при различных условиях паровоздушной среды в современных конвекционных аппаратах.

**Материалы и методы.** Измельченное на мясорубке с отверстиями выходной решетки 2,5 мм мясо куриного филе без кожи и лопаточной части свиной туши, отформованные в виде цилиндра и пластины. Запекали в пароконвекционном аппарате в диапазоне температур 160–240 °С в среде нагретого воздуха и паровоздушной среды влажностью 80–85 %.

**Результаты.** Применение паровоздушной смеси приводит к росту абсолютной влажности центра на 0,5–2 %. Рост температуры от 160 до 240 °С – к снижению влажности на 2–4 %. Для изделий в форме пластины наблюдается более высокая влажность, но разница не превышает 1 %. При термообработке в паровоздушной смеси относительные потери влаги сокращаются на 10–35 %. Рост температуры приводит к росту относительных потерь влаги на 46–61 % в воздухе и на 41–50 % в паровоздушной среде. Изделия в форме пластины характеризуются меньшими относительными потерями влаги по сравнению с цилиндрическими, соотношение составляет до 16 %. Для фарша из свинины характерен меньший отток влаги по сравнению с куриным; соотношение относительных потерь влаги колеблется от 3 до 25 %. Наибольшая разница наблюдается при 160 °С, наименьшая – при 240 °С.

**Выводы.** Данные о потерях влаги из внутренних слоев рубленых мясных изделий рекомендуется использовать в качестве справочных для прогнозирования режимов технологической обработки, позволяющих увеличить выход изделий при запекании в конвекционных аппаратах.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** мясные изделия; запекание; свинина; куриное мясо; потери влаги; паровоздушная среда; каноническая форма.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Смагина, М. Н. Оценка потерь влаги в центральном слое рубленых изделий из куриного и свиного мяса при запекании в паровоздушной среде // М. Н. Смагина, Д. А. Смагин, Н. А. Новикова // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2023. – № 1(34). – С. 115–123.

## MOISTURE LOSS IN THE CENTRAL LAYER OF CHOPPED CHICKEN AND PORK MEAT PRODUCTS WHEN BAKING IN STEAM-AIR ENVIRONMENT

*M. N. Smahina, D. A. Smahin, N. A. Novikova*

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

## ABSTRACT

**Introduction.** The aim of the study is to increase the yield of meat products during heat treatment. The scientific task is to assess the loss of moisture from the inner layers of chopped pork and chicken meat products of various formulations and geometric shapes when they are baked in various conditions of a vapor–air environment in modern convection apparatuses.

**Materials and methods.** Skinless chicken breast fillet and shoulder blade of a pork carcass minced in a meat grinder with 2.5 mm outlet grind plate holes, and molded in the form of a cylinder and a plate. It was baked in a convection steamer in the temperature range of 160–240 °C in a heated air and steam-air environment with a humidity of 80–85 %.

**Results.** When baking minced meat products in a steam-air mixture, the absolute humidity of the central layer increases by 0,5–2 %. An increase in the temperature of the heating medium from 160 to 240 °C leads to a decrease in the absolute humidity of the central layer by 2–4 %. For the products in the form of a plate, there is a higher humidity of the central layer, but the difference does not exceed 1%. During heat treatment in a steam-air mixture relative moisture losses are reduced by 10–35 %. An increase in temperature leads to an increase in relative moisture losses by 46–61 % when processed in air and by 41–50 % when processed in a vapor-air environment. Plate-shaped products are characterized by lower relative moisture losses compared to cylindrical ones, the ratio ranging up to 16 %. Minced pork is characterized by a lower outflow of moisture compared to chicken minced meat. The ratio of relative moisture losses for the materials under study ranges from 3 to 25 %. The biggest difference is observed at 160 °C, the smallest – at 240 °C.

**Conclusions.** It is recommended to use data on moisture losses from the inner layers of chopped meat products as reference ones for predicting processing modes that allow increasing the yield of products when baking in convection apparatuses.

**KEYWORDS:** *minced meat products; baking; pork; chicken meat; moisture loss; steam-air environment; canonical form.*

**FOR CITATION:** Smahina, M. N. Moisture loss in the central layer of chopped chicken and pork meat products when baking in steam-air environment / M. N. Smahina, D. A. Smahin, N. A. Novikova // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2023. – № 1(34). – P. 115–123 (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

При реализации технологических операций жарки и запекания мясные изделия следует рассматривать как массивные тела [1]. Для подобных тел разность температур между поверхностью и центром имеет значительную величину, и скорость нагревания внутренних слоев определяется характером распространения теплоты внутри тела.

Образуется значительный термометрический перепад между поверхностью и центром изделия; к моменту окончания термообработки температура корки достигает 130–140 °C при температуре в центре 72–85 °C [2–4]. Корка на этом этапе представляет собой практически обезвоженный слой, в котором протекают реакции меланоидинообразования и пирогенетического распада белков, жиров и углеводов [3, 4]. Внутренние слои представляют собой влажный капиллярно-пористый материал [5].

Влагоперенос при нагревании мясопродуктов в целом повторяет классический характер изменения температурного поля влажного капиллярно-пористого тела. Материал с начальным равномерным влагосодержанием прогревается послойно вглубь. Температура в поверхностном слое быстро возрастает, а в центре некоторое время остается постоянной. Когда температурная волна достигает центра изделия, начинает возрастать и температура в центре. Влага перемещается к пересушенным верхним слоям, подчиняясь законам теплопроводности. По мере роста температуры поверхностных слоев влага начинает перемещаться по направлению потока теплоты под влиянием температурного градиента, подчиняясь законам термовлагопроводности, повышая влажность внутренних слоев [2–5].

Характерным отличием биологического сырья от других капиллярно-пористых тел является наличие в составе большого количества связанной влаги, что значительно усложняет массообменные процессы, способствуя удержанию влаги в менее нагретых слоях [3–5]. Для фаршей, имеющих в составе определенное количество жира, массообмен дополнительно усложняется за

счет возникновения тормозящего эффекта жировых прослоек. В результате послойная влажность значительно различается как по толщине, так и по длине, убывая в направлении от центра к поверхности.

При традиционных технологических исследованиях по определению влагосодержания готовое изделие подвергают измельчению и смешиванию с целью получения средней пробы [6]. При этом остается неизвестным влагосодержание в различных слоях и характер его изменения.

В научной литературе [3–20] приведены результаты исследований по влажности готовых изделий из мясных фаршей и скорости их обезвоживания при различных рабочих параметрах технологического процесса. Однако исследований по изменению влажности конкретных слоев мясных рубленых изделий различного химического состава и геометрических форм при различных температурно-влажностных режимах тепловой обработки практически не проводилось.

Наиболее стабильным слоем при нагревании является центр изделия. Он подвергается наименьшим температурным воздействиям; является исключительно тепловоспринимающим слоем (другие слои являются тепловоспринимающими, аккумулирующими и теплопередающими); мало подвержен колебаниям теплового потока, который сглаживают периферийные слои; характеризуется устойчивыми температурными показателями.

Целью исследования является увеличение выхода мясных изделий в процессе тепловой обработки.

Научная задача – оценка потерь влаги из внутренних слоев рубленых мясных изделий различной рецептурного состава и формы из свиного и куриного мяса при их запекании при различных условиях паровоздушной среды в современных конвекционных аппаратах.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На потребительском рынке Республики Беларусь наибольший удельный вес среди мясной продукции занимает куриное и свиное мясо. Данные виды мяса удобны для исследовательской деятельности, т.к. характеризуются значительными различиями по соотношению влажность/жирность.

Для проведения эксперимента выбрано измельченное мясо куриного филе без кожи и измельченное мясо лопаточной части свиной туши. Характеристика объектов исследования приведена в табл. 1.

**Табл. 1.** Характеристика объектов исследования<sup>1</sup>

**Table 1.** Characteristics of research objects<sup>1</sup>

Показатели	Куриное филе без кожи	Лопаточная часть свиной туши
Влажность, %	73,5	55,1
Жирность, %	1,9	29,4
Содержание белка, %	23,6	14,7
Содержание углеводов, %	0,4	0,4

Мясо измельчалось на мясорубке с отверстиями выходной решетки 2,5 мм. Подготовленные образцы помещались в однослойный марлевый мешок в виде цилиндра 60×320 мм или пластины 160×160×32 мм. Применялась марля по ТУ ВУ 390287860.004-2011 с размерами ячеек 2×1 мм при плотности 35 г/м<sup>2</sup>. Мешок с мясным фаршем помещался в кассету, представляющую собой сварную каркасную конструкцию из тонких металлических стержней в виде цилиндра или пластины, с внутренними размерами, равными размерам мешка. Принятые геометрические параметры изделия обеспечивают теплоподвод от поверхности к центру в одном направлении.

<sup>1</sup> Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / под ред. И. М. Скурихина, В. А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.

Продукт нагревался в камере пароконвекционного аппарата Упох-203G до температуры в центре 85 °С (температура кулинарной готовности рубленых изделий).

В качестве греющих сред применялись нагретый воздух и паровоздушная смесь влажностью 80–85 %.

Нагревание проводилось при температурах греющей среды 160, 200 и 240 °С. Температурные режимы выбирались, исходя из предельных значений для операций жарки и запекания изделий из мясного фарша [2–4]. Технологические операции жарки и запекания характеризуются наибольшими испарительными потерями влаги.

Влажность исходного сырья и готового изделия определяли методом высушивания в сушильном шкафу при температуре 105 °С до постоянной массы навески.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований влажности готовых изделий из куриного и свиного фарша для различных геометрических форм и температурно-влажностных режимов тепловой обработки приведены в табл. 2, 3.

Как видно из данных табл. 2 и 3, при тепловой обработке в паровоздушной смеси абсолютная влажность центрального слоя повышается на 0,5–2 % по сравнению с обработкой в нагретом воздухе. При увеличении температуры греющей среды наблюдается снижение абсолютной влажности центрального слоя на 2–4 %. Для изделий в форме пластины наблюдается более высокая влажность центрального слоя по сравнению с изделиями в форме цилиндра, но разница очень мала и не превышает 1 %.

Абсолютная влажность готовых изделий является технологическим и потребительским показателем качества, но не является показателем количества потерянной влаги, т.к. влажность исходного полуфабриката различается для каждого вида сырья, а изменение влажности получаемой продукции при термической обработке происходит с довольно значительными колебаниями.

**Табл. 2.** Влияние режимных параметров термообработки на влажность центрального слоя готовой продукции из измельченного мяса куриного филе

**Table 2.** The influence of the regime parameters of heat treatment on the humidity of the central layer of finished products made from minced chicken fillet

Геометрическая форма	Температура греющей среды, °С	Влажность, %	
		Нагретый воздух	Паровоздушная смесь
Цилиндр	160	69,5–70,5	70,0–71,0
	200	66,5–68	69,0–69,5
	240	65,5–66,5	67,5–68,5
Пластина	160	69,5–71,0	70,5–71,0
	200	67,0–68,0	69,0–70,0
	240	66,0–67,0	68,0–69,0

Для изучаемого процесса определяли абсолютные потери влаги как разницу между исходной и конечной влажностью продукта для каждого опыта:

$$\Delta\varphi = \varphi_n - \varphi_k, \quad (1)$$

где  $\Delta\varphi$  – количество потерянной влаги, %;  
 $\varphi_n$  – влажность исходного полуфабриката, %;  
 $\varphi_k$  – влажность готового изделия, %.

Данные по потерям влаги приведены в табл. 4, 5.

**Табл. 3.** Влияние режимных параметров термообработки на влажность центрального слоя готовой продукции из измельченного мяса лопаточной части свиной туши

**Table 3.** The influence of the regime parameters of heat treatment on the humidity of the central layer of the finished product made from minced meat of pork carcass shoulder

Геометрическая форма	Температура греющей среды, °С	Влажность, %	
		Нагретый воздух	Паровоздушная смесь
Цилиндр	160	52,5–53,0	53,0–53,5
	200	50,5–52,0	51,5–52,5
	240	49,5–50,5	50,0–51,5
Пластина	160	53,0–53,5	53,0–54,0
	200	50,5–52,5	51,5–53,0
	240	49,5–51,0	50,0–52,0

**Табл. 4.** Абсолютные потери влаги  $\Delta\phi$  при запекании фарша из мяса куриного филе

**Table 4.** Absolute moisture loss  $\Delta\phi$  when baking minced meat from chicken fillet

Геометрическая форма	Температура греющей среды, °С	Абсолютные потери влаги, %	
		Нагретый воздух	Паровоздушная смесь
Цилиндр	160	3,0–4,0	2,5–3,5
	200	5,5–7,0	4,0–4,5
	240	7,0–8,0	5,0–6,0
Пластина	160	2,5–4,0	2,5–3,0
	200	5,5–6,5	3,5–4,5
	240	6,5–7,5	4,5–5,5

**Табл. 5.** Абсолютные потери влаги  $\Delta\phi$  при запекании фарша из мяса лопаточной части свиной туши

**Table 5.** Absolute moisture loss  $\Delta\phi$  when baking minced meat from pork carcass shoulder

Геометрическая форма	Температура греющей среды, °С	Абсолютные потери влаги, %	
		Нагретый воздух	Паровоздушная смесь
Цилиндр	160	2,0–2,5	1,5–2,0
	200	3,0–4,5	2,5–3,5
	240	4,5–5,5	3,5–5,0
Пластина	160	1,5–2,0	1,0–2,0
	200	2,5–4,5	2,0–3,5
	240	4,0–5,5	3,0–5,0

Данные табл. 4, 5 свидетельствуют, что потери влаги при использовании паровоздушной смеси заметно меньше, чем при обработке в сухом воздухе. При этом для фарша из куриного филе разница более выражена. С ростом температуры греющей среды потери влаги вырастают, причем для куриного фарша более интенсивно.

Для изделий в форме пластины характерны меньшие потери по сравнению с цилиндрическими, но разница невелика и колеблется в пределах 0,5 %.

Для свиного фарша абсолютные потери влаги значительно меньше, чем для куриного фарша.

В целом абсолютные потери влаги не показывают полной картины характера изменения влагосодержания, поскольку разница в исходном содержании воды в измельченном мясе куриного филе без кожи и измельченном мясе лопаточной части свиной туши слишком велика. Поэтому результаты исследований представляем в виде относительных потерь влаги при термообработке в % к влагосодержанию в сыром фарше [4].

**Табл. 6.** Относительные потери влаги при термообработке в % к влагосодержанию в сыром фарше из мяса куриного филе

**Table 6.** Relative moisture loss during heat treatment in % to moisture content in raw minced chicken fillet

Геометрическая форма	Температура греющей среды, °С	Относительные потери влаги, % к влагосодержанию в сыром фарше	
		Нагретый воздух	Паровоздушная смесь
Цилиндр	160	4,1–5,4	3,4–4,8
	200	7,5–9,5	5,4–6,1
	240	9,5–10,9	6,8–8,3
Пластина	160	3,4–5,4	3,4–4,1
	200	7,5–8,8	4,8–6,1
	240	8,8–10,4	6,1–7,5

**Табл. 7.** Относительные потери влаги при термообработке в % к влагосодержанию в сыром фарше из мяса лопаточной части свиной туши

**Table 7.** Relative moisture loss during heat treatment in % to moisture content in raw minced meat from pork carcass shoulder

Геометрическая форма	Температура греющей среды, °С	Относительные потери влаги, % к влагосодержанию в сыром фарше	
		Нагретый воздух	Паровоздушная смесь
Цилиндр	160	3,6–4,5	2,7–3,6
	200	5,8–8,2	4,5–6,0
	240	8,2–10,0	6,4–8,1
Пластина	160	2,7–3,6	1,8–3,5
	200	4,5–8,2	3,6–5,9
	240	7,2–10,0	5,5–7,1

Как видно из данных табл. 6, 7, при тепловой обработке в паровоздушной смеси по сравнению с обработкой в сухом воздухе относительные потери влаги в центральном слое сокращаются на 10–35 %. Меньшие потери для паровоздушной смеси могут быть объяснены образованием конденсатной пленки на начальном этапе термообработки, приводящей к снижению испарительной способности.

Рост температуры приводит к росту потерь влаги на 46–61 % при обработке в воздухе и на 41–50 % при обработке в паровоздушной среде. Таким образом, температура в рабочей камере является наиболее значимым фактором снижения влажности внутренних слоев продукта.

Изделия в форме пластины характеризуются меньшими потерями влаги по сравнению с цилиндрическими, соотношение колеблется в пределах до 16 %. Меньшие потери для изделий в форме пластины могут быть объяснены особенностями нагревания конкретных форм, а также меньшей площадью испарения.

Для фарша из полужирной свинины характерен меньший отток влаги из центральных слоев по сравнению с куриным фаршем. Соотношения относительных потерь влаги для исследуемых материалов колеблются от 3 до 25 %. Наибольшая разница наблюдается при температуре греющей среды 160 °С, наименьшая – при 240 °С. Можно предположить, что такая разница обусловлена более длительной термообработкой при низких температурах ведения процесса, которая для фарша с крайне малым содержанием жира приводит к растянутым во времени массообменным процессам. В то же время для полужирного свиного фарша интенсивность массообменных процессов тормозится значительным количеством расплавленного жира (порядка 30 % от общей массы продукта) при невысокой влажности материала.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показано, что при запекании изделий из мясного фарша в паровоздушной смеси абсолютная влажность центрального слоя повышается на 0,5–2 % по сравнению с обработкой в нагретом воздухе. Рост температуры греющей среды от 160 до 240 °С приводит к снижению абсолютной влажности центрального слоя на 2–4 %. Для изделий в форме пластины наблюдается более высокая влажность центрального слоя по сравнению с изделиями в форме цилиндра, но разница очень мала и не превышает 1 %.

Выявлено, что абсолютные потери влаги при использовании паровоздушной смеси заметно меньше, чем при обработке в воздухе. При этом для фарша из куриного филе разница более выражена. С ростом температуры греющей среды абсолютные потери влаги вырастают, причем для куриного фарша более выражено. Для изделий в форме пластины характерны меньшие потери по сравнению с цилиндрическими, но разница невелика и колеблется в пределах 0,5 %. Для свиного фарша абсолютные потери влаги значительно меньше, чем для куриного фарша.

Установлено, что при тепловой обработке в паровоздушной смеси по сравнению с обработкой в сухом воздухе относительные потери влаги, выраженные в % к влагосодержанию в сыром фарше, в центральном слое сокращаются на 10–35 %. Рост температуры приводит к росту относительных потерь влаги на 46–61 % при обработке в воздухе и на 41–50 % при обработке в паровоздушной среде. Изделия в форме пластины характеризуются меньшими потерями влаги по сравнению с цилиндрическими, соотношение колеблется в пределах до 16 %.

Для фарша из полужирной свинины характерен меньший отток влаги из центральных слоев по сравнению с куриным фаршем. Соотношение относительных потерь влаги для исследуемых материалов колеблется от 3 до 25 %. Наибольшая разница наблюдается при температуре греющей среды 160 °С, наименьшая – при 240 °С.

Меньшие потери влаги для паровоздушной смеси связаны с образованием конденсатной пленки на начальном этапе термообработки, приводящей к снижению испарительной способности; меньшие потери для изделий в форме пластины могут быть объяснены особенностями нагревания конкретных форм, а также меньшей площадью испарения; наблюдаемые особенности в относительных потерях влаги для исследуемых образцов могут быть связаны с более длительной термообработкой при низких температурах ведения процесса и наличием значительного количества жира в свином фарше.

Полученные в результате исследования данные о потерях влаги из внутренних слоев рубленых мясных изделий рекомендуется использовать в качестве справочных для прогнозирования режимов технологической обработки, позволяющих увеличить выход изделий при запекании в конвекционных аппаратах.

Результаты исследования коррелируют с данными ранее проводимых исследований и представленных в целом ряде публикаций, например [21–23].

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Желудков, А. Л. Сырой фарш – готовый продукт как массивное тело в ходе запекания в конвекционных печах / А. Л. Желудков, Д. А. Смагин, М. Н. Смагина // Сборник материалов конференции «Инновационные технологии в пищевой промышленности»: материалы XVIII Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 2 октября 2020 г.) / Нац. Акад. Наук Беларуси, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»: редкол.: З. В. Ловкис [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2020. – С. 37–41.
- 2 Липатов, Н. Н. Тепловое оборудование предприятий общественного питания / Н. Н. Липатов, М. И. Ботов, Ю. Р. Муратов. – М.: Колос, 1994. – 431 с.
- 3 Рогов, И. А. Технология мяса и мясных продуктов. / И. А. Рогов, А. Г. Забашта, Г. П. Казюлин. – М.: КолосС, 2009. – 712 с.
- 4 Соколов, А. А. Технология мяса и мясopодуKтов / А. А. Соколов [и др.]; под общ. ред. А. А. Соколова. – 2-е изд. – М.: «Пищевая промышленность», 1970. – 740 с.
- 5 Косой, В. Д. Совершенствование производства колбас: учебное пособие / В. Д. Косой, В. П. Дорохов. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 766 с.

- 6 Антипова, Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л. В. Антипова, И. А. Глотова – М.: Колос, 2001. – 376 с.
- 7 Аникина, В. А. Технология функционального продукта из мяса бройлеров / В. А. Аникина, Т. Ф. Чиркина // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – № 3(42). – С. 5–11.
- 8 Баранец, С. Ю. Влияние способов технологической обработки сырья животного происхождения на потребительские свойства готовой продукции // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – № 1(36). – С. 5–11.
- 9 Бочкарева, З. А. Сравнительная характеристика мясных рубленых изделий с продуктами переработки овса // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 4. – С. 85–91.
- 10 Васюкова, А. Т. Разработка технологии и рецептур мясных фаршевых изделий с БАД / А. Т. Васюкова [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2020. – Т. 82, № 1(83). – С. 124–128.
- 11 Войтенко, О. С. Биотехнологический подход в технологии производства колбасных изделий / О. С. Войтенко, Л. Г. Войтенко, А. А. Попидченко // Polish journal of science. – 2020. – № 29–1(29). – С. 24–26.
- 12 Гуринович, Г. В. Исследование влияния способов тепловой обработки на физико-химические свойства говядины в зависимости от технологии созревания / Г. В. Гуринович [и др.] // Пищевые системы. – 2022. – Т. 5, № 4. – С. 376–382.
- 13 Захаров, А. А. Повышение эффективности процесса обработки пищевых продуктов в пароконвектоматах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / А. А. Захаров. – М.: РЭА им. Г. В. Плеханова, 2004. – 48 с.
- 14 Калтович, И. В. Рациональные технологические параметры производства рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья / И. В. Калтович // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья. – 2020. – № 14. – С. 199–213.
- 15 Корзун, В. Н. Вплив інтенсифікації процесу теплової обробки на якість м'ясної кулінарної продукції // В. Н. Корзун, А. І. Юліна, О. Г. Оліферчук // Технологический аудит и резервы производства. – 2016. – № 3/3(29). – С. 4–8.
- 16 Куркина, Е. А. Перспективы использования инновационных технологий при производстве мясных продуктов / Е. А. Куркина, В. В. Садовой // Мясная индустрия. – 2009. – № 6. – С. 36–38.
- 17 Миколайчик, И. Н. Использование пшеничной клетчатки в технологии мясных рубленых полуфабрикатов / И. Н. Миколайчик, Л. Л. Трефилова, Н. В. Попова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2018. – Т. 6, № 2. – С. 30–35.
- 18 Родионова, Н. С. Исследование процесса тепловой обработки предварительно вакуумированных пищевых систем на основе растительного и животного сырья / Н. С. Родионова [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10. – С. 288–293.
- 19 Царегородцева, Е. В. Влияние способа тепловой обработки на качество готовых мясных продуктов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2021. – № 23. – С. 234–237.
- 20 Rabeler, F. Modelling the transport phenomena and texture changes of chicken breast meat during the roasting in a convective oven // F. Rabeler, H. F. Aberham // Journal of Food Engineering. – 2018. – Volume 237. – P. 60–68.
- 21 Груданов, В. Я. Многофункциональный жарочный шкаф для предприятий массового питания/ В. Я. Груданов, О. Р. Смирнов, И. М. Кирик // Международный аграрный журнал, 1999. – № 4. – С. 57–59.
- 22 Смагин, Д. А. Многофункциональный жарочный шкаф/ Д. А. Смагин, И. М. Кирик // Техника и технология пищевых производств: Тез. докл. III-Междун. науч.-техн. конфер. 24-26 апреля 2002. – Могилев: МТИ.– С. 206.
- 23 Груданов, В. Я. Исследование процесса тепловой обработки продуктов в среде перегретого водного пара/ В. Я. Груданов, О. Р. Смирнов, И. М. Кирик // Материалы международного научно-практич. семинара, посвящен. 30-летию кафедры МАПП, МГУП. 22–23 апреля 2004. – Могилев: МГУП. – С. 77.

*Поступила в редакцию 10.02.2023 г.*

#### **ОБ АВТОРАХ:**

**Марина Николаевна Смагина**, специалист по работе с магистрантами, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: m.n.smagina@mail.ru.

**Денис Алексеевич Смагин**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры оборудования пищевых производств, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: denis\_smagin@mail.ru.

**Новикова Наталья Александровна**, старший преподаватель кафедры оборудования пищевых производств, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий.

**ABOUT AUTHORS:**

**Marina N. Smahina**, specialist responsible for working with MA students, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: m.n.smagina@mail.ru.

**Denis A. Smahin**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food Production Equipment, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: denis\_smagin@mail.ru.

**Natalia A. Novikova**, Senior Lecturer of the Department of Food Production Equipment, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies.

# ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНО- ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

УДК 94(476):331.108

## ПАДРыхТОўКА БЕЛАРУСкіХ КАДРАў Выхэйшай КВАЛіФіКАцыі ў АПОшніА ДзЕСЯЦіГОДДзі САВЕЦКАй МАДэрніЗАцыі ГРАМАДСТВА

*I. A. Пушкін*

*Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт харчовых і хімічных тэхналогій, Рэспубліка Беларусь*

**Анотацыя.** Мэтай артыкула з'яўляецца аналіз падрыхтоўкі беларускіх кадрў вышэйшай кваліфікацыі для прамысловасці ў 1970–1980-я гг. Гістарычны кантэкст дазваляе лепш зразумець змены ў адпаведнай сістэме падрыхтоўкі кадрў у пераходны постсавецкі перыяд і ў сучаснай Рэспубліцы Беларусь. Новы дакументальны архіўны матэрыял дазволіў раскрыць некаторыя асаблівасці фарміравання кадравага складу прамысловасці БССР. У выніку выяўлены станоўчыя і адмоўныя заканамернасці падрыхтоўкі кадрў у савецкі перыяд. Існавала залежнасць паміж сістэматычнымі рэарганізацыямі сістэмы кіраўніцтва краінай і эканомікай і рэарганізацыямі ў сістэме падрыхтоўкі, перападрыхтоўкі і павышэння кваліфікацыі кадрў для прамысловасці. Устаноўлена, што спробы выправіць становішча ў эканоміцы шляхам падрыхтоўкі кадрў вышэйшай кваліфікацыі і ўкаранення розных метадаў павышэння якасці і эфектыўнасці кадравага патэнцыялу ва ўмовах існавання савецкай эканамічнай сістэмы не прынеслі чаканага выніку.

**КЛЮЧАВЫЯ СЛОВЫ:** *кадры; кадры вышэйшай кваліфікацыі; падрыхтоўка кадрў; перападрыхтоўка і павышэнне кваліфікацыі; Беларусь; савецкі перыяд.*

**ДЛЯ ЦЫТАВАННЯ:** Пушкін, І. А. Падрыхтоўка беларускіх кадрў вышэйшай кваліфікацыі ў апошнія дзесяцігоддзі савецкай мадэрнізацыі грамадства / І. А. Пушкін // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2023. – № 1(34). – С. 124–130.

## TRAINING OF HIGHLY QUALIFIED BELARUSIAN PERSONNEL IN THE LAST DECADES OF SOVIET MODERNIZATION OF SOCIETY

*I. A. Pushkin*

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

**Abstract.** The purpose of the article is to analyze the training of Belarusian highly qualified personnel for industry in the 1970s-1980s. The historical context makes it possible to better understand the changes in the relevant system of personnel training in the transitional post-Soviet period and in the modern Republic of Belarus. New documentary archival material allowed us to reveal some features of the formation of personnel in the industry of the BSSR. As a result, positive and negative patterns of personnel training in the Soviet period were revealed. There was a relationship between systematic restructuring of the country's leadership system and economic and restructuring in the system of training, retraining and advanced training of personnel for industry. It has been established that attempts to improve the situation in the economy by training highly qualified personnel and introducing various methods to improve the quality and efficiency of human resources in the conditions of the existence of the Soviet economic system did not bring the expected result.

**KEYWORDS:** *personnel; highly qualified personnel; personnel training; retraining and advanced training; Belarus; Soviet period.*

**FORCITATION:** Pushkin, I. A. Training of highly qualified Belarusian personnel in the last decades of Soviet modernization of society / I. A. Pushkin // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2023. – № 1(34). – P. 124–130 (in Russian).

## УВОДЗІНЫ

На сучасным этапе развіцця Беларусі асаблівае значэнне набывае працэс навучання работнікаў прагрэсіўным прыёмам і метадам працы, а таксама новым тэхналогіям вытворчасці тавараў і паслуг. У савецкі час была створана даволі эфектыўная сістэма падрыхтоўкі і перападрыхтоўкі кадрў высокай кваліфікацыі для ўсіх галін эканомікі, уключаючы прамысловасць. Наша мэта – прааналізаваць падрыхтоўку беларускіх кадрў вышэйшай кваліфікацыі для прамысловасці ў 1970–1980-я гг., апошнія два дзесяцігоддзі існавання савецкай сістэмы мадэрнізацыі грамадства. Гістарычны кантэкст артыкула патрэбны для лепшага разумення зменаў у адпаведнай сістэме падрыхтоўкі кадрў у пераходны постсавецкі перыяд і ў сучаснай Беларусі.

Агульная характарыстыка падрыхтоўкі кадрў у Беларусі асвятляецца як у абагульняючых працах, так і ў асобных артыкулах, апублікаваных у апошні час [1–7]. Іх аналіз паказвае, што працэс і асаблівасці падрыхтоўкі спецыялістаў вышэйшай кваліфікацыі не раскрыты ў поўным аб’ёме. Выкарыстанне новага дакументальнага архіўнага матэрыялу дазваляе стварыць аб’ектыўную карціну фарміравання кадравага складу прамысловасці БССР у апошнія дзесяцігоддзі існавання рэспублікі.

## АСНОЎНАЯ ЧАСТКА

Перыяд 1970–1990 гг. – гэта час функцыянавання ў Беларусі, як і ў цэлым у СССР, адміністрацыйна-каманднай (сацыялістычнай) эканамічнай сістэмы. У першай палове 1970-х гг. імпульс, дадзены рэформай 1965 г., паступова затухаў, у эканоміцы сталі нарастаць негатыўныя з’явы, якія ўсё больш узмацняліся ў наступныя гады. Беларуская эканоміка, як і ўся савецкая, усё больш адставала ад эканомікі вядучых капіталістычных краін па эфектыўнасці, тэхнічным і тэхналагічным узроўні, большасці іншых паказчыкаў. Кіраўніцтва савецкай краіны, каб спыніць хуткае зніжэнне тэмпаў эканамічнага росту, абпіралася ў асноўным на пазаэканамічныя, адміністрацыйна-камандныя метады.

У пачатку 1970-х гг. злабадзённай задачай з’явілася забеспячэнне гаспадарча-культурнага комплексу БССР кваліфікаванымі кадрамі. У першую чаргу не хапала спецыялістаў з вышэйшай і сярэдняй спецыяльнай адукацыяй, якія павінны былі замяніць на вытворчасці так называемых «практыкаў» – работнікаў, якія працавалі на адказных пасадах не ў адпаведнасці з атрыманай адукацыяй, а выключна дзякуючы практычнаму вопыту.

Нягледзячы на тое, што ў рэспубліцы працавалі 28 вышэйшых навучальных устаноў (ВНУ) з колькасцю 137,3 тыс. студэнтаў, па гэтаму паказчыку БССР сярод саюзных рэспублік займала толькі 11-е месца. Савецкая Беларусь адставала ад іншых рэгіёнаў краіны і па колькасці спецыялістаў з вышэйшай адукацыяй. Так, на тысячу насельніцтва тут прыходзілася 57 спецыялістаў такога ўзроўню, у той час як па СССР гэты паказчык складаў 65 чалавек. Увядзенне новых прамысловых прадпрыемстваў стварала дэфіцыт інжынерных кадрў, асабліва ў галіне машынабудавання, вылічальнай тэхнікі, аўтаматызаваных сістэм кіравання, патрэбнасць у якіх задавальнялася на 58 %. У маі 1970 г. ЦК КПБ накіраваў у ЦК КПСС ліст «Аб стане развіцця навукі і вышэйшай адукацыі ў Беларускай ССР», дзе ўздымалася пытанне аб неабходнасці адкрыцця ў рэспубліцы шэрагу вышэйшых навучальных устаноў [1, с. 469].

3 1 студзеня 1973 г. на базе тэхналагічнага факультэта Магілёўскага машынабудаўнічага інстытута пачаў працаваць Магілёўскі тэхналагічны інстытут (сёння Магілёўскі дзяржаўны ўніверсітэт харчовых і хімічных тэхналогій). Ён стаў адзінай у рэспубліцы вышэйшай установай, якая разгарнула падрыхтоўку спецыялістаў для харчовай і перапрацоўчай галін аграпрамысловага комплексу (АПК) і хімічнай прамысловасці [6, с. 2–53]. На базе філіяла Беларускага тэхналагічнага інстытута з 1974 г. шматпрофільную падрыхтоўку інжынераў разгарнуў Наваполацкі палітэхнічны інстытут. Толькі за 1981–1985 гг. гэтая маладая навучальная ўстанова падрыхтавала 4200 спецыялістаў, 80 % з якіх працавалі на прадпрыемствах і ў арганізацыях Беларускай ССР. 3 1 студзеня 1980 г. вышэйшая школа БССР папоўнілася яшчэ адной навучальнай установай – Гомельскім кааператыўным інстытутам. На ВНУ ўскладвалася задача падрыхтоўкі кадраў таварavedаў, эканамістаў, бухгалтараў для кааператыўных арганізацый. У выніку прымаемых мер у 1985/1986 навучальным годзе колькасць вышэйшых навучальных устаноў у Беларускай ССР дасягнула 33, а кантынгент студэнтаў склаў 181,9 тыс. чалавек [1, с. 469].

Навукова-тэхнічная рэвалюцыя запатрабавала наяўнасці спецыялістаў, якія адпавядалі б яе крытэрыям. Таму ў 1981–1985 гг. у вышэйшай школе пачалася падрыхтоўка інжынерных кадраў па кірунках: «Сістэмы аўтаматызаванага праектавання», «Аўтаматызацыя і комплексная механізацыя хіміка-тэхналагічных працэсаў», «Робататэхнічныя сістэмы», «Будаўніцтва цеплавых і атамных электрастанцый», «Паўправадніковыя і мікраэлектронныя прыборы» і інш. Калі ў 1971 г. кадры рыхтаваліся па 165 спецыяльнасцях, то ў 1985 г. – па 2056. За 1981–1984 гг. выпуск спецыялістаў у галіне электроннай тэхнікі і аўтаматызацыі вырас на 27,5 %, комплекснай механізацыі, машынабудавання – на 45 %, аўтаматызаваных сістэм кіравання – на 66 %. Колькасць спецыялістаў па эксплуатацыі і наладцы станкоў з праграмным кіраваннем павялічылася ў 2,4 раза, рамонту і абслугоўванню бытавой радыёэлектроннай тэхнікі – у 5,5 разоў і г. д. [1, с. 470].

У адпаведнасці з Пастановаю Савета Міністраў (СМ) БССР № 335 ад 12.11.1985 г. Міністэрствам вышэйшай і сярэдняй спецыяльнай адукацыі БССР і падведамаснымі ВНУ ў 1987 г. рэалізоўвалася Комплексная праграма па падрыхтоўцы і перападрыхтоўцы кадраў у вобласці стварэння і эксплуатацыі робататэхнічных комплексаў (РТ), гнуткіх вытворчых сістэм (ГВС) і сістэм аўтаматызаванага праектавання (САПР). У 8 ВНУ Беларусі падрыхтавалі спецыялістаў, атрымаўшых падрыхтоўку ў галіне РТ, ГВС, САПР, у колькасці 1274 (план – 1257) чал., па спецыяльнасцям: машынабудаванне і прыборабудаванне – 628 (675), электронная тэхніка, электрапрыборабудаванне і аўтаматыка – 439 (426), радыётэхніка і сувязь – 90 (90), эканоміка – 47 (50) спецыялістаў. Акрамя таго: у Мінскім палітэхнічным тэхнікуме ў 1987 г. адбыўся першы выпуск тэхнікаў па спецыяльнасці «Эксплуатацыя прамысловых робатаў» у колькасці 27 чал., у наступныя гады: 1988 г. – 820, у 1989 г. – 846, у 1990 г. – 1108 спецыялістаў [8, арк. 132, 133].

Павышэнню ўзроўню падрыхтоўкі інжынерных кадраў спрыяла навукова-даследчая праца, якая вялася ў вышэйшай школе. Дзейнічалі студэнцкія канструктарскія бюро, навуковыя гурткі, расла папулярнасць навукова-тэхнічных канферэнцый, студэнцкія навуковыя даследаванні садзейнічалі папаўненню творчых калектываў вучоных інстытутаў. У БССР колькасць студэнтаў, прыцягнутых да выканання дзяржбюджэтных навукова-даследчых прац кафедраў, дасягнула ў 1985 г. 34,7 % (1981 г. – 23,1 %) [5, с. 23, 27–28; 1, с. 471].

Патрабаванні тэхнічнага прагрэсу ў вытворчасці паспрыялі стварэнню вучэбных кафедраў на вядучых прадпрыемствах БССР. Так, у пачатку 1970-х гг. на Мінскім трактарным заводзе была створана кафедра калёсных трактароў Беларускага палітэхнічнага інстытута. 3 верасня 1975 г. на Беларускай аўтамабільнай заводзе пачала дзейнічаць кафедра вялікагрузных аўтамабіляў, якую ўзначаліў галоўны канструктар доктар тэхнічных навук М. Высоцкі. У сярэдзіне 1980-х гг. на Магілёўскім ВА «Хімвалакно» быў створаны філіял кафедры «Хімічнай тэхналогіі высокамалекулярных злучэнняў» Магілёўскага тэхналагічнага інстытута (загадчык кафедры доктар тэхнічных навук, прафесар Б. Геллер) [5, с. 214–215; 1, с. 471].

Арганізацыя такіх вучэбных структур садзейнічала больш эфектыўнаму выкарыстанню кваліфікаваных заводскіх кадраў для навучання і выхавання будучых спецыялістаў, збліжэнню вучэбнага працэсу з вытворчасцю, больш шырокаму выкарыстанню ў вучэбных мэтах вытворчай базы прадпрыемстваў.

На падрыхтоўцы кадраў вышэйшай кваліфікацыі негатыўна адбівалася недастатковае фінансаванне. Не хапала ўласных вучэбных плошчаў. Некаторыя ўстановы працавалі ў арэндных памяшканнях. Напрыклад, Магілёўскі тэхналагічны інстытут арандаваў памяшканні адразу ў некалькі навучальных устаноў. Хранічнай была праблема забеспячэння студэнцкай моладзі інтэрнатамі [6, с. 6, 12; 1, с. 473–474].

Складанасці ў арганізацыі вучэбнага працэсу, нізкая зарплата выпускнікоў ВНУ зніжалі зацікаўленасць моладзі ў набыцці вышэйшай адукацыі. Калі ў 1975 г. у БССР дакументы на паступленне ў ВНУ падаваў кожны дзесяты выпускнік, то ў 1981 г. – толькі дваццаты, што на чвэрць зменшыла колькасць абітурыентаў. За 1970–1980 гг. колькасць выпускнікоў, якія здавалі экзамены на дзённыя аддзяленні вышэйшай школы, скарацілася з 42 да 32 %, а па ўсіх формах навучання з 48 да 36 % [1, с. 473].

Нягледзячы на прымаемыя арганізацыйныя меры, праблема забеспячэння прамысловага комплексу рэспублікі кадрамі вышэйшай кваліфікацыі заставалася нявырашанай. У 1985 г. на прадпрыемствах БССР кожны другі кіраўнік цэха і яго намеснік, кожны трэці галоўны спецыяліст (канструктар, тэхнолаг, механік і інш.), палова эканамістаў, каля 70% галоўных і старшых бухгалтараў не мелі вышэйшай адукацыі. У той жа час шмат дыпламаваных кадраў выкарыстоўваліся не па спецыяльнасці. Напрыканцы 1984 г. больш за 111 тыс. з іх працавалі на пасадах, якія не патрабавалі ні вышэйшай, ні сярэдняй спецыяльнай адукацыі [9, арк. 25–26; 10, арк. 13,15; 11, арк. 14–15; 1, с. 471; 12, арк. 65].

Аналіз эканамічнага стану і кадравай сітуацыі ў прамысловых арганізацыях БССР паказаў наяўнасць тут дастаткова сур'ёзных праблем. Перш за ўсё гэта недахоп высокакваліфікаваных спецыялістаў-даследчыкаў, якія мелі ступень кандыдата або доктара навук. На красавік 1980 г. у БССР іх удзельная вага ў навуковых устаноў прамысловасці складала толькі 18 %, будаўніцтве – 19 %, пры тым, што ў цэлым гэты паказчык па БССР складаў 32 %. Удзельная вага дактароў і кандыдатаў у агульнай колькасці работнікаў і спецыялістаў, занятых навуковай працай па тэхнічных напрамках складала 18,9 %, па фізіка-матэматычных – 23,4 %, па эканамічных – 32 % [13, арк. 85]. Сярод іх характэрным быў вельмі нізкі працэнт спецыялістаў у найбольш прадукцыйным для даследаванняў і распрацовак узросце – 30–49 гадоў, а таксама нізкая доля сярод даследчыкаў моладзі і адначасова значная ўдзельная вага асоб пенсійнага ўзросту.

У 1986 г. з 48 міністэрстваў, арганізацый і прадпрыемстваў, што паведамлілі ў Дзяржплан аб сваіх патрэбах у навуковых кадрах, толькі 16 адрапартавалі аб адсутнасці ў іх патрэб у навуковых кадрах вышэйшай кваліфікацыі. Астатнім міністэрствам, арганізацыям і прадпрыемствам было неабходна 3,6 тыс. кандыдатаў навук. Доктары навук былі запатрабаваны толькі 8 міністэрствамі і ведамствамі БССР. За 1986–1990 гг. планавалі падрыхтаваць 489 дактароў навук, а патрэбна было – 513 [14, арк. 107–108].

Асноўныя прычыны недахопу кадраў вышэйшай кваліфікацыі: адсутнасць матывацыі з-за невысокай аплаты; нізкі ўзровень абнаўлення матэрыяльна-тэхнічнай базы; адсутнасць адпаведнага інфармацыйнага забеспячэння навукова-тэхнічнай дзейнасці. Гэтыя праблемы ў большасці сваёй не маглі быць вырашаны толькі за кошт сродкаў і магчымасцей саміх арганізацый і прадпрыемстваў. Сітуацыя ў значнай меры вызначалася эфектыўнасцю агульнадзяржаўнай кадравай палітыкі [3, с. 12–13].

У даследуемы перыяд праблему забеспячэння неабходнымі кадрамі у пэўнай ступені дапамагала вырашыць сістэма перападрыхтоўкі і павышэння кваліфікацыі. У БССР сетка павышэння кваліфікацыі кіруючых работнікаў і спецыялістаў народнай гаспадаркі ўключала на 1985 год 136 вучэбных цэнтраў, створаных пры 34 міністэрствах і ведамствах БССР, у тым ліку 12 інстытутаў, 13 факультэтаў, 19 вучэбна-курсавых камбінатаў, 59 курсаў і

33 іншых вучэбных цэнтра, у якіх штогод праходзілі абучэнне каля 70 тыс. чалавек. Акрамя таго ў БССР былі вучэбныя цэнтры павышэння кваліфікацыі саюзнага падпарадкавання. Пры гэтым шэраг міністэрстваў і ведамстваў не забяспечвалі поўнае і якаснае выкананне пастановы СМ БССР (15.06.1981 г. № 210) аб мерах па далейшаму ўдасканаленню сістэмы павышэння кваліфікацыі кіраўніцкіх кадраў і спецыялістаў народнай гаспадаркі. У прыватнасці не былі прыняты меры па паляпшэнню планавання павышэння кваліфікацыі і арганізацыі вучэбнага працэса, не выконваліся планавыя заданні і не забяспечвалася перыядычнасць павышэння кваліфікацыі (Міністэрства мясцовай прамысловасці БССР, Міністэрства харчовай прамысловасці БССР, Міністэрства нарыхтовак БССР, Міністэрства жыллёва-камунальнай гаспадаркі БССР, Міністэрства дарожнага будаўніцтва БССР і інш.) [15, арк. 2–3].

Падчас павышэння кваліфікацыі адбывалася вывучэнне, абагульненне і абмен перадавым вопытам. Пасля заканчэння і завяршэння павышэння кваліфікацыі кіруючыя работнікі і спецыялісты выконвалі выпускныя работы, рефераты, здавалі экзамены і залікі. Выпускныя работы павінны былі мець прыкладны характар і неабходна было іх укараніць па месцу асноўнай працы – практычная рэалізацыя прапаноў, якія ўтрымліваліся ў выпускной рабоце.

Змены, якія адбываліся ў палітычным і эканамічным развіцці краіны, выклікалі неабходнасць перагляду тэматыкі і зместу навучальнага працэсу. У 1986–1989 гг. праводзілася абучэнне па наступных кірунках: удасканаленне гаспадарчага механізма ва ўмовах пераходу да рынкавай эканомікі, арганізацыя гаспадарчага разліку на прынцыпах арэнды і падрада, прымяненне вылічальнай тэхнікі і новых інфармацыйных тэхналогій у гаспадарчай дзейнасці. У 1990–1991 гг. арганізавалі навучанне па кірунках: дзяржаўна-прававая падрыхтоўка кіруючых кадраў для працы ў новых умовах гаспадарання; радыяцыйная і прамысловая экалогія; знешнеэканамічная дзейнасць міністэрстваў і ведамстваў; праблемы менеджмента і маркетынга; стварэнне сумесных прадпрыемстваў [16, арк. 36–37].

За 1988–1989 гг. пры ВНУ Міністэрства адукацыі БССР былі арганізаваны 2 міжгаліновых інстытута, 11 факультэтаў і курсаў павышэння кваліфікацыі і перападрыхтоўкі кіруючых работнікаў і спецыялістаў ў галіне новай тэхнікі і прагрэсіўных тэхналогій, удасканалення гаспадарчага механізма, знешнеэканамічных сувязей. 9 навучальных устаноў (падраздзяленняў) у сістэме павышэння кваліфікацыі і перападрыхтоўкі кадраў Міністэрства адукацыі БССР працавалі па гаспадарча разліковай сістэме. У 1989 г. у БССР павысілі кваліфікацыю больш за 180 тыс. кіруючых работнікаў і спецыялістаў, з іх у інстытутах – 44 %, на факультэтах – 8 %, на курсах – 48 % [17, арк. 2].

Але па-мінуламу заставаліся недахопы і не вырашаныя праблемы. Павышэнне кваліфікацыі вельмі часта падмянялася нарадамі, семінарамі, тэхнічнай вучобай. У БССР не забяспечвалася ўстаноўленая перыядычнасць абучэння кадраў, якая складала 10 год (пры норме – 5 год), а для кіраўнікоў прадпрыемстваў (арганізацый), работнікаў органаў кіравання больш 15–20 год, патрабавалася ўпарадкаванне структуры сеткі навучальных устаноў павышэння кваліфікацыі і перападрыхтоўкі кадраў [17, арк. 3–4].

У 1988–1990 гг. адзначалася тэндэнцыя памяншэння колькасці абучаючыхся ў сістэме павышэння кваліфікацыі ў параўнанні з 1986 г. У 1989 г. паменшылася на 14 %, а на 1990 г. заявак на павышэнне кваліфікацыі было менш на 30–40 %. Дзяржаўная сістэма павышэння кваліфікацыі і перападрыхтоўкі кадраў, пачынаючы з 1988 г., адчувала вялікія цяжкасці з камплектаваннем [18, арк. 75].

Яшчэ адной формай павышэння кваліфікацыі былі стажыроўкі кіраўнікоў і галоўных спецыялістаў прадпрыемстваў прамысловасці. Міністэрствы і ведамствы БССР вызначылі пералікі лепшых прадпрыемстваў і арганізацый для стажыроўкі ў іх кадраў прамысловасці, будаўніцтва, транспарта, гандлю, бытавога абслугоўвання насельніцтва, калгасаў, саўгасаў і іх вытворчых падраздзяленняў. Напрыклад, да такіх прадпрыемстваў у Міністэрстве дарожнага будаўніцтва БССР адносіліся: дарожна-будаўнічыя трэсты № 1 г. Віцебска і



№ 6 г. Гродна; у Міністэрстве аўтамабільнага транспарту БССР: аўтапарк № 1 Мінскага гарадскога ўпраўлення аўтамабільнага транспарту, аўтакампанаты № 3 і 6 Мінскага гарадскога ўпраўлення грузавога аўтаатранспарту [19, арк. 48]. У г. Гомелі базавымі прадпрыемствамі, на якіх сістэматычна праводзілася вучоба кіраўніцкіх кадраў былі: швейная фабрыка «Камінтэрн», завод «Гомсельмаш», завод вымяральных прыбораў (ЗП), Гомельскае вытворчае дрэваапрацоўчае аб'яднанне, станкабудаўнічы завод імя Кірава, завод «Гідрапрывад», завод сантэхнічнага абсталявання [20, арк. 98]. Адзначаючы вялікую карысць і значнасць стажыровак, варта адзначыць, што часам стажыроўка пераўтваралася ў фармальнасць – спецыялісты (асабліва кіраўнікі) з'яўляліся толькі ў пачатку стажыроўкі, каб скласці і зацвердзіць план яе праходжання, і напрыканцы, каб забраць станоўчы водгук і пасведчанне.

## ЗАКЛЮЧЭННЕ

Аналіз падрыхтоўкі, перападрыхтоўкі і павышэння кваліфікацыі беларускіх кадраў у апошнія два дзесяцігоддзі існавання Савецкай Беларусі дазваляе адзначыць, што тагачасныя працэсы развіцця і трансфармацыі палітычнай сістэмы і эканамічных мадэляў закраналі і сістэму падрыхтоўкі беларускіх кадраў вышэйшай кваліфікацыі для прамысловасці.

Станоўчым было развіццё ў рэспубліцы вышэйшай і сярэдняй спецыяльнай адукацыі. Пачалася падрыхтоўка кадраў па новых спецыяльнасцях, абумоўленых запытамі навукова-тэхнічнага прагрэсу. Існавалі розныя формы перападрыхтоўкі і павышэння кваліфікацыі работнікаў. Адмоўным было тое, што пры падрыхтоўцы спецыялістаў дзейнасць навукова-даследчых, практна-канструктарскіх і тэхналагічных арганізацый, навуковых падраздзяленняў вышэйшых навучальных устаноў не былі сканцэнтраваны ў поўнай меры на вырашэнні найважнейшых навукова-тэхнічных праблем. У прыватнасці, стварэння якасных і канкурэнтназдольных тавараў народнага спажывання на аснове ўкаранення новых, перадавых тэхнічных распрацовак. Нягледзячы на няўхільны рост удзельнай вагі асоб з вышэйшай і сярэдняй спецыяльнай адукацыяй сярод інжынерна-тэхнічных работнікаў і скарачэнне долі «практыкаў», па ранейшаму назіралася расслаенне кіраўніцкіх кадраў прамысловасці і прадпрыемстваў на групы «практыкаў» і спецыялістаў з высокай профільнай адукацыяй.

У даследаванні перыяд формы перападрыхтоўкі кадраў залежылі ад наяўнасці прафесійнай адукацыі, кар'ернага патэнцыялу, тэрытарыяльнай і сацыяльнай мабільнасці, вопыта працы і сацыяльных сувязей. Існавала залежнасць паміж сістэматычнымі рэарганізацыямі сістэмы кіраўніцтва краінай і эканомікай і рэарганізацыямі ў сістэме падрыхтоўкі, перападрыхтоўкі і павышэння кваліфікацыі кадраў для прамысловасці.

Спробы выправіць становішча ў эканоміцы шляхам падрыхтоўкі кадраў вышэйшай кваліфікацыі і ўкаранення розных метадаў павышэння якасці і эфектыўнасці кадравага патэнцыялу ва ўмовах існавання савецкай эканамічнай сістэмы не прынеслі чаканага выніку. На адказных пасадах як у сферы дзяржаўнага кіравання, так і ў прамысловасці пераважалі асобы сталага ўзросту. Нізкая змяняльнасць і адсутнасць матэрыяльнай матывацыі ў працы спецыялістаў перашкаджалі абнаўленню кадравага патэнцыялу і развіццю эканомікі БССР. З 1985 г., у сувязі з правядзеннем палітыкі «паскарэння і перабудовы», спрабавалі шляхам вылучэння на кіруючыя пасады новых работнікаў правесці працэс «амаладжэння» кадравага патэнцыяла краіны, але гэтага не адбылося таму, што сістэма рэалізацыі кадравай палітыкі заставалася ранейшай.

Артыкул падрыхтаваны ў рамках выканання навуковых даследаванняў «Кадры прамысловасці Беларусі як фактар трансфармацыі палітычнай сістэмы і эканамічных мадэляў (1945–2019)» (навуковы кіраўнік – кандыдат гістарычных навук, дацэнт І. А. Пушкін) ДПНД на 2021–2025 гг. «Грамадства і гуманітарная бяспека беларускай дзяржавы» (навуковы кіраўнік – акадэмік НАН Беларусі, доктар гістарычных навук, прафесар А. А. Каваленя) падпраграмы № 1 «Гісторыя» (навуковы кіраўнік – кандыдат гістарычных навук, дацэнт В. Л. Лакіза), задання 12.1.3 «Гісторыя Беларусі ў канцы XVIII – пачатку XXI стст.» (навуковы кіраўнік – доктар гістарычных навук, дацэнт М. У. Смяховіч).

## ЛІТАРАТУРА І КРЫНІЦЫ

- 1 Гісторыя Беларусі. У 6 т. Т. 6. Беларусь у 1946–2009 гг. / Л. Лыч [і інш.]; рэд. калегія: М. Касцюк (гал. рэд.) [і інш.]. – Мінск: Современная школа, Эксперспектива, 2011. – 728 с.
- 2 Гісторыя беларускай дзяржаўнасці ў канцы XVIII – пачатку XXI ст. У 2 кн. Кн. 1 / А. А. Каваленя [і інш.]; рэдкал.: А. А. Каваленя [і інш.]; Нац. акад. навук Беларусі, Ін-т гісторыі. – Мінск: Беларус. навука, 2011. – 584 с.
- 3 Дзімітрук, П. П. Кадровая сітуацыя ў навуцы Рэспублікі Беларусь / П. П. Дзімітрук // Весці НАНБ. Серыя гуманітарных навук. – 2002. – № 1. – С. 5–13.
- 4 История белорусской государственности. В 5 т. Т. 5. Национальная государственность на переломе эпох (вторая половина XX – начало XXI в.) / А. А. Коваленя [и др.]; отв. ред. Н. В. Смехович; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т истории. – Минск: Беларуская навука, 2020. – 759 с.
- 5 40 лет Могилёвскому государственному университету продовольствия / редкол.; В. А. Шаршунов (пред.). – Минск: Изд. центр БГУ, 2013. – 463 с.
- 6 Пушкин, И. А. Исторический очерк создания и деятельности Могилёвского государственного университета продовольствия / И. А. Пушкин // 35 лет Могилёвскому государственному университету продовольствия / редкол.; В. А. Шаршунов (пред.). – Минск: Изд. центр БГУ, 2009. – С. 2–53.
- 7 Пушкін, І. А. Кадровы патэнцыял прамысловасці ўсходніх рэгіёнаў БССР (1944–1991): манаграфія / І. А. Пушкін, А. Р. Агееў. – Магілёў: БДУТ, 2022. – 302 с.
- 8 Письмо Министерства высшего и среднего образования БССР от 30.12.1987 г. // Нацыянальны архіў Рэспублікі Беларусь (НАРБ). – Ф. 7. Воп. 10. Спр. 1039.
- 9 Протокол заседания бюро Могилевского ОК КПБ от 29.04.1972 г. // Дзяржаўны архіў грамадскіх аб'яднанняў Магілёўскай вобласці (ДАГАМаг). – Ф. 9. Воп. 149. Спр. 15.
- 10 Протокол XI пленума Витебского ОК КПБ 28–29.11.1972 г. // Дзяржаўны архіў Віцебскай вобласці (ДАВЦ). – Ф. 1-п. Воп. 124. Спр. 8.
- 11 Протокол заседания пленума Могилёвского обкома КПБ от 11.04.1979 г. // ДАГАМаг. – Ф. 9. Воп. 162. Спр. 12.
- 12 Протокол заседания бюро Витебского областного комитета КПБ от 28.04.1984 г. // ДАВЦ. – Ф. 1-п. Воп. 161. Спр. 28.
- 13 Докладная записка отдела науки и техники Управления делами СМ БССР от 22.04.1980 г. // НАРБ. – Ф. 7. Воп. 5. Спр. 7229.
- 14 Письмо Государственного планового комитета БССР (Госплан) от 01.08.1986 г. «Вопросы организации работы по подготовке научных кадров высшей квалификации» // НАРБ. – Ф. 7. Воп. 10. Спр. 575.
- 15 Докладная записка зав. отделом науки и техники Управления делами СМ БССР от 24.04.1985 г. «О дальнейшем совершенствовании системы повышения квалификации руководящих работников и специалистов народного хозяйства республики» // НАРБ. – Ф. 7. Воп. 10. Спр. 575.
- 16 Письмо Республиканского межотраслевого института повышения квалификации руководящих работников и специалистов отраслей народного хозяйства от 18.09.1990 г. // НАРБ. – Ф. 7. Воп. 10. Спр. 2274.
- 17 Письмо Министерства народного образования БССР от 28.02.1990 г. // НАРБ. – Ф. 7. Воп. 10. Спр. 2274.
- 18 Письмо Министерства народного образования БССР от 23.01.1991 г. // НАРБ. – Ф. 7. Воп. 10. Спр. 2274.
- 19 Письмо Управления делами СМ БССР от 14.03.1986 г. у ЦК КПБ // НАРБ. – Ф. 7. Воп. 10. Спр. 256.
- 20 Протокол заседания III пленума Гомельского ОК КПБ // Дзяржаўны архіў грамадскіх аб'яднанняў Гомельскай вобласці. – Ф. 144. Воп. 142. Спр. 8.

*Паступіла ў рэдакцыю 21.06.2023 г.*

### ОБ АВТОРЕ:

**Пушкин Игорь Александрович**, кандидат исторических наук, доцент, доцент кафедры гуманитарных дисциплин Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий, e-mail: ihar.pushkin.st@gmail.com.

### ABOUT AUTHORS:

**Ihar A. Pushkin**, Ph.D., Associate Professor, Assistant Professor of Humanities of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: ihar.pushkin.st@gmail.com.