

Включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь
для опубликования результатов диссертационных исследований
Приказ Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь
от 2 февраля 2011 г. № 26



ISSN 2073-4794

Том 13
№3(49)
2020

**РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

Основан в 2008 году

Выходит 4 раза в год

Адрес редакции:

ул. Козлова, 29, г. Минск,
220037, Республика Беларусь
Тел./факс: (375-17) 252-55-70,
395-39-71, 361-11-41 (редактор)
e-mail: aspirant@belproduct.com

Редакция не несет ответственности
за возможные неточности по вине авторов.

Мнение редакции может не совпадать
с позицией автора

Отпечатано в типографии

УП «ИВЦ Минфина»

Подписано в печать 15.06.2020.

Формат 60×84/8. Бумага офсетная.

Гарнитура NewtonС. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 12,78. Уч.-изд. л. 13,10.

Тираж 100 экз. Заказ 326.

ЛП № 02330/89 от 3 марта 2014 г.

Ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск.

Учредитель

Республиканское унитарное предприятие
«Научно-практический центр Национальной
академии наук Беларуси по продовольствию»

Зарегистрирован в Министерстве информации
Республики Беларусь (свидетельство
о регистрации № 590 от 30 июля 2009 г.)

Журнал включен в базу данных
Российского индекса научного
цитирования (РИНЦ)

Подписные индексы:

для индивидуальных подписчиков 01241

для ведомственный подписчиков 012412



FOOD INDUSTRY: SCIENCE AND TECHNOLOGIES

Vol. 13, №3(49) 2020

Founder:

Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”

Editor-in-Chief:

Lovkis Zenon Valentinovich – General Director of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, Honored Science Worker of the Republic of Belarus, corresponding member of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Engineering sciences, Professor

Editorial Board:

Shepshelev Aleksandr Anatolievich – Associate Editor-in-Chief – deputy General Director for science of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, PhD in Engineering sciences

Akulich Aleksandr Vasilievich – Deputy Principal for science work of the educational institution “Mogilev State Foodstuffs University”, Doctor of Engineering sciences, Professor, Honored Inventor of the Republic of Belarus (with consent).

Zhakova Kristina Ivanovna – Academic Secretary of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, PhD in Engineering sciences

Kolosovskaya Larisa Stanislavovna – Director of the scientific and production republican affiliated unitary enterprise “Beltechnohleb” (with consent)

Lisitsyn Andrei Borisovich – Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Engineering sciences, Professor, Director of the Federal State Budgetary Scientific Establishment “V.M. Gorbатов Federal Scientific Food Systems Centre” of the Russian Academy of Sciences (with consent)

Meleshchenya Aleksey Victorovich – Director of the Republican Unitary Enterprise “Institute for Meat and Dairy Industry”, PhD in Economy sciences, Associate Professor (with consent)

Margunova Alena Mikhailauna – Deputy General Director for Foodstuffs Standardisation and Quality of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, PhD in Engineering sciences, Associate Professor

Petyushev Nikolay Nikolaevich – head of the Department of the technology of tuberous root products of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, PhD in Engineering sciences

Pochitskaya Irina Mikhailovna – Head of the Republican control and testing complex for foodstuffs quality and safety of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, PhD in Agricultural sciences

Roslyakov Yuriy Fedorovich – Head of the Department of technology of bread baking, macaroni, and confectionery production of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, Doctor of Engineering sciences, Professor (with consent)

Savenkova Tatsiana Valentinovna – Director of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian research institution of confectionery industry” – subdivision of FSBSI “Gorbатов Federal Science Centre for Food Systems” of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Engineering Sciences, Professor (with consent)

Trotskaya Taisiya Pavlovna – Chief researcher of the Nutrition Department of the the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, Doctor of Engineering sciences, Professor

Sharshunov Vyacheslav Alekseevich – Professor of the Department of machines and devices of food industry of the Educational Institution “Mogilev State Foodstuffs University”, Honored Science Worker of the Republic of Belarus, corresponding member of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Engineering sciences, Professor (with consent)

Mironova Natalya Pavlovna – responsible editor, head of the Postgraduate Studies Department of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, PhD in Philological sciences

Yushkevich Marina Nikolaevna – layout editor, leading engineer of the Department of the information and staff management of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”

The Journal is included in the List
of Journals for Publication of the Results of Dissertation Research

Supreme Certifying Commission of the Republic of Belarus
decree of 2 February 2011



ISSN 2073-4794

Vol. 13

№3(49)

2020

**PEER-REVIEWED SCIENTIFIC
AND TECHNICAL JOURNAL**

FOOD INDUSTRY: SCIENCE AND TECHNOLOGIES

The Journal was founded in 2008

Issued four times a year

Address of the Editorial Office:

29, Kozlova str., Minsk
220037, Republic of Belarus
Tel./Fax: +375-17-252-55-70,
+375-17-395-39-71, +375-17-361-11-41
(editor)

E-mail aspirant@belproduct.com

Printed at UE "IVC Minfina"

It is sent of the press 15.06.2020

Format 60x84/8. Offset paper.

NewtonC type. Offset printing.

Printed pages 12,78.

Publisher's signatures 13,10.

Circulation 100 copies. Order 326.

LP № 02330/89 of 3 March 2014

17, Kalvaryiskaya str., Minsk 220004

Founder

Republican Unitary Enterprise "Scientific-
Practical Centre for Foodstuffs of the National
Academy of Sciences of Belarus"

Registered in Ministry of Information of the
Republic of Belarus

(Registration Certificate № 530 of July 2009)

The journal is included into
the database of Russian Science
Citation Index (RSCI)

Subscription indexes

For individuals 01241

For legal entities 012412

СОДЕРЖАНИЕ

Ловкис З.В., Садовская А.В., Усеня Ю.С., Филатова Л.В. Разработка низкобелковых макаронных изделий для питания людей с нарушением обмена фенилаланина	6
Бубырь И.В., Ловкис З.В. Разработка кулинарной продукции из рыбы с повышенной пищевой ценностью.....	12
Павловская Л.М., Гапеева Л.А. Расширение ассортимента рыбных консервов	21
Гнедов А.А. Анализ показателей качества мяса азиатской корюшки (зубастой) (<i>Osmerus Mordax Dentex (mitchill)</i>) бассейна р. Енисей.....	28
Калтович И.В. Изучение пищевой и биологической ценности рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, прошедшего технологическую подготовку	36
Миклух И.В., Соколовская Л.Н., Беспалова Е.В., Пинчук Г.П. Использование растительного сырья для изготовления аналогов молочных продуктов	47
Миклух И.В., Беспалова Е.В., Соколовская Л.Н., Артюх Ю.А. Исследование эффективности восстановления сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка	54
Савчик А.В., Кантерова А.В., Леонович С.И., Ладутько Е.И., Новик Г.И. Молекулярно-генетическая идентификация дрожжевых грибов из фонда белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов	61
Савчик А.В., Новик Г.И. Каротиноидсинтезирующие дрожжевые грибы и их применение в биотехнологии (обзор литературы)	70
Куликов А.В., Литвинчук А.А., Данилюк А.С., Купин Г.А., Свердличенко А.В. Исследование влияния озono-воздушной смеси на сохранность технологичных сортов клубней топинамбура	84
Ловкис З.В., Почицкая И.М., Лобазова И.Е., Комарова Н.В. Мониторинг мясных изделий, представленных на потребительском рынке г. Минска	91

CONTENTS

Lovkis Z.V., Sadouskaya A.V., Usenia Y.S., Filatova L.V. Development of low-protein pasta for phenylketonuria patients.....	6
Bubyr I.V., Lovkis Z.V. Development of culinary products from fish with increased food value	12
Pavlovskaya L.M., Hapeyeva L.A. Expansion of fish preserves range.....	21
Gnedov A.A. Analysis of indicators of quality of meat rainbow smelt (toothy) <i>osmerus mordax dentex</i> (mitchill)) lowland basin of the river Yenisei	28
Kaltovich I.V. Study of nutritional and biological value chopped semi-finished products using emulsions from collagen-containing raw material which has undergone technological preparation.....	36
Miklukh I.V., Sokolovskaya L.N., Bepalova E.V., Pinchuk G.P. Use of vegetable raw materials for producing analogues of dairy products.....	47
Miklukh I.V., Bepalova E.V., Sokolovskaya L.N., Artsiukh Y.A. Research efficiency of restoration of dry dairy product with a reduced protein content	54
Savchik A.V., Kanterova A.V., Leonovich S.I., Ladutko E.I., Novik G.I. Molecular genetic identification of yeast from the fund of the belarusian collection of non-pathogenic microorganisms.....	61
Savchik A.V., Novik G.I. Carotene-producing yeast-like fungi and their application in biotechnologiaia survey	70
Kulikou A.V., Litvinchuk A.A., Danilyuk A.S., Kupin G.A., Sverdlichenko A.V. Research of the impact of the ozone-air mixture on the preservation of technological varieties of tuber topinambur	84
Lovkis Z.V., Pochitskaja I.M., Labazava I.E., Komarova N.V. Monitoring of meat products presented in the consumer market of Minsk	91

УДК 664.2.05:613.22

Поступила в редакцию 01.06.2020
Received 01.06.2020**З. В. Ловкис, А. В. Садовская, Ю. С. Усеня, Л. В. Филатова***РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию»,
г. Минск, Республика Беларусь***РАЗРАБОТКА НИЗКОБЕЛКОВЫХ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ
ДЛЯ ПИТАНИЯ ЛЮДЕЙ С НАРУШЕНИЕМ ОБМЕНА ФЕНИЛАЛАНИНА**

Аннотация. В статье представлены данные научно-исследовательской работы по разработке технологии производства низкобелковых макаронных изделий (вермишель, рожки, спираль, лапша) для питания людей с нарушением обмена фенилаланина, приведены результаты оценки разработанных низкобелковых макаронных изделий по органолептическим, физико-химическим показателям. Значения пищевой ценности опытных образцов макаронных изделий, изготовленных по разработанной технологии, составили: белок – 0,4 г, фенилаланин – 22 мг. В составе макаронных изделий не содержится клейковина, уровень глютена не превышает 20 мг/кг, что позволяет рекомендовать их для употребления людям, страдающим целиакией.

Ключевые слова: фенилкетонурия, специализированные пищевые продукты, изделия макаронные низкобелковые, белок, фенилаланин, глютен, крахмал, пищевая ценность

Z. V. Lovkis, A. V. Sadouskaya, Y. S. Usenia, L. V. Filatova*RUE “Scientific-Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,
Minsk, Republic of Belarus***DEVELOPMENT OF LOW-PROTEIN PASTA
FOR PHENYLKETONURIA PATIENTS**

Abstract. The article presents the data of research on the development of technology for the production of low-protein pasta (vermicelli, rigatoni, spiralli, noodles) for people with metabolic disorders of phenylalanine, the results of evaluating the developed low-protein pasta by organoleptic, physico-chemical indicators are presented. The nutritional values of the pasta prototypes made according to the developed technology were: protein – 0.4 g, phenylalanine – 22 mg. The pasta does not contain gluten, gluten does not exceed 20 mg / kg, which allows people with celiac disease to recommend them for consumption.

Keywords: phenylketonuria, specialty products, low-protein pasta, protein, phenylalanine, gluten, starch, nutritional value

Введение. Макароны изделия пользуются постоянным потребительским спросом и являются важным продуктом, который присутствует в рационах питания людей. Они традиционно изготавливаются из пшеничной муки и воды с добавлением или без добавления различного дополнительного сырья и/или пищевых добавок. Однако употребление макаронных изделий из пшеничной муки запрещено либо ограничено людям, страдающим фенилкетонурией, из-за высокого содержания белка, а следовательно и фенилаланина в продукте. Так, в 100 г изделий содержится от 10,5 г белка (фенилаланина от 525 мг), а в порции отварных макарон массой 100 г содержание белка составляет от 3,5 г (фенилаланина от 175 мг).

Для больных фенилкетонурией основным методом лечения является диетотерапия, основанная на ограничении фенилаланина в рационах питания за счет исключения высокобелковых продуктов (мясо, мясопродукты, рыба, творог, яйцо, бобовые, орехи, шоколад и др.). Белок восполняется за счет специализированных продуктов, частично или полностью лишенных фенилаланина [1]. В Беларуси данное заболевание встречается с частотой 1:6000 новорожденных, в год выявляется примерно 15–20 новорожденных с такой патологией [2].

Не могут употреблять макаронные изделия с пшеничной мукой люди, страдающие целиакией, из-за наличия в составе продукта глютена (клейковины), а также пациенты с хронической почечной недостаточностью должны придерживаться малобелковой диеты.

В РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию» в настоящее время выполняется научно-техническое задание по разработке социальных специализированных пищевых продуктов со сниженным содержанием белка и фенилаланина. Целью данной работы является разработка новых видов специализированных пищевых продуктов, в том числе макаронных изделий, для детей, страдающих фенилкетонурией.

При подборе сырья для низкобелковых макаронных изделий проведен широкий анализ ассортимента выпускаемых аналогичных видов продуктов, их пищевой ценности и состава. Также изучены результаты научно-исследовательских работ в данном направлении других странах [3, 4, 5, 6]. При разработке рецептур макаронных изделий определены состав и оптимальная дозировка компонентов.

Установлено, что основным сырьем для производства низкобелковых макаронных изделий является крахмал. Его использование обусловлено низким содержанием белка (не более 1 %), а также структурообразующими и стабилизирующими свойствами, которые позволяют придать продуктам требуемые свойства и структуру. Исследования физико-химических свойств и пищевой ценности макаронных изделий с низким содержанием белка, представленных на рынке страны и за рубежом, показали, что содержание крахмала в пересчете на сухое вещество в данных продуктах составляет от 77,1% до 85,3%, содержание белка – от 0,13% до 0,37%, фенилаланина – от 17,7 мг/100 г до 27 мг/100 г, что позволяет включать данные продукты в рацион питания взрослых и детей, страдающих фенилкетонурией.

Для производства макаронных изделий используется в основном кукурузный крахмал, но также вносятся дополнительно различные пищевые добавки, такие как карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), крахмалы различных модификаций (расщепленные, набухающие и др.), камеди, моно- и диглицериды жирных кислот, которые придают необходимые технологические свойства макаронному тесту, выступают как загустители и стабилизаторы для повышения вязкости теста, образования клейстеров, улучшения эластичности теста. Вносимые пищевые добавки являются безопасными, разрешены для производства пищевых продуктов, в том числе продуктов детского питания, придают продуктам необходимые структурно-механические свойства.

Для придания цвета макаронным изделиям возможно использование различных натуральных красителей (куркума молотая, бета-каротин, овощные порошки).

Объектами исследований в данной работе являлись кукурузный крахмал, модифицированный кукурузный крахмал, разработанный в Научно-практическом центре Национальной академии наук Беларуси по продовольствию, а также дополнительные компоненты для придания цвета и вкуса продукту.

Замес и прессование макаронного теста осуществляли на пресс-автомате для макаронных изделий с вакуумированием, установленном на опытном производстве (рис. 1). Изделия изготавливали в виде вермишели, лапши, рожков и спирали.



Рис. 1. Оборудование для производства короткорезанных макаронных изделий
Fig. 1. Equipment for the production of short cut pasta

Все компоненты согласно рецептурной закладке смешивали в течение 4-5 минут до достижения равномерного распределения ингредиентов. В макаронный пресс дозировалась подготовленная смесь, равномерно подавалась вода температурой до 50 °С в количестве, обеспечивающем влажность теста до 40%, и осуществлялось их перемешивание в бункере макаронного пресса в течение определенного времени до достижения равномерной влажности теста. Далее макаронное тесто формовалось через шнековую камеру макаронного пресса с созданием вакуума (разряжения) в бункере пресса для деаэрации теста на стадии замеса, оптимальная температура теста при выпрессовывании составляла 40–55 °С, макаронные изделия необходимой длины нарезали с помощью режущего механизма, обдували воздухом, раскладывали равномерным слоем на лотки для сушки и сушили при температуре 40–70 °С до влажности не более 13,5–14,5%, охлаждали до комнатной температуры и влажности не более 13% и упаковывали.

Полученные образцы макаронных изделий оценивали по органолептическим показателям (внешний вид, форма, цвет, вкус и запах), по физико-химическим показателям (влажность изделий, содержание белка, фенилаланина, глютена), а также определяли время варки, коэффициент увеличения массы изделий, процент сухих веществ, перешедших в варочную воду.

Внешний вид изделий, цвет оценивали визуально. Влажность изделий определяли по ГОСТ 31964 [7] высушиванием до постоянной массы лабораторной пробы макаронных изделий массой 4-5 г каждая. Для определения времени варки до готовности фиксировали время от момента погружения макаронных изделий в кипящую воду до момента исчезновения белого слоя внутри изделий.

Коэффициент увеличения массы (количество поглощенной воды) макаронных изделий во время варки вычисляли по формуле [8]:

$$K = \frac{M_2 - M_1}{M_1}, \tag{1}$$

где M_1 – масса сухих изделий, г; M_2 – масса сваренных изделий, г.

Количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, определяли выпариванием при температуре 160 °С до постоянной массы. Процент сухого вещества, перешедшего при варке макаронных изделий в варочную воду (X , %), вычисляли по формуле:

$$X = \frac{m \cdot V_1}{M \cdot V_2} \cdot \frac{100}{100 - W} \cdot 100, \tag{2}$$

где m – масса сухого вещества, г; M – масса пробы макаронных изделий, взятых на варку, г; V_1 – общий объем варочной воды, см³; V_2 – объем варочной воды, взятый на выпаривание, см³; W – влажность испытуемой пробы макаронных изделий, %.

Показатели качества сваренных макаронных изделий представлены в табл. 1, внешний вид опытных образцов макаронных изделий сухих и сваренных представлен на рис. 2.

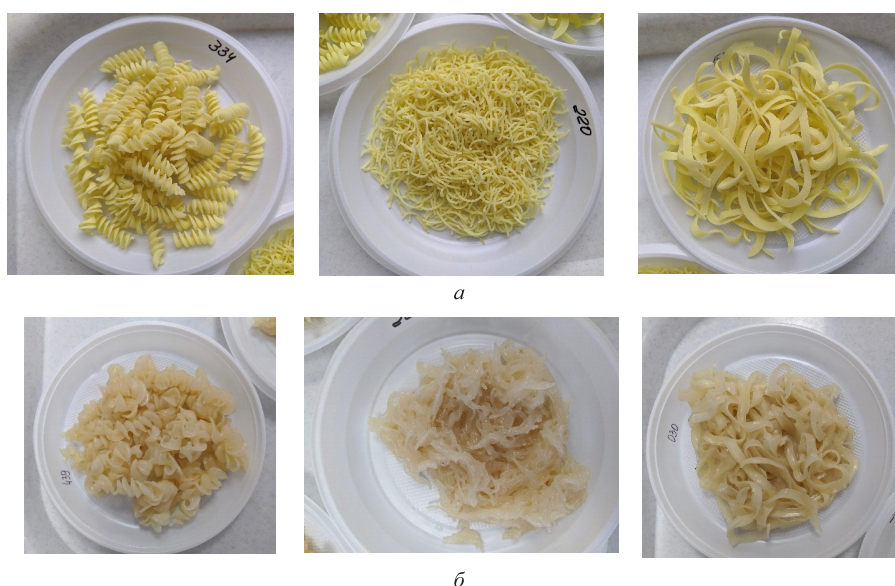


Рис. 2. Внешний вид опытных образцов сухих (а) и сваренных (б) макаронных изделий
Fig. 2. Appearance of prototypes of dry pasta (a) and cooked (b)

Таблица 1. Показатели качества сваренных макаронных изделий
Table 1. Quality indicators of cooked pasta

Показатели качества	Образцы макаронных изделий						
	Опытные образцы				Импортные		
	Вермишель	Лапша	Спираль	Рожки	Рожки (Россия)	Рифленая трубочка (Россия)	Фигурные макаронные изделия (Италия)
Внешний вид	Не плотные, глянцевые		Плотные, глянцевые				
Форма	Форму сохранили, слиплись, глянцевые		Хорошо сохранили форму, слегка слиплись, глянцевые, форма соответствует типу изделий				
Цвет	Бледно желто-оранжевый, светло-коричневый		Бледно желто-оранжевый, светло-коричневый с коричневыми вкраплениями		Кремовый	Ярко-желтый, с желтыми вкраплениями	Кремовый
Вкус и запах	Свойственный данным продуктам, без постороннего привкуса						
Текстура	Упругая, эластичная						
Длительность варки, мин	9	12	9	10	10	10	9
Влажность, %	3,1	5,1	5,6	3,0	6,9	6,1	4,4
Коэффициент увеличения массы	0,9	0,9	1,2	1,3	1,25	1,6	1,4
Количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, %	42,3	25,9	19,2	15,7	15,5	6,6	2,4

В результате исследований установлено следующее: цвет макаронных изделий определялся цветом используемого сырья, в первую очередь, куркумы молотой. Сухие макаронные изделия имели кремово-желтый цвет, цвет сваренных макарон – оранжево-желтый, на поверхности были вкрапления куркумы оранжево-коричневого цвета. Импортные образцы макаронных изделий, в составе которых присутствовала куркума молотая в сваренном состоянии, также имели вкрапления куркумы – точки ярко-желтого цвета. В процессе смешивания и прессования макаронного теста куркума распределяется равномерно и определяет цвет готовых изделий. Аналогичные импортные фигурные макаронные изделия (производство Италия) содержали в составе бета-каротин, поэтому в сваренном состоянии имели равномерный кремовый цвет, без вкраплений.

Количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, в опытных образцах макаронных изделий составляет от 15,7 % до 42,3%, что свидетельствует о потере сухих веществ при варке. Меньшее количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, наблюдается в опытных образцах в виде спирали и рожков, что можно объяснить их более сложной формой и большей толщиной.

Импортные макаронные изделия с низким содержанием белка и фенилаланина имели более низкие значения потерь сухих веществ, перешедших в варочную воду, что зависит от таких свойств сырья, в первую очередь, пищевых добавок (модифицированных крахмалов и других структурообразующих компонентов), как водосвязывающая способность и растворимость.

Средняя продолжительность варки изготовленных по разработанной технологии макаронных изделий составила 9-10 мин, коэффициент увеличения массы (количество поглощённой воды) опытных образцов составил 0,9-1,3, большее значение коэффициента имели рожки и спираль.

Способ приготовления разработанных изделий: макаронные изделия постепенно опустить в кипящую подсоленную воду с добавлением 1-2 ложек растительного масла и варить на медленном огне до 9 минут, слегка помешивая. Воды берется из расчета 1 литр на 100 г продукта, соль – по вкусу. Для предотвращения слипания сваренные макаронные изделия после процеживания через дуршлаг рекомендуется промыть небольшим количеством холодной воды.

Сравнение содержания белка и фенилаланина опытных и импортных образцах макаронных изделий представлено на рис. 3.

Значения пищевой ценности опытных образцов макаронных изделий составили: белок – 0,4 г, фенилаланин – 22 мг, жир – 0,6 г, углеводы – 83,0 г, энергетическая ценность – 1460 кДж/ 340 ккал, содержание глютена – не более 20 мг/кг. По сравнению с традиционными макаронными изделиями из пшеничной муки, содержание белка в разработанных образцах меньше на 96,2%, а фенилаланина на 95,8%, что позволяет рекомендовать их для употребления больным фенилкетонурией, так как

содержание белка в 100 г сухих макаронных изделий не превышает 1 г, а в порции сваренных макаронных изделий (100 г) расчетное содержание белка составляет 0,2 г, фенилаланина – 10,5 мг. В составе разработанных макаронных изделий не содержится пшеница, рожь, ячмень, овес и злаки, полученные путем их скрещивания, а уровень глютена не превышает 20 мг/кг. Такие макаронные изделия можно рекомендовать для употребления людям, страдающим целиакией.

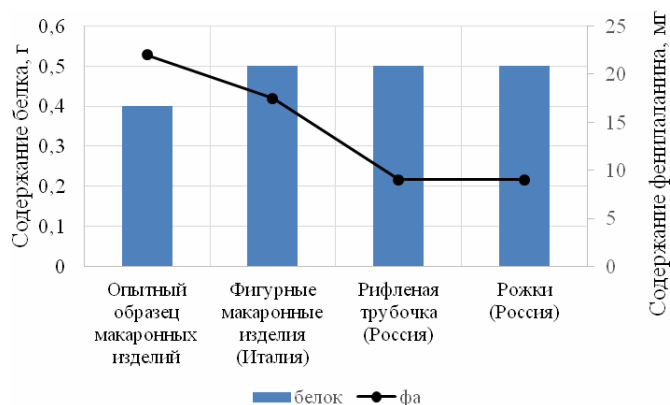


Рис. 3. Содержание белка и фенилаланина в 100 г сухих макаронных изделий
Fig. 3. The protein and phenylalanine content in 100 g of dry pasta

Таким образом, на основании полученных результатов исследований разработана технология производства макаронных изделий низкобелковых, нормативно-техническая и технологическая документация на их производство. Разработанные изделия содержат не более 1% белка и предназначены для реализации в торговой сети и в объектах общественного питания для людей больных фенилкетонурией, а также для употребления всеми категориями населения в качестве обычных изделий. Макароны изготавливаются из крахмала (более 85%) и воды с использованием дополнительного сырья. Проведена оценка опытных образцов макаронных изделий по органолептическим, физико-химическим показателям и сравнение с импортными низкобелковыми макаронными изделиями российского и итальянского производства, а также традиционными макаронными изделиями из пшеничной муки. Установлено, что по пищевой ценности разработанные макаронные изделия не уступают аналогичным изделиям импортного производства: содержание белка составляет 0,4 г, фенилаланина – 22,0 мг, в их составе не содержится клейковина, а содержание глютена не более 20 мг/кг, что позволяет включать такие макаронные изделия в рационы людей с фенилкетонурией и целиакией.

Список использованных источников

1. Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению фенилкетонурии / Матулевич, С.А. [и др.] // Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.rare-diseases.ru/images/Article/science-base/phenylketonuria.pdf>. – Дата доступа : 26.05.2020.
2. Воронович, С.А. Проблемные вопросы заболеваемости фенилкетонурией / Воронович С. А., Яценко Д. С., Борсук С. В. // Учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет». – 2019. – С. 21–23. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://elib.gsmu.by/xmlui/bitstream/handle/GomSMU/5753/21-23.pdf?sequence=1>. – Дата доступа : 26.05.2020.
3. Низкобелковые продукты на основе крахмала в лечебном питании детей с наследственной патологией обмена веществ / С.Т. Быкова [и др.] // Пищевая промышленность. – 2018. – №12. – С. 96–99.
4. Быкова, С.Т. Применение пищевых волокон для обогащения продуктов питания с функциональными свойствами / С.Т. Быкова, Т.Г. Калинина, Т.Э. Боровик, Т.В. Бушуева // Пищевая промышленность. – 2015. – №12. – С. 48–50.
5. Мадзиевская, Т. Новые смеси для производства специализированных макаронных изделий / Т. Мадзиевская, Т. Шункевич, А. Белая // Наука и инновации. – 2014. – №5 (135) – С. 42–43.
6. Петюшев, Н.Н. Компонентный состав низкобелковых продуктов питания для детей, страдающих фенилкетонурией / Н.Н. Петюшев, А.В. Садовская, Ю.С. Усеня // Наука, питание и здоровье : материалы II Международного конгресса (Минск, 3-4 октября 2019 г.). – Минск : Беларуская навука, 2019. – С. 179–184.
7. Изделия макаронные. Правила приемки и методы определения качества : ГОСТ 31964-2012. – Введ. 01.01.2014. – Москва : Стандартинформ : 2014. – 17 с.
8. Исследование изменения рецептуры макаронных изделий как фактора, повышающего безопасность технологии / Солопова В.А. [и др.] // Вестник ОГУ. – 2020. – №9 (145). – С. 191–196.

References

1. Federal'nye klinicheskie rekomendatsii po diagnostike i lecheniju fenilketonurii / Matulevich [Federal clinical guidelines for the diagnosis and treatment of phenylketonuria], S.A. [i dr.] Available at: <http://www.rare-diseases.ru/images/Article/science-base/phenylketonuria.pdf> (accessed 26 May 2020).
2. Voronovich, S.A. Problemnye voprosy zaboлеваemosti fenilketonuriej [Phenylketonuria incidence issues] / Voronovich S. A., Jaschenko D. S., Borsuk S. V. // Uchrezhdenie obrazovaniya «Gomel'skij gosudarstvennyj meditsinskij universitet», 2019, pp. 21–23. Available at: <http://elib.gsmu.by/xmlui/bitstream/handle/GomSMU/5753/21-23.pdf?sequence=1> (accessed 26 May 2020).
3. Bykova, S.T. Nizkobelkovye produkty na osnove krahmala v lechebnom pitanii detej s nasledstvennoj patologij obmena veschestv [Low-protein starch-based products in the clinical nutrition of children with hereditary metabolic pathologies] / S.T. Bykova [i dr.] // Pischevaja promyshlennost' = Food Industry, 2018, no 12, pp. 96–99.
4. Bykova, S.T. Primenenie pischevyh volokon dlja obogaschenija produktov pitaniya s funktsional'nymi svoystvami [The use of dietary fiber for the enrichment of food products with functional properties] / S.T. Bykova, T.G. Kalinina, T.E. Borovik, T.V. Bushueva // Pischevaja promyshlennost' = Food Industry, 2015, no 12, pp. 48–50.
5. Madzievskaja, T. Novye smesi dlja proizvodstva spetsializirovannyh makaronnyh izdelij [New mixes for the production of specialized pasta] / T. Madzievskaja, T. Shunkevich, A. Belaja // Nauka i innovatsii = The Science and Innovations, 2014, no 5 (135), pp. 42–43.
6. Petjushev, N.N. Komponentnyj sostav nizkobelkovykh produktov pitaniya dlja detej, stradajuschih fenilketonuriej [The composition of low-protein foods for children suffering from phenylketonuria] / N.N. Petjushev, A.V. Sadovskaja, Ju.S. Usenja // Nauka, pitanie i zdorov'e : materialy II Mezhdunarodnogo kongressa (Minsk, 3-4 oktjabrja 2019 g.), 2019. – pp. 179–184.
7. Izdelija makaronnye. Pravila priemki i metody opredelenija kachestva : GOST 31964-2012 [Macaroni products. Acceptance rules and methods of quality determination : State Standard 31964-2012], Moscow, 2014. 17 p.
8. Solopova V.A. Issledovanie izmenenija retseptury makaronnyh izdelij kak faktora, povyshajushego bezopasnost' tehnologii [The study of changes in the recipe of pasta as a factor increasing the safety of technology] / Solopova V.A. [i dr.] // Vestnik OGU = Vestnik of the Orenburg State University, 2020, no 9 (145), pp. 191–196.

Информация об авторах

Ловкис Зенон Валентинович – член-корреспондент НАН Беларуси, доктор технических наук, профессор, генеральный директор, РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: info@belproduct.com.

Садовская Анна Викторовна – канд. технических наук, старший научный сотрудник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов, РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: potato@belproduct.com.

Усеня Юлия Сергеевна – заместитель начальника–старший научный сотрудник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: yulia1484@mail.ru

Филатова Ленина Всеволодовна – старший научный сотрудник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов, РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: potato@belproduct.com.

Information about authors

Lovkis Zenon V. – corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Technical Sciences, Professor, General Director Republican Unitary Enterprise «The Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Foodstuffs» (29 Kozlova street, Minsk 220037, Republic of Belarus). E-mail: info@belproduct.com.

Sadouskaya Anna V. – Ph.D. (Technical), senior researcher of the department of the technology of tuberous root products of RUE “Scientific-Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29 Kozlova street, Minsk 220037, Republic of Belarus). E-mail: potato@belproduct.com.

Usenia Julia S. – Ph.D. (Technical), deputy head of the department of the technology of tuberous root products of RUE “Scientific-Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29 Kozlova street, Minsk 220037, Republic of Belarus). E-mail: yulia1484@mail.ru

Filatova Lenina V. – senior researcher of the department of the technology of tuberous root products of RUE “Scientific-Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29 Kozlova street, Minsk 220037, Republic of Belarus). E-mail: potato@belproduct.com.

УДК 641.5:664

Поступила в редакцию 11.03.2020
Received 11.03.2020**И. В. Бубырь¹, З. В. Ловкис²**¹*Учреждение образования «Полесский государственный университет»,
г. Пинск, Республика Беларусь*²*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь***РАЗРАБОТКА КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ РЫБЫ
С ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТЬЮ**

Аннотация. Разработка кулинарной продукции из рыбы с повышенной пищевой ценностью актуальна и своевременна, так как рыба является «уникальным» продуктом, необходимым для организма человека, сочетающим все незаменимые аминокислоты, ненасыщенные жирные кислоты, разнообразный набор минеральных веществ и витаминов, при этом она легко усваивается и физиологически значима. Качество кулинарной продукции зависит от химического состава сырья, видов его обработки, сочетаемости и усвояемости используемых ингредиентов и других факторов. В работе приведены результаты исследований химического состава сырья, используемого при изготовлении холодных кулинарных блюд; рецептуры и технологии производства рыбных салатов; показана оптимизация пищевой ценности блюд с учетом физиологических норм потребления лицами от 18 до 29 лет; разработана информационно-технологическая матрица и система алгебраических уравнений, позволяющая определять состав продукции по заданным переменным. Представлена пищевая ценность разработанной продукции, определены органолептические показатели качества.

Ключевые слова: кулинарная продукция, пищевая ценность, рыба, безопасность, качество

I. V. Bubyr¹, Z. V. Lovkis²¹*UO “Polesky State University”, Pinsk, Republic of Belarus*²*RUE “Scientific-Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, Minsk,
Republic of Belarus***DEVELOPMENT OF CULINARY PRODUCTS FROM FISH WITH
INCREASED FOOD VALUE**

Abstract. The development of culinary products from fish with high nutritional value is relevant and timely, since fish is a “unique” product necessary for the human body, combining all the essential amino acids, unsaturated fatty acids, a diverse set of minerals and vitamins, while it is easily digestible and physiologically significant. The quality of the culinary products depends on the chemical composition of the raw materials, the types of processing, the compatibility and digestibility of the ingredients used, and other factors. The paper presents the results of studies of the chemical composition of raw materials used in the manufacture of cold culinary dishes; recipes and technologies for the production of fish salads; optimization of nutritional value of dishes is shown taking into account physiological norms of consumption by persons from 18 to 29 years old; An information technology matrix and a system of algebraic equations have been developed that allow one to determine the composition of products by given variables. The nutritional value of the developed products is presented, organoleptic quality indicators are determined.

Keywords: culinary products, nutritional value, fish, safety, quality

Введение. Кулинарная продукция в соответствии с СТБ 1210 [1, с. 4], может выпускаться в виде кулинарных изделий, полуфабрикатов и разнообразных блюд, которые классифицируются по виду используемого сырья, способу обработки, характеру потребления и многим другим признакам.

В качестве сырья для производства кулинарной продукции используются плоды, овощи, крупы, макаронные изделия, рыба, мясо сельскохозяйственных животных, птицы и т.д.

Рыба – продукт, содержащий все незаменимые аминокислоты, ненасыщенные жирные кислоты, разнообразные минералы и витамины. Продукция из неё обладает хорошей усвояемостью, физио-

логической, органолептической и биологической ценностью. Регулярно употребляя рыбу и продукты её переработки можно повысить иммунитет, снизить риск возникновения различных сердечно-сосудистых, эндокринных и других заболеваний [2, 3].

В своем составе рыба практически не содержит углеводов, поэтому для повышения пищевой ценности, при производстве кулинарной продукции целесообразно будет использовать сырье растительного происхождения – крупы, овощи, фрукты и др.

Разработка и внедрение в производство кулинарной продукции с использованием рыбного сырья зависит от потребительских предпочтений и различных факторов, таких, как сезон года, наличие аналогичной продукции на предприятиях розничной сети и общественного питания и др., что позволит расширить выпускаемый ассортимент, а при правильном сочетании ингредиентов повысить пищевую ценность рациона питания.

В настоящее время актуальной и своевременной является проблема моделирования рецептур кулинарной продукции с учетом физиологических норм потребления человека, рекомендуемых Министерством здравоохранения Республики Беларусь.

Целью исследований являлась разработка рыбных салатов и моделирование их рецептур с учетом физиологических норм потребления студентами для Центра общественного питания учреждения образования «Полесский государственный университет».

Методика и объекты исследований. В качестве объекта исследований были выбраны хек тихоокеанский (*Merluccius*), горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha*), скумбрия атлантическая (*Scomberscombrus*), соответствующие ГОСТ 32366-2013 [4], овощи (картофель, морковь, перец сладкий, горошек зеленый консервированный, огурцы маринованные) и другие компоненты.

Все сырье, необходимое для производства салатов, проверяли по органолептическим, физико-химическим, микробиологическим показателям и показателям безопасности с использованием стандартных и общепринятых методик [5].

По результатам исследований сочетаемости ингредиентов и химического состава сырья, а также по результатам входного контроля, разработаны рецептуры, включающие отобранные образцы рыбы, овощные и другие ингредиенты, специи.

Так как салаты являются сложными многокомпонентными системами, то для оптимизации пищевой ценности, в соответствии с физиологическими нормами питания для конкретной возрастной группы, использовали компьютерное моделирование [6, 7, 8].

Результаты и их обсуждение. В процессе входного контроля сырья, применяемого для изготовления кулинарных блюд, было установлено его полное соответствие требованиям ТНПА. Для определения пищевой ценности салатов проведено исследование химического состава сырья, результаты которого представлены в табл. 1–3.

Таблица 1. Химический состав рыбы
Table 1. Chemical composition of fish

Продукт	Химический состав, %					Энергетическая ценность, ккал
	вода	белки	жиры	углеводы	зола	
Скумбрия	68,2 ± 1,3	17,5 ± 0,3	13,2 ± 0,6	–	1,1 ± 0,3	189
Горбуша	70,0 ± 1,5	20,2 ± 0,5	8,3 ± 0,5	–	1,5 ± 0,3	160,0
Треска	80,8 ± 0,9	17,6 ± 0,4	0,4 ± 0,3	–	1,2 ± 0,2	75,9
Хек	78,0 ± 1,4	18,5 ± 0,3	2,3 ± 0,5	–	1,2 ± 0,3	95,0

Анализируя данные табл. 1 и 2, можно сделать вывод, что рыбное сырье по содержанию, нормируемого показателя – массовой доли влаги соответствует требованиям ТР ЕАЭС 040/2016 [9, с.124], по количеству белка относится к белковому и высокобелковому сырью и содержит все незаменимые аминокислоты, в оптимальном для человека соотношении.

Анализируя данные табл. 3, можно сделать вывод, что дополнительное сырье в своем составе содержит, в основном, углеводы и пищевые волокна, которые будут дополнять пищевую ценность разработанных кулинарных блюд.

При разработке оптимальной рецептуры рыбных салатов необходимо учесть не только характеристику сырья, включающую пищевую ценность и качество входящих компонентов, но и суточную потребность человека в разнообразных нутриентах.

Так, в соответствии с Санитарными нормами и правилами «Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь» № 180 от 20.11.2012 г., оптимальное соотношение белков, жиров и углеводов (по массе) в суточном рационе взрослых составляет 1 : 1 : 4. Рекомендуемое содержание в рационе белков животного происхождения для взрослых – 50 % и более, относительно общего

количества белков и относительно энергетической ценности суточного рациона – 11–13 %; содержание жиров – около 30 % калорийности, при этом рекомендуемое содержание жиров растительного происхождения в рационе питания – 25–30 % от общего количества жиров. Содержание полиненасыщенных жирных кислот в рационе – 5–10 % от калорийности суточного рациона [10].

Таблица 2. Аминокислотный состав (незаменимые) белков рыбного сырья
Table 2. Amino acid composition (essential) of fish protein

Аминокислота	Наименование рыбного сырья			
	Скумбрия	Хек	Треска	Горбуша
Содержание аминокислоты, г/100 г продукта, ± 0,02				
Аргинин	1,12	1,08	1,07	1,07
Изолейцин	0,86	0,75	0,82	0,94
Гистидин	0,53	0,69	0,52	0,88
Лейцин	1,51	1,19	1,45	1,71
Лизин	1,71	1,52	1,64	2,02
Метионин	0,53	0,51	0,53	0,55
Треонин	0,82	0,7	0,78	1,13
Триптофан	0,28	0,18	0,2	0,22
Валин	0,96	0,93	0,98	1,23
Фенилаланин	0,72	0,64	0,7	0,96
Метионин+Цистеин	0,73	0,84	0,79	0,22
Фенилаланин+Тирозин	1,29	1,07	1,3	1,96

Таблица 3. Химический состав дополнительного сырья
Table 3. The chemical composition of additional raw materials

Определяемый показатель	Морковь	Капуста морская	Лук репчатый	Крупа рисовая	Орех грецкий	Зелень укропа
Калорийность, ккал	34	24,9	41	346	656	40
Белки, г	1,3	0,9	1,4	6,92	16,2	2,5
Жиры, г	0,1	0,2	0,2	0,68	60,8	0,5
Углеводы, г	6,2	3,0	8,2	79,4	11,1	6,3
Пищевые волокна, г	0,8	0,6	3	8	6,7	2,8
Вода, г	89	88,0	86	12,4	4	85,5
Зола, г	0,7	1,8	1	0,6	1,8	2,3

При расчете пищевой ценности среднесуточных наборов пищевых продуктов используются следующие размеры обобщенных потерь: для белка – 11 %, жира – 12 %, углеводов – 10 % [10].

Студенты в зависимости от величины основного обмена, физической активности, размеров энергозатрат относятся к первой группе – работникам преимущественно умственного труда, с легкой физической активностью, без учета лиц, занимающихся в спортивных секциях.

Необходимое количество энергии, белка, жира и углеводов, содержащихся в пище для студенческой молодежи, приведены в табл. 4.

Таблица 4. Нормы физиологических потребностей в энергии, белках, жирах, углеводах для лиц 18–29 лет (в сутки) [10]
Table 4. Norms of physiological needs for energy, proteins, fats, carbohydrates for people 18–29 years old (per day) [10]

Показатели	18–29 лет	
	мужчины	женщины
Коэффициент физической активности (КФА)	1,4	
Энергия, ккал	2450	2000
Белки, г	72	61
в том числе животные, г	36	31
Жиры, г	81	67
Углеводы, г	358	269

Нами были проведены контрольные проработки, составлены акты при изготовлении ассортимента салатов с добавлением рыбы разных видов кулинарной обработки, включая жарку, припускание, посол и подпочивание.

В табл. 5 представлена информационная матрица данных для оптимизации рецептуры одного из разработанных продуктов, которая включает в себя следующие блоки: ингредиенты, химический состав ингредиентов, индексированные переменные (обозначенные через X). На основании её данных сформирована система линейных алгебраических балансовых уравнений по белку, жиру, углеводам, воде и массе кулинарного блюда (табл. 6).

Таблица 5. Информационная матрица данных для оптимизации рецептуры салата «Тортуга»
Table 5. Information matrix for optimizing the «Tortuga» salad formulations

Ингредиенты	X	Масса, кг	Массовая доля, %				
			жира	белка	углеводов	пищ. волокон	воды
Хек	X1		2,3	18,5	–	–	78,0
Крупа рисовая	X2		0,68	6,9	79,4	8,0	12,4
Яйцо куриное	X3		11,5	12,7	0,7	–	74
Капуста морская маринованная	X4		0,2	0,9	3,0	1,6	88
Кукуруза сахарная консервированная	X5		0,5	2,4	17,4	2,0	76,6
Сыр	X6		29,5	24,1	0,3	–	41,0
Орех грецкий	X7		60,8	16,2	11,1	6,7	4
Зелень укропа	X8		0,5	2,5	6,3	2,8	85,5
Соус соевый	X9		0,6	8,1	6,8	0,8	71,7
Майонез	X10		67	2,8	3,7	–	25
Соль пищевая	X11		0	0	0	0	0,2

Таблица 6. Система балансовых линейных алгебраических уравнений
Table 6. System of balance linear algebraic equations

Баланс	Уравнения и ограничения
Белок	$18,5x_1 + 6,9x_2 + 12,7x_3 + 0,9x_4 + 2,4x_5 + 24,1x_6 + 16,2x_7 + 2,5x_8 + 8,1x_9 + 2,8x_{10}$
Жир	$2,3x_1 + 0,68x_2 + 11,5x_3 + 0,2x_4 + 0,5x_5 + 29,5x_6 + 0,5x_8 + 60,8x_7 + 0,6x_9 + 67,7x_{10}$
Углеводы	$79,4x_2 + 0,7x_3 + 3,0x_4 + 17,4x_5 + 0,3x_6 + 11,1x_7 + 6,3x_8 + 6,8x_9 + 3,7x_{10}$
Вода	$78x_1 + 12,4x_2 + 74x_3 + 88x_4 + 76,6x_5 + 41x_6 + 4x_7 + 85,5x_8 + 71,7,5x_9 + 25x_{10}$
Пищевые волокна	$8,0x_2 + 1,6x_4 + 2,0x_5 + 6,7x_7 + 2,8x_8 + 0,8x_9$
Соль	$X_{10} = 1,5$
Масса п/ф	$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} = 100,00$

В качестве критерия оптимизации может быть выбрана себестоимость продукта, энергетическая ценность, массовая доля жира, белка и содержание углеводов. С учетом принятых обозначений рассчитанная рецептура при выработке 100 кг салата «Тортуга» приведена в табл. 7.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что в разработанной рецептуре соблюдены требования по соотношению белков и жиров – 1 : 1, причем белков животного происхождения содержится 86 % от общего количества белка; жиров растительного происхождения – 41 % от общего количества жиров.

Для внедрения разработанных рецептов в производство была подготовлена технологическая документация: акты контрольной проработки, технологические карты, технологические инструкции.

Временные нормы отходов и потерь, возникающие при обработке сырья, устанавливали в соответствии с требованиями ГОСТ 31988-2012 [11].

Технология приготовления салата «Тортуга». Рыбу размораживают в проточной воде при температуре не выше +12 °С (на 1 кг рыбы 2 л воды) с добавлением соли (7–10 г на 1 л воды) или на воздухе при комнатной температуре, чистят, разделяют на филе с кожей без костей (потери 29 % от массы сырья), промывают в проточной воде. Промышленное филе размораживают на воздухе при комнатной температуре, моют в проточной воде.

Таблица 7. Фрагмент оптимизации рецептуры по критерию соотношения белка и жира
Table 7. A fragment of the optimization of the formulation by the criterion proteinofatratio

Ингредиенты	X	Масса, кг	Содержание, кг					Энерг. ценность, ккал
			жира	белка	углевод-дов	пищ. волокон	воды	
Хек	X1	29,3	0,67	5,42	—	—	18,28	27,71
Крупа рисовая	X2	7,14 ¹	0,05	0,49	5,67	0,57	0,89	25,09
Яйцо куриное	X3	12	1,38	1,52		—	8,9	18,5
Капуста морская маринованная	X4	15	0,03	0,14	0,45	0,24	13,2	2,67
Кукуруза сахарная консервированная	X5	6	0,03	0,14	1,04	0,12	4,59	0,74
Сыр	X6	10	2,95	2,41	0,03	—	4,1	36,31
Орех грецкий	X7	2	1,21	0,32	0,22	0,13	0,08	13,05
Зелень укропа	X8	1	0,005	0,25	0,63	0,28	8,55	3,57
Соус соевый	X9	4	0,024	0,32	0,27	0,032	2,86	2,58
Майонез	X10	6,5	4,36	0,18	0,24	—	1,63	40,92
Соль пищевая	X11	1,5	0	0	0	0	0	0
Итого		100						
Стандарт продукта			10,71	10,75	8,55	1,37	61,65	171,14
Соотношение Б : Ж : У : Пв			1	1	0,8	0,13		

Филе рыбы припускают (потери 18 %), охлаждают и нарезают кубиками.

Яйца промывают сначала в 1 %, а затем в 0,5 % растворе кальцинированной или питьевой соды с температурой до 30 °С, ополаскивают в проточной воде, погружают в кипящую подсоленную воду (3 л воды и 40–50 г соли на 10 яиц) и варят в течение 10 мин после закипания воды. По окончании варки сразу погружают в холодную воду, охлаждают и очищают от скорлупы, нарезают кубиками.

Рис варят откидным способом (привар 180 %).

Сыр очищают от корки, нарезают на куски прямоугольной или треугольной формы, а затем натирают на средней терке.

Кукурузу сахарную консервированную промывают и ошпаривают кипятком.

Капусту морскую маринованную слегка отжимают от маринада и мелко рубят.

Орех грецкий без скорлупы ошпаривают, охлаждают, измельчают в крошку.

Продукты соединяют, перемешивают, перед отпуском заправляют майонезом и соевым соусом. Салат укладывают горкой на тарелку, украшают зеленью, посыпают грецким орехом.

Оптимальная температура подачи +10–14 °С. Срок годности и условия хранения: в не заправленном виде при температуре +2–6 °С в течение 2 ч.

Рецептура салата «Тортуга» представлена в табл. 8.

Таблица 8. Рецепт салата «Тортуга»
Table 8. The recipe salad «Tortuga»

Наименование сырья	Расход сырья на 1 кг готовой продукции, г/мл	
	Брутто	Нетто
Хек	413	293
Масса припущенной рыбы	—	240
Яйца куриные	—	120
Крупа рисовая	71,4	71,4
Масса рассыпчатого риса	—	200
Капуста морская маринованная	153	150
Сыр	104	100
Кукуруза сахарная консервированная	100	60
Орех грецкий	30	20
Майонез	65	65
Соус соевый	40	40
Зелень укропа	13,5	10
Выход готовой продукции	—	1000

Требования к кулинарной продукции по органолептическим показателям:

- ♦ внешний вид – рыба, яйца нарезаны однородными по форме и размеру кусочками, соединены с кукурузой сахарной, тертым сыром, рисом, мелко нарезанной капустой морской маринованной, перемешены, заправлены майонезом и соевым соусом, посыпаны рубленым грецким орехом, допускается незначительное отделение жидкости;
- ♦ цвет – типичный для припущенной рыбы и смеси используемых ингредиентов;
- ♦ запах – характерный для припущенной рыбы и используемых ингредиентов, с ароматом соевого соуса и майонеза;
- ♦ вкус – характерный для припущенной рыбы, для смеси используемых ингредиентов, с привкусом соевого соуса и майонеза;
- ♦ консистенция: рыбы – мягкая, не крошливая, кукурузы – плотная, упругая, сыра – мягкая, нежная, салата – сочная.

Под пищевой ценностью продукта можно подразумевать степень удовлетворения суточной потребности человека в основных пищевых веществах и энергии за счет потребления 100 г данного продукта. Пищевая ценность подсчитывается для важнейших веществ (белки, жиры, углеводы, минеральные вещества и витамины).

Для определения пищевой ценности расчет вели исходя из суточной потребности человека и основных пищевых веществах по следующей формуле:

$$\text{ПЦ} = \frac{X}{Y} \cdot 100, \quad (1)$$

где X – количество пищевого вещества (белки и т.д.) или калорийность в 100г продукта, г, мг или ккал; Y – суточная потребность человека в данном пищевом веществе или энергии, г, мг или ккал.

Нами была исследована пищевая ценность блюда, результаты которой представлены на рис. 1 и 2.

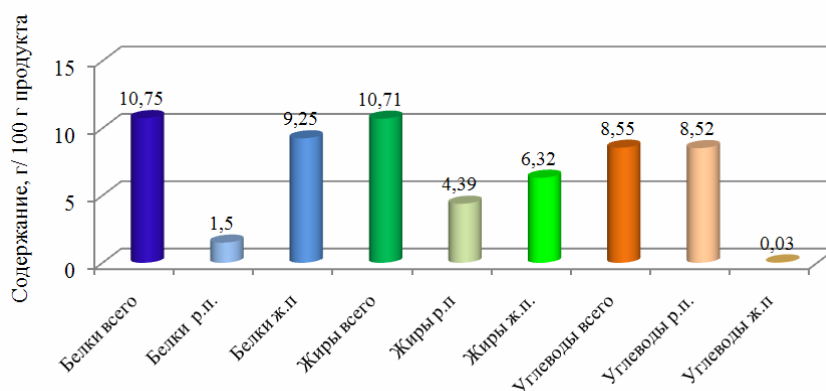


Рис. 1. Пищевая ценность салата «Тортуга»
Fig. 1. Nutritional value of Tortuga salad

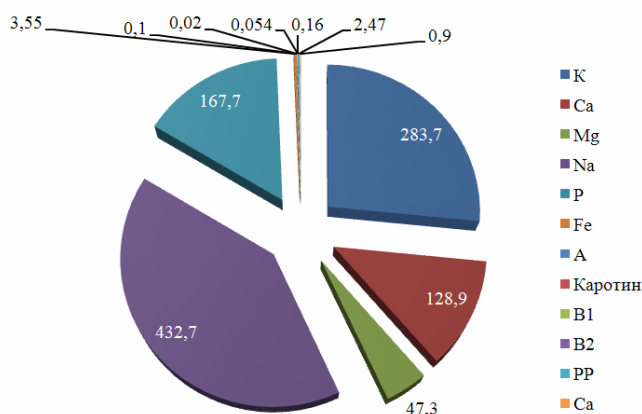


Рис. 2. Содержание витаминов и минералов в салате «Тортуга», мг
Fig. 2. The content of vitamins and minerals in the salad «Tortuga», mg

Анализируя данные рис. 1 и 2 и расчетные величины, можно сделать вывод, что полученная продукция обладает высокой пищевой ценностью, позволяя удовлетворить физиологические потребности студентов в пищевых веществах.

В результате проведенных исследований были внедрены в производство УО «Полесский государственный университет» салаты в следующем ассортименте: салат из рыбы с яблоками, изюмом и морковью, «Каприз М», «Пикант», «Спартак», «Полесский» (1 вариант), «Полесский» (2 вариант), «Тортуга» (рис. 3).

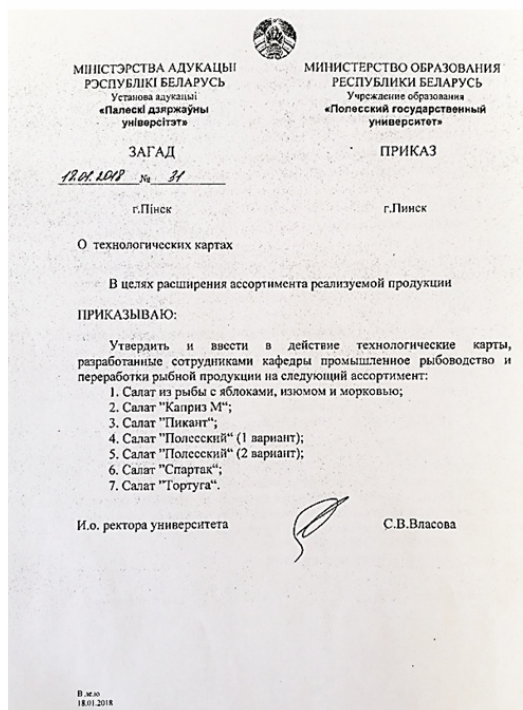


Рис. 3. Приказ о введении в действие разработанной продукции
Fig. 3. Order on the implementation of developed products

Все салаты отличаются сырьем, кулинарной обработкой, видом заправки, нарезки, но они разработаны с учетом методических рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов для различных групп населения Республики Беларусь, сбалансированы, и могут удовлетворить разнообразный вкус потребителей.

Например, при изготовлении салата «Каприз М» потребуются отварные куриные яйца, зеленый консервированный горошек, отварной картофель, горбуша, нарезанная средним кубиком, панированная и обжаренная до готовности в растительном масле. В качестве заправки – майонез пониженной калорийности.

Для салата «Полесский» необходимы: рис, морковь, яйцо отварные, лук маринованный, майонез и скумбрия малосоленая (чистое филе натирают солью, перцем, оставляют при температуре 0–+4 °С на 8–12 ч). Первый и второй варианты салатов отличаются введением киви и/или клюквы.

Салат «Пикант» – это сочетание скумбрии холодного копчения, сладкого перца, репчатого бланшированного лука, отварного картофеля, маринованных огурцов, майонеза и горчицы столовой.

Для изготовления салата «Спартак» хек разделявали на филе с кожей без костей, промывали, припускали, охлаждали, нарезали кубиками. Свежие огурцы, помидоры перебирали, промывали проточной водой, удаляли плодоножку, нарезали кубиками. У перца сладкого удаляли плодоножку вместе с семенами, затем промывали и нарезали кубиками. Гранаты промывали, очищали, освобождая зерна. Сыр зачищали от корки, измельчали на средней терке. Укроп дважды промывали, удаляли нижнюю часть, мелко рубили, все соединяли, перемешивали, заправляли майонезом.

Салат из рыбы с яблоками, изюмом и морковью готовили из отварного хека, припущенной моркови, сырого яблока (короткая соломка), подготовленного изюма, заправляя его сметаной.

Пищевая ценность салатов представлена в табл. 9.

По минеральным веществам степень удовлетворения от суточной физиологической нормы, при употреблении 100 г продукта варьируется в следующих пределах:

- ♦ по кальцию – от 2 % (салат «Каприз») до 7 % (салат «Спартак»);
- ♦ по фосфору – от 12 % (салат из рыбы с яблоками, изюмом и морковью) до 21 % (салат «Тортуга»);

Таблица 9. Химический состав кулинарной продукции
Table 9. The chemical composition of the culinary products

Наименование салата	Содержание, г / на 100 г продукта						Энергетическая ценность, ккал
	белки		жиры		углеводы		
	всего	жив.	всего	раст.	всего	раст.	
Салат «Тортуга»	10,8	9,3	10,7	4,4	8,6	8,5	171
Салат «Спартак»	10,1	7,6	14,3	8,1	3,0	2,8	183
Салат из рыбы с яблоками, изюмом и морковью	7,0	6,6	3,9	0,15	5,01	4,23	84
Салат «Каприз М»	9,8	8,3	17,7	14,3	6,1	6,0	225
Салат «Пикант»	6,9	5,2	11,0	7,0	6,2	6,1	152
Салат «Полесский» (1 вариант)	8,3	6,1	18,9	10,4	6,4	6,2	231
Салат «Полесский» (2 вариант)	8,5	7,1	19,9	11,2	6,5	6,3	239

- ♦ по магнию – от 5,5 % (салат «Каприз») до 12 % (салат «Тортуга»);
- ♦ по калию – от 7 % (салат «Спартак») до 11,5 % (салат «Тортуга»);
- ♦ по железу – от 9 % (салат «Пикант») до 35 % (салат «Тортуга»);

По органолептическим показателям все салаты были высоко оценены дегустационной комиссией и получили положительные оценки студентов при «слепом» опробовании.

Таким образом, результаты экспертной оценки уровня качества рыбных салатов показали, что все образцы имеют высокую пищевую ценность, хорошее качество, просты в изготовлении и должны быть востребованы потребителями.

Выводы. Моделирование и оптимизация химического состава продуктов питания является в настоящее время актуальной и своевременной задачей. Её решение позволит выпускать продукцию, сбалансированную по различным нутриентам, учитывая пол и возраст потребителя, его физическую активность и функциональное назначение.

При разработке сложной многоингредиентной кулинарной продукции, для удовлетворения физиологических потребностей в пищевых веществах определенной группы населения лучше использовать компьютерное моделирование, которое поможет оптимизировать рецептуру не только по белкам, жирам, углеводам, энергетической ценности, с учетом их соотношения, но и аминокислотному, жирнокислотному, витаминному и минеральному составам.

Для обеспечения студентов учреждения образования «Полесский государственный университет» хорошо усвояемыми, разнообразными холодными блюдами были разработаны салаты из свежих, отварных овощей, круп, с добавлением высокобелкового компонента – рыбы, что позволило расширить ассортимент продукции Центра общественного питания университета и удовлетворить потребности студенческой молодежи в данной продукции.

Список использованных источников

1. Общественное питание. Кулинарная продукция, реализуемая населению. Общие технические условия : СТБ 1210-2010. – Взамен СТБ 1210-2000; введ. 01.01.2011. – Минск : Госстандарт, 2011. – 26 с.
2. Скурихин, И.М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: справочник / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. – М. : ДеЛипринт, 2007. – 276 с.
3. Технология рыбы и рыбных продуктов / под ред. А.М. Ершова. – СПб. : ГИОРД, 2006. – 939 с.
4. Рыба мороженая. Технические условия : ГОСТ 32366-2013. – Взамен ГОСТ 1168-86, ГОСТ 20057-96 ; введ. 01.01.2015. – М. : Стандартинформ, 2014. – 22 с.
5. Савицкая, Н.Г. Методические указания к лабораторному контролю качества продукции в общественном питании / Н.Г. Савицкая. – Минск : Белорусская ассоциация кулинаров, 2001. – 392 с.
6. Канушина, Ю.А. Компьютерное моделирование рецептуры творожного продукта «Кислинка» с растительными компонентами [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/kompyuternoe-modelirovanie-retseptury-tvorozhnogo-produkta-kislinka-s-rastitelnymi-komponentami/>. – Дата доступа: 04.02.2020.
7. Мезенова, О.Я. Проектирование поликомпонентных пищевых продуктов: учебное пособие / О.Я. Мезенова. – Кал-д : Изд-во КГТУ. – 2014. – 39 с.
8. Мусина, О.Н. Возможности современной науки в составлении рецептуры многокомпонентных молочных продуктов [Текст] / О.Н. Мусина, П.А. Лисин // Молочное дело. – 2009. – № 12. – С. 24–26.
9. О безопасности рыбы и рыбной продукции : ТР ЕАЭС 040/2016 : принят 24.04.2017 : вступ. в силу 01.09.2017 / Евраз. экон. комис. – Минск : Госстандарт, 2017. – 76 с.
10. Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь: СанПиН и ГН : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 20 ноября 2012 г, № 180. – Минск : [б. и.], 2012. – 21 с.

11. Услуги общественного питания. Метод расчета отходов и потерь сырья и пищевых продуктов при производстве продукции общественного питания : ГОСТ 31988-2012.— Введ. 01.02.2016. — Минск : Госстандарт, 2016. — 16 с.

References

1. STB 1210-2010. Obshchestvennoye pitaniye. Kulinarneya produktsiya, realizuyemaya naseleniyu. Obshchiye tekhnicheskiye usloviya [*Catering. Culinary products sold to the public. General specifications*]. Instead of STB 1210-2000; enter 01/01/2011. Minsk : Gosstandart, 2011. 26 p. (in Russian).
2. Skurikhin I.M., Tutel'yan V.A. Tablitsy khimicheskogo sostava i kaloriynosti rossiyskikh produktov pitaniya [*Tables of the chemical composition and caloric content of Russian food*]. Moscow: DeLiprint Publ., 2007, 275 p. (in Russian).
3. Tekhnologiya ryby i rybnykh produktov / pod red. A.M. Yershova. [*Technology of fish and fish products / ed. A. M. Ershov*]. — SPb. : GIOR, 2006.— 939 p. (in Russian).
4. GOST 32366-2013. Ryba morozhenaya. Tekhnicheskiye usloviya [*Frozen fish. Specifications*]. Instead of GOST 1168-86, GOST 20057-96; enter 01/01/2015. M. : Standartinform, 2014. 22 p. (in Russian).
5. Savitskaya, N.G. Metodicheskiye ukazaniya k laboratornomu kontrolyu kachestva produktsii v obshchestvennom pitanii [*Methodological instructions for laboratory control of product quality in public catering*]. Minsk, Belarusian Culinary Association, 2001. 392 p. (in Russian).
6. Kanushina, YU. A. Komp'yuternoye modelirovaniye retseptury tvorozhnogo produkta «Kislinka» s rastitel'nymi komponentami [*Computer simulation of the recipe for the curd product "Kislinka" with plant components*] [Electronic resource]. Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompyuternoe-modelirovanie-retseptury-tvorozhnogo-produkta-kislinka-s-rastitelnymi-komponentami/>. Date of access: 02/04/2020 (in Russian).
7. Mezenova, O.YA. Proyektirovaniye polikomponentnykh pishchevykh produktov: uchebnoye posobiye [*Design of multicomponent food products: a training manual / O.Ya. Mezenova*]. — Cal-d: Publishing house of KSTU. 2014. 39 p. (in Russian).
8. Musina, O.N., Lisin P.A. Vozmozhnosti sovremennoy nauki v sostavlenii retseptury mnogokomponentnykh molochnykh produktov [*Opportunities of modern science in the formulation of multicomponent dairy products*] [Text]. Dairy business. 2009. no. 12. pp. 12. (in Russian).
9. TR EAEU 040/2016. O bezopasnosti ryby i rybnoy produktsii [*On the safety of fish and fish products*]: adopted 04.24.2017: entry. By virtue of September 1, 2017 / Evraz. econ. comis. Minsk, Gosstandart, 2017. 76 p. (in Russian).
10. Trebovaniya k pitaniyu naseleniya: normy fiziologicheskikh potrebnostey v energii i pishchevykh veshchestvakh dlya razlichnykh grupp naseleniya Respubliki Belarus' [*Nutrition requirements of the population: physiological requirements for energy and nutrients for various population groups of the Republic of Belarus*]: SanPiN and GN: approved. Resolution of the Ministry of Health of the Republic of Rep. Belarus, November 20, 2012, no. 180. Minsk: [b. and.], 2012. 21 p. (in Russian).
11. GOST 31988-2012. Uslugi obshchestvennogo pitaniya. Metod rascheta otkhodov i poter' syr'ya i pishchevykh produktov pri proizvodstve produktsii obshchestvennogo pitaniya [*Catering services. Method for calculating waste and loss of raw materials and food products in the production of catering products*]. — Introduction. 02/01/2016. Minsk, Gosstandart, 2016. 16 p. (in Russian).

Информация об авторах

Бубырь Ирина Валерьевна — кандидат технических наук, доцент кафедры промышленного рыбоводства и переработки рыбной продукции учреждения образования «Полесский государственный университет» (ул. Пушкина, 4, 225710, г. Пинск, Республика Беларусь). E-mail: bubyri@mail.ru.

Ловкис Зенон Валентинович — заслуженный деятель науки Республики Беларусь, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор технических наук, профессор, генеральный директор РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: info@belproduct.com

Information about authors

Bubyri Irina V. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial Fisheries and Fish Processing UO «Polesky State University» (Pushkin St., 4, 225710, Pinsk, Republic of Belarus). E-mail: bubyri@mail.ru.

Lovkis Zenon V. — Honored Science Worker of the Republic of Belarus, corresponding member of the National Academy of Science of Belarus, Doctor of Engineering sciences, Professor, General Director of RUE «Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: info@belproduct.com

Л. М. Павловская, Л. А. Гапеева

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию»,
г. Минск, Республика Беларусь*

РАСШИРЕНИЕ АССОРТИМЕНТА РЫБНЫХ КОНСЕРВОВ

Аннотация. Определены задачи исследования для развития направления переработки рыбы в Республике Беларусь. Исследована пищевая и биологическая ценность прудовой рыбы, выращенной на ОАО «Рыбокомбинат «Любань». Дана общая характеристика ассортимента рыбных консервов и направления его расширения. Разработаны технологические решения по производству рыбных консервов в томатном соусе и в желе.

Ключевые слова: прудовая рыба, пищевая и биологическая ценность, ассортимент рыбных консервов

L. M. Pavlovskaya, L. A. Hapeyeva

*RUE “Scientific-Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,
Minsk, Republic of Belarus*

EXPANSION OF FISH PRESERVES RANGE

Abstract. The tasks of research for the development of the direction of fish processing in the Republic of Belarus have been defined. The food and biological value of pond fish grown at JSC «Fishokombinat» Luban was studied. The general characteristic of the range of fish preserves and the direction of its expansion is given. Technological solutions for the production of fish preserves in tomato sauce and jelly have been developed.

Keywords: pond fish, food and biological value, range of canned fish

Введение. Развитие производства и переработки рыбы в Республике Беларусь реализуется в рамках государственных программ: Республиканской программы развития рыбной отрасли на 2006–2010 годы, Государственной программы развития рыбохозяйственной деятельности на 2011–2015 годы, Государственной программы развития аграрного бизнеса на 2016–2020 годы [1, 2]. В соответствии с данными программами одним из направлений определено развитие переработки рыбной продукции, выращенной отечественными рыбоводческими хозяйствами, а также поставлены задачи по реализации мероприятий по научному сопровождению освоения технологий переработки рыбы, расширению ассортимента рыбной продукции из сырья местного улова, снижение импорта рыбной продукции.

Рыбная продукция востребована как на внутреннем, так и на внешних рынках. Основное производство рыбы в Республике Беларусь осуществляется путем выращивания ее в прудовых рыбоводных хозяйствах, входящих в систему Министерства сельского хозяйства и продовольствия.

Также в Беларусь ежегодно импортируется 180 тыс. т рыбы с учетом потребностей переработки и последующего экспорта [3]. Преобладание морской и океанической продукции объясняется широким ассортиментом предлагаемой продукции.

Поэтому исследования, направленные на разработку рецептур и технологий продукции из рыбного сырья местного улова широкого потребительского спроса, доступных по цене потребителю, являются весьма актуальными.

Химический состав мяса рыбы характеризуется содержанием в нем воды, жира, азотистых и минеральных веществ, а также ферментов, витаминов.

Общее количество всех белковых веществ в мясе рыбы составляет, в среднем, около 16 %. Белки мяса рыбы полноценны, имеют в своем составе многие незаменимые аминокислоты в хорошо сбалансированном для потребления соотношении. Рыбный белок очень хорошо усваивается (на 90–98 %). Азотистые экстрактивные вещества придают рыбе специфический вкус, запах и влияют на секрецию пищеварительных соков у человека, возбуждая аппетит и способствуя лучшему усвоению

пищи. В связи с этим, уха является более питательным пищевым продуктом, чем бульон из мяса теплокровных животных.

Содержание жира в мясе рыбы составляет от 0,5 до 33% и зависит от вида рыб, поэтому их условно делят на три группы: тощие, у которых содержание жира в теле не превышает 4 % (тресковые, судак, щука), средней жирности – от 4 до 8 % жира (большинство карповых рыб, сом, камбала) и жирные – количество жира в теле более 8 % (осетровые, лососевые, сельдевые и др.) [4, 5].

Содержание минеральных веществ в тканях различных рыб почти одинаковое и составляет 1,5–2,5 %. Основная масса минеральных веществ сосредоточена в костной ткани (около 80 % общего их количества) и состоит из макроэлементов: кальциевых солей, солей калия, натрия, фосфора, магния, железа. Поэтому важно, чтобы в рацион включали рыбу, которую можно употреблять с костями [6].

Производство рыбных консервов является одним из основных направлений пищевого использования рыбы в связи с относительно высокой рентабельностью готовой продукции, длительностью сроков ее хранения, а также возможностью улучшения вкусовых достоинств исходного сырья.

Рыбные консервы представляют собой соответствующим образом подготовленные продукты, уложенные в тару, герметично закупоренные и стерилизованные. Ассортимент рыбных консервов разнообразен как по наименованиям, так и по характеру обработки сырья и включает консервы натуральные, в желе, в масле, с добавлением масла, в томатном соусе, рыборастворительные. Следует отметить, что он постоянно совершенствуется, что связано, с одной стороны, с развитием технологий переработки, использование разнообразного сырья и добавок, с другой стороны, на развитие ассортимента рыбной продукции влияют вкусы и предпочтения потребителей, [6].

Вопрос обновления и расширения ассортимента рыбной продукции, улучшения ее характеристик является значимым и для поддержания конкурентоспособности отечественных изготовителей.

При рассмотрении стандартов на рыбные консервы, их показатели качества можно подразделить на общие и специальные (обязательные для определенных видов консервов). К общим показателям относят вкус, запах, консистенцию мяса рыбы, содержание поваренной соли, наличие посторонних примесей. К специальным показателям качества – прозрачность масла, желе; цвет и консистенцию соуса, желе; соотношение массы заливочной жидкости к основному продукту; содержание сухих веществ в консервах в томатном соусе.

Цель представленной работы – научно-экспериментальное обоснование режимов переработки рыбного сырья, расширение ассортимента и разработка технологий изготовления рыбных консервов.

В соответствии с поставленной целью экспериментальные исследования были направлены на решение следующих задач:

- ♦ установить питательную ценность прудовой рыбы и выявить наиболее перспективные виды для промышленной переработки;
- ♦ обосновать оптимальные количества стабилизирующих компонентов и параметров приготовления их растворов в составе рыбных консервов;
- ♦ разработать компонентный состав рыбных консервов;
- ♦ исследовать качество и безопасность рыбных консервов, изготовленных по разработанным рецептурам;
- ♦ разработать техническую документацию на производство рыбных консервов, провести промышленную апробацию.

Объектами исследования были прудовая рыба, выращенная в ОАО «Рыбокомбинат «Любань», лабораторные и промышленные образцы рыбных консервов.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в Республиканском контрольно-испытательном комплексе по качеству и безопасности продуктов питания и лабораториях РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию».

При проведении исследований использовались общепринятые и специальные физические, химические, микробиологические и органолептические методы оценки и анализа продукции, регламентированные техническими нормативными правовыми актами в области технического нормирования и стандартизации.

Результаты и их обсуждение. По результатам исследований проведен расширенный анализ качественного состава мяса прудовой рыбы – карпа, толстолобика, амура белого, щуки, сома и карася.

Основную структурную массу рыб составляют белок и жиры, а их количество характеризует величину энергетической ценности. Оценка качества белка является основным критерием для определения полноценности продукта.

Анализ результатов исследования по содержанию белка показал, что массовая доля белка во всех представленных образцах рыб достаточно велика и находится в пределах от 16,7 до 18,5 % (рис. 1).

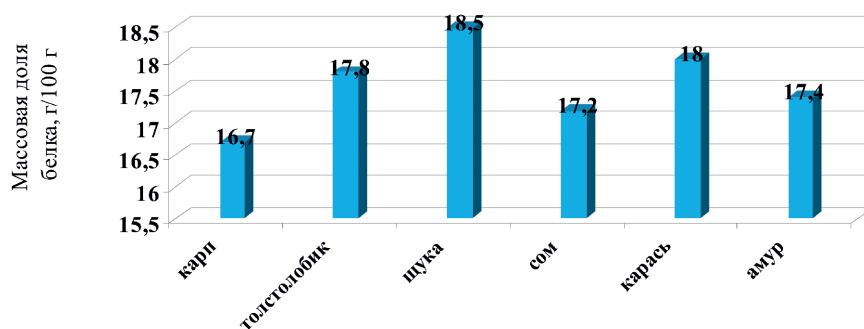


Рис. 1. Содержание белка в прудовой рыбе
Fig. 1. Protein content in pond fish

Из исследованных образцов самое высокое значение белка отмечено в образцах щуки (18,5 %), а самое низкое – в образцах карпа (16,7 %).

Несмотря на то, что у образца карпа установлено наименьшее из исследуемых образцов значение содержания белка (16,7 %), две незаменимые аминокислоты – аланин и цистин имеют наивысшее значение. Стоит отметить значительную роль этих аминокислот в поддержании иммунитета человека, противостоянии организма внешним агрессивным факторам техногенного и природного характера, повышении работоспособности.

Из проверенных шестнадцати аминокислот десять имеют наивысшее значение у образца толстолобика, причем из восьми исследованных незаменимых аминокислот, шесть имеют самые высокие значения. Эти данные подчеркивают высокую белковую ценность толстолобика и дают основания считать продукты из этого вида рыбы наиболее питательными для восполнения потребности людей в полноценном белке.

Исследования содержания жира показали, что мясо рыб карпа и сома относится к группе средней жирности и превышает 6 весовых процента. Содержание жира в толстолобике, карасе, амуре составляет 2–3 %. Наименьшее содержание жира установлено в образцах щуки (1,7 %). Результаты исследований массовой доли жира представлены на рис. 2.

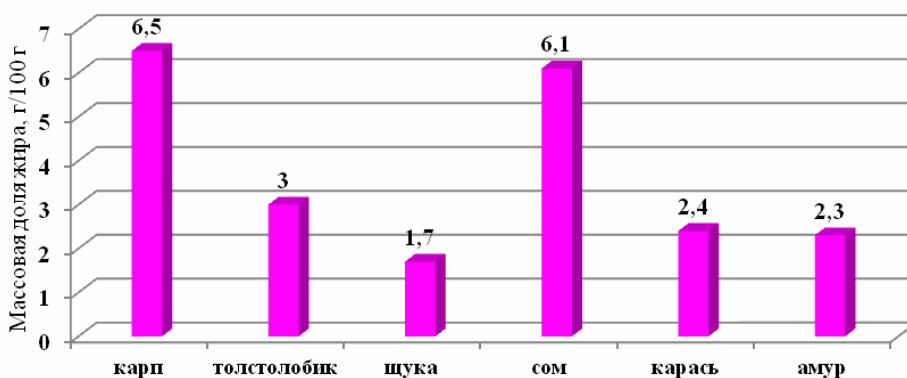


Рис. 2. Содержание жира в прудовой рыбе
Fig. 2. Lipid content in pond fish

Проведенный анализ жирнокислотного состава показал, что из проверенных двадцати восьми жирных кислот в исследуемых образцах установлено присутствие двадцати четырех кислот, из них десять насыщенных, шесть мононенасыщенных и восемь полиненасыщенных жирных кислот.

Следует отметить, что у образцов карпа, толстолобика, щуки, сома и амура на долю насыщенных жирных кислот приходится порядка 30 % от веса жира; у карася – 20,6 %.

Наибольшее содержание мононенасыщенных жирных кислот установлено у карпа (53,1 % от веса жира), у амура белого (52,2 %), у толстолобика (48 %). Мононенасыщенные жирные кислоты во всех образцах рыбы (20–40 % от всех жиров) в основном представлены олеиновой кислотой, порядка 5–7 % – пальмитиновой, от 3 % у амура и карпа до 11,6 % у сома – гондоиновой кислотой, в незначительных количествах присутствуют и другие кислоты.

Положительные свойства мононенасыщенных жирных кислот весьма разнообразны, в частности они предотвращают налипание атеросклеротических бляшек на стенки сосудов, снижая риск возникновения инфаркта, инсульта и атеросклероза, потенцируют утилизацию («сжигание») жировых отложений, способствуют расщеплению насыщенных жирных кислот [7].

Соотношение мононенасыщенных и полиненасыщенных кислот в карпе составляет 2:1, что свидетельствует о сбалансированности его жирнокислотного состава.

Результаты проведенных исследований рыбного сырья отечественного производства дали основание уделить наибольшее внимание разработке новых продуктов из прудовой рыбы именно из карпа и толстолобика. Кроме того, на предприятии-соисполнителе задания (ОАО «Рыбокомбинат «Любань») эти виды рыб занимают наибольший объем выращивания.

Следующим этапом исследований стало изучение нормативно-правовых документов, регламентирующих выпуск рыбных консервов. основополагающими документами, обеспечивающим производство безопасной рыбной продукции, в том числе и рыбных консервов, является Технический регламент Евразийского экономического союза ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции». Обязательные требования к качеству продукции изложены в государственных стандартах.

Для каждого вида консервов характерны свои особенные показатели качества. Желе в рыбных консервах должно быть однородное, прозрачное, плотное. Томатный соус в консервах в соусе должен быть однородный, без отделения водянистой части. Для всех рыбных консервов – консистенция мяса рыбы: сочная, нежная, а костей – мягкая.

Одним из путей расширения ассортимента продукции является использование различных добавок, а также разнообразного сырья.

Для производства консервов из рыбы в желе использованы пищевые агар и желатин.

Из литературных источников установлено, что рекомендуемая дозировка желатина в переработке рыбы составляет 3,5–7 %. Также отмечены некоторые нюансы его использования – не следует кипятить растворы желатина, не растворять желатин в присутствии кислот. Агар используют концентрацией 0,5–2,0 %. Характерным свойством гелей агара является их способность к синерезису [8, 9]. Не всегда дозировки стабилизаторов, рекомендуемые производителями, совпадают с необходимыми дозировками для получения продукта нужного качества. Это объясняется тем, что к продукции существуют свои требования, регламентируемые ТНПА, и поэтому необходима адаптация дозировок для каждого наименования консервов.

Для подготовки и введения в рыбные консервы желирующих веществ исследовали несколько технологических приемов, эффективность которых оценивали по качеству полученных гелей. Установлено, что прочность гелей зависит от процентного содержания желатина или агара в заливке и от рН среды.

Разработан состав желирующих заливок, образующих прочные и стабильные гели в составе рыбных консервов в желе, пригодные для длительного хранения после стерилизации. Установлены оптимальные дозировки желатина и агара для изготовления продукции заданной консистенции и вкуса готовых консервов.

Подобраны оптимальные количества стабилизирующего компонента в составе соуса для рыбных консервов в томатном соусе.

Отработана технология подготовки овощного сырья, специй, муки, желатина к использованию при производстве консервов.

При изготовлении рыбных консервов в желе специи использовались в виде пряного отвара. Требуемое по рецептуре количество специй заливали водой температурой 50–60 °С с гидромодулем 1:2, доводили до кипения и выдерживали отвар при закрытой крышке в течение 30 мин. Далее отвар фильтровали через марлю.

Проведены исследования по приготовлению томатного соуса. Для равномерного распределения муки в соусе, предотвращения комкования, ее предварительно прокаливали до кремового оттенка, растворяли в воде комнатной температуры, тщательно перемешивая до образования однородной массы. Установлено оптимальное соотношение мука : вода – 1:2.

Сушеные овощи в виде порошка также требуют предварительного растворения в воде. Установлено оптимальное соотношение сушеные овощи : вода – 1:3.

Процесс разработки новых видов продукции был проведен в 2 этапа. На первом этапе готовились различные варианты желе (для консервов в желе) и соусов (для консервов в соусе). Оценка лабораторных образцов осуществлялась как органолептически, так и визуально – по консистенции, внешнему виду, густоте, плотности геля, по цвету. Из более 30 образцов были определены наилучшие, с которыми продолжена работа. На втором этапе определялось оптимальное соотношение рыбы и заливки. Для каждого вида консервов подбирался свой соус или заливка с учетом их органолептических характеристик и особенностей мяса рыбы. Изготовленные лабораторные образцы консервов

прошли органолептический анализ с привлечением специалистов предприятия-соисполнителя и получили высокую оценку. Было решено, вместо запланированных 3 видов консервов в желе, поставить на производство 10 видов, всего для выпуска продукции трех ассортиментных групп было разработано 16 рецептов новых видов консервов.

Отработка технологических приемов изготовления консервов осуществлялась в условиях реального производства с учетом поточности линии переработки и технических возможностей используемого оборудования.

Самым сложным и ответственным процессом при постановке продукции на производство является разработка и научное обоснование режимов стерилизации консервов. От правильности установления режимных параметров зависит не только микробиологическая безопасность консервов, но и наибольшая сохраняемость полезных веществ сырьевых компонентов, вкусовые характеристики, внешний вид и презентабельность продукции. Найти тот оптимум, при котором консервы будут не только безвредны для человека, но и максимально полезны, задача достаточно сложная и требует не только хорошей оснащенности приборной базой, доказательной при контроле термических процессов, проходящих в продукции при стерилизации, но и высокого уровня профессиональных знаний разработчиков в области микробиологии, термодинамики, технологии.

Полная стерильность рыбных консервов, т.е. уничтожение в них всех вегетативных клеток и спор микроорганизмов, достигается лишь при воздействии на продукт относительно высокой температуры – порядка 140–160 °С [10]. Однако при этой температуре входящие в состав рыбы питательные вещества, и в первую очередь белки, настолько сильно изменяются, что консистенция, вкус и пищевые качества продукта сильно ухудшаются. В производстве для сохранения пищевых и вкусовых качеств рыбных консервов их стерилизуют в пределах 110–120 °С, задача состоит в том, чтобы гарантированно обезвредить продукт от возбудителей порчи и микроорганизмов, способных причинить вред здоровью человека. Эта задача решалась как на этапе создания лабораторных образцов, так и на этапе производственной проверки разрабатываемых режимов.



Рис.3. Лабораторный автоклав Lagarde Франция с системой сбора и регистрации температур Samanta
Fig.3. Lagarde France laboratory autoclave with Samanta temperature collection and registering system

Проведение комплекса исследований позволило разработать и обосновать 20 режимов стерилизации для продукции в металлических банках № 3 и № 5.

Результаты исследований легли в основу трех технологических инструкций, технических условий, 16 рецептов, согласованных и утвержденных в установленном порядке. Массовое производство новых видов рыбных консервов организовано на ОАО «Рыбокомбинат «Любань» с использованием собственной сырьевой базы предприятия.

Выводы. Результаты исследования прудовой рыбы, выращенной в ОАО «Рыбокомбинат «Любань», по основным показателям качества показали высокую биологическую и пищевую ценность, особенно карпа и толстолобика, а также перспективность местного рыбного сырья как сырьевого компонента для производства широкого ассортимента рыбной продукции. Разработка и постановка на производство новых видов консервированной рыбной продукции – процесс многофакторный,

сочетающий в себе как элементы нормотворчества, исследовательскую сторону, так и производственную проверку полученных результатов;

Для эффективной реализации на практике результатов научной деятельности необходим учет специфики технических возможностей конкретного предприятия и заинтересованность руководства и специалистов предприятия в претворении в жизнь научных разработок.



Рис. 4. Промышленные образцы рыбных консервов
Fig. 4. Industrial samples of fish preserves

Основным результатом проведенной работы считаем конкретную практическую помощь предприятию-соисполнителю ОАО «Рыбокомбинат «Любань» в освоении производства оригинального ассортимента консервов с использованием местного сырья. За 4 месяца 2020 года по разработанной документации предприятие выпустило около 235 тысяч банок продукции, которую уже можно встретить на полках магазинов республики.

Список использованных источников

1. Прудовая рыба – полезный и ценный продукт питания / Ю.М. Баженов [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2010. – № 2. – С. 10–12.
2. О концепции развития рыболовного хозяйства в Республике Беларусь [Электронный ресурс] / Ваш гид в законодательстве Республики Беларусь. – Режим доступа: https://kodeksy-by.com/norm_akt/source-СМ%20РВ/type-Постановление/459-02.06.2015.htm. Дата доступа: 21.05.2020.
3. Актуализация программы по развитию рыбохозяйственной деятельности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belta.by/prezident/view/prezident-belarusi-lukashenko-poguchil-aktualizirovat-programmu-po-razvitiju-rybohozajstvennoj-358269-2019>. – Дата доступа: 18.05.2020.
4. Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии мяса и рыбных продуктов: справочное пособие / В.М. Лемеш [и др.]; под ред. члена-корреспондента НАН Беларуси Лемеша В.М. – Витебск, 2004. – 322 с.
5. Тюльзнер, М. Технология рыбопереработки / М. Тюльзнер, М. Кох. – СПб.: ИД профессия, 2011. – 404 с.
6. Репников, Б.Т. Товароведение и биохимия рыбных товаров: учебное пособие / Б.Т. Репников; под ред. Репникова Б.Т. – М: Научная книга, 2007. – 146 с.
7. Нечаев, А.П. Пищевая химия / А.П. Нечаев; под ред. А.П. Нечаева. – СПб.: ГОИРД, 2004. – 631 с.
8. Пилат, Т.Л. Биологически активные добавки к пище (теория, производство, применение) / Т.Л. Пилат, А.А. Иванов. – М.: Авваллон, 2002. – 710 с.
9. Сарафанова, Л.А. Применение пищевых добавок в переработке мяса и рыбы / Л.А. Сарафанова. – М.: Профессия, 2007. – 141 с.
10. Барбаянов, К.А. Производство рыбных консервов / К.А. Барбаянов, К.П. Лемаринье. – М: Пищевая промышленность, 1967. – 340 с.

References

1. Prudovaya ryba – poleznyj i cennyj produkt pitaniya [Pond fish is a useful and valuable food] / Yu.M. Bazhenov, M.M. Rad'ko, E.K. Skurat, S.M. Degtyarik // Belor. Sel. Hoz. – 2010, no. 2, pp. 10-12 (in Russian).

2. O koncepcii razvitiya rybolovnogo hozyajstva v Respublike Belarus' [On the Concept of Fisheries Development in the Republic of Belarus] [Electronic resource] / Vash gid v zakonodatel'stve Respubliki Belarus' – Mode of access: https://kodeksy-by.com/norm_akt/source-CM%20PB/type-Postanovlenie/459-02.06.2015.htm. – Data access: 21.05.2020 (in Russian).
3. Aktualizaciya programmy po razvitiyu rybohozyajstvennoj deyatel'nosti [Mainstreaming of fisheries development programme] [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.belta.by/president/view/prezident-belarusi-lukashenko-poruchil-aktualizirovat-programmu-po-razvitiju-rybohozyajstvennoj-358269-2019>. – Data access: 18.05.2020 (in Russian).
4. Veterinarno-sanitarnaya ehkspertiza s osnovami tekhnologii myasa i rybnyh produktov / Spravochnoe posobie [Veterinary and sanitary examination with the fundamentals of technology of meat and fish products / Reference Guide] / Pod red. chlena-korrespondenta NAN RB Lemesha V.M. / V.M. Lemesh, P.I. Pahomov, M.M. Aleksin i dr. – Vitebsk, 2004, 322 p. (in Russian).
5. Tyul'zner, M. Tekhnologiya rybopererabotki [Technology of fish processing] / M. Tyul'zner, M. Koh. – per. s nem. E.A. Semenovej. – SPb.: ID profession, 2011, 404 p. (in Russian).
6. Repnikov, B.T. Tovarovedenie i biohimiya rybnyh tovarov [Trade science and biochemistry of fish products] / Uchebnoe posobie / Pod red. Repnikova B.T. – M: Nauchnaya kniga, 2007. – 146 p. (in Russian).
7. Nechaev, A. P. Pishchevaya himiya [Food chemistry] / pod red. A.P. Nechaeva. – SPb.: GOIRD, 2004. – 631 p. (in Russian).
8. Pilat, T.L. Biologicheski aktivnye dobavki k pishche (teoriya, proizvodstvo, primenenie) [Biologically active food additives (theory, production, application)]. – M., Avvallon, 2002, 710 p. (in Russian).

Информация об авторах

Павловская Людмила Михайловна – начальник отдела технологий консервирования пищевых продуктов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29/220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: conserv-npc@tut.by.

Ганеева Людмила Александровна – научный сотрудник отдела технологий консервирования пищевых продуктов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: 203sok@tut.by.

Information about authors

Pavlovskaya Liudmila M. – Head of the Department of the Technologies of Canned Food Products National Academy of Sciences of Belarus Scientific-practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus, RUE (Kozlova st.29, Minsk. 220037, Republic of Belarus). E-mail: conserv-npc@tut.by.

Hapeyeva Liudmila A. – Research Worker of the Department of the Technologies of Canned Food Products National Academy of Sciences of Belarus Scientific-practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus, RUE (Kozlova st.29, Minsk. 220037, Republic of Belarus). E-mail: 203sok@tut.by.

УДК 619:614.31:637.56

Поступила в редакцию 30.04.2020
Received 30.04.2020**А. А. Гнедов***Учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь***АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА МЯСА АЗИАТСКОЙ КОРЮШКИ
(ЗУБАСТОЙ) (OSMERUS MORDAX DENTEX (MITCHILL))
БАССЕЙНА Р. ЕНИСЕЙ**

Аннотация. Представлены результаты биохимических исследований мяса азиатской корюшки (зубастой) (*Osmerus mordax dentex* (Mitchill)). Установлено содержание широкого спектра биологически активных веществ, включающих в себя макро- и микроэлементы, жирные кислоты, аминокислоты и витамины.

Определена пищевая ценность мяса азиатской корюшки в соответствии с общепринятыми ее составляющими: энергетическая ценность, биологическая ценность, биологическая эффективность, физиологическая ценность.

Ключевые слова: рыбы, Енисей, аминокислоты, жирные кислоты, витамины, минеральные вещества

A. A. Gnedov*Educational institution “Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine”, Vitebsk, Republic of Belarus***ANALYSIS OF INDICATORS OF QUALITY OF MEAT RAINBOW SMELT
(TOOTHY) OSMERUS MORDAX DENTEX (MITCHILL))
LOWLAND BASIN OF THE RIVER YENISEI**

Abstract. The results of biochemical studies of rainbow smelt (toothy) meat (*Osmerus mordax dentex* (Mitchill)) are presented. The content of a wide range of biologically active substances, including macro- and microelements, fatty acids, amino acids and vitamins, is established.

The nutritional value of rainbow smelt meat is determined in accordance with its generally accepted components: energy value, biological value, biological effectiveness, physiological value.

Keywords: fish, Yenisey, amino acids, fatty acids, vitamins and minerals

Введение. Азиатская корюшка (зубастая) – (*Osmerus mordax dentex* (Mitchill)) – распространена в бассейне Северного Ледовитого океана. Большую часть своей жизни проводит в осолоненных водах южной части Енисейского залива и губе. В р. Енисей появляется только в нерестовый период, поднимаясь вверх.

В губе, из-за значительного распреснения поверхностного слоя, держится в придонном осолоненном слое, на глубине свыше 20 м.

Азиатская корюшка – небольшая проходная и полупроходная с буровато-зеленой спинкой и серебристыми боками и брюшком рыба. Чешуя сравнительно крупная. Рот большой, зубы хорошо развиты на сошнике и на языке, выдаются в виде клыков.

До наступления половой зрелости корюшка ведет активный образ жизни, постоянно перемещаясь небольшими стаями вдоль берегов в заливе по всей акватории.

Большие передвижения корюшки связаны с началом размножения, когда она образует огромные стаи и направляется каждый год в одни и те же районы нереста. Нерестовая миграция корюшки начинается во второй половине февраля и продолжается около четырех месяцев. Основные нерестилища корюшки в Енисее расположены в 844 км от устья, на участке между устьями рек Курейка и Хантайка. Верхнего участка нерестилищ корюшка достигает в конце мая – начале июня. Скот производителей в залив начинается сразу после вымета половых продуктов.

Половой зрелости корюшка достигает на пятом – шестом году жизни при длине 16 см и массе 50 г. Икрометание единовременное, поскольку икра у нее созревает сразу вся, но неежегодное – с перерывом между нерестами в 1–2 года [1, 2].

Азиатская корюшка в Енисее достигает длины 27 см и массы 160 г., но обычные ее размеры не превышают 22–23 см и массы до 100 г. Предельный возраст не более 11–12 лет.

Азиатская корюшка является проходным видом, поэтому ее вылов сосредоточен в период нерестовой миграции. Промысел корюшки производится в зимний период – с февраля по май.

В научной литературе данных по азиатской корюшке, вылавливаемой в низовьях бассейна р. Енисей, не зарегистрировано. Актуальность работы характеризуется новизной проведенных исследований.

Цель работы – изучить биохимические показатели и пищевую ценность мяса азиатской корюшки, вылавливаемой в низовьях бассейна р. Енисей.

Материал и методы исследований. Для проведения исследований отобраны образцы биологического материала – мясо азиатской корюшки.

Исследования проводили на промысловых точках в низовьях бассейна р. Енисей. Отбор образцов продукции проводили методом выборки из каждой партии характерных мерных экземпляров согласно ГОСТ 7631-2008 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей». Все образцы рыбной продукции были измерены и взвешены согласно ГОСТ 1368-2003 «Рыба. Длина и масса». Отобранные экземпляры рыб были разделаны для определения массового состава (Шевченко В.В., 2006). Полученные части рыб объединили в однородные партии и привели к средней пробе каждого вида согласно ГОСТ 31339-2006 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб». Из каждой средней пробы выделили средний образец [3, 4].

Отобранные образцы после измельчения и гомогенизации высушили при температуре +45 С с использованием ИК-установки – СКВ 04.00.000. Полученную сухую массу измельчили на истирателе УХЛ-4 до получения мелкодисперсного нативного порошка с размером частиц до 0,07–0,04 мм. Биохимические исследования проводили в аккредитованной лаборатории биохимии СибНИПТИЖ (г. Новосибирск).

Для изучения биологической и физиологической ценности пищевой продукции использовались биохимические исследования.

Химический состав мяса рыбы определяли по комплексу методов: жир – по Соклету, общий белок – модифицированным методом Кьельдаля.

Исследование физико-химических свойств образцов проводили по методикам общего зооанализа согласно ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» и ГОСТ Р 52421-2005 «Рыба, морепродукты и продукция из них. Метод определения массовой доли белка, жира, воды, фосфора, кальция и золы». Макро-, микро-элементный и биохимический состав определяли атомно-абсорбционным методом на приборе Perkin Elmer – 306 [5, 6].

Определение аминокислотного и витаминного состава проводили методом инфракрасной спектроскопии на автоматическом многофункциональном анализаторе инфракрасной области спектра «ИК 4500».

Обработку данных проводили по методике А.Н. Плохинского (1969) с использованием пакетов прикладных компьютерных программ STAT 1, а также встроенных функций пакета MS Excel.

По результатам исследований проведен расширенный анализ биохимических показателей, отражающих пищевую ценность пищевой и непищевой продукции азиатской корюшки (зубастой):

- ♦ энергетическая ценность – суммарное количество энергии, используемой для поддержания физиологических функций организма и выделяемой при биологическом окислении питательных веществ, содержащихся в 100 г продукта;

- ♦ биологическая ценность – отражает качество белка по сбалансированности его аминокислотного состава относительно идеальной шкалы аминокислот гипотетического белка (ФАО/ВОЗ), и способности к оптимальной усвояемости организмом;

- ♦ биологическая эффективность – показатель качества жировых компонентов продукта, отражающий содержание в них полиненасыщенных (незаменимых) жирных кислот;

- ♦ физиологическая ценность – характеризует способность составных компонентов стимулировать и активизировать основные процессы жизнеобеспечения физиологических систем организма с помощью активных веществ: макро-, микроэлементы, витамины, азотистые вещества и ферменты [7, 8, 9, 10].

Полученные результаты химического состава подвергнуты анализу на предмет оценки их пищевой и биологической ценности по методикам А.А. Покровского (1974).

Результаты исследований. Образцы мяса азиатской корюшки были отобраны от 26 экземпляров (n=26). На основании изучения степени посмертного окоченения путем измерения угла прогиба определены сроки хранения рыбы при различной температуре на открытом воздухе. На время хранения рыбы на открытом воздухе существенно влияют индивидуальные характеристики: содержание жира в мышцах, влагонасыщенность, физическое состояние при вылове, степень механических повреждений и другие.

Но для каждого вида, в силу индивидуальных особенностей и внешних условий, время хранения на открытом воздухе разное. Для азиатской корюшки индивидуальный диапазон времени не определяется по причине зимнего сезона вылова — замораживается сразу же на льду водоема.

Основной дефект при вылове ставными сетями — сбитость чешуи. Происходит он при сопротивлении рыбы и из-за сильного натяжения сетного полотна. При выпутывании рыбы этот дефект часто усиливается, поэтому возможны повреждения кожного покрова. Но у корюшки чешуя относительно слабая, поэтому этот дефект не является порочащим.

В случаях, если рыба задерживается в сетях по причине несвоевременной проверки, могут возникнуть более серьезные дефекты, связанные с автолитическими изменениями тканей.

В начальной стадии автолитических изменений наблюдаются следующие признаки дефектности: цвет жабр коричневого, серого и зеленого оттенка или светлый, жабры покрыты слизью, и от них идет неприятный запах, запах от самой рыбы может быть неприятным, глаза мутные, запавшие, серого цвета, упругость мяса пропадает — при надавливании остается медленно исчезающий след, мясо на позвоночнике может отходить, слизистый слой разбухший, комкообразный или отсутствует.

Рыбы низовий р. Енисей достигают половой зрелости позднее своих видовых сородичей, обитающих в более теплых водоемах, линейный рост у них замедлен.

Несмотря на то, что азиатская корюшка вырастает и нагуливается намного дольше в морских и солоноватых акваториях Ледовитого океана, закономерности ее роста совпадают с аналогами речной рыбы.

Морфометрические показатели фактически вылавливаемой азиатской корюшки — длина и масса — с учетом возраста достижения промысловых размеров, приведены к среднему показателю (табл. 1).

Таблица 1. Средний промысловый размер и масса азиатской корюшки низовий бассейна р. Енисей
Table 1. The average commercial size and mass of the rainbow smelt lowland basin of the river Yenisei

Количество экземпляров, n	Возраст, лет	Размер, см	Масса, г
		M±m	M±m
26	9	23±0,3	108±7

Одним из основных показателей при характеристике полезности рыбы является массовый состав — соотношение массы отдельных частей тела и органов, выраженное в процентах от массы целой рыбы.

Данные о массовом составе азиатской корюшки, вылавливаемой в низовьях р. Енисей, представляют определенный технологический интерес. При плановой организации существующего промыслового лова они могут быть использованы для расчета выхода готовой продукции.

Кроме того, массовый состав позволяет прогнозировать способы глубокой переработки рыб (табл. 2).

Таблица 2. Массовый состав азиатской корюшки низовий бассейна р. Енисей
Table 2. Mass composition of the rainbow smelt lowland basin of the river Yenisei

Мясо с кожей, %	Кожа, %	Мясо чистое, %	Чешуя, %	Голова, %	Кости, плавники, %	Внутренности		
						Кишечник, пленки, плавательный пузырь, почки, %	Гонады, %	Печень, %
55,2±4,3	4,9±0,2	44,8±4,1	—**	12,6±4,9	8,3±1,2	9,1±0,6	16,1±3,2***	—

** — отсутствует или облетает при вылове;

*** — азиатская корюшка вылавливается во время нерестовой миграции, поэтому икра у нее созревшая и имеет максимальную массу

Азиатская корюшка, добываемая в р. Енисей, имеет обычные промысловые размеры не превышающие 22–23 см и массу до 100 г.

По причине малой величины при переработке корюшка используется в неразделанном виде.

Хищный образ жизни азиатской корюшки обуславливает наличие крупной пасти и, следовательно, головы, доля которой относительно общей массы составляет 11–13 %.

Чистый выход мяса без кожи и костей составляет около 40 %.

Легко опадающая тонкая чешуя занимает незначительную долю, а доля кожи составляет более 4 %. Массовая доля несъедобной части внутренностей составляет около 10 %.

Масса печени при препарировании не учтена по причине незначительного размера и не востребо- ванности в пищевом отношении.

В связи с тем, что промысел проводится во время нерестовой миграции, массовая доля гонад значительна — 15–17 %.

В результате проведенных исследований мяса азиатской корюшки выявлен комплекс биологически активных веществ, включающий в себя аминокислоты, жирные кислоты, витамины и минеральные элементы.

В результате биохимических исследований в образцах, полученных от азиатской корюшки, определили содержание белка, жира, зольного остатка и произвели расчет энергетической ценности (табл. 3).

Т а б л и ц а 3. Содержание белка, жира и зольных элементов в мясе азиатской корюшки низовий бассейна р. Енисей

Table 3. The content of protein, fat and ash elements in the meat of rainbow smelt lowland basin of the river Yenisei

Показатели	Количество, г/100 г	Энергетический коэффициент, ккал/г	Энергетическая ценность компонентов, ккал/100 г
Белок	73,9±0,43	4	295,56±0,73
Жир	11,87±0,12	9	106,83±0,34
Энергетическая ценность рыбы, ккал/100 г			402,39±0,53

Энергетическая ценность корюшки позволяет отнести ее к высококалорийным продуктам. Содержание белка и жира — к высокобелковым, жирным видам рыб. Отношение белка и жира в мясе корюшки азиатской составило коэффициент 6,2.

Аминокислотный состав белковой фракции мяса азиатской корюшки представлен 16 кислотами. Отмечается довольно высокая их концентрация практически во всех образцах (табл. 4).

Т а б л и ц а 4. Аминокислотный состав мяса азиатской корюшки низовий бассейна р. Енисей

Table 4. Amino acid composition of rainbow smelt meat lowland basin of the river Yenisei

Наименование аминокислоты	Содержание, г/100 г
Триптофан	0,72
Оксипролин	0,01
Изолейцин	3,45
Треонин	2,57
Серии	2,17
Глицин	2,30
Аланин	3,05
Валин	2,60
Метионин	1,44
Метион, +цистеин	2,62
Лейцин	4,99
Глутамин	8,33
Пролин	4,04
Фенилаланин	2,04
Лизин	5,26
Аргинин	3,27
Заменимые	23,17
Незаменимые	25,69

Анализ показал, что в мясе азиатской корюшки преобладают незаменимые аминокислоты. Коэффициент отношения к заменимым аминокислотам составляет 1,1.

Среди незаменимых аминокислот заметно выделяются изолейцин (3,45), лейцин (4,99) и лизин (5,26), суммарная концентрация которых составляет более 28 % от общей суммы аминокислот. Среди заменимых доминируют глутамин (8,33), пролин (4,04) и аргинин (3,27).

При определении биологической ценности мяса азиатской корюшки произвели расчет аминокислотного сора незаменимых аминокислот. Результаты расчета представлены в табл. 5.

Таблица 5. Аминокислотный сора мяса азиатской корюшки низовий бассейна р. Енисей
Table 5. Amino acid spore of rainbow smelt meat lowland basin of the river Yenisei

Аминокислоты	ФАО/ВОЗ		Мясо корюшки	
	г/100 г белка	СКОР, %	г/100 г белка	СКОР, %
Триптофан	1,0	100	0,83	83
Изолейцин	4,0	100	3,12	78
Треонин	4,0	100	3,72	93
Валин	5,0	100	2,11	42,2
Метионин+цистин	3,5	100	2,92	48,6
Лейцин	7,0	100	6,11	87,2
Фенилаланин+тирозин	6,0	100	1,67	27,8
Лизин	5,5	100	5,53	100,5
Сумма	36,0	100	26,01	72,3

Результаты расчета показывают, что азиатская корюшка является продуктом с пониженной биологической ценностью, относительно эталона — только лизин соответствует аналогу. Лизин важную роль для связывания фосфора при минерализации костной ткани. Несмотря на тот факт, что лизин мало влияет на пищевую ценность продукта, тем не менее, общее значение аминокислотного сора довольно высокое [11].

Биологическая эффективность пищевой продукции просчитывается на основании уровня содержания жирных кислот. Исследованиями установлено, что высокое содержание жира в мясе азиатской корюшки практически соответствует относительно высокому содержанию жирных кислот (табл. 6).

Таблица 6. Содержание жирных кислот в мясе азиатской корюшки низовий бассейна р. Енисей
Table 6. The content of fatty acids in rainbow smelt meat lowland basin of the river Yenisei

Жирные кислоты	Содержание, г / 100 г
Пальмитоолеиновая	8,47±0,21
Олеиновая	45,22±0,09
Линолевая	11,14±0,03
Линоленовая	1,21±0,07
Сумма ненасыщенных кислот	66,04±0,11
Лауриновая	1,11±0,01
Миристиновая	0,44±0,01
Пальмитиновая	22,67±0,07
Стеариновая	6,63±0,15
Арахидиновая	0,56±0,01
Сумма насыщенных кислот	31,41±0,26

Данные показывают высокое общее содержание жирных кислот — концентрация в 100 г продукции составляет 97,45 г. А отношение ненасыщенных жирных кислот к насыщенным составило коэффициент 2,1, что говорит о хорошей биологической эффективности мяса корюшки.

В мясе азиатской корюшки присутствует полный спектр макро- и микроэлементов, а также весь основной состав жиро- и водорастворимых витаминов.

Одним из составляющих, определяющих физиологическую ценность пищевого продукта, являются витамины входящих в состав липидной и белковой фракции. В мясе азиатской корюшки они представлены группой жиро- и водорастворимых витаминов. Суммарный уровень их составляет 45,98 г/кг (табл. 7).

Концентрация жирорастворимых витаминов составила в мясе азиатской корюшки — 16,49 мг/кг. Содержание витамина А весьма незначительно. Но выделяется витамин Д, который обычно концентрируется в жировой ткани, способствует усвоению кальция, фосфора, необходим для роста и поддержания в хорошем состоянии костной ткани [12, 13].

Т а б л и ц а 7. Содержание витаминов в мясе азиатской корюшки низовий бассейна р. Енисей
Table 7. The content of vitamins in rainbow smelt meat lowland basin of the river Yenisei

Витамины	Содержание
А, мг/кг	–
Д, мг/кг	12,37±0,27
Е, мг/кг	4,12±0,02
В ₁ , мг/кг	5,15±0,04
В ₂ , мг/кг	1,55±0,01
В ₃ , мг/кг	4,71±0,32
В ₅ , мг/кг	16,05±0,32
В ₆ , мг/кг	2,03±0,01
В ₁₂ , мкг/кг	-

Водорастворимые витамины представлены группой В. Общая сумма составила 29,49 мг/кг. Повышенное содержание витамина В₅ указывает на физиологическую активность организма в целом, подчеркивая тем самым физиологическую ценность мяса корюшки. Анализ показал, что, несмотря на невысокие общие показатели, мясо азиатской корюшки по содержанию витаминов очень неплохо сбалансировано.

Минеральный состав исследуемых образцов мяса азиатской корюшки представлен комплексом макро- и микроэлементов (табл. 8).

Т а б л и ц а 8. Содержание макро- и микроэлементов в мясе азиатской корюшки низовий бассейна р. Енисей
Table 8. The content of macro- and micronutrients in rainbow smelt meat lowland basin of the river Yenisei

Наименование элемента	Содержание, мг/кг
Кальций	2800,00±126
Фосфор	7900,00±257
Калий	2200,00±84
Натрий	2500,00±79
Железо	35,00±0,22
Марганец	1,40±0,01
Медь	1,70±0,01
Цинк	22,50±0,21
Магний	1,10±0,01

Анализ табличных данных показывает, что в мясе корюшки преобладает содержание калия, натрия, фосфора и кальция. Эти значения указывают на развитость костной ткани.

Среди микроэлементов доминируют железо и цинк, что косвенно указывает на хорошую развитость мышечной ткани.

Высокое содержание всех составных минерального и витаминного состава показывает, что мясо азиатской корюшки хорошо сбалансировано и обладает высокой физиологической ценностью.

Заключение. Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что по наличию жира в мясе азиатскую корюшку низовий бассейна р. Енисей можно отнести к жирным рыбам. Высокое содержание жира хорошо сочетается с наличием жирных кислот, особенно незаменимых. Общее их содержание полноценно и указывает на хорошую биологическую эффективность. Биологическая ценность мяса азиатской корюшки относительно высока и соответствует понятию сбалансированного продукта. Содержание полного комплекса макро-, микроэлементов и витаминов свидетельствует о хорошей физиологической ценности мяса азиатской корюшки. Мясо азиатской корюшки, вылавливаемой в низовьях бассейна р. Енисей, является высокоценным продуктом питания, как в биологическом, так и физиологическом плане.

Список использованных источников

1. Андриенко, А.И. Оценка состояния запасов основных промысловых рыб в низовьях р. Енисея за 2002 г. / А.И. Андриенко // Отчет ГБЛ ФГУ «Енисейрыбвод», рук. А.И. Андриенко. — Красноярск, 2002. — 33 с.
2. Моисеев, П.А. Ихтиология / П.А. Моисеев, Н.А. Азизова, И.И. Куранова. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. — 383 с.
3. Рыба. Длина и масса: ГОСТ 1368–2003. — Введ. 01.01.05. — Москва: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2005. — 14 с.
4. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб: ГОСТ 31339–2006. — Введ. 01.07.08. — Москва: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2008. — 15 с.
5. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей: ГОСТ 7631–2008. — Введ. 01.01.09. — Москва: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2009. — 16 с.
6. Рыба, морепродукты и продукция из них. Метод определения массовой доли белка, жира, воды, фосфора, кальция и золы: ГОСТ Р 52421–2005. — Введ. 01.01.07. — Москва: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2007. — 8 с.
7. Родина, Т.Г. Справочник по товароведению продовольственных товаров. — М.: Колос, 2003. — 608 с.
8. Валова, В.Д. Химические методы анализа: учеб. пособие / В.Д. Валова. — М.: Маркетинг, 2002. — 109 с.
9. Гнедов, А.А. Экспертиза рыб северных видов. Качество и безопасность / А.А. Гнедов, О.А. Рязанова, В.М. Позняковский. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 436 с.
10. Голубенко, О.А. Экспертиза качества и сертификация рыбы и рыбных продуктов / О.А. Голубенко, Н.В. Коник. — М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2011. — 256 с.
11. Елисеева, Л.Г. Товароведение и экспертиза продовольственных товаров: учебник / Л.Г. Елисеева; под ред. проф. Л.Г. Елисеевой. — М.: МЦФЭР, 2006. — 800 с.
12. Спиричев, В.Б. Что могут и чего не могут витамины / В.Б. Спиричев. — М.: «Миклош», 2003. — 300 с.
13. Скурихин, И.М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: Справочник / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. — М.: Де Ли принт, 2007. — 467 с.

References

1. Andrienko, A.I. Ocenka sostoyaniya zapasov osnovnyh promyslovyh ryb v nizov'yah r. Eniseya za 2002 g. [Assessment of the status of stocks of the main commercial fish in the lower reaches of the river. Yenisei for 2002] A.I. Andrienko. — Otchet GBL FGU «Enisejrybvod», Krasnoyarsk. [GBL Report of the Federal State Institution Yeniseyrybvod, Krasnoyarsk] 2002. — 33 p. (in Russian).
2. Moiseev P.A. Ihtiologiya [Ichthyology] P.A. Moiseev, N.A. Azizova, I.I. Kuranova. — M. : Legkaya i pishchevaya promyshlennost', [Light and food industry], 1981, 383 p. (in Russian).
3. GOST 1368-2003. Ryba. Dlina I massa [State Standard 1368-2003. A fish. Length and weight] Moscow, Interstate. Council for Standardization, Metrology and Certification, 2005. 14 p. (in Russian).
4. GOST 31339-2006. Ryba, nerybnye ob'ekty i produkciya iz nih. Pravila priemki i metody otbora prob [State Standard 31339-2006. Fish, non-fish objects and products from them. Acceptance rules and sampling methods] Moscow, Interstate. Council for Standardization, Metrology and Certification, 2008. 15 p. (in Russian).
5. GOST 7631-2008. Ryba, nerybnye ob'ekty i produkciya iz nih. Metody opredeleniya organolepticheskikh I fizicheskikh pokazatelej [State Standard 7631-2008. Fish, non-fish objects and products from them. Methods for the determination of organoleptic and physical parameters] Moscow, Interstate. Council for Standardization, Metrology and Certification, 2009. 16 p. (in Russian).
6. GOST R 52421-2005. Ryba, moreprodukty I produkciya iz nih. Metod opredeleniya massovoj doli belka, zhira, vody, fosfora, kal'ciya I zoly [State Standard R 52421-2005. Fish, seafood and products from them. Method for determining the mass fraction of protein, fat, water, phosphorus, calcium and ash] Moscow, Interstate. Council for Standardization, Metrology and Certification, 2007. 8 p. (in Russian).
7. Rodina T.G. Spravochnik po tovarovedeniyu prodovol'stvennyh tovarov [Handbook of merchandising of food products] T.G. Rodina. — M. : Kolos, [M. : Kolos], 2003, 608 p.: il. (in Russian).
8. Valova, V.D. Himicheskie metody analiza: Ucheb. Posobie [Chemical methods of analysis: Textbook. The allowance] V.D. Valova - M. Marketing, [M. Marketing] 2002. - 109 p. (in Russian).

9. Gnedov, A.A. Ryazanova O.A., Poznyakovskij V.M. Ekspertiza ryb severnyh vidov. Kachestvo i bezopasnost' Uchebnik [Examination of fish of northern species. Quality and Safety Textbook] A.A. Gnedov - Sankt-Peterburg : Lan', [St. Petersburg: Doe] 2018. 436 p. (in Russian).
10. Golubenko, O.A. Ekspertiza kachestva i sertifikaciya ryby i rybnyh produktov: uchebnoe posobie [Quality examination and certification of fish and fish products: a training manual] O.A. Golubenko, N.V. Konik. — M.: Al'fa-M: INFRA-M, [M.: Alpha-M: INFRA-M] 2011. - 256 p. (in Russian).
11. Eliseeva, L.G. Tovarovedenie i ekspertiza prodovol'stvennyh tovarov: Uchebnik [Commodity research and examination of food products: Textbook] L.G. Eliseeva - Pod red. prof. L.G. Eliseevoj. M. MCFER. [Ed. prof. L.G. Eliseeva. M. ICFER] 2006. - 800 p. (in Russian).
12. Spirichev V.B. Chto mogu i chego ne mogu vitamin [What can and what can not vitamins] V.B. Spirichev. — M.: «Miklosh», [M.: «Miklos»], 2003, 300 p. (in Russian).
13. Skurihin, I.M. Tablicy himicheskogo sostava i kalorijnosti rossijskih produktov pitaniya: Spravochnik [Tables of the chemical composition and caloric content of Russian food: Reference book] I.M. Skurihin, V.A. Tutel'yan — M.izd. [M. publ.] 2007. — 467 p. (in Russian).

Информация об авторах

Гнедов Александр Александрович — доктор технических наук, профессор кафедры частного животноводства, УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины» (210040, Республика Беларусь, г. Витебск, ул. Генерала Маргелова 1/65). E-mail: mangaxeia@mail.ru

Information about authors

Gnedov Alexander Aleksandrovich — Doctor in Engineering sciences, Professor of the Educational Establishment «Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine» (1/65, Generala Margelova st., 210040, Vitebsk, Republic of Belarus). E-mail: mangaxeia@mail.ru

УДК 641.1:637.5.03 (047.31)(476)

Поступила в редакцию 31.07.2020
Received 31.07.2020**И.В. Калтович***РУП «Институт мясо-молочной промышленности», г. Минск, Республика Беларусь***ИЗУЧЕНИЕ ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ
ЦЕННОСТИ РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭМУЛЬСИЙ
ИЗ КОЛЛАГЕНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ,
ПРОШЕДШЕГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ПОДГОТОВКУ**

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению пищевой и биологической ценности мясных рубленых полуфабрикатов с использованием новых видов эмульсий из коллагенсодержащего сырья, прошедшего технологическую подготовку. Установлено, что полуфабрикаты с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого ферментации бактериями рода *Lactobacillus*, отличаются высоким содержанием белка (24,9%), сниженным содержанием жира (13,2%), увеличенными значениями аминокислотных скоров незаменимых аминокислот: лизина (147,3%), лейцина (135,7%), валина (108,0%), треонина (105%), метионина + цистеина (60%), приближенными к эталону значениями индекса незаменимых аминокислот (1,1), показателя сопоставимой избыточности (0,0032) и коэффициента утилитарности аминокислотного состава (0,52), повышенным содержанием полиненасыщенных (15,49%) и мононенасыщенных жирных кислот (45,07%), кальция (17,7 мг/100 г), магния (18,1 мг/100 г) и натрия (840,9 мг/100 г), приближенными к рекомендуемым соотношениями белок : жир (1:0,5) и кальций : магний (1:1) по сравнению с полуфабрикатами с использованием эмульсий из негидролизованного и подвергнутого гидролизу в водной среде коллагенсодержащего сырья, что свидетельствует о целесообразности использования новых видов эмульсий из сырья, подвергнутого модификации бактериями рода *Lactobacillus*, в составе данных изделий.

Ключевые слова: рубленые полуфабрикаты, эмульсии из коллагенсодержащего сырья, ферментация бактериями рода *Lactobacillus*, белок, жир, незаменимые и заменимые аминокислоты, полиненасыщенные, мононенасыщенные, насыщенные жирные кислоты, минеральные вещества, соотношения белок : жир, кальций : магний, кальций : фосфор, натрий : калий

I. V. Kaltovich*RUE «Institute for Meat and Dairy Industry», Minsk, Republic of Belarus***STUDY OF NUTRITIONAL AND BIOLOGICAL
VALUE CHOPPED SEMI-FINISHED PRODUCTS USING
EMULSIONS FROM COLLAGEN-CONTAINING RAW
MATERIAL WHICH HAS UNDERGONE TECHNOLOGICAL
PREPARATION**

Abstract. The article presents the results of research on the nutritional and biological value of chopped meat semi-products using new types of emulsions from collagen-containing raw materials, which have undergone technological preparation. It has been found that semi-products using emulsions from collagen-containing raw materials fermented by bacteria of the genus *Lactobacillus* are characterized by high protein content (24.9%), reduced fat content (13.2%), increased amino acid values of essential amino acids: lysine (147.3%), leucine (135.7%), valine (108.0%), threonine (105%), methionine + cysteine (60%), close to the reference values of the index of essential amino acids (1.1), the index of comparable redundancy (0.0032) and the utility coefficient of the amino acid composition (0.52), increased content of polyunsaturated (15.49%)

fat (1: 0.5) and calcium: magnesium (1:1) compared to semi-finished products using emulsions from non-hydrolyzed and hydrolyzed collagen-containing raw materials in an aqueous medium, which indicates the feasibility of using new types of emulsions from raw materials modified by bacteria of the genus *Lactobacillus* in these products.

Keywords: pastes, emulsions from collagen-containing raw materials, fermentation by bacteria of the genus *Lactobacillus*, protein, fat, essential and replaceable amino acids, polyunsaturated, monounsaturated, saturated fatty acids, mineral substances, protein : fat, calcium : magnesium, calcium : phosphorus, sodium : potassium ratios

Введение. В настоящее время в мясоперерабатывающей промышленности наметилась тенденция отказа от применения белков растительного происхождения при производстве мясных изделий. При этом особую роль при изготовлении мясопродуктов занимают животные белки. Их содержание в готовом продукте определяет белковую и энергетическую ценность выпускаемых колбасных изделий и полуфабрикатов [1–3].

Перспективным источником дополнительного получения пищевого белка в мясной промышленности является натуральное коллагенсодержащее сырье: свиная шкурка, кожа птицы, соединительная ткань, получаемая при жиловке мяса, коллагенсодержащие субпродукты и другие, которые могут применяться в составе белково-жировых эмульсий. Коллагенсодержащее сырье является высокоресурсным, объемы его производства варьируют от 10,5 до 18,5 % к массе перерабатываемого мяса на кости [4–6]. Использование побочного коллагенсодержащего сырья в составе мясных изделий позволяет не только снизить существующий дефицит пищевого белка, но и способствует расширению ассортимента и увеличению объема выпуска высококачественных продуктов с низкой себестоимостью, а также улучшает экологическое состояние прилегающих территорий мясоперерабатывающих предприятий [7–9].

В то же время побочное коллагенсодержащее сырье в настоящее время недостаточно востребовано в пищевой индустрии в связи с малой изученностью отдельных его видов, несмотря на то, что составляет значительную долю от общей массы белоксодержащих ресурсов животного происхождения. Кроме того, использование коллагенсодержащего сырья при традиционном методе его подготовки и внесения в фаршевую систему приводит к ухудшению качества готовых мясных продуктов, в частности, к появлению постороннего привкуса, а также к снижению усвояемости готовых изделий [10–12].

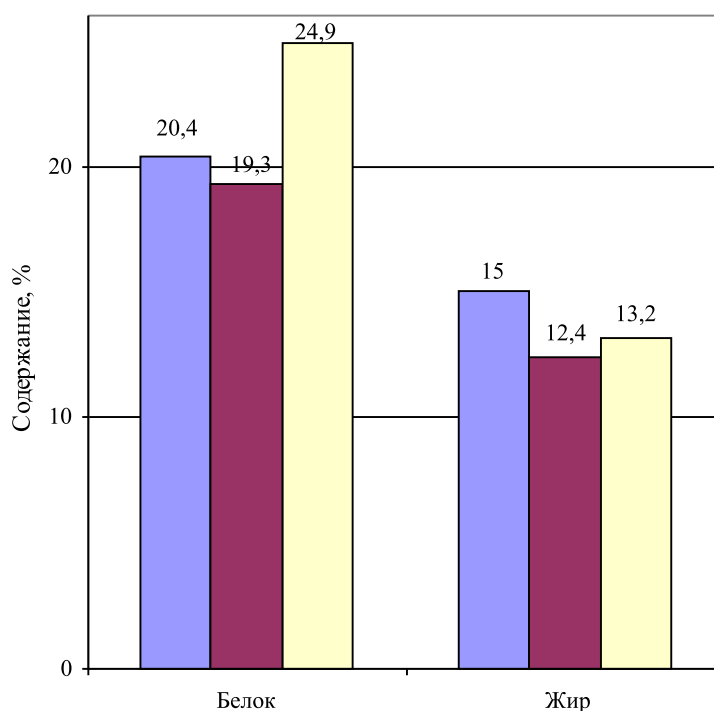
В связи с вышесказанным, актуальным вопросом является разработка научно-практических основ технологической подготовки коллагенсодержащего сырья для использования в составе мясных изделий с улучшенными показателями качества, что позволит повысить объемы использования биологически ценного вторичного сырья в мясной промышленности, а также расширить ассортимент мясных продуктов, характеризующихся улучшенными показателями качества и в то же время обладающих сниженной себестоимостью.

Цель исследований — изучение пищевой и биологической ценности рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, прошедшего технологическую подготовку.

Материалы и методы исследований. Материалы исследований — рубленые полуфабрикаты с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого ферментации бактериями рода *Lactobacillus* (*c Lb.plantarum: Lb.casei* (1:1))=1Ч10⁷ КОЕ/г, τ=18 часов, t=34°С, гидромодуль 1:2), гидролизу в водной среде (t=95–105°С, τ=6–7 часов, гидромодуль 1:2–1:3), а также негидролизованного сырья.

Методы исследований — стандартные методы исследований содержания белка, жира, аминокислотного, жирнокислотного и минерального состава пищевых продуктов.

Результаты и их обсуждение. Для достижения поставленной цели изготовлены экспериментальные образцы рубленых полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого ферментации бактериями рода *Lactobacillus* (*c Lb.plantarum: Lb.casei* (1:1))=1Ч10⁷ КОЕ/г, τ=18 часов, t=34°С, гидромодуль 1:2), гидролизу в водной среде (t=95–105°С, τ=6–7 часов, гидромодуль 1:2–1:3), а также из негидролизованного сырья и изучена их пищевая и биологическая ценность. Содержание белка и жира, а также соотношение белок : жир в изделиях с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого ферментации бактериями рода *Lactobacillus*, гидролизу в водной среде, а также из негидролизованного сырья представлено на рис. 1 и в табл. 1.



- Полуфабрикаты мясные рубленые с использованием эмульсий из негидролизованного коллагенсодержащего сырья
- Полуфабрикаты мясные рубленые с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого гидролизу в водной среде
- Полуфабрикаты мясные рубленые с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого ферментации бактериями рода *Lactobacillus*

Рис. 1. Содержание белка и жира в полуфабрикатах мясных рубленых с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья

Fig. 1. Protein and fat content in semi-finished chopped meat products using emulsions from collagen-containing raw materials

Таблица 1. Соотношение белок : жир в полуфабрикатах мясных рубленых с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья

Table 1. Protein : fat ratio in semi-finished chopped meat products using emulsions from collagen-containing raw materials

Наименование показателя	Полуфабрикаты мясные рубленые с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья		
	негидролизованного	подвергнутого гидролизу в водной среде	подвергнутого ферментации бактериями рода <i>Lactobacillus</i>
Соотношение белок: жир	1:0,7	1:0,6	1:0,5

Определено, что полуфабрикаты мясные рубленые с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого ферментации бактериями рода *Lactobacillus*, отличаются увеличенным содержанием белка (24,9%) по сравнению с полуфабрикатами мясными рублеными с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого гидролизу в водной среде, и негидролизованного сырья (19,3 и 20,4% соответственно). Вместе с тем, соотношение белок: жир в образцах полуфабрикатов мясных рубленых с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого ферментации бактериями рода *Lactobacillus*, составляет 1:0,5, гидролизу в водной среде — 1:0,6, негидролизованного сырья — 1:0,7.

Поскольку изучение общего химического состава позволяет получить лишь приближенное представление о биологической ценности продукта, для более полной характеристики разработанных полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья проведен анализ их аминокислотного, жирнокислотного и минерального состава и сбалансированности.

Современная наука о питании утверждает, что белок должен удовлетворять потребности организма в аминокислотах не только по их количеству. Эти вещества должны поступать в определенных соотношениях между собой, так как аминокислотный дисбаланс может проявляться нарушением процессов метаболизма. Показателем, характеризующим биологическую ценность белка, является аминокислотный скор. Результаты расчета аминокислотных скоров незаменимых аминокислот полуфабрикатов мясных рубленых с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, прошедшего технологическую подготовку, а также негидролизованного сырья представлены в табл. 2.

Таблица 2. Аминокислотный скор незаменимых аминокислот полуфабрикатов мясных рубленых с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья
Table 2. Amino acid rate of essential amino acids of chopped meat semi-products using collagen-containing emulsions

Незаменимые аминокислоты	«Идеальный» белок, FAO/ВОЗ, г/100 г	Полуфабрикаты мясные рубленые с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья					
		негидролизованного		подвергнутого гидролизу в водной среде		подвергнутого ферментации бактериями рода <i>Lactobacillus</i>	
		Содержание, г/100 г	Скор, %	Содержание, г/100 г	Скор, %	Содержание, г/100 г	Скор, %
Изолейцин	4,0	4,2	105,0	4,2	105,0	4,0	100,0
Лейцин	7,0	8,9	127,1	10,1	144,3	9,5	135,7
Лизин	5,5	7,9	143,6	7,3	132,7	8,1	147,3
Метионин + цистеин	3,5	2,0	57,1	1,6	45,7	2,1	60,0
Фенилаланин + тирозин	6,0	7,5	125,0	6,8	113,3	6,8	113,3
Треонин	4,0	3,8	95,0	3,8	95,0	4,2	105,0
Валин	5,0	5,9	118,0	4,9	98,0	5,4	108,0
Лимитирующая аминокислота, скор, %	—	Метионин + цистеин, 57,1		Метионин + цистеин, 45,7		Метионин + цистеин, 60,0	

Как свидетельствуют значения аминокислотных скоров, опытные образцы полуфабрикатов превышают образцы с использованием эмульсий из негидролизованного и подвергнутого гидролизу в водной среде коллагенсодержащего сырья по содержанию следующих незаменимых аминокислот: лизин (147,3%), треонин (105%), метионин + цистеин (60%). Вместе с тем, опытные образцы превышают образцы с использованием эмульсий из негидролизованного коллагенсодержащего сырья по содержанию лейцина (135,7%), а образцы с использованием коллагенсодержащего сырья, подвергнутого гидролизу в водной среде, — валина (108,0%).

Для характеристики биологической ценности рубленых полуфабрикатов использовали дополнительные критерии — индекс незаменимых аминокислот, показатели утилитарности незаменимых аминокислот и показатель сопоставимой избыточности (табл. 3, рис. 2, 3).

Анализ данных табл. 3 показывает, что опытные образцы полуфабрикатов мясных рубленых с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого ферментации бактериями рода *Lactobacillus*, отличаются более высокой биологической ценностью по сравнению с контрольными образцами, о чем свидетельствуют приближенные к эталону значения индекса незаменимых аминокислот (1,1), показателя сопоставимой избыточности (0,0032) и коэффициента утилитарности аминокислотного состава (0,52).

Установлено, что по показателю утилитарности незаменимые аминокислоты исследуемых образцов полуфабрикатов мясных рубленых можно расположить в следующей убывающей последовательности, что указывает на усвояемость данных аминокислот в организме:

♦ полуфабрикаты мясные рубленые с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого ферментации бактериями рода *Lactobacillus*: метионин+цистеин (100,0 %) → изо-

лейцин (60,0 %) → треонин (57,1 %) → валин (55,6 %) → фенилаланин+тирозин (53,0 %) → лейцин (44,2 %) → лизин (40,7 %);

- ♦ полуфабрикаты мясные рубленые с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого гидролизу в водной среде: метионин+цистеин (100,0 %) → треонин (48,1 %) → валин (46,6 %) → изолейцин (43,5 %) → фенилаланин+тирозин (40,3 %) → лизин (34,4 %) → лейцин (31,7 %);

- ♦ полуфабрикаты мясные рубленые с использованием эмульсий из негидролизованного коллагенсодержащего сырья: метионин+цистеин (100,0 %) → треонин (60,1 %) → изолейцин (54,4 %) → валин (48,4 %) → фенилаланин+тирозин (45,7 %) → лейцин (44,9 %) → лизин (39,8 %).

Т а б л и ц а 3. Аминокислотная сбалансированность белков полуфабрикатов мясных рубленых с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья

Table 3. Amino acid balance of meat chopped semi-Finished proteins using collagen-containing emulsions

Показатель	Эталон* [13]	Полуфабрикаты мясные рубленые с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья		
		негидролизованного	подвергнутого гидролизу в водной среде	подвергнутого ферментации бактериями рода <i>Lactobacillus</i>
Индекс незаменимых аминокислот	1	1,1	1,0	1,1
Коэффициент утилитарности аминокислотного состава	1	0,50	0,41	0,52
Показатель сопоставимой избыточности	0	0,0035	0,0050	0,0032

* «Идеальный» белок, FAO/ВОЗ

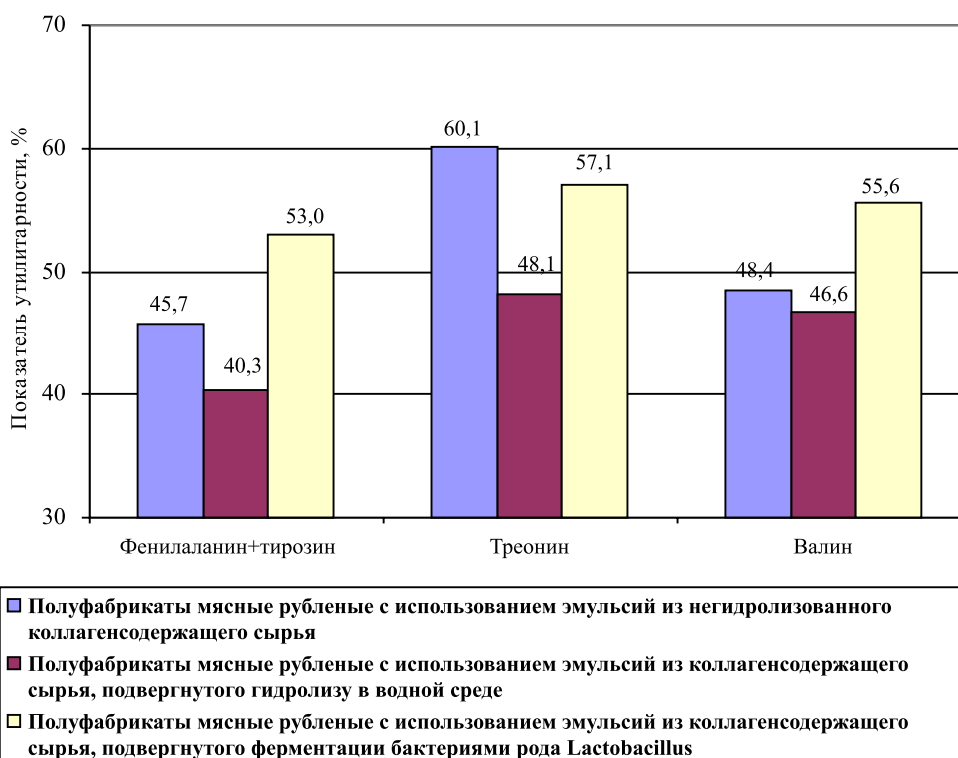


Рис. 2. Показатель утилитарности незаменимых аминокислот (фенилаланина и тирозина, треонина, валина) полуфабрикатов мясных рубленых с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья
 Fig. 2. Utility index of essential amino acids (phenylalanine and tyrosine, threonine, valine) of chopped meat semi-products using emulsions from collagen-containing raw materials

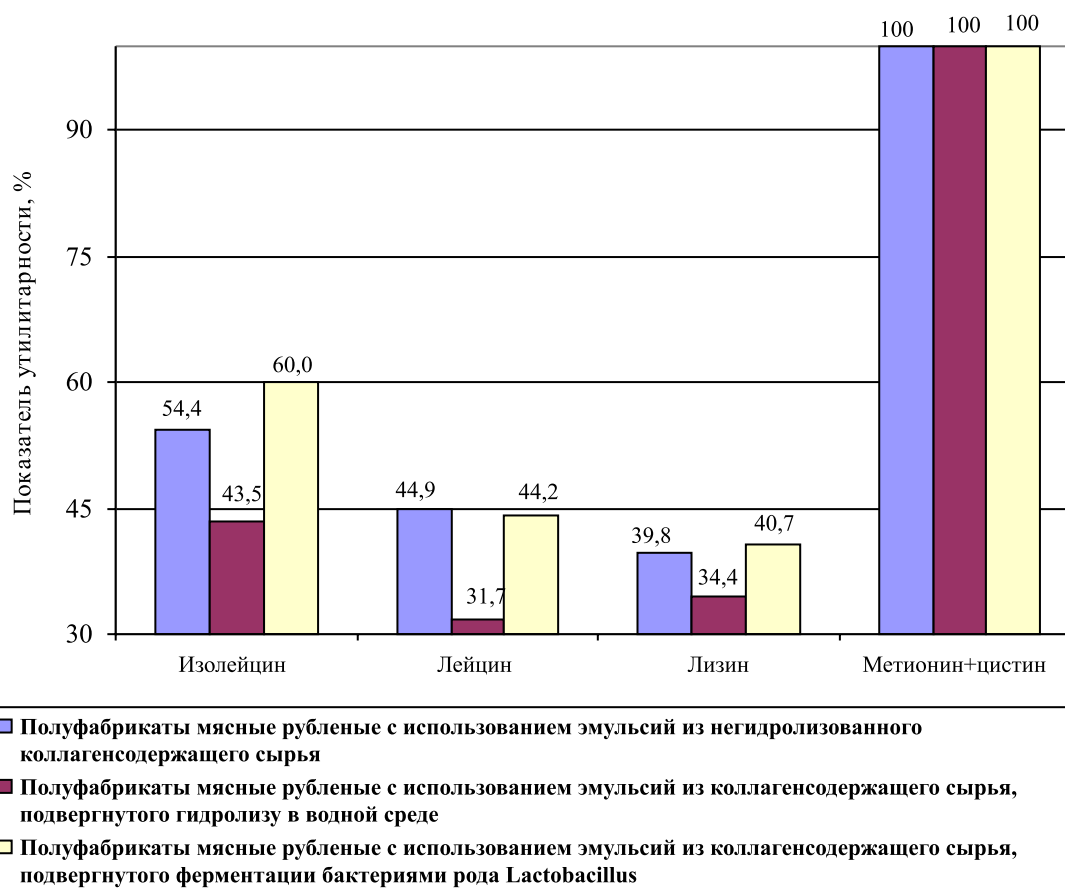


Рис. 3. Показатель утилитарности незаменимых аминокислот (изолейцина, лейцина, лизина, метионина и цистеина) полуфабрикатов мясных рубленых с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья

Fig. 3. Utility index of essential amino acids (isoleucine, leucine, lysine, methionine and cysteine) of chopped meat semi-products using emulsions from collagen-containing raw materials

Определено, что полуфабрикаты мясные рубленые с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого ферментации бактериями рода *Lactobacillus*, превосходят полуфабрикаты мясные рубленые с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого гидролизу в водной среде, по показателям утилитарности следующих незаменимых аминокислот: фенилаланина и тирозина (на 12,7 %), треонина (на 9,0 %), валина (на 9,0 %), изолейцина (на 16,5 %), лейцина (на 6,3 %), лизина (на 6,3 %), а из негидролизованного сырья — фенилаланина и тирозина (на 7,3 %), валина (на 7,2 %), изолейцина (на 5,6 %), лизина (на 0,9 %).

В результате выполнения НИР исследовано содержание заменимых аминокислот в полуфабрикатах мясных рубленых с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья (табл. 4).

Установлено, что опытные образцы полуфабрикатов мясных рубленых превышают контрольный образец с использованием эмульсии из негидролизованного коллагенсодержащего сырья по содержанию серина (на 8,8 %) и пролина (на 1,6 %), а из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого гидролизу в водной среде — серина (на 5,7 %), аланина (на 2,1 %), пролина (на 10,5 %).

Биологическая ценность полуфабрикатов во многом определяется наличием в них незаменимых компонентов — полиненасыщенных жирных кислот, которые, подобно аминокислотам, не могут синтезироваться в организме и должны обязательно поступать с пищей. Содержание **линолевой и линоленовой кислоты** в полуфабрикатах с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья представлено на рис. 4.

Установлено, что по содержанию линолевой и линоленовой кислоты полуфабрикаты мясные рубленые с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого ферментации бактериями рода *Lactobacillus*, превышают полуфабрикаты мясные рубленые с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого гидролизу в водной среде, негидролизованного сырья и эталон — до 1,2 и 1,5 раз соответственно.

Таблица 4. Содержание заменимых аминокислот в полуфабрикатах мясных рубленых с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья
 Table 4. Content of substituted amino acids in semi-finished chopped meat products using emulsions from collagen-containing raw materials

Заменимые аминокислоты, г/100г	Полуфабрикаты мясные рубленые с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья		
	негидролизованного	подвергнутого гидролизу в водной среде	подвергнутого ферментации бактериями рода <i>Lactobacillus</i>
Аспарагиновая кислота	6,0	6,3	5,7
Глютаминовая кислота	12,7	12,7	11,6
Серин	3,4	3,5	3,7
Глицин	5,8	5,8	5,8
Аланин	4,9	4,7	4,8
Аргинин	5,9	5,7	5,7
Пролин	6,2	5,7	6,3
Гистидин	3,5	3,6	3,2
Всего	48,4	48,0	46,8

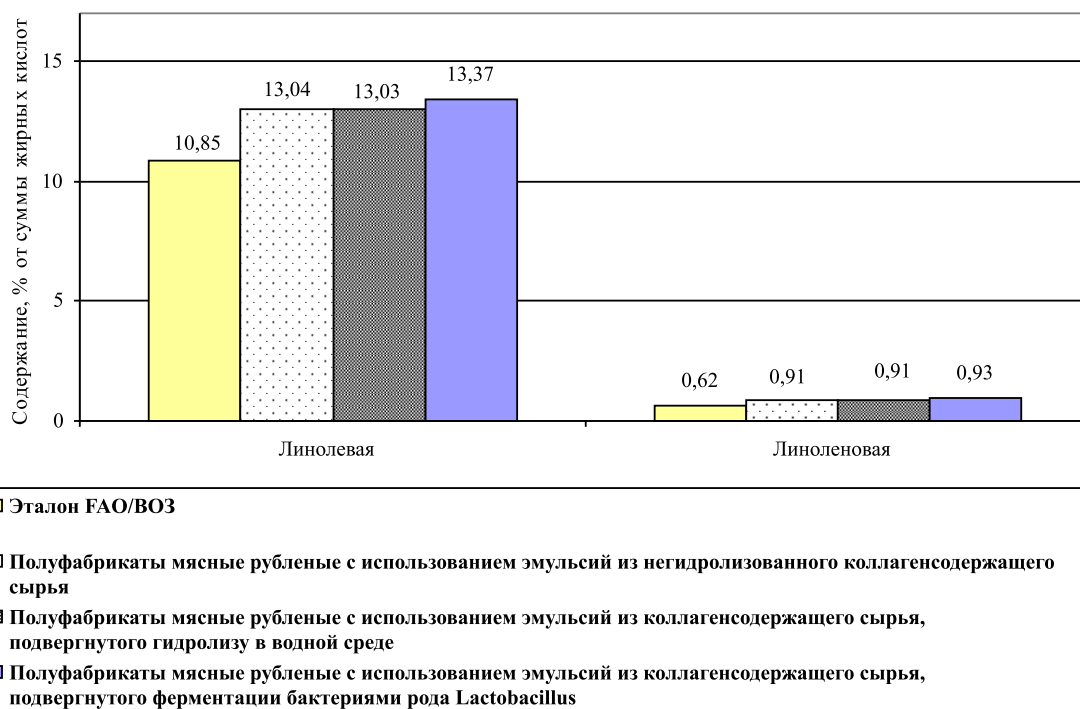


Рис. 4. Содержание линолевой и линоленовой кислоты полуфабрикатах с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья
 Fig. 4. Content of linoleic and linolenic acid in semi-finished products using emulsions from collagen-containing raw materials

Сбалансированность полуфабрикатов мясных рубленых с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья определяется не только количественным и качественным составом аминокислот, но также составом и свойствами липидов. Жирнокислотную сбалансированность разработанных полуфабрикатов оценивали по соотношению ω6/ω3 жирных кислот, а также по соотношению сумм полиненасыщенных, мононенасыщенных и насыщенных жирных кислот (табл. 5).

Выявлено, что содержание полиненасыщенных и мононенасыщенных жирных кислот в полуфабрикатах мясных рубленых с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого ферментации бактериями рода *Lactobacillus*, превышает содержание данных кислот в других исследуемых образцах и составляет 15,49 % и 45,07 % соответственно. В то же время разработанные полуфабрикаты отличаются сниженным содержанием насыщенных жирных кислот — 39,45 %.

Таблица 5. Жирнокислотная сбалансированность полуфабрикатов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья
 Table 5. Fatty acid balance of semi-finished products using emulsions from collagen-containing raw materials

Массовая доля жирных кислот, % от суммы жирных кислот	Эталон FAO/ВОЗ [13]	Полуфабрикаты мясные рубленые с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья		
		негидролизованного	подвергнутого гидролизу в водной среде	подвергнутого ферментации бактериями рода <i>Lactobacillus</i>
Насыщенные жирные кислоты	41,78	40,97	40,91	39,45
Мононенасыщенные жирные кислоты	43,03	43,99	44,09	45,07
Полиненасыщенные жирные кислоты, в т.ч.	12,42	15,04	15,01	15,49
линолевая	10,85	13,04	13,03	13,37
линоленовая	0,62	0,91	0,91	0,93
арахионовая	0,95	-	-	-
Соотношение ω6/ω3	17,5	13,1	13,0	13,1
ПНЖК : МНЖК : НЖК	1:3,47:3,36	1:2,92:2,72	1:2,94:2,73	1:2,91:2,55
(ПНЖК+МНЖК) : НЖК	1,3	1,4	1,4	1,5

В результате выполнения НИР исследовано содержание минеральных веществ, играющих важную роль в питании, — **кальция, магния, калия, натрия и фосфора**, в полуфабрикатах мясных рубленых с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья (рис. 5, 6).

Определено, что полуфабрикаты мясные рубленые с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого ферментации бактериями рода *Lactobacillus*, отличаются увеличенным содержанием минеральных веществ по сравнению с полуфабрикатами мясными рублеными с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого гидролизу в водной среде и негидролизованного сырья:

- ♦ кальция — в 6,3 и 13,6 раз;
- ♦ магния и натрия — в 1,3 и 1,2 раз соответственно.

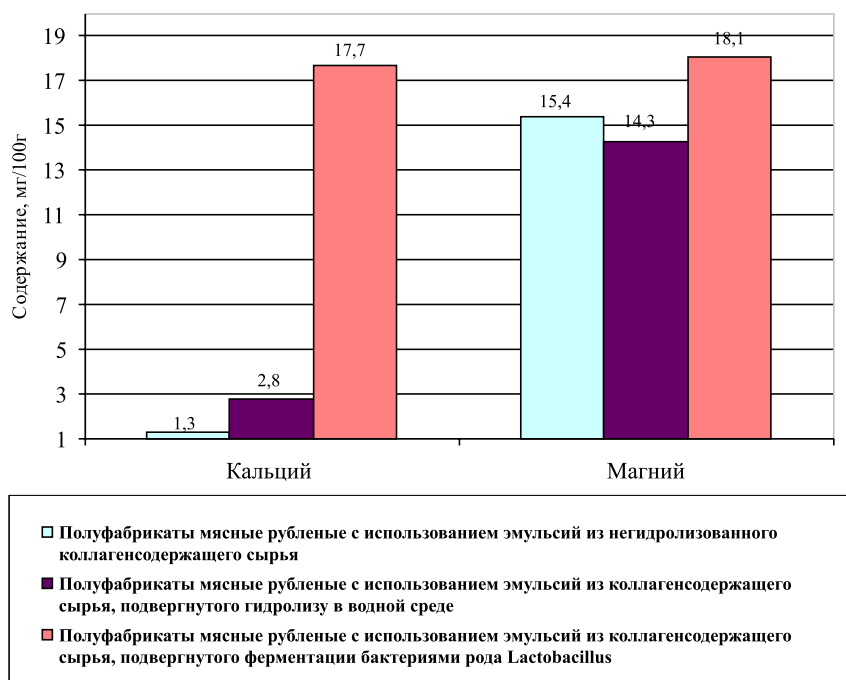


Рис. 5. Содержание кальция и магния в полуфабрикатах мясных рубленых с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья

Fig. 5. Calcium and magnesium content in semi-finished chopped meat products using emulsions from collagen-containing raw materials

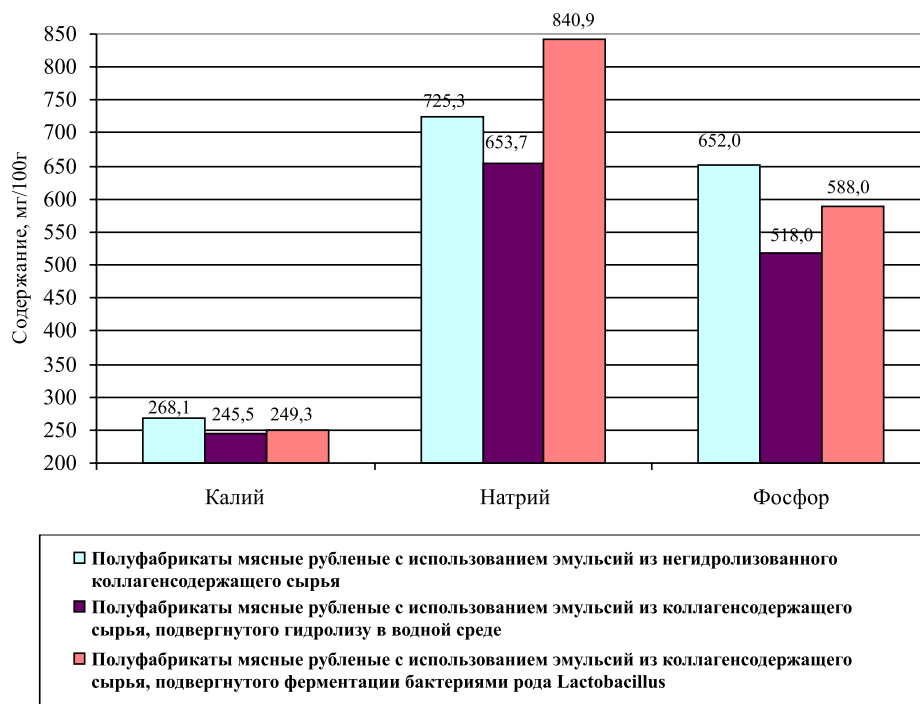


Рис. 6. Содержание калия, натрия и фосфора в полуфабрикатах мясных рубленых с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья

Fig. 6. Content of potassium, sodium and phosphorus in semi-finished chopped meat products using emulsions from collagen-containing raw materials

С целью оценки сбалансированности минерального состава полуфабрикатов мясных рубленых с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья рассчитаны соотношения кальций: фосфор, кальций: магний и натрий: калий в данных изделиях (табл. 6).

Т а б л и ц а 6. Соотношение минеральных веществ в полуфабрикатах мясных рубленых с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья

Table 6. Ratios of mineral substances in semi-finished chopped meat products using emulsions from collagen-containing raw materials

Полуфабрикаты мясные рубленые с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья	Соотношения		
	Кальций: Фосфор	Кальций: Магний	Натрий: Калий
негидролизованного	1:521,6	0,1:1	1:0,4
подвергнутого гидролизу в водной среде	1:184,3	0,2:1	1:0,4
подвергнутого ферментации бактериями рода <i>Lactobacillus</i>	1:31,5	1:1	1:0,3
Рекомендуемое значение	1:(1–1,5)	2:1	1:(2–4)

Установлено, что соотношения кальций : магний и кальций : фосфор в полуфабрикатах с использованием коллагенсодержащего сырья, подвергнутого ферментации бактериями рода *Lactobacillus*, более приближены к эталону по сравнению с контрольными образцами (1:1 и 1:31,5 соответственно).

З а к л ю ч е н и е

Установлено, что мясные рубленые полуфабрикаты с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого ферментации бактериями рода *Lactobacillus*, характеризуются высоким содержанием белка (24,9%), сниженным содержанием жира (13,2%), а также отличаются высокой биологической ценностью белков по сравнению с изделиями с использованием эмульсий из негидролизованного и подвергнутого гидролизу в водной среде сырья, о чем свидетельствуют увеличенные значения аминокислотных скоров незаменимых аминокислот: лизина (147,3%), лей-

цина (135,7%), валина (108,0%), треонина (105%), метионина + цистеина (60%), приближенные к эталону значения индекса незаменимых аминокислот (1,1), показателя сопоставимой избыточности (0,0032) и коэффициента утилитарности аминокислотного состава (0,52).

Выявлено, что содержание полиненасыщенных и мононенасыщенных жирных кислот в полуфабрикатах мясных рубленых с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого ферментации бактериями рода *Lactobacillus*, превышает содержание данных кислот в полуфабрикатах с использованием эмульсий из негидролизованного и подвергнутого гидролизу в водной среде коллагенсодержащего сырья (15,49% и 45,07% соответственно), а содержание насыщенных жирных кислот снижено до 39,45%.

Показано, что полуфабрикаты мясные рубленые с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого ферментации бактериями рода *Lactobacillus*, характеризуются увеличенным в 6,3 и 13,6 раз содержанием кальция и в 1,3 и 1,2 раза содержанием магния и натрия, а также более приближены к эталону по соотношениям кальций: магний (1:1) и кальций : фосфор (1:31,5) по сравнению с полуфабрикатами с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого гидролизу в водной среде, и негидролизованного сырья.

Определено, что мясные полуфабрикаты с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого ферментации бактериями рода *Lactobacillus*, отличаются повышенной пищевой и биологической ценностью по сравнению с полуфабрикатами с использованием эмульсий из негидролизованного и подвергнутого гидролизу в водной среде коллагенсодержащего сырья, что свидетельствует о целесообразности использования новых видов эмульсий из сырья, подвергнутого модификации бактериями рода *Lactobacillus* (с (*Lb.plantarum*: *Lb.casei*)=1Ч10⁷ КОЕ/г, τ=18 часов, t=34°C, гидромодуль 1:2), в составе данных изделий.

Таким образом, использование коллагенсодержащего сырья в составе мясных рубленых полуфабрикатов позволит не только увеличить объемы использования биологически ценного вторичного сырья в мясоперерабатывающей промышленности, но и будет способствовать расширению ассортимента высококачественных продуктов питания для всех возрастных групп населения.

Список использованных источников

1. Антипова, Л. В. Использование вторичного коллагенсодержащего сырья мясной промышленности: учеб. пособие / Л.В. Антипова, И.А. Глотова. — СПб.: ГИОРД, 2006.—384 с.
2. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. — М.: Колос, 2001. — 376 с.
3. Антипова, Л.В. Перспективы использования вторичных продуктов убоя сельскохозяйственных животных на пищевые цели и получение коллагеновых субстанций / Л.В. Антипова, С.А. Струблёвцев // Аграр. наука и образование на соврем. этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения / Ульянов. гос. с.-х. акад.— 2009.— Т.2. — С. 151–153.
4. Апраксина, С.К. Повышение пищевой адекватности коллагенсодержащего сырья ферментативной обработкой / С.К. Апраксина, Р.В. Кащенко // Все о мясе.— 2006.— №4. — С. 11–12.
5. Баблюян, О.О. Модификация коллагена, создание и освоение новых технологических процессов его переработки: автореф. дисс. ... д-ра техн. наук: 29.06.01 / О.О. Баблюян; Московск. технологич. ин-т легкой пром-ти. —М.,1984. — 50 с.
6. Белитов, В.В. Совершенствование технологии вареных колбас с белково-жировыми композициями: Дис. . канд. техн. наук. — М.: МГУ прикладной биотехнологии, 2002. — 143 с.
7. Битуева, Э.Б. Использование выйной связки крупного рогатого скота на пищевые цели / Э.Б. Битуева, Т.Ф. Чиркина // Мясная индустрия. — 1999. — №2. — С. 24–25.
8. Битуева, Э.Б. Эластин и перспективы его использования в технологии продуктов питания со специальными свойствами / Э.Б. Битуева, С.Д. Жамсаранова // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2004. — №2. — С. 47–49.
9. Боресков, В.Г. Теоретические и практические основы использования комплекса современных способов воздействия на биологические системы при производстве мясопродуктов. Дисс. д-ра техн. наук.— М.: 1990. — 316 с.
10. Борисенко, Л.А. Использование биомодификации для улучшения функционально-технологических свойств мясного сырья / Л.А. Борисенко, Р.И. Курилов // Материалы IV международной научной конференции студентов и молодых ученых «Живые системы и биологическая безопасность населения». —М.: МГУПБ, 2005. — С. 136–138.
11. Горбатов, А.В. Реология мясных и молочных продуктов / А.В. Горбатов.— М.: Пищевая промышленность, 1979.— 383с.
12. Гушин, В.В. Возможность нетрадиционного использования некоторых малоценных продуктов при промышленной переработке птицы / В.В. Гушин, Л.А. Соколова // Птица и птицепродукты. — 2009. — №6. — С. 29–30.

13. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов; под ред. М.Ф. Нестерина и др. — М.: Пищевая промышленность, 1979. — 247 с.

References

1. Antipova L. V., Glotova I.A. Ispol'zovanie vtorichnogo kollagensoderzhashhego syr'ja mjasnoj promyshlennosti [Use of secondary collagen-containing raw materials of meat industry]. SPb, GIORD, 2006, 384 p.
2. Antipova L.V., Glotova I.A., Rogov I.A. Metody issledovaniya mjasa i mjasnyh produktov [Methods of meat and meat products research]. M, Kolos, 2001, 376 p.
3. Antipova L.V., Storubl'jovcev S.A. Perspektivy ispol'zovaniya vtorichnyh produktov uboja sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh na pishhevye celi i poluchenie kollagenovyh substancij [Prospects for the use of secondary slaughter products of agricultural animals for food purposes and the production of collagen substances]. Agrar. nauka i obrazovanie na sovrem. jetape razvitija: opyt, problemy i puti ih reshenija [Agrarian science and education in modern times development phase: experiences, challenges and solutions]. Ul'jan. gos. s.-h. akad, 2009, vol. 2, pp. 151–153.
4. Apraksina S.K., Kashhenko R.V. Povyshenie pishhevoj adekvatnosti kollagensoderzhashhego syr'ja fermentativnoj obrabotkoj [Increased nutritional adequacy of collagen-containing raw materials by enzymatic treatment]. Vse o mjase= All about meat, 2006, no. 4, pp. 11–12.
5. Babloyan O.O. Modifikacija kollagena, sozdanie i osvoenie novyh tehnologicheskikh processov ego pererabotki. Avtoref. diss. d-ra tehn. nauk [Modification of collagen, creation and development of new technological processes of its processing. Avtoref. diss. dr. techn. sciences], M, 1984. 50 p.
6. Belitov V.V. Sovershenstvovanie tehnologii varenyh kolbas s belkovo-zhirovymi kompozicijami. Dis. kand. tehn. nauk [Improvement of technology of boiled sausages with protein-fat compositions. Cand. tech. sciences], M, MGU prikladnoj biotekhnologii, 2002. 143 p.
7. Bitueva Je. B. Ispol'zovanie vyjnoy svjazki krupnogo rogatogo skota na pishhevye celi [Use of cattle ligament for food purposes]. Mjasnaja industrija= Meat industry, 1999, no. 2, pp. 24–25.
8. Bitueva Je. B., Zhamsaranova S.D. Jelastin i perspektivy ego ispol'zovaniya v tehnologii produktov pitaniya so special'nymi svojstvami [Elastin and prospects for its use in food technology with special properties]. Hranenie i pererabotka sel'hozsy'r'ja= Storage and processing of agricultural raw materials, 2004, no. 2, pp. 47–49.
9. Boretkov V.G. Teoreticheskie i prakticheskie osnovy ispol'zovaniya kompleksa sovremennyh sposobov vozdejstvija na biologicheskie sistemy pri proizvodstve mjasoproduktov. Diss. d-ra tehn. Nauk [Theoretical and practical foundations of using a set of modern methods of influencing biological systems in the production of meat products. Dr. techn. sciences diss.], M, 1990. 316 p.
10. Borisenko L.A., Kurilov R.I. Ispol'zovanie biomodifikacii dlja uluchsheniya funkcional'no-tehnologicheskikh svojstv mjasnogo syr'ja [Use of biomodification to improve functional and technological properties of meat raw materials]. Materialy IV mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii studentov i molodyh uchenyh "Zhivye sistemy i biologicheskaja bezopasnost' naselenija" [Proceedings of the IV International Scientific Conference of Students and Young Scientists "Living Systems and Biological Safety of the Population"]. M, MGUPB, 2005, pp. 136–138.
11. Gorbatov A.V. Reologija mjasnyh i molochnyh produktov, M, Pishhevaja promyshlennost', 1979, 383 p.
12. Gushhin V.V., Sokolova L.A. Vozmozhnost' netradicionnogo ispol'zovaniya nekotoryh malocennyh produktov pri promyshlennoj pererabotke pticy [Possibility of unconventional use of some low-value products in industrial poultry processing]. Ptica i pticeprodukty= Poultry and poultry products, 2009, no. 6, pp. 29–30.
13. Himicheskij sostav pishhevyh produktov. Spravochnye tablicy sodержaniya aminokislot, zhirnyh kislot, vitaminov, makro- i mikrojelementov, organicheskikh kislot i uglevodov [Chemical composition of food products. Reference tables of amino acids, fatty acids, vitamins, macro- and trace elements, organic acids and carbohydrates]. Pod red. M.F. Nesterina i dr. M, Pishhevaja promyshlennost', 1979, 247 p.

Информация об авторах

Калтович Ирина Васильевна — кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник отдела технологий мясных продуктов РУП «Институт мясо-молочной промышленности» (пр. Партизанский, 172, 220075, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: irina.kaltovich@inbox.ru

Information about authors

Kaltovich Irina V. — PhD in technical sciences, senior research associate of department of technologies of meat products of RUE "Institute of the meat-and-milk industry" (172, Partizansky Ave., Minsk. Belarus). E-mail: irina.kaltovich@inbox.ru

УДК 637.18(045)(476)

Поступила в редакцию 29.07.2020
Received 29.07.2020**И. В. Миклух, Л. Н. Соколовская, Е. В. Беспалова, Г. П. Пинчук***РУП «Институт мясо-молочной промышленности», г. Минск, Республика Беларусь*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АНАЛОГОВ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Аннотация. В статье рассмотрены результаты исследований, направленных на изучение особенностей использования растительного сырья при изготовлении аналогов молочных продуктов. Подбран рецептурный состав, определены органолептические показатели пищевых продуктов на основе растительного сырья. Установлено влияние состава растительного сырья на потребительские качества аналогов молочных и комбинированных пищевых продуктов. На основании проведенной органолептической оценки подобран оптимальный рецептурный состав жидких пищевых продуктов на основе растительного сырья с добавлением пищевкусовых компонентов; сквашенных пищевых продуктов на основе растительного сырья; паст на основе растительного сырья с добавлением пищевкусовых компонентов.

Ключевые слова: растительное сырье, мука соевая, изолят горохового белка, аналоги молочных продуктов, пищевой продукт на основе растительного сырья

I. V. Miklukh, L. N. Sokolovskaya, E. V. Bepalova, G. P. Pinchuk*RUE «Institute for Meat and Dairy Industry», Minsk, Republic of Belarus*

USE OF VEGETABLE RAW MATERIALS FOR PRODUCING ANALOGUES OF DAIRY PRODUCTS

Abstract. The article discusses the results of studies aimed at studying the features of the use of plant materials in the manufacture of analogs of dairy products. The recipe composition was selected, the organoleptic characteristics of food products based on plant raw materials were determined. The influence of the composition of plant raw materials on the consumer qualities of analogs of dairy and combined food products has been established. On the basis of the organoleptic assessment, the optimal recipe composition of liquid food products based on plant raw materials with the addition of food flavoring components was selected; fermented food products based on plant materials; pastes based on vegetable raw materials with the addition of flavoring components.

Keywords: vegetable raw materials, soy flour, pea protein isolate, analogs of dairy products, food product based on soy flour

Введение. В настоящее время наблюдается повышенный интерес потребителей к продуктам питания на основе растительного сырья с целью использования в качестве альтернативы продуктам животного происхождения. Течения веганского и спортивного питания все больше набирают популярность не только в нашей стране, но и на всей территории ЕврАзЭС. Аналоги молочных продуктов, изготавливаемые на основе растительного сырья, все чаще стали появляться на полках не только специализированных, но и общих торговых сетей и напрямую конкурировать с традиционными молочными продуктами. В этой связи актуальным и перспективным является изучение особенностей использования растительного сырья для изготовления аналогов молочных продуктов и комбинированных пищевых продуктов, что позволит расширить ассортимент данной продукции сбалансированными по составу и качественными продуктами, изготавливаемыми, из растительного сырья, в том числе отечественного происхождения. Научная новизна данной работы заключается в установлении влияния состава растительного сырья на особенности производства и потребительские качества аналогов молочных и комбинированных пищевых продуктов.

Цель работы — исследование особенностей использования растительного сырья при изготовлении аналогов молочных продуктов.

Материалы и методы исследования. Объектами исследований являлись сухой пищевой продукт на основе растительного сырья, восстановленный пищевой продукт на основе растительного сырья. В качестве сырья для изготовления пищевых продуктов использовали муку соевую, изолят горохового белка, концентрат сывороточных белков, мальтодекстрин. Определение характеристик объектов исследований проводили с использованием стандартных методов. Рецептурный состав, пищевую ценность продуктов определяли расчетным методом. Органолептическую оценку проводили методом сенсорного анализа. Массу сырья, сухих смесей определяли взвешиванием на технических весах ВК-3000, ВСП-150/20-5С.1 в соответствии с руководством по их эксплуатации.

Результаты и их обсуждение. В настоящее время среди людей, которые стремятся к здоровому образу жизни, в том числе у веганов, спортсменов, особую популярность набирают растительные продукты, в том числе белковые [1, 2, 3]. Самым распространенным белковым продуктом растительного происхождения является соя. Большой спрос на это растительное сырье обусловлен не только высоким содержанием белка, но и наличием таких полезных элементов, как кальций, железо, витаминов группы В и полиненасыщенных жирных кислот [4], что позволяет использовать ее в качестве основы для изготовления различных продуктов питания.

При проведении исследовательской работы, направленной на изучение особенностей использования растительного сырья в качестве основы для изготовления пищевых продуктов питания, аналогов молочных продуктов, выделены следующие группы продуктов:

- ♦ жидкие пищевые продукты на растительной основе с добавлением или без добавления пищевых компонентов;
- ♦ сквашенные пищевые продукты на основе растительного сырья;
- ♦ пасты на основе растительного сырья с добавлением или без добавления пищевых компонентов.

Также определены категории, к которым будут относиться разрабатываемые продукты:

1. Продукты, предназначенные для употребления людьми с повышенными физическими нагрузками, ведущими здоровый образ жизни (спортсмены и др.);
2. Продукты, предназначенные для употребления людьми, рацион которых состоит из растительной пищи (вегетарианцы и др.);
3. Продукты, предназначенные для употребления основной группой населения.

При разработке пищевых продуктов на основе растительного сырья, предназначенных для употребления людьми с повышенными физическими нагрузками (первая категория), необходимо уделить внимание его повышенной биологической ценности. Важным является повышенное содержание белка и сниженное содержание жира.

Для второй категории продуктов необходимым является использование растительного сырья и достижения сбалансированности по содержанию белков, жиров и углеводов. В соответствии с Санитарными нормами и правилами № 180 от 20.11.2012 г. «Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь» [5] оптимальное соотношение белков, жиров и углеводов (по массе) в суточном рационе взрослых составляет 1:1:4.

При подборе рецептурного состава пищевых продуктов на растительной основе было отобрано следующее сырье (табл. 1):

- ♦ мука соевая дезодорированная необезжиренная (массовая доля белка 37,9%, массовая доля жира 20,3%), изолят горохового белка (массовая доля белка 81,1%) — растительное сырье с высоким содержанием белка [6, 7];
- ♦ концентрат сывороточных белков, полученный методом ультрафильтрации (массовая доля белка 80,0%) — молочное сырье, содержащее белок животного происхождения, который обладает высокой степенью усвояемости и по аминокислотному составу максимально приближен к «идеальному белку» [8];
- ♦ мальтодекстрин (углеводное сырье, массовая доля углеводов 93,4%), который представляет собой смесь мальтозы и декстринов (моно-, ди- и полисахаридов), широко используется при производстве пищевых продуктов, в том числе в детском питании, и обладает рядом свойств: создание структуры продукта (имеет свойства эмульгатора, способен изменять вязкость продукта, улучшает однородность); повышение интенсивности вкуса (усиление сладкого вкуса продукта, усиление ощущения жирности); предотвращение кристаллизации сахара в процессе хранения; повышение энергетической ценности продукта; придание продукту легкого сладкого вкуса (обладает меньшей сладостью по сравнению с сахаром), не вызывающего привыкания к сладостям; лучше усваивается в кишечнике по сравнению со сложными полисахаридами (крахмал) и моно- и дисахаридами (глюкоза, фруктоза, сахароза); способствует хорошей растворимости продукта [9].

Был подобран рецептурный состав сухих пищевых продуктов, аналогов молочных, на основе растительного сырья (табл. 1).

Таблица 1. Рецептурный состав сухих пищевых продуктов (аналогов молочных) на основе растительного сырья
Table 1. Recipe composition of dry food products (dairy analogues) based on plant raw materials

Образец	Рецептурный состав			
1 Продукты, предназначенные для употребления людьми с повышенными физическими нагрузками, ведущими здоровый образ жизни				
1/1	соевая мука	изолят горохового белка	концентрат сывороточных белков	–
1/2	соевая мука	–	концентрат сывороточных белков	мальтодекстрин
1/3	соевая мука	изолят горохового белка	концентрат сывороточных белков	мальтодекстрин
2 Продукты, предназначенные для употребления людьми, рацион которых состоит из растительной пищи				
2/1	соевая мука	–	–	мальтодекстрин
3 Продукты, предназначенные для употребления основной группой населения				
3/1	соевая мука	–	концентрат сывороточных белков	мальтодекстрин
3/2	соевая мука	–	–	мальтодекстрин

Отмечено, что для получения в продукте второй категории (для людей, рацион которых состоит из растительной пищи) оптимального соотношения белков, жиров и углеводов (1:1:4) недостаточно использования подобранного белково-углеводного сырья, необходимым является дополнительное введение источника жира, например растительного масла. Однако введение жировой фракции, влечет за собой ряд дополнительных технологических операций помимо восстановления сухого продукта: диспергирование, гомогенизация, использование эмульгаторов.

Таблица 2. Варианты жидких и сквашенных пищевых продуктов на основе растительного сырья с добавлением или без добавления пищевкусовых компонентов
Table 2. Variants of plant-based liquid foods with or without added flavors and fermented plant-based foods

Образец	Пищевкусовые и функциональные компоненты							
1/1	1/1/1	–	–	–	–	–	–	–
	1/1/2	стабилизатор	сорбит	соль	ванилин	–	–	–
	1/1/3	стабилизатор	сорбит	соль	–	какао	–	–
	1/1/4	стабилизатор	сорбит	–	–	–	наполнитель	–
	1/1/5	стабилизатор	сорбит	–	–	–	–	закваска
1/2	1/2/1	–	–	–	–	–	–	–
	1/2/2	стабилизатор	сорбит	соль	ванилин	–	–	–
	1/2/3	стабилизатор	сорбит	соль	–	какао	–	–
	1/2/4	стабилизатор	сорбит	–	–	–	наполнитель	–
	1/2/5	стабилизатор	сорбит	–	–	–	–	закваска
3/1	3/1/1	–	–	–	–	–	–	–
	3/1/2	стабилизатор	сахар	соль	ванилин	–	–	–
	3/1/3	стабилизатор	сахар	соль	–	какао	–	–
	3/1/4	стабилизатор	сахар	–	–	–	наполнитель	–
	3/1/5	стабилизатор	сахар	–	–	–	–	закваска
3/2	3/2/1	–	–	–	–	–	–	–
	3/2/2	стабилизатор	сахар	соль	ванилин	–	–	–
	3/2/3	стабилизатор	сахар	соль	–	какао	–	–
	3/2/4	стабилизатор	сахар	–	–	–	наполнитель	–
	3/2/5	стабилизатор	сахар	–	–	–	–	закваска

Из полученных сухих смесей путем их восстановления изготавливали образцы жидких пищевых продуктов на основе растительного сырья. Восстановление осуществляли питьевой водой температурой $(45 \pm 2)^\circ\text{C}$ при интенсивном перемешивании в течение 2 мин до массовой доли сухих веществ 12,5 % (по аналогии с молоком цельным коровьим) [10]. Кроме того, при восстановлении сухого продукта, содержащего изолят горохового белка с целью исключения такого порока, как мучнистость и для улучшения органолептических свойств проводили термическую обработку при 75°C в течение 5-10 мин. Далее в восстановленные основы добавляли пищевкусовые и функциональные компоненты (стабилизатор консистенции, заменитель сахара — сорбит, соль, ванилин, какао, фруктово-ягодный наполнитель), а также проводили сквашивание закваской сухой для йогурта (*Streptococcus salivarius* subsp/ *thermophiles*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*) при температуре 42°C . В табл. 2 указаны варианты жидких пищевых продуктов на основе растительного сырья с добавлением или без добавления пищевкусовых компонентов и сквашенных пищевых продуктов на основе растительного сырья. Также изготавливали пастообразные пищевые продукты на основе растительного сырья, рецептурный состав которых приведен в табл. 3.

Таблица 3. Рецептурный состав паст на основе растительного сырья
Table 3. Recipe composition of herbal pastes

Образец	Рецептурный состав							
	соевая мука	изолят горохового белка	—	—	масло подсолнечное	вода	соль/специи	—
1	соевая мука	изолят горохового белка	—	—	масло подсолнечное	вода	соль/специи	—
2	соевая мука	изолят горохового белка	концентрат сыровоточных белков	—	масло подсолнечное	вода	соль/специи	—
3	соевая мука	изолят горохового белка	—	мальто-декстрин	масло подсолнечное	вода	соль/специи	—
4	соевая мука	—	концентрат сыровоточных белков	—	масло подсолнечное	вода	соль/специи	—
5	соевая мука	—	концентрат сыровоточных белков	—	масло подсолнечное	вода	соль/специи	наполнитель

Далее была проведена органолептическая оценка [11] изготовленных образцов продуктов (рис. 1). Максимально возможная суммарная оценка продуктов составляла 10 баллов, которые складывались из оценки следующих показателей: 5 баллов — вкус и запах; 4 балла — внешний вид и консистенция; 1 балл — цвет.

В результате органолептической оценки (рис. 1) установлено, что наименьший балл имели контрольные образцы продуктов 1/1/1, 1/2/1, 3/1/1, 3/1/1, изготовленные без добавления пищевкусовых компонентов и без использования стабилизаторов. Консистенция данных образцов была неоднородная, наблюдалось разделение продукта на две фракции. Наличие в образцах 1/1 изолята горохового белка также снижает баллы по категории вкус и запах. Улучшению органолептических свойств продуктов способствует использование стабилизатора для предотвращения расслоения продукта; использование пищевкусовых компонентов (сахар, сорбит, ванилин, какао, фруктово-ягодный наполнитель); сквашивание продукта молочнокислыми бактериями. Наибольшими баллами обладали образцы 3/1/2, 3/1/3, 3/1/4, 3/1/2, 3/1/3, 3/1/4, изготовленные с использованием сахара.

Из данных органолептической оценки паст на основе растительного сырья видно, что наибольший балл имел образец 3, изготовленный с использованием соевой муки, изолята горохового белка, мальтодекстрина и масла подсолнечного. Образцы 4 и 5 также имели достаточно высокую оценку органолептических свойств, снижение которой относительно максимального уровня объясняется не достаточно полным вкусом продуктов.

Выводы. В результате научно-исследовательской работы на основании проведенной органолептической оценки подобран оптимальный рецептурный состав жидких пищевых продуктов на основе растительного сырья с добавлением пищевкусовых компонентов; сквашенных пищевых продуктов на основе растительного сырья; паст на основе растительного сырья с добавлением пищевкусовых компонентов.

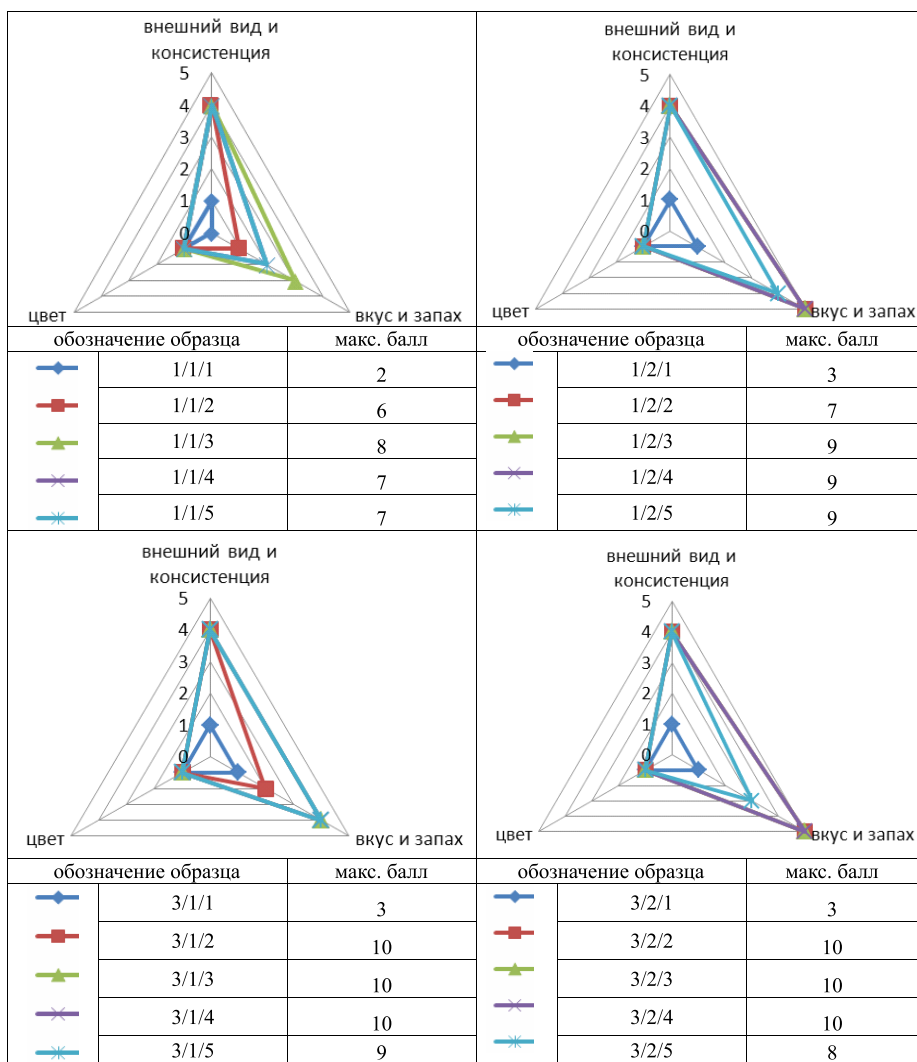


Рис. 1. Органолептическая оценка жидких пищевых продуктов на основе растительного сырья с добавлением или без добавления пищевкусовых компонентов и сквашенных пищевых продуктов на основе растительного сырья

Fig. 1. Organoleptic evaluation of liquid food products based on plant raw materials with or without the addition of flavoring components and fermented food products based on plant raw materials

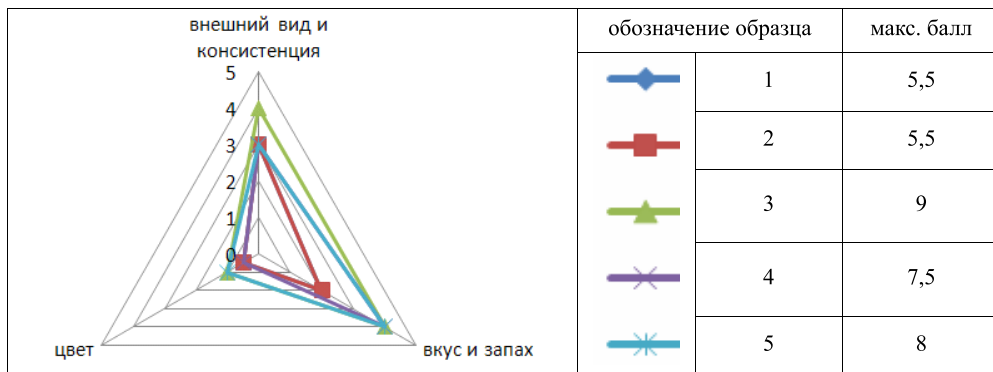


Рис. 2. Органолептическая оценка паст на основе растительного сырья с добавлением или без добавления пищевкусовых компонентов

Fig. 2. Organoleptic evaluation of pastes based on plant raw materials with or without added flavoring components

Установлено, что для изготовления аналогов молочных продуктов в качестве сырья приемлемым является использование соевой муки. С учетом полученных результатов на дальнейшем этапе работы планируется создание проекта рецептур с уточненными дозировками и корректировкой компонентного состава с расчетом пищевой ценности пищевых продуктов на основе соевой муки.

Список использованных источников

1. Мирзоев, А.М. Растительное молоко: пищевая ценность и оценка качества / А.М. Мирзоев, И.В. Дорогокупля // Современная наука: новые подходы и актуальные исследования : материалы Международной науч.-практ. конф., 2020. — С. 23–28.
2. Егорова, Е.Ю. «Немолочное молоко»: обзор сырья и технологий / Е.Ю. Егорова // Ползуновский вестник, 2018. — № 3. — С. 25–34.
3. Гнездилова, А.И. Концентрированный молочный продукт с изолятом соевого белка / А.И. Гнездилова, М.Л. Егоров, А.В. Музыкантова // Молочная промышленность. — 2020. — №1. — С. 56–57.
4. Soy Protein Ingredients Market — Growth, Trends and Forecasts (2017–2022) [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://mordorin-telligence.com/industry-reports/rice-protein-market>. — Дата доступа: 23.06.2020.
5. Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь: Санитарные нормы и правила № 180. — Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь 20.11.2012 г. — 21 с.
6. Мука соевая полножирная [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://agroservers.ru/b/muka-soevaya-polnozhirnaya-174042>. — Дата доступа: 23.06.2020.
7. Изолят горохового белка [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://bionovashop.ru/ru/shop/vegetarian-protein/pea-protein-isolate-pisane-c9-bionova>. — Дата доступа: 23.06.2020.
8. Концентрат сывороточный белковый 80% [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://fitness-nutrition.by/konsentrat-syvorotochnyj-belkovyj-80-1-kg>. — Дата доступа: 23.06.2020.
9. Мальтодекстрин: применение, состав, свойства [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://foodtechnologist.ru/2016/07/24/maltodekstrin-primenenie-sostav-svoystva>. — Дата доступа: 23.06.2020.
10. Липатов, Н.Н. Восстановленное молоко (теория и практика производства восстановленных молочных продуктов) / Н.Н. Липатов, К.И. Тарасов; под ред. Н.Н. Липатова. — Москва: Агропромиздат, 1985. — 256 с.
11. Меркулова, Н. Г. Производственный контроль в молочной промышленности : практ. рук. / Н. Г. Меркулова, М. Ю. Меркулов, И. Ю. Меркулов. — СПб. : Профессия, 2010. — 653 с.

References

1. Mirzoev, A.M. Vegetable milk: nutritional value and quality assessment / A.M. Mirzoev, I. V. Dorogokuplya // Modern science: new approaches and topical research: materials of the International scientific-practical. Conf., 2020. — S. 23–28.
2. Egorova, E.Yu. “Non-dairy milk”: an overview of raw materials and technologies / E.Yu. Egorova // Polzunovsky Bulletin, 2018. — No. 3. — P. 25–34.
3. Gnezdilova, A.I. Concentrated milk product with soy protein isolate / A.I. Gnezdilova, M.L. Egorov, A.V. Muzykantova // Dairy Industry. — 2020. - No. 1. - S. 56-57.
4. Soy Protein Ingredients Market - Growth, Trends and Forecasts (2017–2022) [Electronic resource] - Access mode: <https://mordorin-telligence.com/industry-reports/rice-protein-market>. - Date of access: 23.06.2020.
5. Nutritional requirements of the population: norms of physiological needs for energy and nutrients for different groups of the population of the Republic of Belarus: Sanitary norms and rules No. 180 - Resolution of the Ministry of Health of the Republic of Belarus 20.11.2012 — 21 p.
6. Full-fat soy flour [Electronic resource] — Access mode: <https://agroservers.ru/b/muka-soevaya-polnozhirnaya-174042>. — Date of access: 23.06.2020.
7. Pea protein isolate [Electronic resource] — Access mode: <https://bionovashop.ru/ru/shop/vegetarian-protein/pea-protein-isolate-pisane-c9-bionova>. — Date of access: 23.06.2020.
8. Whey protein concentrate 80% [Electronic resource] — Access mode: <https://fitness-nutrition.by/konsentrat-syvorotochnyj-belkovyj-80-1-kg>. — Date of access: 23.06.2020.

9. Maltodextrin: application, composition, properties [Electronic resource] - Access mode: <http://foodtechnologist.ru/2016/07/24/maltodekstrin-primenenie-sostav-svoystva>. - Date of access: 23.06.2020.
10. Lipatov, N.N. Restored milk (theory and practice of production of restored milk products) / N.N. Lipatov, K.I. Tarasov; ed. N.N. Lipatov. - Moscow: Agropromizdat, 1985. —256 s.
11. Merkulova, NG Production control in the dairy industry: practical. hands. / N. G. Merkulova, M. Yu. Merkulov, I. Yu. Merkulov. - SPb. : Profession, 2010. — 653 p.

Информация об авторах

Миклукх Инна Викторовна — кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории оборудования и технологий молочноконсервного производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» (пр-т Партизанский, 172, 220075, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: inmiklukh@mail.ru

Соколовская Людмила Николаевна — кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории оборудования и технологий молочноконсервного производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» (пр-т Партизанский, 172, 220075, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: sokolovskaya_LN@tut.by

Беспалова Екатерина Владимировна — младший научный сотрудник лаборатории оборудования и технологий молочноконсервного производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» (пр-т Партизанский, 172, 220075, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: bespalova-kat@mail.ru

Пинчук Григорий Петрович — главный специалист лаборатории оборудования и технологий молочноконсервного производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» (пр-т Партизанский, 172, 220075, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: gripin_2503@mail.ru

Information about authors

Miklukh Inna V. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher at the Laboratory of Equipment and Technologies for Milk Canning Production at the Institute of Meat and Dairy Industry RUE (Partizansky Ave. 172, 220075, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: inmiklukh@mail.ru

Sokolovskaya Lyudmila N. — Associate Professor, Senior Researcher, Laboratory of Equipment and Technologies for Milk Canning Production at the Institute of Meat and Dairy Industry RUE (Partizansky Ave. 172, 220075, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: sokolovskaya_LN@tut.by

Bespalova Ekaterina V. — Junior Researcher, Laboratory of Equipment and Technologies for Dairy Canned Production, RUE “Institute of Meat and Dairy Industry” (Partizansky Ave. 172, 220075, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: bespalova-kat@mail.ru

Pinchuk Grigory P. — chief specialist of the laboratory of equipment and technologies for dairy production of RUE «Institute of meat and dairy industry» (Prospect Partizansky, 172, 220075, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: gripin_2503@mail.ru

УДК 637.143.2:613.22

Поступила в редакцию 29.07.2020
Received 29.07.2020**И. В. Миклукх¹, Е. В. Беспалова¹, Л. Н. Соколовская¹, Ю. А. Артюх²**

¹РУП «Институт мясо-молочной промышленности», г. Минск, Республика Беларусь ²Белорусское республиканское общественное объединение помощи детям больным фенилкетонурией «Будущее без границ»

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СУХОГО МОЛОЧНОГО ПРОДУКТА С ПОНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ БЕЛКА

Аннотация. В статье представлены результаты проведения научных исследований по определению эффективности восстановления разрабатываемых сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка. Проведена сравнительная характеристика показателей разрабатываемых сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка с различным рецептурным составом и изготовленных способами распылительной сушки и сухого смешивания, а также в сравнении с импортным аналогом.

Ключевые слова: сухой продукт с пониженным содержанием белка, фенилаланин, распылительная сушка, сухое смешивание, восстановленный продукт

I. V. Miklukh, ¹E. V. Bepalova, ¹L. N. Sokolovskaya, ²Y. A. Artsiukh

¹RUE «Institute for Meat and Dairy Industry», Minsk, Republic of Belarus ²Belarusian Republican Public Association for Helping Children with Phenylketonuria «The Future without Borders»

RESEARCH EFFICIENCY OF RESTORATION OF DRY DAIRY PRODUCT WITH A REDUCED PROTEIN CONTENT

Abstract. The article presents the results of studies to determine the effectiveness of the recovery of dry milk products with a low protein content. Comparative characteristics of the indicators of dissimilar dry milk products with a low protein content with different formulations and production of sprayed juices and dry mixing, as well as in comparison with imported analogs.

Keywords: dry product with reduced protein content, phenylalanine, spray drying, dry mixing, reduced product

Введение. Существует категория детей, в том числе страдающих наследственным заболеванием — фенилкетонурией, вынужденных ограничивать себя в употреблении молочного белка. Важной задачей является обеспечение их рациона адаптированными молочными продуктами с пониженным содержанием белка, которые должны обеспечивать достаточное поступление в организм основных пищевых веществ, а также иметь высокую энергетическую ценность.

Раннее выявление заболевания и своевременное начало лечения позволяют избежать клинических проявлений заболевания. Основным методом лечения фенилкетонурии является диетотерапия с ограничением естественного белка [1].

Спрос на данные продукты регулируется количеством населения, нуждающегося в их потреблении. В Республике Беларусь фенилкетонурией страдают 950 — 1090 человек, из них (по состоянию на 1 января 2018 г.) 302 ребенка до 18 лет. Ежегодно в нашей стране рождается 15-20 детей с диагнозом фенилкетонурия [1, 2].

В связи с этим актуальна организация производства адаптированных для питания детей с фенилкетонурией сухих молочных продуктов, отвечающих требованиям нормативной документации, с использованием качественных сырьевых компонентов, современного оборудования, обеспечивающего необходимую степень обработки сырья, гарантирующей высокую хранимоспособность готовых продуктов и позволяющей круглогодично обеспечивать специализированным питанием детей и снизить импорт дорогостоящей продукции.

Цель работы — исследование эффективности восстановления сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка.

Научная новизна данной работы заключается в проведении научно-теоретических исследований по обоснованию компонентного состава, разработке технологии и определению влияния технологических параметров производства сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка на качество изготовленных из них молочных продуктов, предназначенных для питания детей, вынужденных ограничивать себя в употреблении белка, что позволит обеспечить полноценный и сбалансированный рацион для детей, нуждающихся в рациональном питании.

Материалы и методы исследования. Объектами исследований являлись пермеат, молочные сливки, мальтодекстрин, нормализованная смесь, сухие молочные сливки, сухая смесь, сухой молочный продукт с пониженным содержанием белка, восстановленный молочный продукт с пониженным содержанием белка. Определение характеристик объектов исследований проводили с использованием стандартных методов. Массу определяли взвешиванием на технических весах ВК-3000, ВСП-150/20-5С.1 в соответствии с руководством по их эксплуатации. Индекс растворимости — методом центрифугирования; плотность — ареометрическим методом; кислотность — титриметрическим и электрометрическим методами. Определение вязкости нормализованных смесей осуществляли методом ротационной вискозиметрии на вискозиметре Brookfield при 20°C. Величины вязкости получали путем графического анализа реограмм — функции скорости сдвига. Органолептические показатели определяли методом сенсорного анализа.

Таблица 1. Обозначение образцов сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка
Table 1. Designation of low protein milk powder samples

Обозначение образца	Рецептурный состав			Отличительные технологические операции
1 РС без гомоген., без стаб.	пермеат, сливки	—	—	—
1 РС гомоген., без стаб.	пермеат, сливки	эмульгатор	—	гомогенизация
1 РС гомоген., без крист.	пермеат, сливки	эмульгатор	стабилизатор	гомогенизация
1 РС гомоген., крист.	пермеат, сливки	эмульгатор	стабилизатор	гомогенизация и кристаллизация
3 РС без гомоген.	пермеат, сливки, мальтодекстрин	—	—	—
3 РС гомоген.	пермеат, сливки, мальтодекстрин	эмульгатор	—	гомогенизация
1 СС	пермеат сухой, сливки сухие	—	стабилизатор	—
2 СС	пермеат сухой, сливки сухие, мальтодекстрин	—	стабилизатор	—
5 СС	пермеат сухой, сливки сухие, крахмал	—	стабилизатор	—
5 СС без стаб.	пермеат сухой, сливки сухие, крахмал	—	—	—
6 СС	пермеат сухой, сливки сухие, мальтодекстрин, крахмал	—	стабилизатор	—
7 СС	лактоза, сливки сухие, крахмал	—	стабилизатор	—
7 СС без стаб.	лактоза, сливки сухие, крахмал	—	—	—
8 СС	лактоза, сливки сухие, мальтодекстрин, крахмал	—	стабилизатор	—
Импортный аналог	мальтодекстрин, сухой растительный жир, сахарная пудра, соль поваренная, краситель β-каротин Е 160а, ароматизатор сливки			

Примечание: РС — распылительная сушка, СС — сухое смешивание, гомоген. — гомогенизация, крист. — кристаллизация, стаб. — стабилизатор

Результаты и их обсуждение. При проведении научно-исследовательской и опытно-технологической работы по разработке технологии производства сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка исследована эффективность восстановления экспериментальных образцов сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка, изготовленных способами сухого смешивания и распылительной сушки, а также его сравнение с импортным аналогом («МакМастер», производство Россия [3]). В табл. 1 приведены обозначения образцов сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка в соответствии с номерами рецептур, указанных в проекте сборника рецептур.

Восстановление сухих молочных продуктов проводили при температуре $(42 \pm 2)^\circ\text{C}$ до содержания сухих веществ в восстановленном продукте 10%, соотношение сухого продукта к воде — 1:9. Определены значения ряда показателей, характеризующих эффективность восстановления сухих молочных продуктов: индекс растворимости, плотность, вязкость.

На рис. 1–3 представлены значения индекса растворимости, плотности и вязкости сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка.

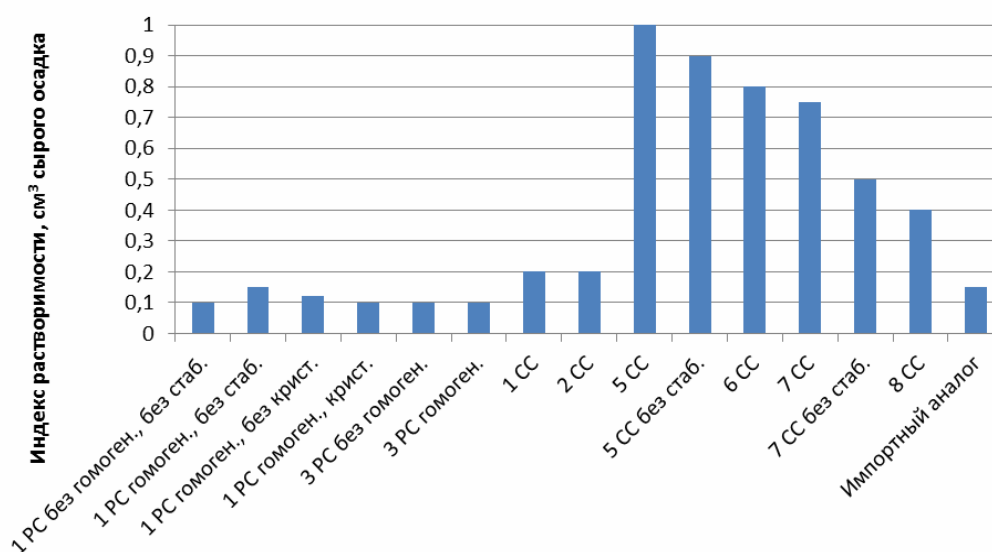


Рис. 1. Индекс растворимости сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка
 Fig. 1. Solubility index of dry milk products with a reduced protein content

Сухие молочные продукты, изготовленные способом распылительной сушки (РС) обладают меньшим (не более $0,15\text{ см}^3$ сырого осадка), по сравнению с сухими молочными продуктами, полученными способом сухого смешивания (СС) ($0,2 - 1,0\text{ см}^3$ сырого осадка), индексом растворимости, который сопоставим с индексом растворимости ($0,15\text{ см}^3$ сырого осадка) импортного аналога сухого продукта с пониженным содержанием белка. Кроме того, установлено, что увеличению значения индекса растворимости способствует наличие крахмала в составе продукта (образцы 5 СС, 5 СС без стаб., 6 СС, 7 СС, 7 СС без стаб., 8 СС). Образцы 1 СС и 2 СС характеризуются меньшим индексом растворимости ($0,2\text{ см}^3$ сырого осадка) по сравнению с остальными образцами сухого продукта, полученного способом сухого смешивания, и приближены по растворимости к образцам, изготовленным способом распылительной сушки и импортному аналогу.

Как видно из графиков, представленных на рис. 2, для изготовления восстановленных продуктов для детского питания из сухих продуктов, полученных способом сухого смешивания, требуется больше времени для восстановления, в процессе которого происходят изменения плотности, по сравнению с изготовлением восстановленных продуктов для детского питания из сухих продуктов, полученных способом распылительной сушки нормализованной смеси. Плотность восстановленных продуктов из сухих продуктов, полученных способом распылительной сушки ($1030-1031\text{ г/дм}^3$), выше плотности восстановленного импортного аналога ($1028,5\text{ г/дм}^3$). Однако плотность восстановленных продуктов, изготовленных из сухих продуктов, полученных способом сухого смешивания в процессе выдержки ниже плотности восстановленного импортного аналога. К концу выдержки (120 мин) значения плотности для образцов из сухих продуктов, изготовленных методом сухого смешивания ($1027,5-1028,5\text{ г/дм}^3$), приближаются к значению плотности импортного аналога, а плотность образцов 1 СС (1029 г/дм^3) и 2 СС ($1029,5\text{ г/дм}^3$) выше плотности импортного аналога.

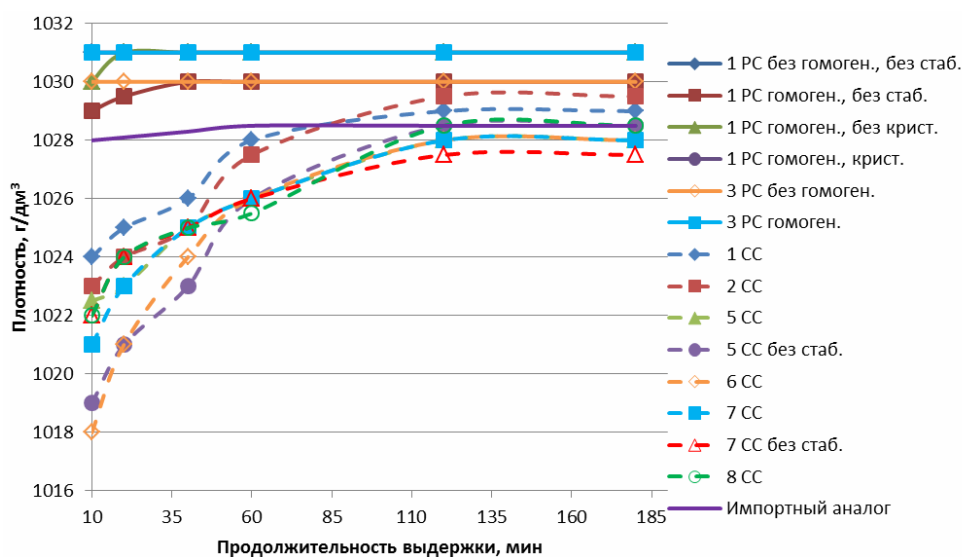


Рис. 2. Изменение плотности в процессе восстановления сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка

Fig. 2. Density change during reconstitution of reduced protein dry milk products

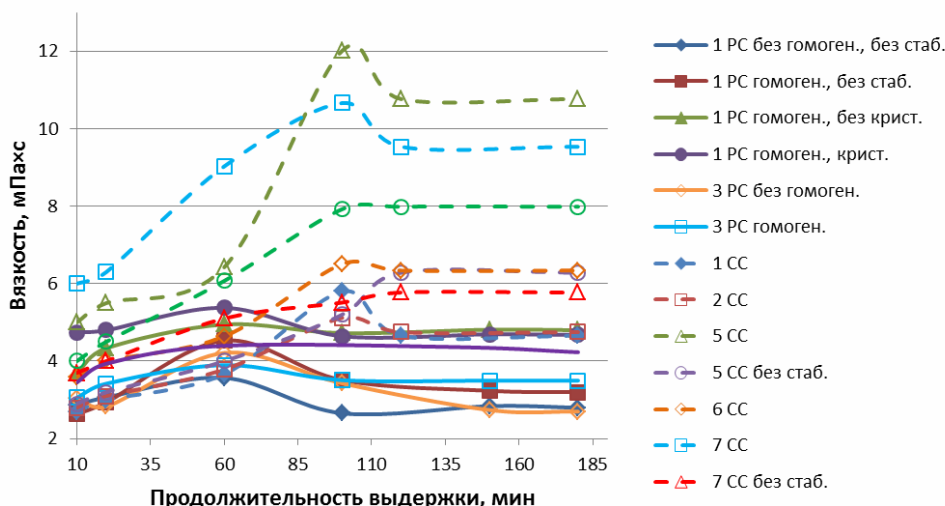


Рис. 3. Изменение вязкости в процессе восстановления сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка

Fig. 3. Viscosity change during reconstitution of reduced protein powdered milk products

При изготовлении восстановленных продуктов для детского питания из сухих продуктов, полученных способом сухого смешивания, требуется больше времени для восстановления, в процессе которого происходят качественные изменения его физико-химических свойств (плотности, вязкости) по сравнению с изготовлением восстановленных продуктов для детского питания из сухих продуктов, полученных способом распылительной сушки нормализованной смеси.

Сравнительная характеристика значений конечной вязкости для исследуемых образцов представлена на рис. 4.

Вязкость восстановленных продуктов, изготовленных из сухих продуктов, полученных способом сухого смешивания и способом распылительной сушки с использованием гомогенизации, выше вязкости восстановленного импортного аналога. Увеличению вязкости восстановленных молочных продуктов способствует проведение гомогенизации и кристаллизации, а также совместное использование крахмала и стабилизатора в составе сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка, изготовленных способом сухого смешивания.

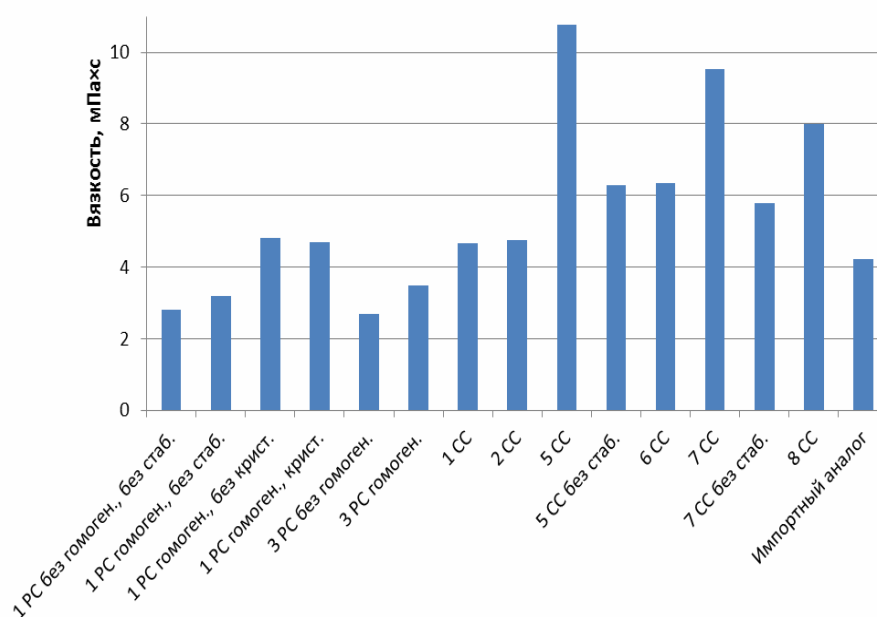


Рис. 4. Вязкость (конечная) восстановленных молочных продуктов с пониженным содержанием белка
 Fig. 4. Viscosity (final) of reduced protein reconstituted dairy products

На базе лаборатории оборудования и технологии молочноконсервного производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» была выработана экспериментальная партия восстановленных молочных продуктов с пониженным содержанием белка для детского питания, включающая в себя образцы, изготовленные из сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка (способ распылительной сушки), сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка (способ сухого смешивания) путем восстановления.

Изучены показатели восстановленных молочных продуктов. Активная и титруемая кислотность исследуемых образцов приведены в табл. 2.

Таблица 2. Кислотность восстановленных молочных продуктов с пониженным содержанием белка
 Table 2. Acidity of reduced protein reconstituted dairy products

Кислотность	Наименование образцов														
	1 РС без гомоген., без стаб.	1 РС гомоген., без стаб.	1 РС гомоген., без крист.	1 РС гомоген., крист.	3 РС без гомоген.	3 РС гомоген.	1 СС	2 СС	5 СС	5 СС без стаб.	6 СС	7 СС	7 СС без стаб.	8 СС	Импортный аналог
активная, ед. рН	5,98	5,96	6,01	6,04	6,05	6,32	6,26	6,34	6,26	6,25	6,31	6,56	6,51	6,53	7,49
титруемая, °Т	6,0	6,5	7,0	7,0	4,5	4,0	9,0	6,0	8,0	8,0	5,5	3,5	3,0	2,5	0,0

В процессе выдержки отдельных образцов восстановленных молочных продуктов с пониженным содержанием белка изменяется их внешний вид, отстаивается верхний слой, консистенция становится неоднородной, что устраняется при перемешивании продукта.

На рис. 5 приведена динамика изменения во времени отстоявшегося верхнего слоя как показателя внешнего вида и консистенции восстановленных молочных продуктов с пониженным содержанием белка.

На рис. 6 отражены результаты органолептической оценки изготовленных образцов восстановленных молочных продуктов с пониженным содержанием белка. Максимально возможная суммарная оценка продуктов составляет 10 баллов, которые складываются из оценки следующих показателей: 5 баллов — вкус и запах; 4 балла — внешний вид и консистенция; 1 балл — цвет [4].

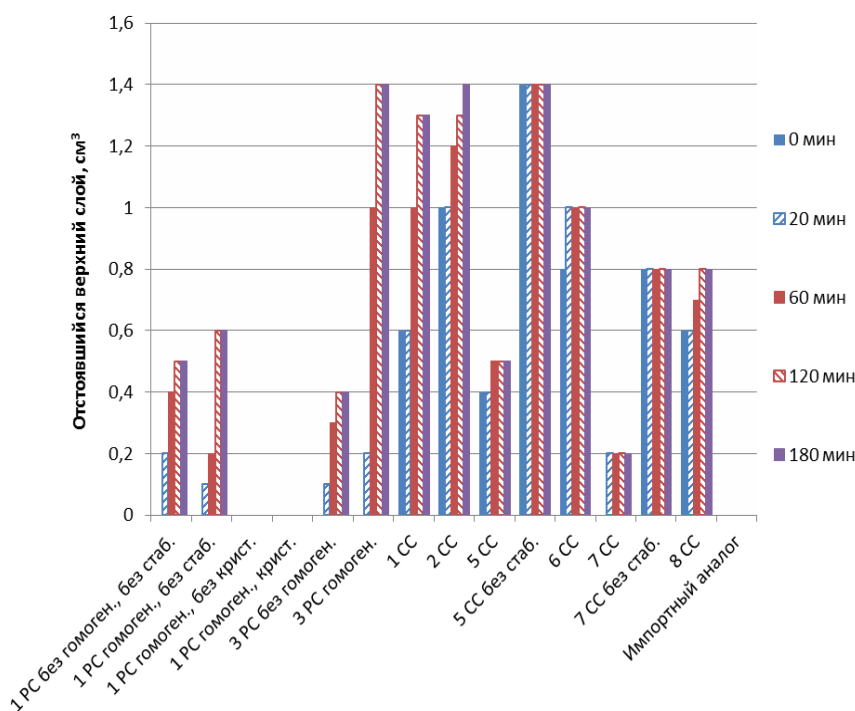


Рис. 5. Изменение внешнего вида и консистенции (отстоявшийся верхний слой) восстановленных молочных продуктов с пониженным содержанием белка
 Fig. 5. Changes in the appearance and consistency (set-over) of reduced protein reconstituted dairy products

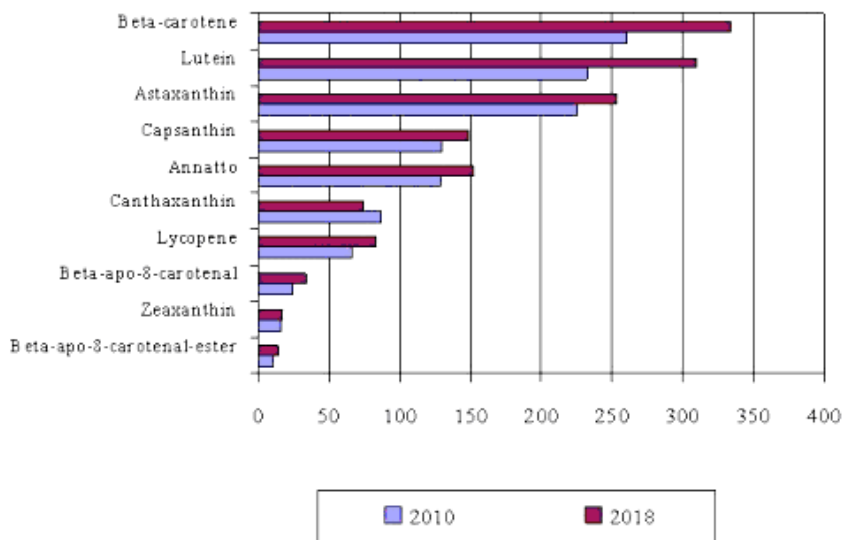


Рис. 6. Органолептическая оценка восстановленных молочных продуктов с пониженным содержанием белка
 Fig 6. Sensory evaluation of reduced protein reconstituted dairy products

В результате проведения дегустационной оценки полученных продуктов, определено, что экспериментальные образцы восстановленных молочных продуктов, за исключением образцов, в состав которых входит крахмал, превосходят импортный аналог по органолептическим свойствам.

Выводы. Таким образом, учитывая полученные результаты, можно сделать вывод, что для изготовления сухого молочного продукта с пониженным содержанием белка для детского питания, рациональным будет использование технологии распылительной сушки с применением гомогениза-

ции (содержание белка около 3-4%), также подходящим будет изготовление продукта сухим смешиванием, но в этом случае содержание белка составляет около 7-8%, при установленных требованиях не более 10%. При этом рецептурный состав сухих молочных продуктов с пониженным содержанием белка может включать: пермеат, сливки, мальтодекстрин, эмульгатор, стабилизатор.

Список использованных источников

1. Горячко, А. Н. Современные подходы к лечению фенилкетонурии и лейциноза (болезни кленового сиропа): учеб.-метод. пособие / А. Н. Горячко; Министерство здравоохранения Республики Беларусь, БГМУ. — Минск, 2011. — 26 с.
2. Письмо №10 от 29.03.2018 г. депутата Палаты Представителей Л. Э. Макариной-Кибак Главе Администрации Президента Республики Беларусь Н.И. Качановой.
3. Официальный интернет-магазин продуктов МакМастер [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://mak-master.ru>. — Дата доступа: 23.06.2020.
4. Меркулова, Н. Г. Производственный контроль в молочной промышленности : практ. рук. / Н. Г. Меркулова, М. Ю. Меркулов, И. Ю. Меркулов. — СПб. : Профессия, 2010. — 653 с.

References

1. Goryachko, A. N. Modern approaches to the treatment of phenylketonuria and leucinos (maple syrup disease): study guide. allowance / A. N. Goryachko; Ministry of Health of the Republic of Belarus, BSMU. — Minsk, 2011. — 26 p.
2. Letter No. 10 of March 29, 2018 from the deputy of the House of Representatives L. E. Makarina-Kibak Head of the Presidential Administration of the Republic of Belarus N. I. Kachanova.
3. Official online store of McMaster products [Electronic resource] — Access mode: <http://mak-master.ru>. — Date of access: 23.06.2020.
4. Merkulova, N. G. Production control in the dairy industry: practical. hands. / N. G. Merkulova, M. Yu. Merkulov, I. Yu. Merkulov. - SPb.: Profession, 2010. — 653 p.

Информация об авторах

Миклукх Инна Викторовна — кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории оборудования и технологий молочноконсервного производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» (пр-т Партизанский, 172, 220075, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: inmiklukh@mail.ru

Беспалова Екатерина Владимировна — младший научный сотрудник лаборатории оборудования и технологий молочноконсервного производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» (пр-т Партизанский, 172, 220075, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: bespalova-kat@mail.ru

Соколовская Людмила Николаевна — кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории оборудования и технологий молочноконсервного производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» (пр-т Партизанский, 172, 220075, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: sokolovskaya_LN@tut.by

Артюх Юлия Александровна — председатель Белорусского республиканского общественного объединения помощи детям больным фенилкетонурией «Будущее без границ» (220064, Минская обл., Минский р-н, Сеницкий с/с, д. Копиевичи, юго-восточнее, здание производственно-техническое со встроенными офисными и складскими помещениями ПК ООО КАМКОС, офисное помещение №4). E-mail: pku.org@tut.by

Information about authors

Miklukh Inna V. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher at the Laboratory of Equipment and Technologies for Milk Canning Production at the Institute of Meat and Dairy Industry RUE (Partizansky Ave. 172, 220075, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: inmiklukh@mail.ru

Bespalova Ekaterina V. — Junior Researcher, Laboratory of Equipment and Technologies for Dairy Canned Production, RUE “Institute of Meat and Dairy Industry” (Partizansky Ave. 172, 220075, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: bespalova-kat@mail.ru

Sokolovskaya Lyudmila N. — Associate Professor, Senior Researcher, Laboratory of Equipment and Technologies for Milk Canning Production at the Institute of Meat and Dairy Industry RUE (Partizansky Ave. 172, 220075, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: sokolovskaya_LN@tut.by

Artsiukh Ylia A. — Manager of Belarusian Republican Public Association for Helping Children with Phenylketonuria «The Future without Borders» (220064, Minsk region, Minsk district, senitsky s/s, Kopievichi village, South-East, industrial and technical building with built-in office and warehouse premises, KAMKOS LLC, office space no. 4). E-mail: pku.org@tut.by

А. В. Савчик, А. В. Кантерова, С. И. Леонович, Е. И. Ладутько, Г. И. Новик

Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДРОЖЖЕВЫХ ГРИБОВ ИЗ ФОНДА БЕЛОРУССКОЙ КОЛЛЕКЦИИ НЕПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

Аннотация. Из природных источников выделены 10 изолятов дрожжевых грибов, выполнен анализ таксономически значимых морфологических и физиологических признаков культур. Для установления точного таксономического диагноза проведена молекулярно-генетическая идентификация дрожжей с использованием метода сравнения нуклеотидных последовательностей, кодирующих ген 18S рРНК. По результатам исследований определена видовая принадлежность новых культур дрожжевых грибов, которые отнесены к родам: *Rhodospordiobolus*, *Rhodotorula*, *Sporobolomyces*, *Dothiora*, *Holtermannia*, *Cryptococcus*, *Metschnikowia* и *Candida*.

Ключевые слова: дрожжевые грибы, идентификация, 18S рРНК

A. V. Savchik, A. V. Kanterova, S. I. Leonovich, E. I. Ladutko, G. I. Novik

*The Institute of Microbiology of National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus*

MOLECULAR GENETIC IDENTIFICATION OF YEAST FROM THE FUND OF THE BELARUSIAN COLLECTION OF NON-PATHOGENIC MICROORGANISMS

Abstract. Ten cultures of yeast-like fungi were isolated from natural sources and taxonomically significant morphological and physiological characteristics of isolates were analyzed. For precise taxonomic diagnosing molecular-genetic identification of yeast was performed by comparison of nucleotide sequences encoding 18S rRNA gene. As a result species affiliation was defined for new cultures of yeast-like fungi referred to genera: *Rhodospordiobolus*, *Rhodotorula*, *Sporobolomyces*, *Dothiora*, *Holtermannia*, *Cryptococcus*, *Metschnikowia* and *Candida*.

Keywords: yeast-like fungi, identification, 18S rRNA

Введение. Дрожжевые грибы — группа высших одноклеточных грибов, размножающаяся делением или почкованием [1]. Дрожжи широко распространены в природе и наиболее часто встречаются в богатых источниками углерода субстратах: на плодах, в нектаре цветов, в сокотечениях деревьев, на разлагающихся остатках растений, в почве, в воде и т.д. Первая классификация дрожжей была предложена в XIX веке, с присвоением дрожжевым грибам родового названия *Saccharomyces* [2]. В настоящее время описано около 1,5 тыс. видов дрожжей, относящихся к отделам *Ascomycota* и *Basidiomycota*. Типичным представителем отдела *Ascomycota* являются дрожжи вида *Saccharomyces cerevisiae*, представляющие собой клетки округлой или овальной формы, образующие аскоспоры в одиночных клетках. Аскомицетными дрожжевыми грибами являются дрожжи родов *Schizosaccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Lipomices*, *Candida*, *Metschnikowia*, *Dothiora* и др. К отделу *Basidiomycota* относятся дрожжевые грибы родов *Rhodotorula*, *Rhodospordium*, *Rhodospordiobolus*, *Filobasidiella*, *Xanthophyllomyces*, *Holtermannia*, *Cryptococcus*, *Sporobolomyces* др. Для дрожжей отдела *Basidiomycota* характерен базидиомицетный жизненный цикл с образованием базидиоспор [3].

Ключевые критерии классификации дрожжей в настоящее время включают описание морфологии клеток, характеристику особенностей строения клеток и клеточных структур, типа вегетативного размножения, наличия полового процесса, способности утилизировать источники углерода и азота, способности к продукции внеклеточных метаболитов, ферментов и других соединений, а также

молекулярно-генетический анализ структуры ДНК и РНК [3–5]. Поскольку дрожжевые грибы разных видов в некоторых случаях характеризуются схожестью морфологических и физиолого-биохимических признаков, наиболее достоверным в идентификации дрожжей является молекулярно-генетический анализ [6]. Использование методов секвенирования генов позволяет точно определить видовую принадлежность дрожжевых грибов и установить филогенетические связи между изучаемыми организмами.

Дрожжевые грибы нашли широкое применение в различных областях промышленности:

- ♦ в пищевой промышленности дрожжи применяются для получения пищевых добавок, пищевых красителей, пленочного покрытия, в сыроварении;
- ♦ в химической промышленности используются в производстве моющих средств, этанола и др.;
- ♦ в фармацевтической промышленности для изготовления лекарственных препаратов и в косметологии;
- ♦ в сельском хозяйстве дрожжи применяются для получения кормовых добавок [7].

В связи с этим, активное использование дрожжей в инновационных биотехнологиях обуславливает целесообразность поиска новых промышленно-ценных штаммов-продуцентов дрожжевых грибов, их молекулярно-генетической идентификации, а также длительного гарантированного сохранения коллекционного фонда дрожжевых грибов.

Цель настоящей работы — молекулярно-генетическая идентификация изолятов дрожжевых грибов, выделенных из природных растительных источников и пополнение фонда Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований служили изоляты дрожжей, выделенные из природных растительных источников (СЛ-2, ВШ-4, ПР-3, ЭХ-3, СЖ-2, ХС-2, ЧЕ-1, КЛ-2, КК-2, ПАП-3). Дрожжевые грибы выращивали в агаризованной среде на основе пивного сусла (6°Б) при температуре 25–26°С. Морфологию изолированных колоний исследовали с помощью микроскопа МБС-10. Морфологию живых клеток изучали методом световой микроскопии, используя микроскоп Nikon Eclipse E200.

Для проверки способности дрожжей сбраживать сахара применяли метод с использованием трубок Дунбара. В качестве питательной среды использовали 0,5 % раствор дрожжевого экстракта с добавлением исследуемых сахаров в 2 % концентрации: глюкозы, сахарозы, галактозы, мальтозы, инулина, целлобиозы, трегалозы, лактозы, крахмала, а также раффинозы с конечной концентрацией 6 %. Тесты на способность дрожжей сбраживать сахара проводили в трех повторах. Учет результатов производили через 24 ч.

Для проверки способности дрожжей ассимилировать источники углерода проводили посев исследуемых дрожжевых грибов в жидкие питательные среды на основе пивного сусла и инкубировали на качалке в течение трех суток. После этого производили посев культур дрожжей на агаризованные среды, содержащие источник углерода (сахарозу, галактозу, мальтозу, инулин, целлобиозу, трегалозу, лактозу, крахмал — с конечной концентрацией сахаров 0,5 %, раффинозу — 1 %). Положительным контролем служила агаризованная среда, содержащая глюкозу концентрацией 0,5 %, отрицательным контролем являлась агаризованная среда, не содержащая сахаров. Оценку способности дрожжей к росту и ассимиляции различных источников углерода проводили в трех повторах. Учет результатов осуществляли на третьи и седьмые сутки после посева [8].

Выделение геномной ДНК дрожжевых грибов проводили с использованием ацетата лития для разрушения клеточной стенки дрожжей [9].

ПЦР-амплификацию нуклеотидной последовательности гена 18S рРНК выполняли с использованием праймеров NS1 (5'-gtagcatatgctgtctc-3') и NS4 (5'-cttccgtcaattcctttaag-3') при следующем температурно-временном профиле: денатурация — 5 мин при 98 °С; 34 цикла элонгации — 98 °С — 20 с, 55 °С — 20 с, 72 °С — 2 мин; достройка цепи — 5 мин при 72 °С; охлаждение до 4 °С.

Образцы ДНК и ПЦР-продукты анализировали в однопроцентном агарозном геле с использованием 1X *tris*-ацетатного буфера. Для визуализации ДНК и ПЦР-продуктов агарозный гель окрашивали раствором бромистого этидия в концентрации 0,05 мкг/мл. Для определения размера продуктов ПЦР применяли маркер молекулярной массы фрагментов ДНК GeneRuler DNA Ladder 1 Kb Plus (Thermo Scientific).

Результаты и их обсуждение. Выполнено выделение дрожжей из различных растительных источников: эхинацеи (ЭХ-3), сложноцветных (СЖ-2), примулы (ПР-3), сливы (СЛ-2), вишни (ВШ-4), хризантемы (ХС-2), черничника (ЧЕ-1), календулы (КЛ-2), клевера (КК-2) и папоротника (ПАП-3). При последовательном пересеве выделенных культур дрожжей на сусло-агаре наблюдали колонии разнообразной окраски, размера и формы (табл. 1). Микрофотографии изолированных колоний и клеток представлены на рис. 1 (а, б).

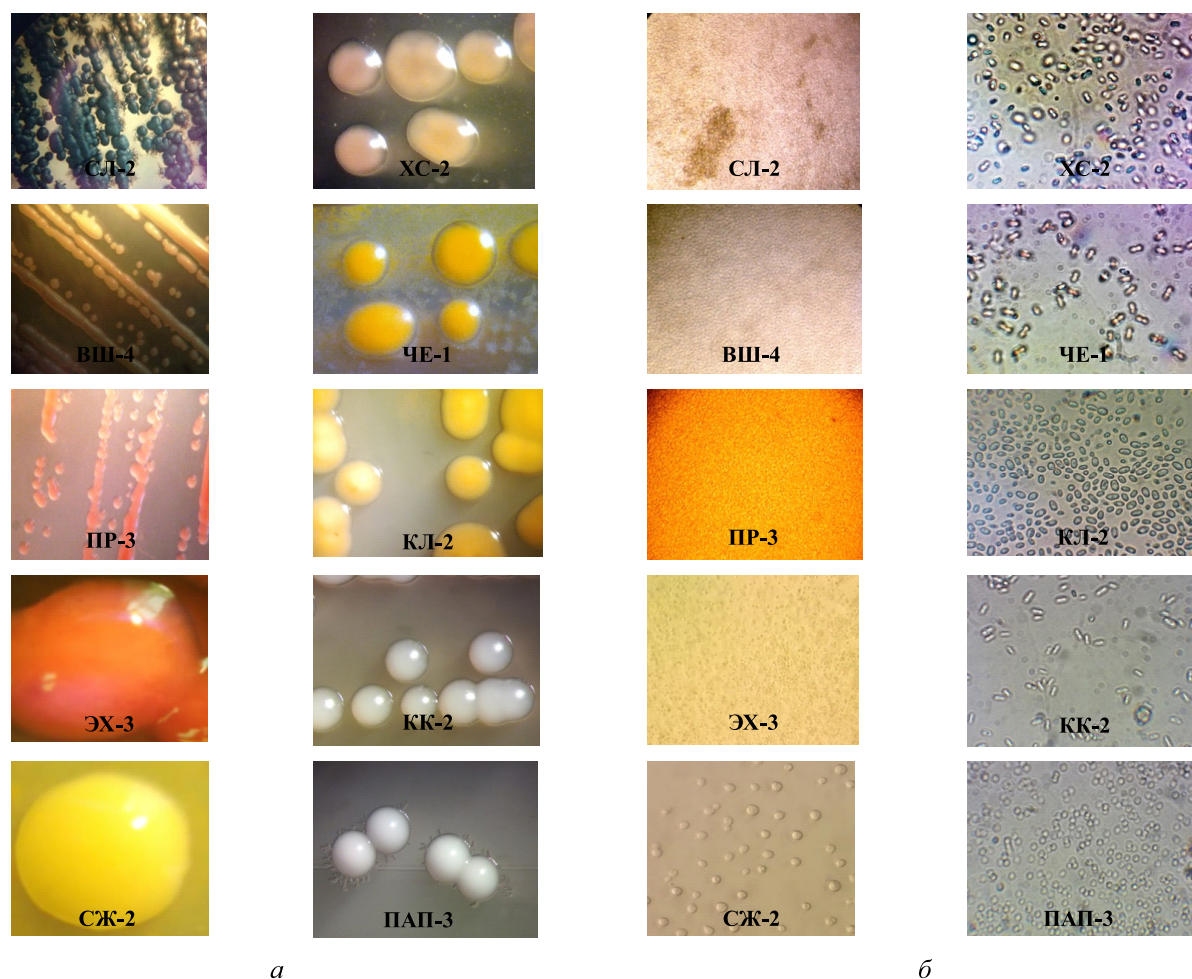


Рис. 1. Морфология изолированных колоний и клеток дрожжей, выделенных из растительных источников: а — морфология колоний; б — морфология клеток. Условные обозначения: СЛ-2 — культура дрожжей, выделенная из сливы; ВШ-4 — вишни; ПР-3 — примулы; ЭХ-3 — эхинацеи; СЖ-2 — сложноцветных; ХС-2 — хризантемы; ЧЕ-1 — черники; КЛ-2 — календулы; КК-2 — клевера; ПАП-3 — папоротника

Fig. 1. Morphology of isolated colonies and yeast cells isolated from plant sources: a — colony morphology; b — cell morphology. Legend: СЛ-2 — yeast culture isolated from plums; ВШ-4 — cherries; ПР-3 — primrose; ЭХ-3 — echinacea; СЖ-2 — compositae; ХС-2 — chrysanthemums; ЧЕ-1 — blueberries; КЛ-2 — calendula; КК-2 — clover; ПАП-3 — fern

Таблица 1. Морфологические признаки исследуемых дрожжей
Table 1. Morphological characteristics of the studied yeast

Изоляты дрожжей	Морфология колоний	Морфология клеток
СЛ-2	Колонии диаметром 2–3 мм, плотные, сухие, круглой формы, край колоний мицелиального типа, поверхность блестящая. Цвет молодых колоний в возрасте 3 сут розовато-бежевый, с возрастом (4 сут) колонии становятся коричнево-черными	Клетки крупные, округлой и овальной формы, располагаются одиночно, наблюдается почкование клеток
ВШ-4	Колонии диаметром 2–3 мм, слизистые, круглой формы, край колоний ровный, поверхность блестящая, консистенция мажущаяся. Цвет колоний розово-бежевый	Клетки крупные, округлой и овальной формы, располагаются одиночно, наблюдается почкование клеток

Окончание табл. 1

Изоляты дрожжей	Морфология колоний	Морфология клеток
ПР-3	Колонии диаметром 2–3 мм, слизистые, круглой формы, край колоний ровный, поверхность блестящая, консистенция мажущаяся. Цвет колоний розово-красный	Клетки округлой и овальной формы, располагаются одиночно, наблюдается почкование клеток
ЭХ-3	Колонии диаметром 3–4 мм, слизистые, круглой формы, край колоний ровный, поверхность блестящая, консистенция мажущаяся. Цвет колоний розово-красный	Клетки крупные, округлой формы, наблюдается почкование клеток
СЖ-2	Колонии диаметром 3–4 мм, слизистые, круглой формы, край колоний ровный, поверхность блестящая, консистенция мажущаяся. Цвет колоний бежевый	Клетки крупные, округлой формы, располагаются одиночно
ХС-2	Колонии до 2 мм в диаметре, блестящие, слизистые, край гладкий. Цвет колоний розовый	Клетки дрожжей округлой и овальной формы, располагаются одиночно, наблюдается почкование
ЧЕ-1	Колонии диаметром 1–3 мм, блестящие, слизистые, с ровным краем. Цвет колоний оранжевый	Клетки дрожжей овальной и удлиненной формы, наблюдается активное почкование клеток
КЛ-2	Колонии диаметром до 4 мм, слизистые, край ровный. Цвет колоний красный	Клетки дрожжей округлой формы, располагаются одиночно, наблюдается почкование клеток
КК-2	Колонии диаметром 1–2 мм, круглой формы, край колоний ровный, поверхность матовая. Цвет колоний светло-бежевый	Клетки крупные, овальной формы, наблюдается почкование клеток
ПАП-3	Колонии диаметром 2–3 мм, круглой формы, край колоний мицелиального типа, поверхность матовая. Цвет колоний белый	Клетки крупные, круглой формы, наблюдается почкование клеток

На следующем этапе исследований проведен анализ таксономически значимых физиологических признаков исследуемых дрожжевых культур: способность дрожжей сбраживать сахара и ассимилировать источники углерода.

Характеристика способности исследуемых дрожжей сбраживать сахара приведена в табл. 2. Как видно из табл. 2, только дрожжевые изоляты КК-2 и ПАП-3 способны к сбраживанию отдельных сахаров, в то время как остальные изоляты — не способны сбраживать данные сахара. Согласно сведениям литературных источников, красные дрожжи, пигментация которых обусловлена наличием каротиноидных пигментов (изоляты ПР-3, ЭХ-3, ХС-2, ЧЕ-1, КЛ-2), черные дрожжи, продуцирующие меланин (СЛ-2), а также дрожжи, образующие крахмалоподобные соединения (изоляты ВШ-4, СЖ-2), как правило, не способны сбраживать исследуемые сахара [8], что является подтверждением их таксономической принадлежности.

Таблица 2. Характеристика способности изучаемых дрожжей сбраживать сахара*
Table 2. Characterization of the ability of the studied yeast to ferment sugar*

Источник угле- рода	Изоляты дрожжей									
	СЛ-2	ВШ-4	ПР-3	ЭХ-3	СЖ-2	ХС-2	ЧЕ-1	КЛ-2	КК-2	ПАП-3
Глюкоза	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Галактоза	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Сахароза	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Мальтоза	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Раффиноза	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Инулин	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Целлобиоза	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Трегалоза	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Лактоза	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Крахмал	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание. Условные обозначения : «+» — наличие роста дрожжей; «-» — отсутствие роста дрожжей; * — культивирование в течение 7 сут при температуре 25 °С.

Характеристика способности исследуемых дрожжей к росту и ассимиляции различных источников углерода приведена в табл. 3. Согласно приведенным данным, у некоторых дрожжей наблюдался слабый рост в исследуемых средах, что объясняется возможной медленной адаптацией культур дрожжей к некоторым источникам углерода [8].

Таблица 3. Характеристика способности изучаемых дрожжей к росту и ассимиляции источников углерода*

Table 3. Characterization of the ability of the studied yeast to grow and assimilate carbon sources*

Источник угле- рода	Изоляты дрожжей									
	СЛ-2	ВШ-4	ПР-3	ЭХ-3	СЖ-2	ХС-2	ЧЕ-1	КЛ-2	КК-2	ПАП-3
Глюкоза	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Галактоза	+	-	+/-	+	+	+	+	+	+	+
Сахароза	+	-	+/-	-	+	+	+	+	+/-	+
Мальтоза	+	-	+/-	-	+	-	+	+	+	+/-
Раффиноза	+	+/-	+	+	+	+	+/-	+	-	-
Инулин	+	-	+/-	-	-	-	-	-	-	-
Целлобиоза	+	+	+	+	+/-	-	+	+/-	+	-
Трегалоза	+	+	+	+	+/-	+	+	+	+/-	+
Лактоза	+	+/-	-	-	+/-	-	-	-	-	-
Крахмал	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-

Примечание. Условные обозначения : «+» – наличие роста дрожжей; «-» – отсутствие роста дрожжей; «+/-» – слабый рост дрожжей; * – культивирование в течение 7 суток при температуре 25°С.

Изученные в ходе работы морфологические и физиологические признаки дрожжей позволяют сделать предположение о видовой принадлежности дрожжевых культур. Однако для установления точного таксономического диагноза проведена молекулярно-генетическая идентификация дрожжевых культур с использованием метода сравнения нуклеотидных последовательностей, кодирующих ген 18SрPHK. В ходе выделения геномной ДНК дрожжей и ПЦР-амплификации с использованием универсальных праймеров NS1 и NS4 получены ПЦР-продукты размером ~1200 п.н. Размер ПЦР-продукта исследуемых дрожжей соответствует ожидаемому размеру целевого продукта – полной последовательности гена 18SрPHK. Электрофореграмма продуктов ПЦР исследуемых дрожжей представлена на рис. 2.

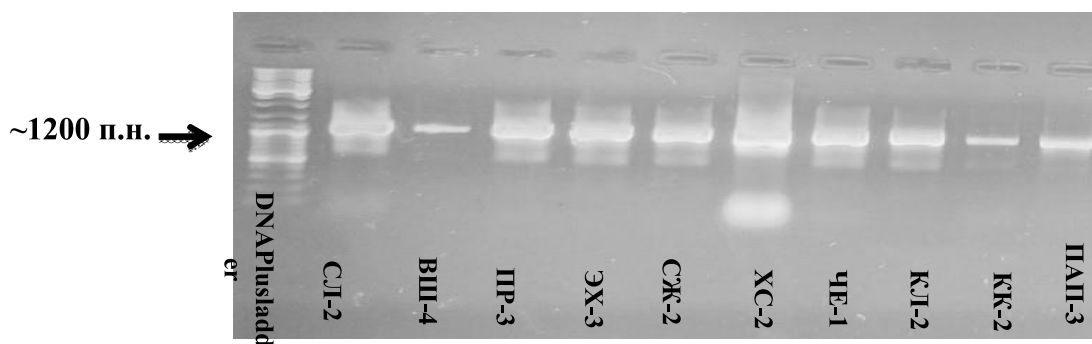


Рис. 2. Электрофореграмма продуктов амплификации ДНК гена 18SрPHK исследуемых дрожжей с использованием праймеров NS1 и NS4

Fig. 2. Electrophoregram of amplification products of the 18S rRNA gene DNA of the studied yeast using primers NS1 and NS4

В ходе последующего секвенирования с использованием NS1 праймера определена нуклеотидная последовательность амплифицированных фрагментов гена 18SрPHK. Сравнительный анализ секвенированной нуклеотидной последовательности гена 18SрPHK исследуемых штаммов дрожжей с референтными нуклеотидными последовательностями осуществляли с использованием информационных ресурсов международной базы данных GenBank. Критерием отнесения микроорганизма к тому

или иному виду считается гомология с референтными последовательностями не менее 97 %. Результаты молекулярно-генетической идентификации исследуемых дрожжей представлены в табл. 4.

Таблица 4. Результаты молекулярно-генетической идентификации исследуемых дрожжей
Table 4. The results of molecular genetic identification of the studied yeast

Изоляты дрожжей	Степень сходства с референтными последовательностями (по GenBank)	Видовая принадлежность
СЛ-2	99 %	<i>Dothioracannabinae</i>
ВШ-4	99 %	<i>Holtermanniacorniformis</i>
ПР-3	99 %	<i>Rhodospordioboluscostris</i>
ЭХ-3	99 %	<i>Rhodotorulaglutinis</i>
СЖ-2	99,87 %	<i>Cryptococcus</i> sp.
ХС-2	99,73 %	<i>Rhodotorulasp.</i>
ЧЕ-1	99,77 %	<i>Sporobolomycesroseus</i>
КЛ-2	99,99 %	<i>Sporobolomycesroseus</i>
КК-2	99,74 %	<i>Metschnikowiareukaufii</i>
ПАП-3	99,77 %	<i>Candidasp.</i>

В результате изоляции из природных источников и молекулярно-генетической идентификации получены 10 штаммов дрожжей, относящихся к 8 родам:

Род *Dothiora*. Колонии дрожжей округлой формы, черные, подушковидные. Аски дрожжей булавовидные. Не сбраживают сахара, синтезируют меланин. Дрожжи рода *Dothiora* являются сапрофитами — обитают на отмерших частях растений [3, 8].

Меланинпродуцирующие дрожжевые грибы рода *Dothiora* используются в фармацевтической, пищевой и косметической промышленности для производства биологически активных меланинсодержащих лечебно-профилактических и пищевых добавок для диетотерапии и функционального питания, а также биодобавок для косметических средств в качестве высокоактивных компонентов защитного или лечебно-восстановительного назначения [10].

Род *Rhodospordiobolus*. Клетки округлой и овальной формы. Колонии розово-красного цвета. Размножаются почкованием. Не сбраживают сахара, синтезируют каротиноиды. Обитают на поверхности растений.

Род *Rhodotorula*. Клетки дрожжей круглые, овальные, удлинённые. Колонии красного, оранжевого или розового цвета. Размножение многосторонним почкованием. Баллистоспор не образуют. Могут формировать псевдомицелий или истинный мицелий. Не сбраживают сахара. Представители этого рода широко распространены в природе, многие ассоциированы с растениями и обитают на поверхности листьев, также обитают в пресных и морских водоемах. Дрожжи рода *Rhodotorula* синтезируют каротиноиды и перспективны как источники получения витамина А.

Род *Sporobolomyces*. Клетки дрожжей овальные, веретеновидные или удлинённые. Колонии розовые, оранжево-красные, кремовые или желтовато-коричневые. Размножаются полярным, реже многосторонним почкованием. Образуют двусторонне симметричные, аллантоидные, фасолевидные, миндалевидные, серповидные баллистоспоры. Могут формировать псевдомицелий или истинный мицелий. Не сбраживают сахара, синтезируют каротиноиды. Обитают в основном на поверхности листьев растений, на зерне [3, 8].

Каротиноидсинтезирующие дрожжевые грибы родов *Rhodospordiobolus*, *Rhodotorula* и *Sporobolomyces* нашли широкое применение в пищевой промышленности в качестве красителей для вареных колбас, безалкогольных напитков, выпечки и других продуктов, а также как пищевая добавка при производстве хлеба, масла, маргарина и др. Известно, что чрезмерное потребление синтетических красителей может вызвать аллергические реакции, астму, рак, повреждение почек, печени и желудочно-кишечного тракта из-за их токсичности. В связи с этим, актуально использование натуральных пищевых красителей на основе каротиноидсинтезирующих дрожжей [11].

Род *Holtermannia*. Клетки дрожжей круглые или овальные. Колонии бежевого или розово-бежевого цвета. Размножаются почкованием. Не способны к сбраживанию сахаров. Могут синтезировать крахмалоподобные соединения. Представители этого рода развиваются в основном на мертвой древесине, могут паразитировать на других грибах.

Род *Cryptococcus*. Клетки дрожжей круглой, овальной или удлинённой формы, обычно капсулированные. Колонии белые или кремовые, некоторые красные или оранжевые. Размножаются многосторонним или полярным почкованием. Могут формировать псевдомицелий или истинный мицелий. Большинство видов синтезируют крахмалоподобные соединения, полисахариды и не

сбраживают сахара. Представители рода *Cryptococcus* встречаются в почве и на растениях во всех природных зонах. Род *Cryptococcus* классифицируется на анаморфы родов *Filobasidium*, *Filobasidiella*, *Cystofilobasium*, а также телеоморфы родов из порядков *Tremellales* и *Filobasidiales*.

Род *Candida*. Самый крупный род среди дрожжевых грибов, включающий около 200 видов. Клетки дрожжей круглые, овальные или удлинённые. Размножаются почкованием. Псевдомицелий есть у всех видов дрожжей, некоторые виды могут формировать истинный мицелий. Многие виды — составная часть кишечной флоры у животных и человека [3, 8].

Внеклеточные полисахариды дрожжей родов *Holtermannia*, *Cryptococcus* и *Candida* используются в качестве стабилизаторов мороженого, фруктовых соков, загустителей сиропов, джемов, подливок, желе. Кроме того, добавление полисахаридов дрожжей рода *Cryptococcus* в муку повышает газоудерживающую способность теста, а хлеб, выпеченный из такого теста, медленнее черствеет и отличается хорошей пористостью. Получение липолитических ферментов из дрожжевых грибов родов *Cryptococcus*, *Rhodotorula* и *Candida* играет особую роль в биотехнологии, поскольку липазы представляют интерес для многих отраслей промышленности: косметической, химической, в частности, используются в производстве моющих средств, пищевой — применяются в сыроварении и других производственных процессах [12].

Род *Metschnikowia*. Представители этого рода имеют клетки округлой, овальной, серповидной, цилиндрической формы. Аски дрожжей булавовидные или клиновидные, образующиеся из хламидоспор. В аске 1-2 игловидные аскоспоры. Виды из морских источников — паразиты водных беспозвоночных, виды из наземных экосистем — обитатели нектаров цветов [3, 8].

Интересно отметить, что дрожжевые грибы рода *Metschnikowia* при совместном культивировании с дрожжами *Saccharomycesuvarum* используются при производстве широко известных брендовых марок вин «Chardonnay» и «Syrah», а также в пивоварении [13].

Таким образом, фонд Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов пополнен 10 новыми биотехнологически перспективными штаммами дрожжевых грибов (табл. 5). Представители видов дрожжей *Dothioracannabinae*, *Holtermanniacorniformis* и *Rhodospordioboluscolostris* впервые изолированы и описаны авторами, идентифицированы и введены в фонд Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов, что подчеркивает научную значимость выполненных исследований.

Таблица 5. Таксономическая принадлежность выделенных из природных источников штаммов дрожжевых грибов

Table 5. Taxonomic affiliation of yeast strains isolated from natural sources

Изоляты дрожжей	Видовое название	Коллекционный номер штамма (№ БИМ)
СЛ-2	<i>Dothioracannabinae</i>	Y-308Г
ВШ-4	<i>Holtermanniacorniformis</i>	Y-311Г
ПР-3	<i>Rhodospordioboluscolostris</i>	Y-318Г
ЭХ-3	<i>Rhodotorulaglutinis</i>	Y-319Г
СЖ-2	<i>Cryptococcus</i> sp.	Y-320Г
ХС-2	<i>Rhodotorulasp.</i>	Y-321Г
ЧЕ-1	<i>Sporobolomycesroseus</i>	Y-322Г
КЛ-2	<i>Sporobolomycesroseus</i>	Y-323Г
КК-2	<i>Metschnikowiareukaufii</i>	Y-328Г
ПАП-3	<i>Candidasp.</i>	Y-329Г

Идентифицированные культуры дрожжевых грибов помещены на длительное стационарное хранение в лиофилизированном и криоконсервированном состоянии в хранилище Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов.

Заключение. Из различных растительных источников выделено 10 новых штаммов дрожжевых грибов. Изучены морфологические и физиологические признаки выделенных культур дрожжей, а также выполнен молекулярно-генетический анализ дрожжей с целью установления точной таксономической принадлежности. Идентифицированные дрожжи принадлежат к 8 родам: *Rhodospordiobolus*, *Rhodotorula* и *Sporobolomyces* — красные дрожжи, синтезирующие каротиноидные пигменты, *Dothiora* — черные дрожжи, способные к синтезу меланина, *Holtermannia* и *Cryptococcus* — синтезируют крахмалоподобные соединения. Культуры родов *Metschnikowia* и *Candida* перспективны в качестве тест-объектов при оценке биотехнологической ценности новых штаммов дрожжей. Кроме того, виды дрожжей *Dothioracannabinae*, *Holtermanniacorniformis* и *Rhodospordioboluscolostris* были впервые описаны, идентифицированы и введены в фонд Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Jamali, S. Identification of yeast species from uncultivated soils by sequence analysis of the hypervariable D1/D2 domain of LSU-rDNA gene in Kermanshah province / S. Jamali, M. Gharaei, S. Abbasi // *Mycologia Iranica*. — 2016. — Vol. 3 (2). — P. 87-98.
2. Montes de Oca, R. Yeast: description and structure / Montes de Oca, R. [et al.] // Universidad Autonomadel Estado de Мiхico. — 2016. — P. 4-13.
3. Бабьева, И.П. Биология дрожжей / И.П. Бабьева, И.Ю. Чернов // Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. — 2004. — С. 134-223.
4. Kurtzman, P. Advances in yeast systematics and phylogeny and their use as predictors of biotechnologically important metabolic pathways / P. Kurtzman [et al.] // *FEMS Journals*. — 2015. — P. 1-17.
5. El-Sharoud, W.M. Molecular identification of yeasts associated with traditional egyptian dairy products / W.M El-Sharoud [et al.] // *Journal of food science*. — 2009. — P. 1-6.
6. Lodder, J. The yeast. A taxonomic study. Second and enlarged edition / J. Lodder // Amsterdam: North-Holland Publishing Company. — 1970. — P. 1385.
7. Ferrao, M. Studies on effect of media components on growth and β -carotene production by *Rhodotorulagraminis* RC04 / M. Ferrao, S. Garg. — *Journal of cell and tissue research*. — 2011. — Vol. 11(1) — P. 2551-2556.
8. Бабьева, И.П. Методы выделения и идентификации дрожжей / И.П. Бабьева, В.И. Голубев // Москва: Пищевая промышленность. — 1979. — С. 41-49.
9. Looke, M. Extraction of genomic DNA from yeasts for PCR-based applications / M. Looke, K. Kristjuhan, A. Kristjuhan // *Biotechniques*. — 2011. — Vol. 50, №5. — P. 325-328.
10. Продуцент меланинодержашей биологически активной добавки “астромеланин” [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://findpatent.ru/patent/211/2116037.html>. — Дата доступа: 25.03.2013.
11. High-level production of astaxanthin by fed-batch culture of mutana strain Phaffiarhodozyma AJ-6-1 / Su-Jin Kim [et al.] // *J. Microbiol. Biotechnol.* — 2003. — № 13(2) — P. 175-181.
12. Дрожжи в современной биотехнологии / Т.Е. Банницына [и др.] // Вестник МАХ. — 2016. — № 1 — С. 24-29.
13. *Metschnikowia pulcherrima* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://ru.qwertyu.wiki/wiki/Metschnikowia_pulcherrima. — Дата доступа: 2016.

REFERENCES

1. Jamali S., Gharaei M., Abbasi S. Identification of yeast species from uncultivated soils by sequence analysis of the hypervariable D1/D2 domain of LSU — rDNA gene in Kermanshah province, *Mycologia Iranica*, 2016, Vol. 3 (2), P. 87–98.
2. Montes de Oca [et al.] R. Yeast: description and structure, Universidad Autonomadel Estado de Мiхico, 2016, P. 4–13.
3. Bab'yeva I.P., Chernov I.YU. *Biologiya drozhzhey [Biology of yeast]*, Moskovskiy gosudarstvennyy universitet im. M.V. Lomonosova [*Moscow State University named after M.V. Lomonosov*], 2004, S. 134–223 (in Russian).
4. Kurtzman P. [et al.] Advances in yeast systematics and phylogeny and their use as predictors of biotechnologically important metabolic pathways, *FEMS Journals*, 2015, P. 1–17.
5. El-Sharoud W.M. [et al.] Molecular identification of yeasts associated with traditional egyptian dairy products, *Journal of food science*, 2009, P. 1–6.
6. Lodder J. The yeast. A taxonomic study. Second and enlarged edition, Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1970, P. 1385.
7. Ferrao M., Garg S. Studies on effect of media components on growth and β -carotene production by *Rhodotorulagraminis* RC04, *Journal of cell and tissue research*, 2011, Vol. 11(1), P. 2551–2556.
8. Bab'yeva I.P., Golubev V.I. *Metody vydeleniya i identifikatsii drozhzhey [Methods of isolation and identification of yeast]*, Moskva: Pishchevaya promyshlennost' [*Moscow: Food Industry*], 1979, S. 41–49 (in Russian).
9. Looke M., Kristjuhan K., Kristjuhan A. Extraction of genomic DNA from yeasts for PCR-based applications, *Biotechniques*, 2011, Vol. 50, no. 5, P. 325–328.
10. Producent melaninsoderzhashchey biologicheskii aktivnoy dobavki «astromelanin» [*Producer of melanin-containing biologically active additives “astromelanin”*] Elektronnyy resurs [*Electronic resource*] — Access mode: <https://findpatent.ru/patent/211/2116037.html>. — Date of access: 25.03.2013.
11. Kim Su-Jin [et al.] High-level production of astaxanthin by fed-batch culture of mutana strain Phaffiarhodozyma AJ-6-1, *J. Microbiol. Biotechnol.*, 2003, no. 13(2), P. 175–181.

12. Bannitsyna T.E. Drozhzhi v sovremennoy biotekhnologii [Yeast in modern biotechnology], Vestnik MAX., 2016, no. 1, S. 24–29 (in Russian).
13. *Metschnikowia pulcherrima* Elektronnyy resurs [Electronic resource] — Access mode: https://ru.qwertyu.wiki/wiki/Metschnikowia_pulcherrima. — Date of access: 2016.

Информация об авторах

Савчик Анастасия Вячеславовна — младший научный сотрудник лаборатории «Коллекция микроорганизмов», Институт микробиологии НАН Беларуси (ул. им. академика В.Ф. Купревича, 2, 220141, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: nastya.savchik@mail.ru.

Кантерова Анна Валерьевна — научный сотрудник лаборатории «Коллекция микроорганизмов», Институт микробиологии НАН Беларуси (ул. им. академика В.Ф. Купревича, 2, 220141, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: microbiol@tut.by.

Леонович Светлана Игоревна — младший научный сотрудник лаборатории «Коллекция микроорганизмов», Институт микробиологии НАН Беларуси (ул. им. академика В.Ф. Купревича, 2, 220141, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: mnemozina176@gmail.com.

Ладутько Елена Ивановна — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории «Коллекция микроорганизмов», Институт микробиологии НАН Беларуси (ул. им. академика В.Ф. Купревича, 2, 220141, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: ladutko_elena@mail.ru.

Новик Галина Ивановна — кандидат биологических наук, заведующий лабораторией «Коллекция микроорганизмов», Институт микробиологии НАН Беларуси (ул. им. академика В.Ф. Купревича, 2, 220141, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: galina_novik@mbio.bas-net.by.

Information about authors

Savchik Anastasia V. — The Institute of Microbiology of National Academy of Sciences of Belarus (Kuprevich str. 2, 220141, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: nastya.savchik@mail.ru.

Kanterova Anna V. — The Institute of Microbiology of National Academy of Sciences of Belarus (Kuprevich str. 2, 220141, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: microbiol@tut.by.

Leanovich Svetlana I. — The Institute of Microbiology of National Academy of Sciences of Belarus (Kuprevich str. 2, 220141, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: mnemozina176@gmail.com.

Ladutskaya Alena I. — Ph.D. (Biological). The Institute of Microbiology of National Academy of Sciences of Belarus (Kuprevich str. 2, 220141, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: ladutko_elena@mail.ru.

Novik Galina I. — Ph.D. (Biological). The Institute of Microbiology of National Academy of Sciences of Belarus (Kuprevich str. 2, 220141, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: galina_novik@mbio.bas-net.by.

УДК 579.66

Поступила в редакцию 23.09.2019
Received 23.09.2019**А. В. Савчик, Г. И. Новик***Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь***КАРОТИНОИДСИНТЕЗИРУЮЩИЕ ДРОЖЖЕВЫЕ ГРИБЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В БИОТЕХНОЛОГИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**

Аннотация. Обзор литературы посвящен каротиноидсинтезирующим дрожжам. Приведена информация о функциях каротиноидов и их применении в промышленности, способах получения штаммов дрожжей с гиперпродукцией каротиноидов, факторах, влияющих на продукцию пигментов дрожжами.

Ключевые слова: дрожжи, каротиноиды, продукция пигментов

A. V. Savchik, G. I. Novik*Institute of Microbiology, NAS of Belarus, Minsk, Republic of Belarus***CAROTENE-PRODUCING YEAST-LIKE FUNGI AND THEIR APPLICATION IN BIOTECHNOLOGIAIA SURVEY**

Abstract. This review is devoted to carotenogenic yeasts. The data have been presented on function and industrial application of carotenoids, methods of selecting yeast strains hyperproducers of carotenoids, factors influencing pigment synthesis by yeast cultures.

Keywords: yeast, carotenoids, pigment production

Введение. В настоящее время микробиологический синтез, т.е. синтез различных биологически активных веществ (БАВ) с помощью микроорганизмов, является основой большинства биотехнологических процессов. В качестве объектов биотехнологии микробного синтеза широкое применение получили бактерии, мицелиальные грибы, дрожжи и микроскопические водоросли.

С экономической и экологической точек зрения, лучшими продуцентами БАВ являются дрожжи, поскольку они обладают некоторыми преимуществами по сравнению с другими объектами биотехнологии. Дрожжевые грибы характеризуются высокой скоростью накопления биомассы [1–4], способностью расти на относительно дешевых средах, в том числе на побочных продуктах сельскохозяйственной и пищевой промышленности, что значительно снижает затраты на производство биологически активных веществ [5–8]. Дрожжи усваивают широкий спектр источников углеродного питания, устойчивы к контаминации посторонней микрофлорой, не загрязняют воздух спорами, клетки дрожжей легко отделяются от культуральной жидкости [1]. В промышленных условиях культивирование дрожжей не вызывает особых затруднений, что определяет возможность автоматизировать процессы производства [1, 3].

Для сравнения — использование растений, как источников БАВ, связано с такими трудностями, как сезонные и географические факторы [9–12]. Кроме того, крупномасштабное производство дрожжей в ферментерах значительно удобнее, чем микроводорослей и мицелиальных грибов, за счет их одноклеточной структуры и высокой скорости роста [13]. В отличие от бактерий, дрожжи, как микробиологические объекты, более безопасны и достаточно удобны с точки зрения выполнения генетических манипуляций в системе хозяин-вектор [7].

Использование дрожжей в биотехнологии. Дрожжи — важные продуценты органических кислот и сахароспиртов. В биотехнологических процессах для получения многих промышленно ценных веществ в качестве продуцентов используются дрожжи. Разработаны технологии получения органических кислот, таких как лимонная кислота, продуцентами которой являются дрожжи вида *Yarrowia lipolytica*, изолимонная кислота — продуценты дрожжи вида *Candida catenulata*, фумаровая кислота — проду-

центы дрожжи вида *Candida hydrocarbofumarica*, яблочная кислота — продуценты дрожжи вида *Pichia membranaefaciens* и др. В пищевой промышленности широко используются в качестве пищевых добавок многоатомные спирты: глицерин (E422), ксилит (E967) и эритрит (E968). Для получения этих продуктов применяются ксеротолерантные дрожжевые грибы рода *Zygosaccharomyces*, а также дрожжи *Pachysolen tannophilus*.

Получение ферментных препаратов. При изготовлении пива из дрожжевого осадка (отход пивоварения) получают ферментный препарат инвертазы (β -фруктофуранозидазы (КФ 3.2.1.26)), который используется для изготовления сахарных (инвертных) сиропов, а в кондитерской промышленности для предотвращения кристаллизации сахарозы [1]. Другим важным ферментом является β -галактозидаза (КФ 3.2.1.23), продуцентом которой выступают дрожжи *Kluyveromyces marxianus*. Этот фермент играет важную роль в молочной промышленности для получения питьевого молока с гидролизованным молочным сахаром. Такое молоко может употребляться людьми, страдающими непереносимостью лактозы [14]. Получение липолитических ферментов из дрожжевых грибов (например, *Yarrowia lipolytica*) играет особую роль в биотехнологии, поскольку липазы представляют интерес для многих отраслей промышленности: косметической, химической (используются в производстве моющих средств), пищевой (применяются в сыроварении) и др. Кроме того, дрожжи являются продуцентами многих ферментов: пектиназы (*Saccharomycopsis fibuliger*), амилазы (*Schwanniomyces occidentalis*), алкогольоксидазы (КФ 1.1.3.13) (*Pichiaburtonii*), фенилаланинаммиаклиазы (*Rhodotorula glutinis*) и др. [1].

Производство биоэтанола. Дрожжи, которые способны сбраживать источники углеводов, являются перспективными продуцентами этанола. Биоэтанол используют в качестве экологически чистого топлива (крупномасштабное получение биоэтанола осуществляется в США и Бразилии), а также в качестве сырья для химической промышленности. Для получения этанола источником углеводов является сахарный тростник и маниока, продуцентами выступают дрожжи вида *Saccharomyces cerevisiae*. Также перспективным сырьем для производства этанола являются отходы целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности. Поскольку гидролизаты древесины содержат большое количество пентоз, в роли продуцентов используются дрожжи *Pachysolentannophilus* и *Candida shehatae*, способные сбраживать эти углеводы. В небольших количествах этанол получают из молочной сыворотки, в качестве продуцентов выступают сбраживающие лактозу дрожжи рода *Kluyveromyces* [1, 15].

Получение дрожжевых полисахаридов. Одной из особенностей дрожжей является способность к образованию ценных и малотоксичных внеклеточных полисахаридов. Наиболее широко используемыми дрожжевыми продуцентами внеклеточных полисахаридов являются дрожжи родов *Cryptococcus*, *Lipomyces*, *Saccharomyces* и *Rhodotorula* [16]. Полисахариды этих дрожжей могут быть представлены маннозой, ксилозой, глюкуроновой кислотой, глюкозой, фруктозой, галактозой [16, 17].

Активно разрабатываются препараты внеклеточных полисахаридов на основе дрожжей для использования их в качестве кормовых добавок и биопрепаратов, применяемых для профилактики микотоксикозов в животноводстве и птицеводстве [16]. Известны биопрепараты «Микробонд» (США, Cenzone) и Микосорб А+ (США, Alltech), содержащие полисахариды дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. Данные препараты устраняют негативное воздействие широкого спектра микотоксинов на организм животного. Применение биопрепаратов способствует подавлению роста условно-патогенных микроорганизмов, восстановлению микробиоценоза кишечника и повышению продуктивности животных [18, 19].

Экзополисахариды дрожжевого происхождения нашли широкое применение в медицине. Дрожжевые полисахариды обладают биологической активностью (иммуностимулирующая, радиопротекторная и противоопухолевая активности) [17], повышают устойчивость организма к бактериальным и вирусным инфекциям, снижают побочное действие лекарственных препаратов, участвуют в регенерации тканей, способствуют заживлению ран, влияют на защитные реакции организма. Преимуществом препаратов на основе полисахаридов является их низкая токсичность и отсутствие примесей, оказывающих негативное воздействие на организм [20]. Биопрепарат «Зимозан А» (США, Sigma Aldrich) содержит полисахариды (глюкан, глюкоманнан) дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. Препарат нормализует ряд иммунобиологических реакций, ослабляет угнетающее влияние противоопухолевых лекарственных препаратов, а также эффекты воздействия рентгеновских лучей и цитостатических веществ на гемопоэз [21]. Обнаружено, что сульфатированный маннан фракции внеклеточных полисахаридов *Rhodotorula rubra* снижает уровень холестерина и триглицеридов в крови, препятствует перекисному окислению и может использоваться для профилактики и лечения атеросклероза [20].

Внеклеточный полисахарид пуллулан, состоящий из мальтотриозных единиц и синтезируемый дрожжеподобным грибом *Aureobasidium pullulans* активно используется в пищевой промышленности в качестве пленочного покрытия, например, для защиты от высыхания и плесневения сыров [1]. Кроме того, внеклеточные полисахариды дрожжей используются в качестве стабилизаторов мороженого, фруктовых соков, загустителей сиропов, джемов, подливок, желе. Экзополисахариды дрожжей родов *Cryptococcus* и *Saccharomyces* используются для улучшения качества хлеба. Добавление полисахаридов дрожжей в муку повышает газодерживающую способность теста, а хлеб, выпеченный из такого теста, медленнее черствеет и отличается хорошей пористостью.

Производство белковых кормовых добавок на основе дрожжей. В биотехнологическом производстве для получения белковых кормовых добавок чаще всего используют дрожжи. Такое предпочтение связано с тем, что у некоторых штаммов дрожжей содержание белка может достигать от половины до 2/3 от сухой массы, а процент незаменимых аминокислот в клетках — до 10 % [1]. Выявлено, что добавление белковых кормовых добавок на основе дрожжей в рацион лактирующих коров позволяет обеспечить животных более полноценными протеинами, снизить количество концентратов в рационе и оптимизировать уровень белкового обмена [22].

Дрожжи — ассимилянты нефти. Культуры дрожжей из рода *Candida* (*C. lipolitica*, *C. guillirmondii*) служат наиболее продуктивными ассимилянтами нефти и нефтепродуктов. Российскими производителями разработан биопрепарат на основе дрожжей — «Олеоворин», ООО «Бигор Биотехнологичес». В данном случае источником углеводов для дрожжей являются парафины нефти. В результате использования дрожжей этого рода получают биомассу с высоким содержанием белка и витаминов [1, 23].

Применение в медицине. Дрожжи используются для получения некоторых лекарственных препаратов и биологически активных добавок. На основе дрожжей *Saccharomyces boulardii* создан ряд препаратов — «Энтерол», «DiarSafe», «Florastor» (Франция, Biocodex), поддерживающих и восстанавливающих флору желудочно-кишечного тракта. Одним из перспективных направлений в биотехнологии является использование дрожжей для получения витаминов. В этом направлении первыми были использованы дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* для выделения эргостерина с последующей его обработкой ультрафиолетом, в результате чего получили витамин D. Для получения рибофлавина (витамин группы В) активно используются флавиногенные дрожжи, способные к синтезу рибофлавина: *Candida famata* и *Candida guilliermondii* [1, 50].

Красные дрожжи как продуценты каротиноидов. Большой интерес для научных исследований представляют красные дрожжи, синтезирующие каротиноиды. Наиболее изученными из них и часто используемыми для получения пигментов (β -каротин, торулена и торулародина) являются дрожжи рода *Rhodotorula* [24–28], а наилучшим продуцентом астаксантина (сильный антиоксидант) — дрожжи *Xanthophyllomyces* [29–32]. Кроме того, к перспективным для получения каротиноидов микробиологическим синтезом относятся дрожжи родов *Rhodospiridium* [4, 24, 33, 34], *Cryptococcus* [24, 25, 35], *Sporobolomyces* [7, 10, 27, 33], *Sporidiobolus* [4, 35], *Stigmatomyces* [35]. Красные дрожжи способны к синтезу широкого спектра каротиноидов: α -каротин [3, 31, 36], β -каротин (предшественник витамина А) [1, 7, 37, 38], γ -каротин [4, 27, 39], торулен [8, 24, 40], торулародин [7, 12, 34, 37], астаксантин [13, 29, 36], лютеин [4, 11, 36, 41], зеаксантин [4, 35, 40], ликопин [3, 35, 36, 39], фитоин [24, 35, 39], β -криптоксантин [4, 31, 35], виолоксантин, флавоксантин [35], нейроспорин [24, 35]. Причем для определенного вида дрожжей характерен свой набор каротиноидных пигментов как в качественном, так и в количественном соотношении.

Мировой рынок каротиноидов. С каждым годом наблюдается все больший рост мирового производства каротиноидов из-за их широкого применения в различных областях. Наибольшая доля мирового производства пигментов принадлежит производству β -каротина, лютеина и астаксантина, при чем ежегодно наблюдается увеличение показателя GACR (среднегодовой темп роста) (табл. 1).

Таблица 1. Мировой рынок производства основных каротиноидов в 2010 и 2018 годах
Table 1. The global market for the production of basic carotenoids in 2010 and 2018

Каротиноиды	2010 год	2018 год	CAGR*
β -каротин	261 млн \$	334 млн \$	> 3,1 %
Лютеин	233 млн \$	309 млн \$	> 3,6 %
Астаксантин	226 млн \$	253 млн \$	> 1,4 %

* GACR — среднегодовой темп роста

Наблюдается также увеличение производства таких каротиноидов, как кантаксантин, ликопен, β -апокаротинал, зеаксантин и др. (рис. 1).

Мировой рынок каротиноидов в 2010 г. составил около 1,2 млрд \$, а в 2018 г. уже более 1,5 млрд \$, при этом показатель среднегодового темпа роста GACR увеличился на 2,4 % [42].

Прогнозируется, что мировой рынок каротиноидов к 2023–2025 гг. будет составлять более 2 млрд \$. При этом основной рынок производства каротиноидов сконцентрирован в Северной Америке и Европе, и в меньшей мере развит в Азии. Крупнейшими компаниями-производителями каротиноидов являются BASF SE (Германия), Döhler Group (Германия), Koninklijke DSM N.V. (Нидерланды), Chr. Hansen A/S (Дания), FMC Corporation (Филадельфия, США), Cyanotech Corporation (Гавайи, США), Kemin Industries Inc. (Де-Мойна, США), DDW The Colour House (Луисвилл, США), Allied Biotech Corporation (Германия, Дания, Тайвань, Китай и Бразилия) и Excelvite (Малайзия) [43, 44].

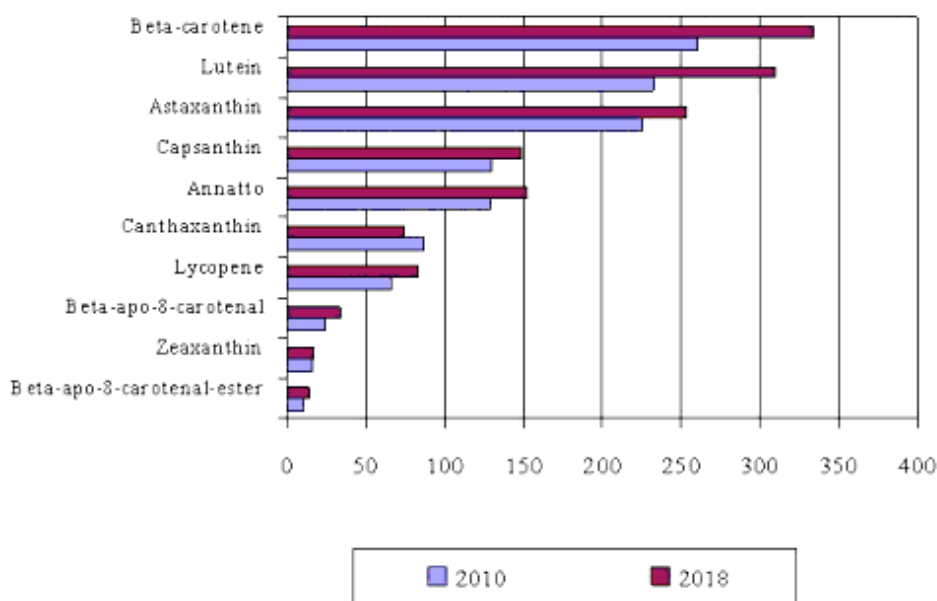


Рис. 1. Мировой рынок производства каротиноидов в 2010 и 2018 годах (млн \$)
Fig 1. The global market for the production of carotenoids in 2010 and 2018 (million \$)

Характеристика каротиноидов. Каротиноиды — наиболее многочисленная и распространенная группа природных жирорастворимых пигментов. Каротиноиды синтезируют высшие растения, водоросли и некоторые лишайники, а также бактерии и мицелиальные грибы [10, 45–47]. В организме человека и животных (млекопитающих, морских и пресноводных беспозвоночных, а также птиц и насекомых) также присутствуют каротиноиды, но пигменты поступают только с пищей и являются незаменимыми, поскольку организмом *denovo* не синтезируются [30, 41, 45, 47]. Усвоение каротиноидов происходит в тонком кишечнике, где пигменты могут либо окисляться, либо метаболизироваться (например, β -каротин в витамин А) [41, 46, 47]. Усвоение каротиноидов в организме человека без биотрансформации приводит к включению пигментов в состав липопротеинов, после чего они транспортируются в жировую ткань, печень, надпочечники, яичники и другие органы [36].

В настоящее время, обнаружено и изучено более 700 различных каротиноидов [3, 4]. Эти пигменты в природе встречаются в различной форме: в виде эфиров длинноцепочечных жирных кислот, например, в хромофорах и эпидермальных структурах растений, в свободной форме — в пластидах растений, мышечной ткани рыб, яйцах птиц, а также могут входить в состав каротин-белковых комплексов — в эпидермальных тканях животных и т.д. [41, 46].

По химической природе каротиноиды относятся к соединениям терпенового ряда — природные органические соединения, углеродный скелет которых состоит из изопреновых звеньев [4, 41]. К соединениям терпенового ряда также относятся фитогармоны, сердечные гликозиды, стероиды, эфирные масла, млечный сок, жирорастворимые витамины [41]. Каротиноиды содержат восемь изопреновых остатков, состоящих из 40 атомов углерода. Отличием каротиноидов от других природных соединений является наличие хромофора, который содержит конъюгированные двойные связи.

От количества сопряженных двойных связей зависит наличие окраски и ее интенсивность [4, 46]. Кроме того, наличие этих связей придает каротиноидам характерную для них высокую лабильность (чувствительность) к таким факторам, как воздействие солнечного света, щелочей и кислот, кислорода воздуха и нагревание, а также к реакциям окисления и изомеризации [4, 36, 41]. Способность пигментов к окислению определяет их высокую антиоксидантную функцию, что имеет большое значение для животных и человека. Также каротиноиды могут приобретать высокую стабильность, входя в состав протеиновых комплексов [36, 41].

Каротиноиды подразделяют на 2 группы в зависимости от степени поглощения света. Первая группа — каротины (углеводороды) — бескислородные оранжевые пигменты. Наиболее известный представитель этой группы β -каротин. Вторая группа — ксантофилы — пигменты, имеющие окраску от желтого до красного цвета и содержащие в своем составе кислород (зеаксантин, лютеин и др.) [3, 41].

Функции и применение каротиноидов. Функции каротиноидов очень разнообразны. Они способны ослаблять результат воздействия ионизирующего и ультрафиолетового излучения (радиопротекторные свойства) [3, 39, 45], усиливать аппетит [45], укреплять иммунитет [8, 30, 33, 41], поддерживать стабильность генома [41] и устойчивость к мутагенезу [38, 41], защищать чувствительные ткани от окисления (антиоксидантные свойства) [12, 31, 48, 49], замедлять рост опухолевых клеток [8, 39, 45], увеличивать цитостатическую активность Т-киллеров, ускорять репарацию тканей [41, 45]. Обнаружено, что низкое содержание β -каротина и других каротиноидов (лютеин, зеаксантин) в организме человека повышает риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний [7, 33, 41, 49], инсульта [49], катаракты [4, 33, 39], рака (молочной железы, пищевода и др.) [39, 41, 45, 49] и дегенерации желтого пятна [7, 33, 41]. Показано, что потребление ликопина снижает риск возникновения сердечной недостаточности и рака простаты [4]. Такой эффект обусловлен возможностью антиоксидантов предотвращать окислительное повреждение, которое участвует в патофизиологии многих хронических заболеваний [4, 7, 49]. Каротиноиды могут принимать участие в ионном обмене, перекисном окислении липидов и адаптации к гипоксии (совместно с миоглобином они образуют внутриклеточную систему депонирования кислорода) [47].

Важнейшей функцией каротиноидов является про-А-витаминная активность [8, 12, 39, 41], которой обладает около 10 % из известных каротиноидов. Витамин А играет важное значение как для человека, так и для животных. Он необходим для нормального функционирования кожи и слизистых [45], для защиты от разного рода бактериальных и грибковых инфекций [41, 45, 47], незаменим для зрения, роста и репродукции [45]. Кроме того, отмечено ингибирующее действие витамина А на развитие злокачественных новообразований [10, 47]. Помимо этого, витамин А оказывает антистрессовое воздействие на организм [47].

Было установлено, что применение каротиноидных препаратов в течение нескольких недель повышает защиту организма от фотостарения и солнечных ожогов [7].

Большое внимание к каротиноидам обусловлено их широким применением в различных областях:

- ♦ в сельском хозяйстве каротиноиды используются в качестве кормовой добавки, что особенно распространено в птицеводстве и аквакультуре рыб;
- ♦ в фармацевтической промышленности для изготовления лекарственных препаратов и в косметологии;
- ♦ в пищевой промышленности каротиноиды используются как пищевая добавка при производстве хлеба, масла, маргарина и других продуктов, а также в качестве красителей для вареных колбас, безалкогольных напитков, выпечки и др. [13, 31, 33, 48]. Возрастание популярности использования натуральных пищевых красителей обусловлено их большей безопасностью, в отличие от химических красителей [30, 34]. Известно, что чрезмерное потребление синтетических пигментов может вызвать аллергические реакции, астму, рак, повреждение почек, печени и желудочно-кишечного тракта из-за их токсичности [4, 30].

На данный момент лекарственные препараты, пищевые и кормовые добавки, содержащие каротиноиды, приобретают все большее распространение и применение по всему миру и, в особенности, во Вьетнаме [38]. Поэтому поиск наиболее перспективных штаммов каротиноидсинтезирующих дрожжей, для получения на их основе биопрепаратов является актуальной задачей биотехнологии.

Биосинтез каротиноидов. В промышленном масштабе для получения каротиноидов микробиологическим путем с использованием дрожжевых грибов основное внимание уделяется поиску высокопродуктивных штаммов дрожжей. Кроме того, необходимо знать, каким образом у дрожжей происходит биосинтез каротиноидов. Это позволяет автоматизировать процесс биосинтеза пигментов, а также увеличить их продукцию.

Биосинтез каротиноидов у дрожжевых грибов начинается в поздней логарифмической фазе и продолжается в стационарной фазе, и включает в себя три основных этапа:

1. Синтез каротиноидов начинается с превращения ацетил-КоА в 3-гидрокси-3-метилглутарил-КоА (HMG-КоА). Катализатором данной реакции выступает HMG-КоА-синтаза (КФ 4.1.3.5). Затем, HMG-КоА под действием специфической редуктазы превращается в мевалоновую кислоту (первый предшественник пути биосинтеза соединений терпенового ряда). Мевалоновая кислота фосфорилируется фосфомевалонаткиназой (КФ 2.7.4.2) и декарбокксилируется мевалонат-5-пирофосфатдекарбокксилазой (КФ 4.1.1.99) с образованием изопентил-5-пирофосфата (IPP).

2. IPP изомеризуется (фермент — изопентилпирофосфат изомераза (КФ 5.3.3.2)) в диметилаллилпирофосфат (DMAPP) с добавлением трех молекул IPP к DMAPP. Под действием фермента пренилтрансферазы DMAPP превращается в геранилгеранилпирофосфат (GGPP) (КФ 2.5.1.102), который содержит 20 атомов углерода. Конденсация двух молекул GGPP катализируется фитоинсинтазой (КФ 2.5.1.32) и сопровождается образованием фитоена (содержит 40 атомов углерода). Далее в результате действия фитоен-десатуразы (КФ 1.3.99.28) образуется нейроспорин. Нейроспорин может быть трансформирован в ликопин или β-зеакаротин. Последний может образовываться в клетке либо из-за присутствия ингибиторов (например, дифениламина), либо за счет стресс-факторов окружающей среды.

3. В результате циклизации ликопина либо дегидрирования β-зеакаротина образуется γ-каротин. В свою очередь, β-каротин — в результате циклизации γ-каротина (катализатор — β-ликопенциклаза (КФ 5.5.1.19)). Подвергаясь различным реакциям, из ликопина образуются другие каротиноиды: астаксантин, торулен, торулародин и т.д. [7, 39, 52].

Такие каротиноиды как β-каротин, лютеин, астаксантин, а также торулен и торулародин имеют большое промышленное значение за счет их широкого применения и наличия ярко выраженных антиоксидантных свойств. Поэтому с экономической точки зрения широкомасштабное промышленное производство биопрепаратов этих каротиноидов наиболее целесообразно [7, 33, 35, 37].

Факторы, влияющие на продукцию каротиноидов дрожжами. Производство дрожжевых каротиноидов в промышленных масштабах должно предусматривать использование энерго- и ресурсосберегающих технологий и экологичность их получения, а также высокий выход как биомассы дрожжей, так и целевого продукта [7]. Поэтому ведется поиск и направленная селекция штаммов дрожжей с высоким уровнем продукции и хорошим качеством синтезируемых пигментов. Однако на биосинтез каротиноидов у дрожжей оказывают воздействие многие факторы, которые могут как увеличить, так и снизить выход биомассы и продукцию каротиноидов. Поэтому большое значение уделяется управляемому биосинтезу каротиноидов, а именно изучению различных физических и химических факторов, позволяющих увеличить продукцию пигментов дрожжами [35].

К факторам, влияющим на продукцию каротиноидов у дрожжей, относятся:

1. *Источники углерода.* Одним из важных факторов для жизнедеятельности дрожжей и, соответственно, для активной продукции метаболитов является наличие в питательной среде доступных источников энергии (углеводов). Дрожжи способны сбраживать глюкозу [7, 33, 38], ксилозу [7, 38], целлобиозу [7], сахарозу, глицерин [7, 38], сорбит [7], фруктозу, маннозу [33], маннит [48]. Кроме того, известно, что наличие в питательной среде витаминов влияет на сбраживание углеводов и, соответственно, на выход биомассы дрожжей и каротиноидов [7, 33]. Например, установлено, что добавление в среду витаминов B₁, B₁₀ и биотина (витамин B₇) при культивировании дрожжей *Rhodotorula gracilis* приводило к увеличению биомассы этих дрожжей [26].

Для культивирования каротиноидсинтезирующих дрожжей можно использовать коммерческие среды, содержащие источники углерода, однако такие среды имеют высокую стоимость [7]. Основными задачами биотехнологии производства БАВ являются: удешевление стоимости эффективных источников сырья и утилизация отходов переработки пищевых производств и побочных продуктов сельского хозяйства, которые загрязняют воду и окружающую среду. Для решения этих двух проблем в качестве субстрата для культивирования каротиноидсинтезирующих дрожжей может быть использовано вторичное сырье (растительные отходы различных производств) [3–6, 31]. Так, например, исследования показали, что при культивировании каротин синтезирующих дрожжей *Rhodotorula gracilis* хорошими источниками сырья явились экстракты виноградных, томатных и яблочных выжимок. Эти растительные экстракты богаты как сахарами, так и витаминами PP и E. На всех исследуемых источниках сырья, дрожжи активно росли с увеличением уровня накопления биомассы на 45–104 %, при этом продукция каротиноидов увеличилась на 24–55 %. Это свидетельствует о том, что данные растительные экстракты могут служить дополнительными компонентами питательных сред для культивирования красных дрожжей и повышения биосинтеза каротиноидов [35] (табл. 2).

Таблица 2. Использование различных агропромышленных отходов в качестве сырья для приготовления питательных сред для повышения биосинтеза каротиноидов*
 Table 2. The use of various agricultural wastes as raw materials for the preparation of culture media to enhance the biosynthesis of carotenoids*

Сырье	Штамм дрожжей	Количество каротиноидов
Экстракт виноградных выжимок	<i>Rhodotorula gracilis</i>	~685 µg/g сухого вещества
Экстракт томатных выжимок	<i>Rhodotorula gracilis</i>	624 µg/g сухого вещества
Экстракт яблочных выжимок	<i>Rhodotorula gracilis</i>	~550 µg/g сухого вещества
Кислотный гидролизат клубней топинамбура	<i>Rhodotorula rubra</i>	545 µg/l
Свекловичная меласса	<i>Rhodotorula rubra</i>	507 µg/l
Кукурузный сироп	<i>Rhodotorula glutinis</i> var. <i>glutinis</i>	367 µg/g
Пивное сусло	<i>Rhodotorula glutinis</i>	~151 µg/g сухого вещества

* Таблица составлена на основании данных литературы [3, 6, 35, 40].

Также в качестве субстратов для приготовления ростовых сред для культивирования дрожжей могут быть использованы экстракт торфа, гидролизат торфа, сок сахарного тростника [3, 7], патока сахарного тростника и сахарной свеклы [5–8, 38], кукурузный гидролизат, молочная сыворотка [3, 7], виноградное сусло [8, 38], отходы переработки сои, картофельная мезга [5, 6, 38], сырная сыворотка [8], пивное сусло [3] и др.

Так, сотрудниками лаборатории «Коллекции микроорганизмов» изучена продукция каротиноидов 22 культурами дрожжей рода *Rhodotorula* при культивировании на пивном сусле. Выявлено, что два штамма дрожжей *Rhodotorula glutinis* БИМ Y-158 и *Rhodotorula glutinis* БИМ Y-253 обладали повышенной продукцией каротиноидов (более 80 мкг/г). При этом максимальная продукция пигментов зарегистрирована при культивировании в пивном сусле в течение 4 сут штамма дрожжей *Rhodotorula glutinis* БИМ Y-253 и составляла ~151 мкг/г. На рис. 2 представлены колонии штаммов дрожжей *Rhodotorula glutinis* БИМ Y-158 и *Rhodotorula glutinis* БИМ Y-253, культивируемых в течение 7 сут. В процессе культивирования наблюдается увеличение интенсивности окраски колоний (от белой до ярко-оранжевой), что свидетельствует об интенсификации продукции каротиноидов штаммами дрожжей в динамике развития популяций.

2. *Источники азота.* При изучении влияния источников азота на продукцию каротиноидов и биомассы дрожжей рода *Rhodotorula* получены противоречивые результаты [10, 30, 48]. Например, добавление в ростовую среду в качестве источников азота хлорида аммония или нитрата аммония с добавлением глутаминовой кислоты при культивировании одних штаммов дрожжей рода *Rhodotorula* приводит к увеличению как продукции каротиноидов, так и биомассы дрожжей, а при культивировании других штаммов, наоборот, к негативному воздействию данных соединений [10]. Литературные данные свидетельствуют, что оптимальным источником азота для культивирования дрожжей являлся нитрат натрия. Нитрат аммония при добавлении в среду культивирования не обладает выраженным стимулирующим эффектом на продукцию каротиноидов у дрожжей [11]. Также установлено, что хорошими источниками азота могут выступать: сульфат аммония [13, 40], нитрат калия [13, 48], дрожжевой экстракт [13, 30, 48], гидролизат казеиновой кислоты [11, 40], аминокислоты, такие как аланин [37], треонин [10, 37], лизин, глицин, тирозин, серин [13] и т.д. Поскольку по литературным данным нет однозначного ответа на вопрос о возможности стимуляции продукции каротиноидов и биомассы у дрожжей посредством добавления в культуральную среду дополнительных источников азота, в ходе исследований целесообразно разработать алгоритм поиска оптимальных источников азота, основанный на экспериментальном подборе.

3. *Соотношение углерода и азота (C/N) в ростовой среде.* При анализе литературных данных выявлена следующая закономерность: чем выше соотношение C/N в ростовой среде при культивировании дрожжей, тем выше продукция каротиноидов. Для разных видов дрожжей оптимальное соотношение C/N может отличаться. Исследования показали, что при соотношении C/N, равном 10:1, у дрожжей вида *Rhodotorula gracilis* наблюдался максимальный синтез каротиноидов [34]. А, например, при культивировании дрожжей *Rhodotorula sp.* оптимальное соотношение C/N составляло 32:1 и 40:1 [38]. Для вида *Rhodotorula mucilaginosa* оптимальное соотношение углерода и азота равно 5:1 [51], а при культивировании дрожжей вида *Xanthophyllomyces dendrorhous* оптимальное соотношение C/N составило 2:1 [30].

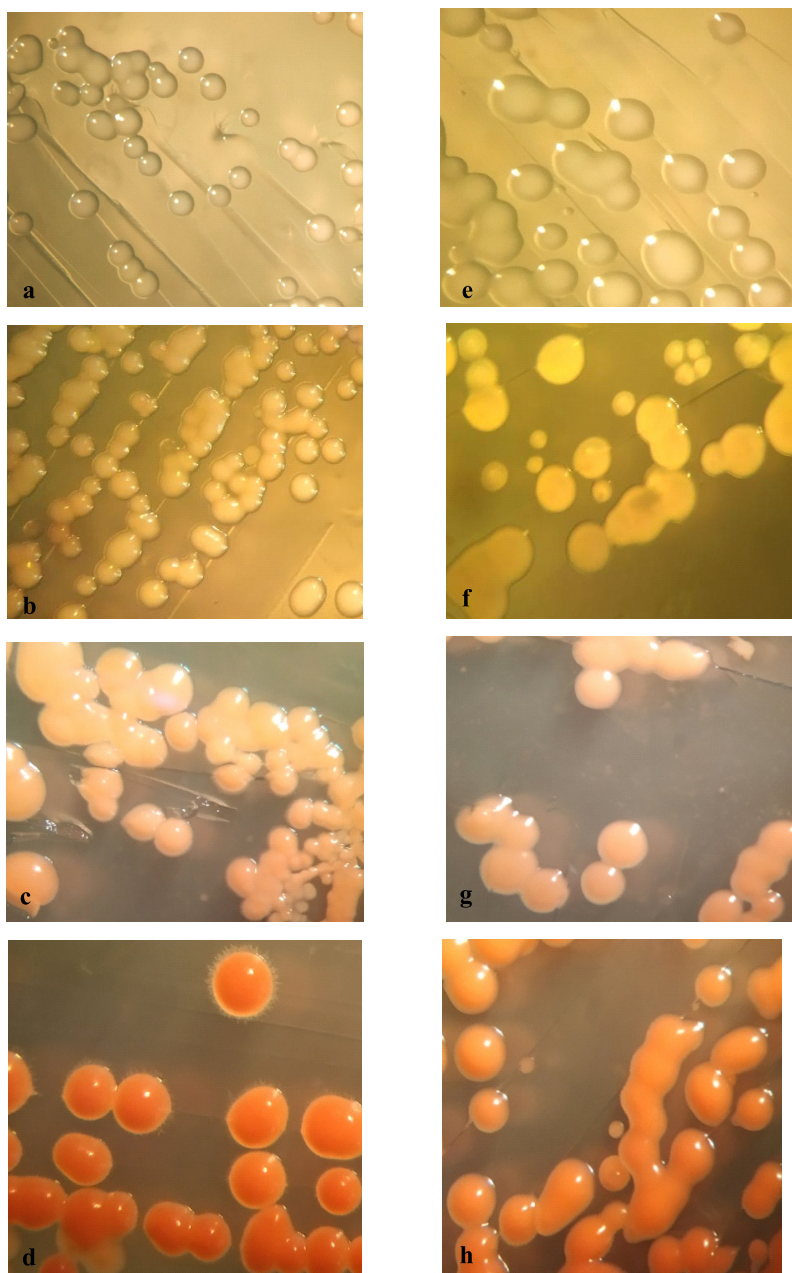


Рис. 2. Изменение интенсивности окраски колоний дрожжей: а — *R. glutinis* БИМ Y-158 на вторые сутки культивирования, б — *R. glutinis* БИМ Y-158 на третьи сутки культивирования, в — *R. glutinis* БИМ Y-158 на четвертые сутки культивирования, д — *R. glutinis* БИМ Y-158 на седьмые сутки культивирования, е — *R. glutinis* БИМ Y-253 на вторые сутки культивирования, ф — *R. glutinis* БИМ Y-253 на третьи сутки культивирования, г — *R. glutinis* БИМ Y-253 на четвертые сутки культивирования, h — *R. glutinis* БИМ Y-253 на седьмые сутки культивирования

Fig. 2. Change in the color intensity of yeast colonies: а — *R. glutinis* BIM Y-158 on the second day of cultivation, б — *R. glutinis* BIM Y-158 on the third day of cultivation, в — *R. glutinis* BIM Y-158 on the fourth day of cultivation, д — *R. glutinis* BIM Y-158 on the seventh day of cultivation, е — *R. glutinis* BIM Y-253 on the second day of cultivation, ф — *R. glutinis* BIM Y-253 on the third day of cultivation, г — *R. glutinis* BIM Y-253 on the fourth day of cultivation, h — *R. glutinis* BIM Y-253 on the seventh day of cultivation

4. Свет. Для микробиологического синтеза каротиноидов освещение является еще одним важным фактором. Известно, что сильное воздействие света на дрожжевые клетки является неблагоприятным фактором для их жизнедеятельности. Но, поскольку каротиноиды обладают антиоксидантными свойствами, они оказывают фотозащитное действие на клетки. Именно по этой причине стимуляция каротиногенеза освещением является одним из возможных путей управления

биосинтеза пигментов [7]. Исследования О.П. Червяковой показали, что свет влияет как на количественный, так и на качественный состав каротиноидов. Продуцентом пигментов выступали дрожжи *Rhodotorula rubra*. Преобладающим каротиноидом этих дрожжей является торулародин, также они синтезируют β , γ -каротин, торулен, фитоен, нейроспорин. В данной работе в качестве источника света использовали светодиодные лампы синего (470 нм), зеленого (525 нм), желтого (595 нм) и белого холодного цветов. В результате обнаружено, что общее количество каротиноидов увеличилось при использовании белого холодного, синего и зеленого освещения. Желтое освещение не оказало стимулирующего воздействия на каротиногенез у дрожжей. При этом, качественный состав синтезируемых каротиноидов отличался: синее освещение привело к гиперпродукции торулародина, а зеленое — к гиперпродукции β -каротина. Кроме того, торулен удалось получить только при воздействии зеленого освещения [24].

Из литературных данных известно, что постоянное и периодическое воздействие света на культуру дрожжей *Xanthophyllomyces dendrorhous* оказывало большое влияние на продукцию сильнейшего из антиоксидантов каротиноида астаксантина [29, 30]. Выявлено, что постоянное освещение (7000 лк) оказывало угнетающее действие на каротиногенез, а периодическое, наоборот, увеличивало продукцию астаксантина при тех же параметрах освещенности. Это позволяет при промышленном синтезе снизить энергозатраты примерно в 35 раз, сохранив при этом высокий выход продукции антиоксиданта [29]. В литературе приводятся и противоположные данные. Так, более низкие параметры освещенности (600 лк) стимулировали продукцию каротиноидов дрожжей *Xanthophyllomyces dendrorhous* в условиях постоянного воздействия света на 80 % больше, чем при периодическом освещении. Кроме того, показано, что в условиях отсутствия воздействия света при культивировании дрожжей, синтез каротиноидов значительно ниже, по сравнению с режимом постоянного или периодического освещения [32].

5. *Температура*. Синтез каротиноидов у дрожжей и выход биомассы также зависят от температуры. Показано, что температурный режим регулирует концентрацию ферментов, участвующих в каротиногенезе и, как следствие, влияет на продукцию пигментов у дрожжей. Оптимальная температура, при которой наблюдается максимальная продукция пигмента, в большинстве случаев составляет $\sim 30^\circ\text{C}$. При исследовании влияния температуры на продукцию каротиноидов и выход биомассы дрожжей у *Rhodotorula mucilaginosa* было установлено, что повышение температуры культивирования с 10°C до 30°C привело к резкому возрастанию обоих параметров [28]. Отмечено, что для максимального синтеза каротиноидов при культивировании дрожжей *Rhodotorula rubra* оптимальной является температура $28\text{--}30^\circ\text{C}$ [37], для дрожжей *Rhodotorula glutinis* — $29\text{--}32^\circ\text{C}$ [3, 7, 11]. Также показано, что температура влияет на качественный состав каротиноидов. Культивирование дрожжей *Rhodotorula glutinis* при более низких температурах ($20\text{--}25^\circ\text{C}$) повышало продукцию β -каротина, а при более высоких температурных режимах ($30\text{--}32^\circ\text{C}$) — торулародина и торулена [39, 40].

6. *pH*. Значение pH оказывает влияние как на продукцию каротиноидов, так и на биомассу дрожжей. Причем дрожжи лучше растут при более кислом pH среды культивирования (в большинстве случаев оптимум pH равен 5). Из литературных данных известно, что максимальная продукция каротиноидов и биомассы у дрожжей *Rhodotorula mucilaginosa* достигалась при значении pH 5, а более высокие значения pH среды приводили к резкому снижению как концентрации пигментов, так и уровня накопления биомассы дрожжей [28]. Для синтеза всего спектра каротиноидов дрожжей *Rhodotorula rubra* оптимальное значение pH также составляло ~ 5 . Однако при культивировании этих дрожжей в питательной среде при pH $\sim 6\text{--}7$ доля пигмента торулародина достигала более 90 % от общей массы каротиноидов [37]. Для *Rhodotorula graminis* оптимальное значение pH среды для синтеза β -каротина составляло 5,5 [48]. Для каротиноидсинтезирующих дрожжей *Xanthophyllomyces dendrorhous* выявлено, что максимальный рост дрожжей наблюдался при pH равном 5,8, а максимальный синтез пигментов — при pH 5,0 [4].

7. *Аэрация*. Процесс синтеза каротиноидов у дрожжей происходит в присутствии кислорода (каротиногенез — аэробный процесс), а скорость воздушного потока влияет на утилизацию субстрата дрожжевыми клетками и, соответственно, на скорость накопления биомассы и синтез каротиноидов [7, 9]. Показано, что режим аэрации оказывает влияние на количественный и качественный состав синтезируемых пигментов, а эффект аэрации носит индивидуальный характер и зависит от видовой принадлежности дрожжей. Так, П. Даволи с соавторами показали, что при культивировании *Rhodotorula glutinis* в условиях повышенной аэрации количество каротиноидов значительно увеличилось, при этом соотношение пигментов не изменилось (торулин > β -каротин > γ -каротин > торулародин). Культивирование *Sporobolomyces roseus* при тех же условиях, привело к большему синтезу β -каротина, чем торулена и торулародина [27]. В исследованиях Е.Д. Симова производилось совместное культивирование дрожжей *Rhodotorula rubra* и бактерий *Lactobacillus casei*. Культивирование осуществлялось в лактозной среде, в которой данные дрожжи не способны к росту. Поэтому

при совместном культивировании дрожжей и бактерий, последние расщепляли лактозу до источников углерода (глюкоза, галактоза), которые легко усваиваются дрожжами, в результате чего дрожжи были способны к росту и синтезу каротиноидов. Установлено, что совместное культивирование культур дрожжей и лактобактерий в условиях интенсивной аэрации привело к гиперпродукции β-каротина, в сравнении с другими пигментами. Выявлено также, что чем выше скорость воздушно-го потока, тем больше регистрируется доля β-каротина в общей массе каротиноидов, при этом конечный выход каротиноидов значительно снижается [9].

8. Ионы и соли металлов. Для дрожжей *Rhodotorula glutinis* показано стимулирующее действие на синтез каротиноидов ионов и солей металлов: бария, железа, магния, кальция, цинка, кобальта [7, 40, 48], а для *Rhodotorula graminis* выявлено, что действие ионов металлов Al^{3+} и Zn^{2+} привело к увеличению продукции β- и γ-каротина. Напротив, ионы металлов Mn^{2+} и Zn^{2+} оказывали ингибирующее влияние на синтез каротиноидов торулена и торулародина. Ионы и соли металлов в процессе каротиногенеза активируют специфические ферменты, участвующие в биосинтезе пигментов, что объясняет сложные эффекты воздействия этих факторов на продукцию каротиноидов [7].

9. Химические агенты. Химические факторы вызывают окислительный стресс, что сопровождается повышенным синтезом каротиноидов в дрожжевой клетке. При этом каротиноиды выполняют роль антиоксидантов и защищают клетку дрожжей от разрушающего воздействия химических агентов. На основе литературных данных установлено, что добавление в питательную среду оптимальной концентрации этанола (10 г/л) или уксусной кислоты (5 г/л) при культивировании дрожжей *Xanthophyllomyces dendrorhous* привело к увеличению продукции каротиноида астаксантина, а также биомассы дрожжей [30]. Другим агентом выступала перекись водорода, которая в оптимальной концентрации (4–6 г/л) вызывала гиперпродукцию каротиноидов у дрожжей рода *Rhodotorula* [5, 24]. Кроме того, к агентам, вызывающим окислительный стресс и сверхсинтез пигментов, относится хлорид натрия. При культивировании дрожжей вида *Rhodotorula glutinis* добавление 3 % NaCl в питательную среду (в данном исследовании использовалась сырная сыворотка) приводило к повышенной продукции каротиноидов, а при культивировании *Rhodotorula mucilagenosa* стимулирующий эффект оказывало добавление 6 % NaCl в ростовую среду [8].

Модификации культур дрожжей для получения штаммов с повышенным уровнем продукции каротиноидов. Перспективным направлением в создании штаммов дрожжей с повышенным синтезом каротиноидов является использование культур, которые изначально не были способны к синтезу пигментов. По литературным данным, для этих целей используют дрожжи видов *Saccharomyces cerevisiae* и *Candida utilis*. Эти дрожжи находят широкое применение в пищевой промышленности и, по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), являются безопасными организмами (уровень биобезопасности BSL 1-2). Проведена успешная модификация дрожжей путем введения каротогенных генов из *Erwinia uredovora*, *Agrobacterium aurantiacum* или *Xanthophyllomyces dendrorhous*. В результате получены новые штаммы дрожжей, способные к синтезу β-каротина, ликопина или астаксантина. Также был получен рекомбинантный штамм-продуцент β-каротина и ликопина *Pichia pastoris*. Кроме дрожжей, сконструированы бактерии *Escherichia coli*, способные к синтезу каротиноидов [7].

Распространенным приемом получения новых линий дрожжей с гиперпродукцией пигментов является использование УФ-излучения. Из данных литературных источников известно, что обработка культуры дрожжей *Rhodotorula glutinis* УФ-излучением с длиной волны 250–280 нм привело к получению варианта, способного продуцировать в 120 раз больше β-каротина в сравнении с исходным штаммом. При этом β-каротин составлял 82 % от общего количества всех продуцируемых культурой каротиноидов, в то время как у исходного штамма дрожжей синтез этого пигмента достигал только 14 % [39].

Еще одним высокоэффективным способом получения штаммов дрожжей-продуцентов каротиноидов является использование химических соединений. Химические вещества могут оказывать влияние на биосинтез пигментов посредством различных механизмов: изменение регуляции экспрессии генов, блокирование основных биохимических путей биосинтеза пигментов или доступности кофакторов и др. При этом может изменяться не только количество продуцируемых каротиноидов, но и их качественный состав.

Наиболее распространенными и широко используемыми для стимуляции биосинтеза каротиноидов химическими веществами являются дифениламин (ДФА) и никотин. Дифениламин ингибирует фитоинсинтазу (КФ 2.5.1.32), в результате чего в клетках происходит накопление фитоена и других насыщенных каротиноидов, а никотин — ликопенциклазу (КФ 5.5.1.19), при этом в клетках преимущественно накапливается ликопин. При использовании данных химических соединений с целью получения продуцирующих каротиноиды штаммов необходимо подобрать оптимальную концентрацию исследуемых веществ, при которой не будет ингибироваться рост дрожжевых культур.

По литературным данным, выявлено влияние ДФА на рост и продукцию каротиноидов у дрожжей видов *Rhodotorula rubra* и *Rhodotorula glutinis* (табл. 3) [52].

Таблица 3. Эффект влияния различных концентраций ДФА на синтез каротиноидов у дрожжей
Table 3. The effect of various concentrations of DPA on the synthesis of carotenoids in yeast

Концентрация ДФА, ммоль/л	Вид дрожжей и наблюдаемый эффект	
	<i>Rhodotorula rubra</i>	<i>Rhodotorula glutinis</i>
5-10	Сверхпродукция фитоена, в 7 раз превышающая контроль. Повышение концентрации ДФА сопровождалось снижением продукции нейроспорина, торулена и торулародина	Сверхпродукция фитоена, в 2 раза превышающая контроль
10	Увеличение содержания β-каротина на 34 % по отношению к общему содержанию каротиноидов; при этом повышение концентрации ДФА сопровождалось снижением продукции нейроспорина, торулена и торулародина	-
>10	Снижение скорости роста культуры	Снижение скорости роста культуры
>15	Синтез каротиноидов наблюдался	Полное прекращение продукции каротиноидов
25	Полное прекращение продукции каротиноидов	-
50	Отсутствие роста культуры	Отсутствие роста культуры

Добавление в ростовую среду никотина при культивировании дрожжей *Rhodotorula rubra* и *Rhodotorula glutinis* в тех же концентрациях, что и ДФА, не оказывало сильного влияния на рост дрожжей. В тоже время, добавление никотина в количестве 20 ммоль/л сопровождалось увеличением продукции ликопина до 77 % от общего содержания каротиноидов у исследованных культур дрожжей [52].

Для дрожжей *Rhodotorula rubra* получены линии клеток с сверхпродукцией каротиноидов путем мутагенеза с использованием N-метил-N-нитро-N-нитрозогванидина. В результате экспериментов получены NTG мутанты с различной окраской колоний: белые, кремовые, ярко-розовые, коричневые, розово-оранжевые, красно-оранжевые и желто-оранжевые. При этом у исходного штамма дрожжей образование такой разнообразной окраски колоний не наблюдалось. Результатом двухэтапного мутагенеза (во время первого этапа мутагенеза наблюдалась нестабильность цвета колоний у полученных мутантов) стал NTG мутантный штамм, который синтезировал более широкий спектр каротиноидов (в 3,4 раза) и в 8,3 раза больше β-каротина из общего пула пигментов, чем исходный штамм дрожжей. Полученный NTG мутант являлся лактозонегативным и синтезировал большее количество каротиноидов на средах, содержащих в качестве источников углерода глюкозу, галактозу и сахарозу. В ходе дальнейших исследований выполнено совместное культивирование NTG мутанта дрожжей *Rhodotorula rubra* и молочнокислых бактерий *Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus* (выделены из закваски йогурта) в лактозном субстрате. Лактобактерии расщепляли лактозу до глюкозы и галактозы, которые легко усваиваются дрожжами. В результате данного эксперимента установлено, что при совместном культивировании мутанта дрожжей *Rhodotorula rubra* и молочнокислых бактерий, выделенных из йогурта, увеличилась как продукция каротиноидов (в 1,9 раз), так и биомасса дрожжей (в 1,2 раза) по сравнению с отдельным культивированием дрожжей в глюкозном субстрате и лактобактерий [31].

Штаммы дрожжей с высоким уровнем продукции каротиноидов. Анализ патентной и научно-технической литературы показал, что лидером по получению патентов на технологии производства каротиноидов с помощью высокопродуктивных штаммов дрожжей является Российская Федерация. Для повышения уровня продукции каротиноидов у производственных штаммов используют различные приемы: выращивание дрожжей в условиях отсутствия света и присутствия синглетного кислорода; воздействие мутагенов и миллиметровых волн низкой интенсивности; ферментация дрожжей в медьсодержащей культуре.

Заключение. Таким образом, красные дрожжи родов *Rhodotorula*, *Xanthophyllomyces*, *Rhodospiridium*, *Cryptococcus*, *Sporobolomyces*, *Sporidiobolus*, *Stigmatomyces* являются перспективными продуцентами природных каротиноидов. Наиболее изученными и применяемыми в биотехнологиях получения каротиноидсодержащих пищевых и кормовых добавок, а также лечебно-профилактических препаратов являются дрожжи рода *Rhodotorula* и *Xanthophyllomyces*. В настоящее время повышение синтеза таких каротиноидов как β-каротин, торулен, торулародин и астаксантин у штаммов дрожжей-продуцентов имеет большое значение для различных областей промышленности. Поэтому усовершенствование

изученных культур с использованием современной методологии селекции и генной инженерии, а также разработка новых методов получения штаммов дрожжей-гиперпродуцентов каротиноидов является важной научно-производственной задачей для Республики Беларусь.

Список использованных источников

1. Дрожжи в современной биотехнологии / Т.Е. Банницына [и др.] // Вестник МАХ. — 2016. — № 1 — С. 24–29.
2. Ефименко, Д.Ю. Направленный синтез каротиноидов у дрожжей *Rhodorsidium diobovatum* / Д.Ю. Ефименко. — Студенческая наука XXI века. — 2013. — С. 1–3.
3. Biosynthetic production of carotenoids using yeast strains of genus *Rhodotorula* on the cheap beer wort substrate / N.V. Besarab [et al.] // Journal of microbiology, biotechnology and food sciences. — 2018. — № 7(4) — P. 383–386.
4. Cardoso, L.A. de C. Microbial production of carotenoids — A review / L.A. de C. Cardoso, K.Y.F. Kanno, S.G. Karp. — African journal of biotechnology. — 2017. — Vol. 16(4) — P. 139–146.
5. Червякова, О.П. Получение микробной биомассы, обогащенной каротиноидами / О.П. Червякова. — Успехи в химии и химической технологии. — 2010. — Т. 15, № 11(116) — С. 51–53.
6. Получение биомассы каротинсинтезирующих дрожжей рода *Rhodotorula* при культивировании на сельскохозяйственных отходах / О.П. Червякова [и др.] // Бултеровские сообщения. — 2017. — Т. 50, № 5. — С. 95–98.
7. Biotechnological production of carotenoids by yeast: an overview / L.C. Mata-Gomez [et al.] // Microbial cell factories. — 2014. — P. 1–11.
8. Optimization of carotenoids production by yeast strains of *Rhodotorula* using salted cheese whey / H.M. Kanzy [et al.] // International journal of current microbiology and applied sciences. — 2015. — Vol. 4, № 1 — P. 456–469.
9. Simova, E.D. Effect of aeration on the production of carotenoid pigments by *Rhodotorula rubra-Lactobacillus casei* Subsp. *casei* co-cultures in whey ultrafiltrate / E.D. Simova, G.I. Frengova, D.M. Beshkova. — Bulgarian academy of sciences. — 2003. — P. 225–229.
10. Voaides, C. The effect of nitrogen source on carotenoids production by *Rhodotorula sp.* / C. Voaides, R. Dima. — Romanian biotechnological letters. — 2012. — Vol. 17, № 5 — P. 7570–7576.
11. Influence of growth factors on carotenoid pigmentation of *Rhodotorula glutinis* DFR-PDY from natural source / B.V. Latha [et al.] // Indian journal of biotechnology. — 2005. — Vol. 4 — P. 353–357.
12. Buzzini, P. Batch and fed-batch carotenoid production by *Rhodotorula glutinis-Debaryomyces castellii* co-cultures in corn syrup / P. Buzzini. — Journal of applied microbiology. — 2001. — № 90 — P.843–847.
13. Ferrao, M. Studies on effect of media components on growth and β -carotene production by *Rhodotorula graminis* RC04 / M. Ferrao, S. Garg. — Journal of cell and tissue research. — 2011. — Vol. 11(1) — P. 2551–2556.
14. Скрипнюк, А.А. Современные методы получения β -галактозидаз / А.А. Скрипнюк, С.А. Рябцева. — Технические науки «Наука. Инновации. Технологии». — 2014. — № 3 — С. 197–204.
15. Саубенова, М.Г. Производство биоэтанола как альтернативного источника энергии / М.Г. Саубенова, Т.В. Кузнецова. — Приволжский научный вестник. — 2015. — № 7(47) — С. 23–26.
16. Внеклеточные полисахариды дрожжей *Cryptococcus albidus* (SAITO) SKINNER / О.Г. Мамеева [и др.] // Мікробіологія і біотехнологія. — 2008. — № 1 — С. 29–35.
17. Сапунова, Л.И. Внеклеточные полисахариды дрожжевого гриба *Cryptococcus flavescens* — продуцента β -галактозидазы / Л.И. Сапунова, А.А. Костеневич. — Успехи медицинской микологии. — 2014. — Т. 12 — С. 264–266.
18. BitisAgro — Кормовые добавки — адсорбенты микотоксинов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://bitis.by/katalog-produktsii/kormovye-dobavki/adsorbenty-mikotoksinov/adsorbent-mikotoksinov-mikrobond>. — Дата доступа: 2013.
19. Alltech mycotoxin management — Микосорб А+ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.knownmycotoxins.com/ru/node/851>. — Дата доступа: 2016.
20. Полисахариды микроорганизмов в практике [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://mikrobiki.ru/mikrobiologiya/mikrobiologiya/polisaharidy-mikroorganizmov-v-praktike.html>. — Дата доступа: 2015.
21. Зимозан — инструкция по применению, состав, показания, аналоги [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.medmoon.ru/medicina/zimozan_instrukcija_po_primeneniju_pokazaniya.html. — Дата доступа: 2007.
22. Влияние добавок на основе кормовых дрожжей на некоторые биохимические показатели крови у лактирующих коров / Ю.А. Воеводина [и др.] // Молочнохозяйственный вестник. — 2018. — № 1(29) — С. 25–35.

23. Чачина, С.Б. Деструкция углеводов нефти с использованием микробиологических препаратов «Байкал-ЭМ», «Тамир», «Восток» / С.Б. Чачина, С.В. Болтунова, Н.В. Черкашина. — Омский научный вестник. — 2015. — № 1(138) — С. 221–225.
24. Червякова, О.П. Исследование каротиногенеза дрожжами *Rhodotorula rubra* / О.П. Червякова, С.С. Караулова. — Успехи в химии и химической технологии. — 2009. — Т. 13, № 10(103) — С. 117–120.
25. Чернов, И.Ю. Дрожжи в природе / И.Ю. Чернов. — Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2013. — 336 с.
26. Дараселия, Г.Я. Влияние витаминов на рост и каротиногенез *Rhodococcus sp.* / Г.Я. Дараселия. — Естественные науки. — 2004. — № 4 — С. 54–56.
27. Даволи, П. Каротиноиды и жирные кислоты в красных дрожжах *Sporobolomyces roseus* и *Rhodotorula glutinis* / П. Даволи, В.А. Мирау, Р.В.С. Вебер. — Прикладная биохимия и микробиология. — 2004. — Т. 40, № 4 — С. 460–465.
28. Naghavi, F.S. Effect of temperature, pH and salinity on carotenoid production in *Rhodotorula mucilaginosa* / F.S. Naghavi, P. Hanachi, A. Saboora. — Research in biotechnology. — 2014. — № 5(4) — P. 1–4.
29. Культивирование дрожжей *Phaffia rhodozyma* при постоянном и периодическом освещении / З.В. Захаров [и др.] // Известия МГТУ «МАМИ». — 2012. — Т. 4, № 2(14) — С. 86–89.
30. High-level production of astaxanthin by fed-batch culture of mutana strain *Phaffia rhodozyma* AJ-6-1 / Su-Jin Kim [et al.] // J. Microbiol. Biotechnol. — 2003. — № 13(2) — P. 175–181.
31. Frengova, G.I. Improvement of carotenoid-synthesizing yeast *Rhodotorula rubra* by chemical mutagenesis / G.I. Frengova, E.D. Simova, D.M. Beshkova. — Bulgarian academy of sciences. — 2004 — P. 99–103.
32. Stachowiak, B. Effect of light on carotenoid yield in fed cultures of *Phaffia rhodozyma* CBS 5625 / B. Stachowiak, Z. Czarnecki. — Polish journal of food and nutrition sciences. — 2007. — Vol. 57, № 3(A) — P. 129–131.
33. Maldonade, I.R. Selection and characterization of carotenoid-producing yeasts from Campinas region, Brazil / I.R. Maldonade, A.R.P. Scamparini, D.B. Rodriguez-Amaya. — Brazilian journal of microbiology. — 2007. — № 38 — P. 65–70.
34. Somashekar, D. Inverse relationship between carotenoid and lipid formation in *Rhodotorula fragilis* according to the C/N ratio of the growth medium / D. Somashekar, R. Joseph. — Word journal of microbiology & biotechnology. — 2000. — № 16 — P. 491–493.
35. Кирица, Е. Влияние растительных экстрактов на процесс биосинтеза каротиноидов дрожжами / Е. Кирица. — Вестник АПК Верхневолжья. — 2017. — № 3(39) — С. 54–58.
36. Каротиноиды: строение, биологические функции и перспективы применения / В.И. Дейнека [и др.] // Научные ведомости. — 2008. — № 6(46). — С. 19–25.
37. The influence of operating conditions on the growth of the yeast *Rhodotorula rubra* ICCF 209 and on torularhodin formation / A. Mihalcea [et al.] // Rev. Chim. (Bucharest). — 2011. — № 6 — P. 659–665.
38. Hien, Ly T.M. Effects of nutritional and environmental conditions on carotenoid biosynthesis by *Rhodotorula sp.* / Ly T.M. Hien, Dong T.A. Dao. — Journal of science Ho Chi Minh city open university. — 2018. — № 8(2) — P. 18–23.
39. *Rhodotorula glutinis* — potential source of lipids, carotenoids, and enzymes for use in industries / A.M. Kot [et al.] // Appl. Microbiol. Biotechnol. — 2016. — Vol. 100 — P. 6103–6117.
40. El-Banna, Amr A. Some factors affecting the production of carotenoids by *Rhodotorula glutinis* var. *Glutinis* / Amr A. El-Banna, Amal M. Abd El-Razek, A.R. El-Mahdy. — Food and nutrition sciences. — 2012. — № 3 — P. 64–71.
41. Завьялова, А.Н. Физиологическая роль природных каротиноидов / А.Н. Завьялова, А.В. Суржик. — Вопросы современной педиатрии. — 2008. — Т. 7, № 6 — С. 145–149.
42. Global Carotenoids Market To Reach \$1.4 Billion In 2018 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://www.bccresearch.com/pressroom/fod/global-carotenoids-market-reach-\\$1.4-billion-2018](https://www.bccresearch.com/pressroom/fod/global-carotenoids-market-reach-$1.4-billion-2018). — Дата доступа: 23.09.2018.
43. Carotenoids Market by Product (Astaxanthin, Capsanthin, Lutein, Beta-carotene, Lycopene, and Others), Source (Natural and Synthetic), and Application (Animal Feed, Human Food, Dietary Supplement, and Others) - Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2018-2025 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.alliedmarketresearch.com/carotenoids-market>. — Дата доступа: 22.08.2018.
44. Global Carotenoid Market - Growth, Trends, and Forecast (2019 - 2024) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/carotenoids-market-industry>. — Дата доступа: 29.03.2018.
45. Похилько, С.Ю. Каротиноиды в биотехнологии / С.Ю. Похилько [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.sworld.com.ua/index.php/ru/biology-411/ecology-and-biotechnology-411/11499-411-0075>. — Дата доступа: 13.12.2011.

46. Егоров, Н.С. Промышленная микробиология / Н.С. Егоров. — Москва: «Высшая школа», 1989. — 687 с.
47. Дараселия, Г.Я. Стимуляция роста и картиногенеза *Rhodococcus specium* штамм 44 / Г.Я. Дараселия, М.И. Фомина. — Вестник АГТУ. — 2008. — № 3(44) — С. 173–177.
48. Ferrao, M. Shake flask optimization of β -carotene production in *Rhodotorila graminis* RC04 / M. Ferrao, S. Garg. — African journal of biotechnology. — 2012. — Vol. 11(52) — P. 11431–11437.
49. Fruit and vegetable intakes, dietary antioxidant nutrients, and total mortality in Spain adults: findings from the Spanish cohort of the European prospective investigation into cancer and nutrition (EPIC-Spain)¹⁻³ / A. Agudo [et al.] // The American journal of clinical nutrition. — 2007. — Vol. 85 — P. 1634–1642.
50. Шпичка, А.И. Современное состояние и перспективы биотехнологий на основе эрмотетция — продуцента рибофлавина и эфирного масла / А.И. Шпичка, Е.Ф. Семенова. — Пензенский журнал: Успехи современного естествознания. — 2013. — № 11 — С. 87–97.
51. Libkind, D. *Rhodotorula mucilaginosa*, a carotenoid producing yeast strain from a Patagonian high-altitude lake / D. Libkind, S. Brizzio, M.V. Broock. — Folia microbial. — 2004. — № 49(1) — P. 19–25.
52. Squina, F.M. Influence of nicotine and diphenylamine on the carotenoid composition of *Rhodotorula* strains / F.M. Squina, A.Z. Mercadante. — Journal of food biochemistry. — 2005. — № 29 — P. 638–652.
53. Поиск патентной информации [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ru.espacenet.com>.

Информация об авторах

Савчик Анастасия Вячеславовна — младший научный сотрудник лаборатории «Коллекция микроорганизмов», Институт микробиологии НАН Беларуси (ул. им. академика В.Ф. Купревича, 2, 220141, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: nastya.savchik@mail.ru

Новик Галина Ивановна — кандидат биологических наук, заведующий лабораторией «Коллекция микроорганизмов», Институт микробиологии НАН Беларуси (ул. им. академика В.Ф. Купревича, 2, 220141, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: galina_novik@mbio.bas-net.by

Information about authors

Savchik Anastasia V. — The Institute of Microbiology of National Academy of Sciences of Belarus (2, Kuprevich str., 220141, Minsk, Belarus). E-mail: nastya.savchik@mail.ru

Novik Galina I. — Ph.D. (Biological). The Institute of Microbiology of National Academy of Sciences of Belarus (2, Kuprevich str., 220141, Minsk, Belarus). E-mail: galina_novik@mbio.bas-net.by

УДК 639.3.043

Поступила в редакцию 29.07.2020
Received 29.07.2020**А. В. Куликов¹, А. А. Литвинчук¹, А. С. Данилюк¹, Г. А. Купин², А. В. Свердличенко²**¹*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь*²*«Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», г. Краснодар, Российская Федерация*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОЗОНО-ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ НА СОХРАННОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧНЫХ СОРТОВ КЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА

Аннотация. В статье дана характеристика топинамбура как важной культуры многоцелевого назначения. Описаны основные проблемы при хранении клубней топинамбура. Приведены результаты исследований, позволяющие судить о положительном влиянии обработки клубней топинамбура озono-воздушной смесью в процессе хранения на их качественные показатели, что является предпосылкой для разработки технологии хранения клубней топинамбура с использованием озона.

Ключевые слова: топинамбур, клубни, озон, хранение, продукт, обработка, технологические параметры

A. V. Kulikou¹, A. A. Litvinchuk¹, A. S. Danilyuk¹, G. A. Kupin², A. V. Sverdlichenko²¹*RUE “Scientific-Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, Minsk, Republic of Belarus*²*Krasnodar Research Institute for Storage and Processing of Agricultural Products» — a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking», Krasnodar, Russian Federation*

RESEARCH OF THE IMPACT OF THE OZONE-AIR MIXTURE ON THE PRESERVATION OF TECHNOLOGICAL VARIETIES OF TUBER TOPINAMBUR

Abstract. The article describes Jerusalem artichoke as an important multi-purpose culture. Significant disadvantages of Jerusalem artichoke tubers during storage are described. The results of studies are described that make it possible to judge the positive effect of the processing of Jerusalem artichoke tubers with an ozone-air mixture during storage on their quality indicators.

Keywords: Jerusalem artichoke, tubers, ozone, storage, product, processing, technological parameters

Введение. Одним из ключевых факторов в достижении продовольственной безопасности Беларуси — страны, ведущей своё сельское хозяйство в зоне рискованного земледелия, является внедрение в сельскохозяйственное производство новых перспективных культур, обладающих высокой продуктивностью, повышенным содержанием биологически активных веществ, пригодных для выработки высококачественной продукции и, в тоже время, отличающихся неприхотливостью к условиям выращивания.

К таким перспективным культурам многоцелевого назначения относится и топинамбур (земляная груша, Jerusalem artichokes, Sunchokes). Эта уникальная культура известна человеку более 4 тыс. лет, не раз спасала народы многих стран в тяжёлые голодные годы. Сегодня, когда динамично развивается рынок биологической продукции, вспоминают о клубнях топинамбура, огромные потенциальные возможности которых остаются не востребованными.

Клубни топинамбура и продукты его переработки могут найти применение в решении задач, связанных с глобальными проблемами современности: питание, биоэнергетика (биологически возобновляемый ресурс), оздоровление человека, экология, кормопроизводство и т.д.

Уникальность клубней топинамбура как сельскохозяйственной и продовольственной культуры состоит в исключительно высокой холодо- и морозоустойчивости, формировании поистине рекордных урожаев, возможностях многоцелевого использования в народном хозяйстве [1].

Среди главных направлений переработки клубней топинамбура — получение инулина, фруктозно-глюкозных сиропов, новых сахаристых веществ, подсластителей, спирта (этанол), кормовых дрожжей, а также продукции высокой физиологической ценности с целью использования её в пищевой промышленности, медицине, сельском хозяйстве. Клубни топинамбура также могут быть с успехом использованы в консервной отрасли пищевой промышленности.

Топинамбур отличается высокой урожайностью: 35,0–50,0 т/га зеленой массы и 20,0–60,0 т/га клубней. На одном растении образуется до 40 клубней различной величины общей массой до 4 кг.

В настоящее время топинамбур широко используется в ряде развитых стран Европы и Америки для выработки лекарств, продуктов питания и спирта. Во Франции посадками земляной груши занято 250 тыс. га. Сбор урожая 7,5 млн. тонн. Также топинамбур выращивают на площади 660 тыс. га в США и Канаде [1, 2].

Целью представленных исследований — экспериментальное изучение влияния озono-воздушной смеси на сохранность технологичных сортов клубней топинамбура.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили на базе фермерского хозяйства «Бортники-агро» (д. Дуброво, Молодечненский р-н), специализирующегося на производстве и реализации топинамбура.

При проведении исследований использовалась система озонирования MOG-06G, предоставленная компанией ООО «АирАльянс», а также образцы клубней технологичных сортов топинамбура.

Результаты и их обсуждение. Несмотря на свой уникальный состав и продовольственную ценность, клубни топинамбура имеют низкую лежкоспособность при хранении и высокую повреждаемость за счёт отсутствия пробкового слоя (у некоторых сортов) и высокого содержания сахаров.

На поверхности клубнеплодов топинамбура, закладываемых на хранение, содержится большое количество микроорганизмов, которые попадают на поверхность клубнеплодов при соприкосновении их с землей, с загрязненной тарой, из воздуха и т.д. Виды микроорганизмов, способные на поверхности клубнеплодов существовать, развиваться или сохраняться в виде спор, составляют эпифитную или поверхностную микрофлору. Естественные эпифиты представлены бактериями, дрожжами и плесневыми грибами. Численность эпифитов и их специфичность обусловлены химическим составом, количеством и степенью доступности экссудатов, выделяемых клубнеплодами.

Большинство заболеваний клубнеплодов топинамбура вызывают специфические фитопатогенные микроорганизмы [3].

Развитие патогенной микрофлоры на клубнеплодах топинамбура при их хранении обусловлено действием комплекса ферментов, секретируемых фитопатогенными микроорганизмами на разрушение межклеточного материала растительной ткани клубнеплодов (рис. 1).

Инактивация данных комплексов ферментов, а также нарушение их синтеза и секреции сможет препятствовать повреждению тканей, развитию колоний микроорганизмов и, как следствие, способствовать увеличению сроков хранения клубнеплодов топинамбура [4].



Рис. 1. Поражение клубней топинамбура белой гнилью (возбудитель — сумчатый гриб *Whetzelinia sclerotiorum*) в процессе хранения
Fig. 1. Damage to Jerusalem artichoke tubers with white rot (pathogen - marsupial mushroom *Whetzelinia sclerotiorum*) during storage

Проведенные ранее исследования показали, что значительное влияние на протекание биохимических процессов и снижение обсеменённости при хранении плодоовощной продукции оказывает обработка озоном, которая имеет следующие достоинства:

- ♦ высокий окислительный потенциал озона (уступает только фтору и нестабильным радикалам);
- ♦ возможность получать озон на месте потребления из кислорода воздуха, в связи с чем не требуется доставки никаких реагентов;
- ♦ простота и доступность получения озона в электрических аппаратах (озонаторах);

- ♦ безотходность производства и использования озона с точки зрения взаимопревращения;
- ♦ экономическая целесообразность применения озона по сравнению с другими известными окислителями (в 2–5 раз ниже стоимости других окислителей);
- ♦ экологическая совместимость озона с окружающей средой [6].

Высокая химическая активность озона обусловлена его окислительными свойствами. В больших концентрациях озон разрушает клеточную стенку бактерий, грибов, структурные единицы вирусов; окисляет высокомолекулярные вещества, биологически не разрушаемые вещества, токсины, ароматические и гидроциклические соединения; устраняет неприятные запахи и снижает концентрацию канцерогенных веществ [6].

Так, в процессе исследований на клубнях картофеля [10] установлено, что в период хранения в клубнях происходят процессы, особым образом действующие на его питательную ценность. Важнейшими из них являются изменения в углеводном составе, содержании витаминов и в процессе дыхания клубней. В озонируемых картофельных клубнях содержание крахмала и витамина С увеличивалось, тогда как содержание сахара уменьшалось. При этом интенсивность дыхания оставалась практически неизменной. При озонировании цвет, вкус и консистенция клубней также оставались неизменными. Отмечено, что озонирование при определённой концентрации задерживало прорастание картофеля и позволяло увеличить срок его хранения, не снижая продовольственных и посевных качеств.

При этом поверхностный слой картофеля не содержал легко-окисляемых веществ, т.к. озон, как известно, обладает сугубо поверхностным действием. Вместе с тем озон уничтожал патогенную поверхностную микрофлору: обсемененность обработанных клубней к концу хранения была значительно ниже по сравнению с контрольными. Озонирование способствовало заживлению ран на клубнях и повышало их сопротивляемость новым инфекциям. Процент загнивающих клубней в озонированных партиях был значительно ниже — в 1,5–3,0 раза [6].

На основании вышеизложенного с целью уничтожения патогенной микрофлоры и улучшения качественных показателей при хранении, снижении потерь при хранении по мнению авторов, может стать обработка клубнеплодов топинамбура озono-воздушной смесью.

В связи с этим проведены исследования влияния параметров обработки озono-воздушной смесью клубней топинамбура на их сохранность и качественные показатели.

На базе фермерского хозяйства «Бортники-агро» (д. Дуброво, Молодечненский р-н), специализирующегося на производстве и реализации топинамбура сотрудниками РУП «НППЦ НАН Беларуси по продовольствию» были отобраны клубни топинамбура технологичных сортов «Десертный» и «Доминика» (как наиболее устойчивых к механическому воздействию и поражению патогенными микроорганизмами) и помещены в четыре ящика по 80 штук в каждом (два ящика каждого сорта для хранения в среде озono-воздушной смеси и два ящика каждого сорта без обработки). Ящики были помещены в камеру, герметично разделенную на две половины. В одной половине были помещены ящики с клубнями топинамбура для хранения без обработки. Во второй половине помимо 2 ящиков с клубнями топинамбура была установлена система озонирования MOG-06G, предоставленная компанией ООО «АирАльянс», технические данные которой предоставлены в табл. 1.

Таблица 1. Технические данные системы озонирования MOG-06G
Table 1. Technical data of the MOG-06G ozonation system

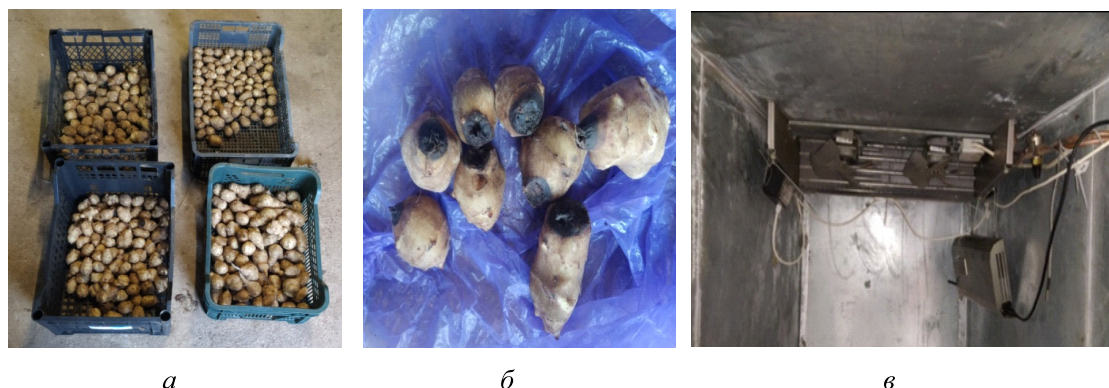
Модель	Система озонирования MOG-06G
Напряжение, В	220/240
Потребляемая мощность генератора озона, Вт	32
Производительность озона, г/ч	До 0,6
Режим работы	Постоянный /автоматический, управляемый датчиком
Габариты генератора озона, см	
Высота	20
Ширина	7
Длина	32
Вес, г	
Генератора озона	2875
Датчика озона	215

Система озонирования включала:

- ♦ генератор озона, который производил озон и передавал данные о состоянии системы озонирования средствами связи GSM;

- ♦ датчик озона, который определял количество озона в помещениях и передавал данные о состоянии системы озонирования и существующей концентрации озона в помещениях;
- ♦ блок управления с выключателем (опция), который питает ток датчик озона, передаёт данные о состоянии системы озонирования, принимает данные о концентрации озона от сенсора и отключает систему озонирования от питания.

На рис. 2 представлены фотографии проведённых экспериментальных исследований.



а

б

в

Рис.2. Фото экспериментальных исследований

а — контейнеры с клубнями топинамбура сортов «Диетический» и «Доминика»;

б — отобранные некондиционные клубни топинамбура сорта «Диетический»;

в — оборудование для озонирования

Fig. 2. Photo of experimental studies

a — containers with Jerusalem artichoke tubers of the varieties “Dietary” and “Dominica”; b — selected substandard tubers of Jerusalem artichoke of the Dietetic variety; c — equipment for ozonation

Функционирование данной системы озонирования было полностью автоматизировано и не требовало вмешательства пользователя, что способствовало безопасному ведению исследований. Для передачи данных использовалось GSM соединение с помощью подключаемых антенн [9]. Клубни топинамбура хранились в среде с озono-воздушной смесью, концентрацией 0,4–0,6 мг/м³. Контроль и управление концентрацией озона осуществлялся дистанционно в онлайн-режиме. В ходе контрольных проверок 10.12.2019 и 31.01.2020 был осуществлен осмотр и взвешивание заложенных на хранение клубней топинамбура. Полученные результаты приведены в табл. 2 и 3.

Таблица 2. Изменение массы клубней топинамбура при хранении

Table 2. Change in mass of Jerusalem artichoke tubers during storage

№ пробы	Дата	Сорт «Десертный» (контроль)	Сорт «Десертный» (озон)	Сорт «Доминика» (контроль)	Сорт «Доминика» (озон)
1	06.11.2019	3455	3468	3325	3320
2	10.12.2019	3420	3450	3280	3503
3	31.01.2020	3378	3438	3227	3494

Таблица 3. Результаты исследований

Table 3. Research results

Показатель	Ед.изм	Сорт «Десертный» (контроль)	Сорт «Десертный» (озон)	Сорт «Доминика» (контроль)	Сорт «Доминика» (озон)
Потери массы в период с 06.11 — 10.12.2019	m ₁ ,г	35	18	45	27
	%	1,12	0,51	1,2	0,81
Потери массы в период с 10.12.2019 — 31.01.2020	m ₂ ,г	77	30	98	51
	%	2,32	0,85	2,45	1,49
Количество некондиционных клубней в период с 06.11 — 10.12.2019	n ₁ ,шт	7	2	4	1
	%	8,7	2,5	5	1,25
Количество некондиционных клубней в период с 10.12.2019 — 31.01.2020	n ₂ ,шт	12	2	9	1
	%	15	2,5	11,25	1,25

На рис. 3–4 представлены зависимости влияния озono-воздушной смеси на изменение массы клубней топинамбура и образование некондиционных клубней топинамбура в процессе хранения.

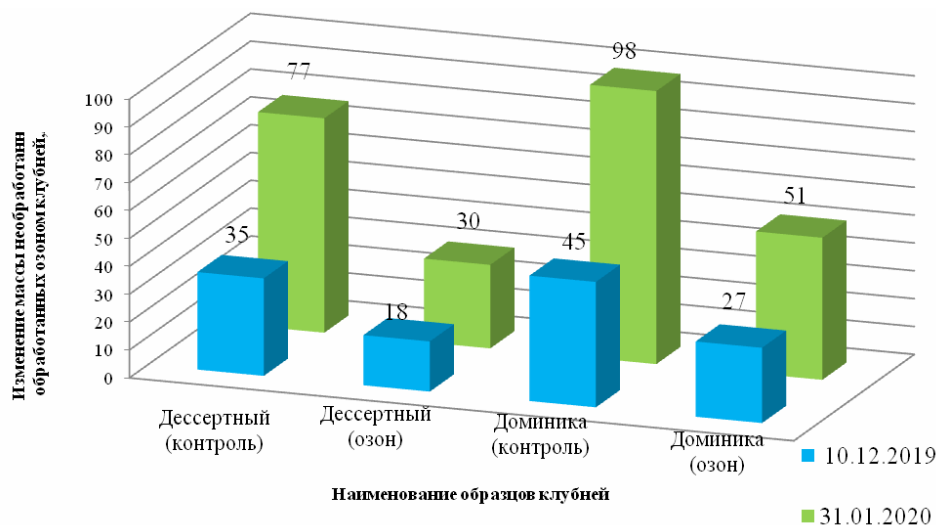


Рис. 3. Влияние озono-воздушной смеси на изменение массы клубней топинамбура за период хранения

Fig. 3. The effect of the ozone-air mixture on the number of substandard Jerusalem artichoke tubers formed during storage period

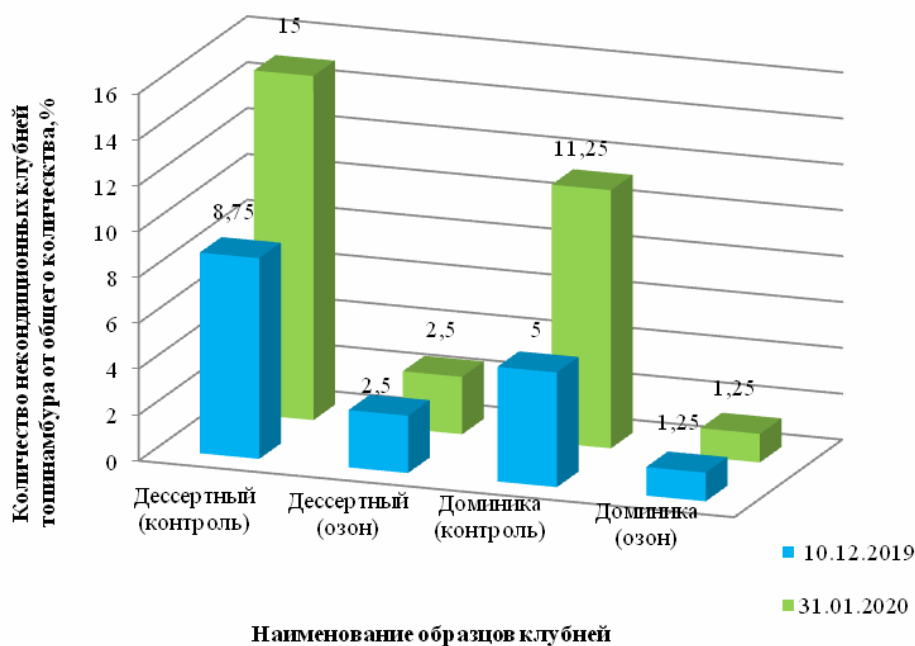


Рис. 4. Влияние озono-воздушной смеси на количество образовавшихся в процессе хранения некондиционных клубней топинамбура

Fig. 4. The effect of the ozone-air mixture on the number of substandard Jerusalem artichoke tubers formed during storage period

Анализ графических зависимостей, представленных на рис. 3–4 показывает, что применение обработки озono-воздушной смесью клубней топинамбура при хранении позволяет снизить их потери, повысить время лёжки при хранении, а также сохранить качественные показатели (внешний вид, цвет и т.д.).

Выводы. На основании анализа результатов проведенных исследований можно сделать заключение о положительном влиянии обработки озонно-воздушной смесью клубней топинамбура в процессе их хранения. Так, после обработки озоном наблюдалось снижение потери массы клубней топинамбура, а также снижение количества образовавшихся некондиционных клубней по истечении времени хранения на 10–13 %.

Полученные результаты исследований могут стать предпосылкой для разработки технологии хранения клубней топинамбура с использованием озона.

Список использованных источников

1. Кольцов, В.А. Разработка функциональных пищевых продуктов на основе топинамбура : дис. ...канд. сельс. наук :06.01.09 / В.А. Кольцов. — Мн., 2015. — 164.
2. Перспективные направления использования топинамбура в пищевой промышленности / Л. Д. Бобровник [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. — 1990. — №4. — С.12–13.
3. Характеристика существующих технологий и способов хранения клубней топинамбура / В. В. Лисовой [и др.] // Научный журнал КубГАУ. — 2016. — №120 (06). — С. 8–23.
4. Волкинд, И.Л. Промышленная технология хранения картофеля, овощей и плодов / И.Л. Волкинд. — М.: Агропромиздат, 1989. — 239 с.
5. Вянгеляускайте, А. П. Вредители и болезни овощных культур: справочник / А. П. Вянгеляускайте, Р. М., Жуклене, Л. П. Жуклис. — Москва: «Агропромиздат», 1989. — 462 с.
6. Чулков, Б.А. Урожайность картофеля, лежкость при хранении и качество картофелепродуктов в зависимости от режимов обработки клубней озонозвоздушной смесью: дис. ...канд. сельс. наук: 06.01.09 / Б.А. Чулков. — М., 2008. — 147.
7. Володарский, Е. Т. Планирование и организация измерительного эксперимента / Е. Т. Володарский, Б. Н. Малиновский, Ю. М. Туз. — Киев: Вища школа, 1987. — 280 с.
8. Шенк, Х. Теория инженерного эксперимента / Х. Шенк. — М.: Мир, 1972. — 151 с.
9. Система озонирования AIRPLUS1. Модель MOG-0,6G. Технический паспорт.
10. Отчет о научно-исследовательской работе «Разработать технологию и режимы сохранности качественных показателей сырья и готовой продукции (пивоваренный ячмень, солод, фрукты, овощи, сухофрукты) на перерабатывающих предприятиях концерна «Белгоспищепром» с целью увеличения сроков годности», Минск, РУП «БелНИИ пищевых продуктов» 2004. — 51 с.

References

1. Kol'tsov, V.A. Razrabotka funktsional'nykh pishchevykh produktov na osnove topinambura [The development of functional food products based on Jerusalem artichoke] :dis. ...kand. sel's. nauk :06.01.09 / V.A. Kol'tsov. — Mn., 2015. — 164 (in Russian).
2. Bobrovnik, L.D. Perspektivnyye napravleniya ispol'zovaniya topinambura v pishchevoy promyshlennosti [Prospective directions for the use of Jerusalem artichoke in the food industry] / L.D. Bobrovnik, V.G. Vysotskiy, I.S. Gulyy i dr. // Izv. Vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. — 1990. — №4. — S.12–13 (in Russian).
3. Lisovoy, V.V. Kharakteristika sushchestvuyushchikh tekhnologiy i sposobov khraneniya klubney topinambura [Description of existing technologies and methods for storing Jerusalem artichoke tubers] / Lisovoy V.V., Pershakova T.V., Viktorova Ye.P., Kupin G.A., Aloshin V.N. // Nauchnyy zhurnal KubGAU. — 2016. — №120 (06). — S. 8–23. (in Russian).
4. Volkind, I.L. Promyshlennaya tekhnologiya khraneniya kartofelya, ovoshchey i plodov.[Industrial technology for storing potatoes, vegetables and fruits] — M.: Agropromizdat, 1989. — 239 s. (in Russian).
5. Vyangelyauskayte, A. P. Vrediteli i bolezni ovoshchnykh kul'tur [Pests and diseases of vegetable crops] / A. P. Vyangelyauskayte, R. M., Zhuklene, L. P. Zhuklis // Spravochnik. Izdatel'stvo: Moskva, «Agropromizdat», 1989. — 462 s. (in Russian).
6. Chulkov, B.A. Urozhaynost' kartofelya, lezhkost' pri khranении i kachestvo kartofeleproduktov v zavisimosti ot rezhimov obrabotki klubney ozonovozdushnoy smes'yu [Potato yield, storage quality and quality of potato products depending on the treatment regimen of tubers with an ozone-air mixture]:dis. ...kand. sel's. nauk:06.01.09 / B.A. Chulkov. — M., 2008. — 147 s. (in Russian).
7. Volodarskiy, Ye. T. Planirovaniye i organizatsiya izmeritel'nogo eksperimenta [Planning and organization of a measurement experiment] / Ye. T. Volodarskiy, B. N. Malinovskiy, YU. M. Tuz. Kiyev: Vishcha shkola, 1987. — 280 s (in Russian).
8. Shenk, KH. Teoriya inzhenerenogo eksperimenta [Theory of Engineering Experiment] / KH. Shenk. — M.: Mir, 1972. — 151 s. (in Russian).

9. Sistema ozonirovaniya AIRPLUS1. [Ozonation system AIRPLUS1] Model' MOG-0,6G. Tekhnicheskiy passport (in Russian).
10. Otchet o nauchno-issledovatel'skoy rabote «Razrabatat' tekhnologiyu i rezhimy sokhrannosti kachestvennykh pokazateley syr'ya i gotovoy produktsii (pivovarennyy yachmen', solod, frukty, ovoshchi, sukhofrukty) na pererabatyvayushchikh predpriyatiyakh kontserna «Belgospishcheprom» s tsel'yu uvelicheniya srokov godnosti» [“Develop technology and safety regimes for the quality indicators of raw materials and finished products (malting barley, malt, fruits, vegetables, dried fruits) at processing plants of the Belgospishcheprom Concern with the aim of increasing shelf life”], Minsk, RUP «BelNII pishchevykh produktov» 2004. — 51 s. (in Russian).

Информация об авторах

Куликов Алексей Валентинович — кандидат технических наук, и.о. начальника отдела новых технологий и техники РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: ont_i_t@mail.ru

Литвинчук Александр Аркадьевич — кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела новых технологий и техники РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: newteh@belproduct.com

Данилюк Александр Сергеевич — младший научный сотрудник отдела новых технологий и техники РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: newteh@belproduct.com

Купин Григорий Анатольевич — кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» (ул. Тополиная аллея, 2, 350072, г. Краснодар, Российская Федерация). E-mail: griga_77@mail.ru

Свердличенко Анастасия Валерьевна — кандидат технических наук, старший научный сотрудник, отдела хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» (ул. Тополиная аллея, д.2, 350072, г. Краснодар, Российская Федерация). E-mail: griga_77@mail.ru

Information about authors

Kulikou Alexey V. — candidate of technical sciences, acting Head of the Department of New Technologies and Techniques of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food” (Kozlova St., 29, 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: ont_i_t@mail.ru

Litvinchuk Alexander A. — candidate of technical sciences, senior researcher of the department of new technologies and equipment of the Republican Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food (Kozlova St., 29, 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: newteh@belproduct.com

Danilyuk Alexander S. — Junior Researcher at the Department of New Technologies and Techniques of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food” (Kozlova St., 29, 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: newteh@belproduct.com

Kupin Grigory Anatolyevich — candidate of technical sciences, leading researcher, head of the Department for Storage and Integrated Processing of Agricultural Raw Materials «Krasnodar Scientific Research Institute for Storage and Processing of Agricultural Products» — a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, winemaking» (str. Topolinaya Alleya, 2, Krasnodar, Russian Federation). E-mail: griga_77@mail.ru

Sverdlichenko Anastasia V. — candidate of technical sciences, senior researcher of the Department for Storage and Integrated Processing of Agricultural Raw Materials «Krasnodar Scientific Research Institute for Storage and Processing of Agricultural Products» — a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, winemaking» (str. Topolinaya Alleya, d. 2, Krasnodar, Russian Federation). E-mail: griga_77@mail.ru

З.В. Ловкис, И.М. Почицкая, И.Е. Лобазова, Н.В. Комарова

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

МОНИТОРИНГ МЯСНЫХ ИЗДЕЛИЙ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКОМ РЫНКЕ Г. МИНСКА

Аннотация. В настоящей работе были проведены исследования мясных продуктов, изготовленных белорусскими производителями (колбаса вареная «Докторская», колбаса «Телячья», варено-копченая колбаса «Сервелат», сосиски, мясные консервы).

Результат проведенных микробиологических исследований мясных продуктов указывает на соблюдение технологических режимов и санитарных норм и правил на производстве, поддержание гигиены на высоком уровне. Кроме того, все консервы прошли испытания на промышленную стерильность с положительным результатом.

Установлено, что образцы мясных изделий удовлетворяют требованиям ТР ТС 021/2011 и ТР ТС 034/2013 по содержанию токсичных элементов (Cd, As, Hg, Pb), хлорорганических пестицидов (α -ГХЦГ, β -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, 4,4'-ДДТ, 4,4'-ДДД, 4,4'-ДДЭ), нитрозаминов, являясь безопасными по показателю «содержание антибиотиков». В испытанных образцах мясной продукции удельная активность цезия-137 значительно ниже допустимого уровня; консерванты (бензойная и сорбиновая кислота), ГМО, глютен не обнаружены.

Исследованные мясные продукты удовлетворяют маркировке по физико-химическим показателям. В статье также представлены результаты исследования мясных продуктов по содержанию макро- и микроэлементов, витаминному и аминокислотному составу; проанализировано соответствие маркировке.

Ключевые слова: консервы мясные, колбасы, сосиски, показатели качества и безопасности

Z.V. Lovkis, I.M. Pochitskaja, I.E. Labazava, N.V. Komarova

*RUE “Scientific-Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, Minsk,
Republic of Belarus*

MONITORING OF MEAT PRODUCTS PRESENTED IN THE CONSUMER MARKET OF MINSK

Abstract. In this work, we studied such meat products as boiled sausage «Doctor», sausage «Veal», cooked smoked sausage «Cervelat», sausages, canned meat made by domestic manufacturers.

The result of microbiological studies of the presented meat products indicates compliance with technological regimes and sanitary norms and rules in production, maintaining hygiene at a high level. In addition, all canned foods were tested for industrial sterility with a positive result.

All samples of meat products met the requirements of TP TS 021/2011 and TP TS 034/2013 for the content of toxic elements (Cd, As, Hg, Pb), organochlorine pesticides (α -HCH, β -HCH, γ -HCH, 4,4'-DDT, 4,4'-DDD, 4,4'-DDE), nitrosamines.

The specific activity of cesium-137 of the studied samples is much lower than the permissible level.

All tested samples can be considered safe in terms of antibiotic content. Preservatives (benzoic and sorbic acid), GMO, and gluten were not found in the tested samples of meat products. The investigated meat products satisfy the labeling according to physico-chemical indicators.

The article also presents the results of a study of meat products on the content of macro and micronutrients, vitamin and amino acid composition; compliance with labeling is analyzed.

Keywords: canned meat, sausages, quality and safety indicators

Введение. Развитие пищевой промышленности Республики Беларусь идет в сторону наращивания объемов производства продукции, выпускаемой на экспорт, и одно из ведущих мест принадлежит

мясной промышленности. Одним из обязательных требований к качеству продуктов питания является их безопасность для здоровья человека и стабильность в процессе хранения и реализации.

Актуальность проведения мониторинга мясной продукции обусловлена повышением её конкурентоспособности, в том числе реализуемой на потребительском рынке Республики Беларусь, для чего и необходимо иметь объективные свидетельства выпуска качественного и безопасного продукта. Результаты проведенного мониторинга способствуют обеспечению потребителя достоверной и исчерпывающей информацией о составе пищевой продукции и ее потребительских свойствах. Важным является как расширение ассортимента выпускаемой продукции, так и совершенствование качества товара [1].

На территории стран ЕАЭС, куда входит и Республика Беларусь с момента образования Таможенного союза, основными ТНПА, в которых регламентировано качество мяса и мясной продукции являются ТР ТС 021/2011 [2] и ТР ТС 034/2013 [3] «О безопасности мяса и мясной продукции». Кроме того, на территории Беларуси действующим документом также являются СанПиПН № 52, утвержденные Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21 июня 2013 года [4].

Показатели качества мяса зависят от состава и свойств исходного сырья, используемых рецептов, условий и режимов технологической обработки и хранения.

Целью данной работы является установление соответствия мясных изделий маркировке и требованиям [2–4] по показателям качества и безопасности на основании полученных результатов.

Объектами исследования служили мясные продукты: 14 образцов тушенки, 9 образцов сосисок, 7 образцов вареных колбас с названием «Докторская», 3 образца колбасы с названием «Телячья», 4 образца варено-копченых колбас «Сервелат» (табл. 1.). Все образцы мясных продуктов были закуплены в торговой сети г. Минска.

Методы исследования. Контроль образцов мясных продуктов осуществлялся по показателям безопасности и качества. Показатели безопасности мясных изделий определяли:

- ♦ *микробиологические показатели КМАФАнМ по ГОСТ 10444.15–94 [5], БГКП (колиформы) по ГОСТ 31747–2012 [6], патогенные, в т.ч. сальмонеллы по ГОСТ 31659–2012 [7], Listeria monocytogenes по ГОСТ 32031–2012 [8], сульфитредуцирующие клостридии по ГОСТ 29185–2014 [9], S.aureus по ГОСТ 10444.2–94 [10], E.coli по ГОСТ 30726–2001 [11], консервированную продукцию исследовали на промышленную стерильность по ГОСТ 30425–97 [12].*

- ♦ *токсичные элементы: кадмий (Cd) свинец (Pb) определяли по МУК 4.1.986–00 [13], мышьяк (As) — по ГОСТ 31707–2012 [14], ртуть (Hg) — по ГОСТ Р 53183–2008 [15], а также фосфор и кальций, макро- и микроэлементный состав — по МУК 4.1.1482–2003 [16];*

- ♦ *удельную активность радионуклидов цезия-137 по ГОСТ 32161–2013 [17];*

- ♦ *антибиотики: бацитрацин по МВИ МН 4652–2013 [18], левомицетин — по МВИ МН 2436–2015 [19], тетрациклиновую группу — по ГОСТ 31694–2012 [20];*

- ♦ *хлорорганические пестициды: ГХЦГ (альфа-, бета-, гамма- изомеры) и ДДТ и его метаболиты по ГОСТ 32308–2013 [21];*

- ♦ *нитрозамины по МВИ МН 3543–2010 [22];*

- ♦ *бенз(а)пирен по СТБ ГОСТ Р 51650–2001 [23];*

- ♦ *ГМИ (генно-модифицированные ингредиенты) по ГОСТ ИСО 21569–2009 [24];*

- ♦ *глютен по МВИ МН 4658–2013 [25];*

- ♦ *консерванты по МВИ. МН 806–98 [26];*

- ♦ *витамины по ГОСТ 32307–2013 [27];*

- ♦ *аминокислотный состав по МВИ. МН 1363–2000 [28];*

- ♦ *физико-химические показатели: массовую долю жира по ГОСТ 23042–2015 [29], белка — по ГОСТ 25011–81 [30], соли — по ГОСТ 9957–2015 [31], влаги — по ГОСТ 9793–2016 [32], крахмала — по ГОСТ 10574–2016 [33], общего фосфора — по СТБ ГОСТ Р 51482–2001 [34], нитрита натрия — по ГОСТ 8558.1–2015 [35].*

Результаты и их обсуждение. Качество и безопасность продуктов питания являются важными факторами благополучия населения страны. В современных условиях потребители пищевой продукции имеют возможность из всего многообразия продуктов питания выбрать те, которые, с их точки зрения, в наибольшей мере отвечают этим требованиям. Проанализируем результаты испытаний образцов мясной продукции по показателям безопасности.

По микробиологическим показателям все образцы удовлетворяют требованиям ТР ТС 021/2011 и ТР ТС 034/2013. В них не были обнаружены патогенные микроорганизмы: сальмонеллы и листерии, отсутствовали бактерии группы кишечной палочки, сульфитредуцирующие клостридии, золотистый стафилококк. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов было достаточно низким, кроме образцов № 21 и № 22, однако ни в одном случае не превысили допустимой нормы. Такой результат указывает на соблюдение технологических режимов и санитарных норм и правил на производстве, поддержание гигиены на высоком уровне.

Таблица 1. Наименования образцов
Table 1. Names of samples

Группа	№ обр	Название	Производитель
Консервы мясные	1	Говядина «Славянская»	ОАО «Слонимский МК»
	2	Говядина «По-белорусски»	ОАО «Березовский МКК»
	3	Свинина тушеная	СООО «Квинфуд»
	4	Говядина «По-белорусски» кусковая	ООО «Велес-мит»
	5	Свинина тушеная	ПУП «Оршанский МКК»
	6	Индейка в собственном соку	СООО «Квинфуд»
	7	Тушеная конина	СООО «Квинфуд»
	8	Свинина Армейская	ООО «Велес-мит»
	9	Индейка премиум	ПУП «Оршанский МКК»
	10	Свинина тушеная	ОАО «Березовский МКК»
	11	Цыпленок по-домашнему	ИП «Инко-Фуд» ООО
	12	Говядина классическая тушеная	ПУП «Оршанский МКК»
	13	Конина тушеная	ОАО «Березовский МКК»
19	Цыпленок в собственном соку	СООО «Квинфуд»	
сосиски	14	NATURA классические в/с	ИП «Инко-Фуд» ООО
	16	Сосиски NATURA DINO с сыром	ИП «Инко-Фуд» ООО
	17	«Алфавитки» детские из мяса птицы для питания детей дошкольного и школьного возраста в/с	Агрокомбинат «Колос»
	18	«Карапузики» из мяса птицы в/с	МГС «Юнимит»
	20	«Тигры» из мяса птицы в/с	Агрокомбинат «Колос»
	21	«Мишутка Классически» из мяса птицы в/с	ЗАО «Серволукс»
	22	«Банзай» из мяса птицы в/с	«Витебская ПФ»
	23	«Сасисачкі Індзюшыныя з сырам» из мяса птицы в/с	«МК Дзержинский»
24	«Індзюшонок MINI» из мяса птицы в/с	«Островецкое ФХ»	
Колбаса «Докторская»	26	«Докторская» мясная вареная сорт экстра	«Бобруйский МК»
	27	«Докторская особая» мясная вареная из мяса птицы в/с	ИП «Инко-Фуд» ООО
	28	«Докторская на сливках» мясная вареная в/с	«Брестский МК»
	29	«Докторская классик» мясная вареная в/с	«Пинский МК»
	35	«Докторская фирменная» вар в/с из мяса птицы	«Витебская ПФ»
	36	«Докторская классическая» вар сорт экстра	«Гродно МК»
38	«Докторская новая» вареная в/с мясная	«Гродно МК»	
Колбаса «Телячья»	15	«Каубаска Цялячая»	«МК Дзержинский»
	34	«Телячья» вар в/с	«Брестский МК»
	37	«Телячья» вар в/с	ООО «12 Мастеров»
Колбаса «Сервелат»	30	«Сервелат Борисовский» салями в/к в/с	ООО «12 Мастеров»
	31	«Сервелат Белорусский особый»	ООО «12 Мастеров»
	32	«Сервелат Венгерский» в/к в/с из мяса птицы	ЗАО «Серволукс»
	33	«Сервелат Ореховый ветчинный» в/к в/с в/у	«Славпродсервис»

Все консервы прошли испытания на промышленную стерильность с положительным результатом.

Все образцы мясных изделий удовлетворяли требованиям ТР ТС 021/2011 и ТР ТС 034/2013 по содержанию токсичных элементов (кадмий (Cd), мышьяк (As), ртуть (Hg), свинец (Pb)).

Удельная активность цезия-137 исследованных образцов не превышает 20 Бк/кг, что значительно ниже допустимого уровня радионуклидов цезия-137 в мясе, мясной продукции и субпродуктах, установленного в приложении 4 к ТР ТС 021/2011 с нормой 200 Бк/кг.

В ТР ТС 021/2011, ТР ТС 034/2013 содержание антибиотиков тетрациклиновой группы в мясных изделиях, консервах, колбасных изделиях, а также в мясной продукции для детского питания не допускается (менее 0,01 мг/кг). Тетрациклины являются одной из самых распространенных групп антибиотиков, применяемых для лечения людей и для сельскохозяйственных целей. Остатки ан-

тибиотиков способствуют развитию устойчивости к ним различных микроорганизмов, которые могут оказать неблагоприятное воздействие на здоровье человека, увеличивая риск некоторых инфекций. Особенно подвержены негативному влиянию к данным антибиотикам беременные, дети раннего возраста, лица, страдающие болезнями печени и почек. Ввиду этих факторов, а также выраженных побочных явлений, характерных для тетрациклинового ряда, существует необходимость контроля их остаточного содержания в продовольственном сырье и продуктах питания. В предоставленных образцах антибиотики тетрациклиновой группы (окситетрациклин, тетрациклин, хлортетрациклин, доксициклин) не были обнаружены (менее 0,01 мг/кг). Таким образом, исследованные образцы можно считать безопасными по показателю «содержание антибиотиков тетрациклиновой группы».

Все исследуемые образцы мясных изделий были испытаны на наличие остаточных количеств хлорорганических пестицидов: α -ГХЦГ, β -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, 4,4'-ДДТ, 4,4'-ДДД, 4,4'-ДДЭ, которые до настоящего времени контролируются. Согласно требований Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции» гигиенические требования безопасности продуктов убоя, предназначенных для производства мясной продукции для детского питания ужесточены по сравнению с требованиями ТР ТС 021/2011 и градируются в зависимости от возрастной целевой группы (Для детей старше 3 лет- не более 0,015 мг/кг, а младше 3-х лет – 0,01мк/кг.)

Для субпродуктов, предназначенных для производства мясной продукции для детского питания, норматив содержания хлорорганических пестицидов не разделен для различных возрастных категорий. Он установлен на уровне 0,015 мг/кг для суммы изомеров ГХЦГ и 0,015 мг/кг для ДДТ и его метаболитов. По результатам испытаний установлено, что количества всех пестицидов в испытуемых образцах мясной продукции не превышает предела обнаружения (0,005 мг/кг), и, соответственно, ПДК. Следовательно, все исследуемые образцы соответствуют требованиям ТНПА.

В ТР ТС 021/2011 и ТР ТС 034/2013 содержание нитрозаминов в мясных изделиях, консервах, колбасных изделиях установлено 0,002 мг/кг, в копченых мясных продуктах - 0,004 мг/кг, в мясной продукции для детского питания содержание нитрозаминов не допускается (менее 0,001 мг/кг). Для определения нитрозаминов применялся метод жидкостной хроматографии с пределом чувствительности 0,001 мг/кг. Нитрозамины обнаружены не были (менее 0,001 мг/кг).

В предоставленных образцах консерванты не были обнаружены (содержание сорбиновой кислоты – менее 25 мг/кг, содержание бензойной кислоты – менее 20 мг/кг). Таким образом, исследованные образцы можно считать безопасными по показателю «содержание консервантов» и соответствующими требованиям ТР ТС 029/2012 и СанНПиГН 195-2012.

Генно-модифицированные ингредиенты и глютен также обнаружены не были.

Все пищевые продукты должны соответствовать и по показателям качества. Проведем анализ испытанных образцов.

Физико-химические показатели всех исследуемых образцов соответствуют требованиям нормативной документации. Результаты исследований приведены на рис. 1.



Рис. 1. Результаты испытаний мясной продукции по массе нетто

Fig. 1. Test results of meat products by net weight

Из рис. 1 видно, что масса нетто всех испытанных образцов мясной продукции соответствовала маркировке.

Консервы мясные

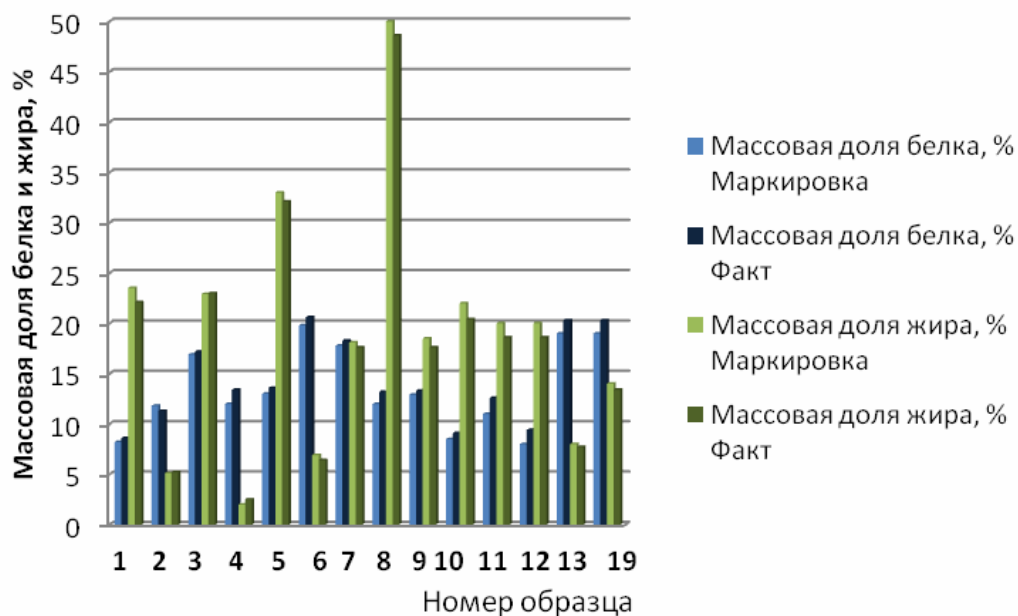


Рис. 2. Результаты испытаний мясных консервов по показателям «массовая доля белка» и «массовая доля жира»

Fig. 2. Test results of canned meat in terms of «mass fraction of protein» and «mass fraction of fat»

Сосиски

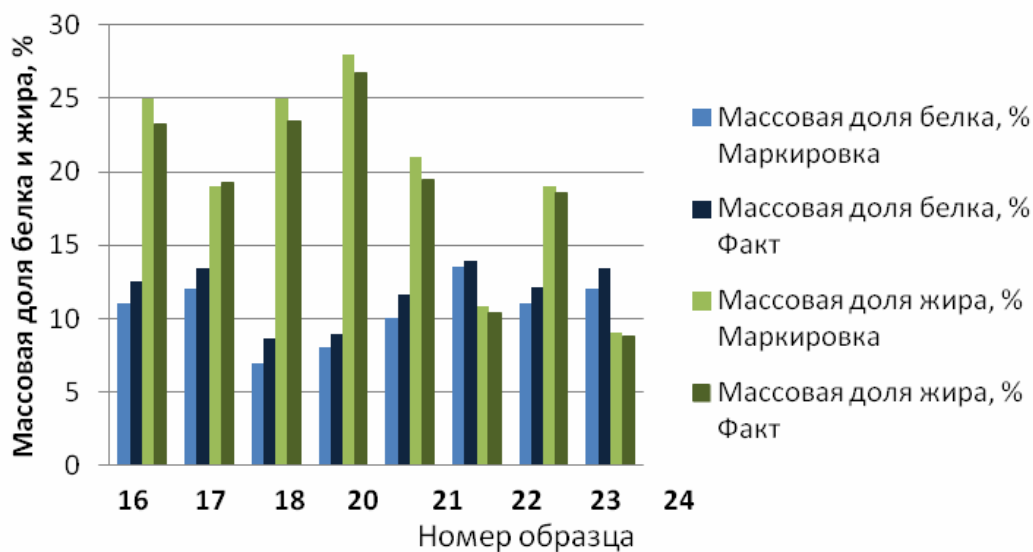


Рис. 3. Результаты испытаний сосисок по показателям «массовая доля белка» и «массовая доля жира»

Fig. 3. Test results of sausages in terms of «mass fraction of protein» and «mass fraction of fat»

Колбасы "Докторская" и "Телячья"

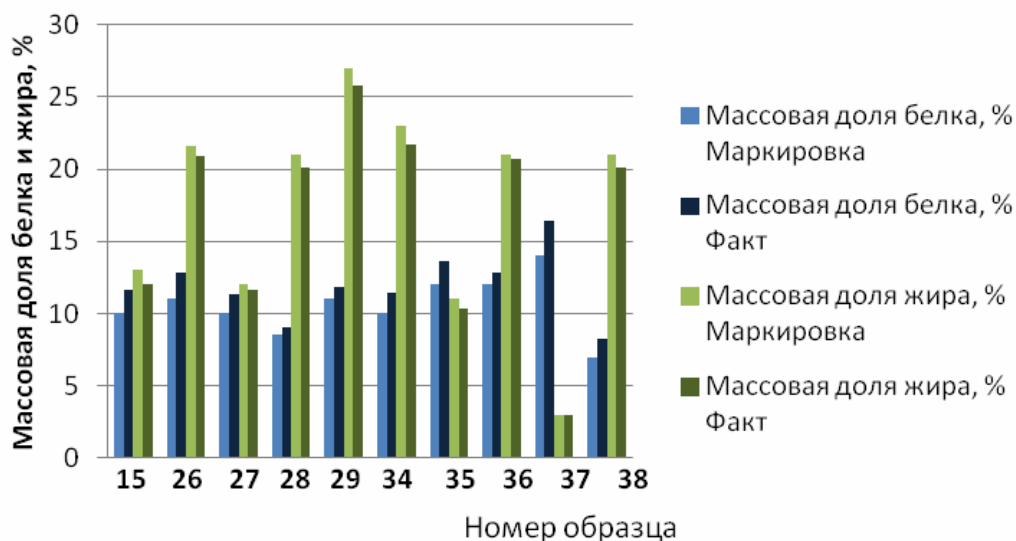


Рис. 4. Результаты испытаний колбас по показателям «массовая доля белка» и «массовая доля жира»
 Fig. 4. Test results of sausages in terms of «mass fraction of protein» and «mass fraction of fat»

Колбаса "Сервелат"

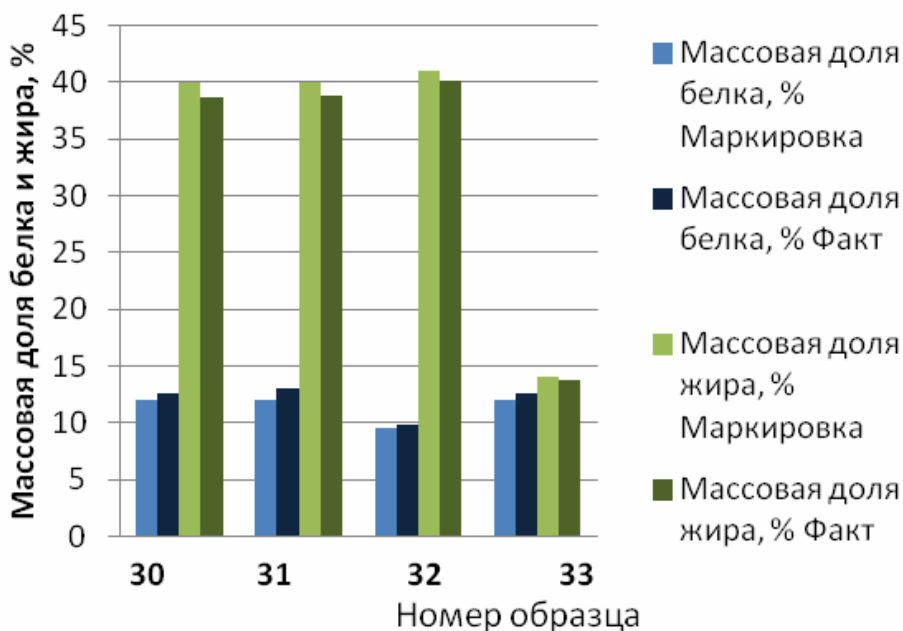


Рис. 5. Результаты испытаний колбас «Сервелат» по показателям «массовая доля белка» и «массовая доля жира»
 Fig. 5. Test results of Cervelat sausages in terms of “mass fraction of protein” and “mass fraction of fat”

Из рис. 2–5 видно, что показатель «массовая доля белка» испытанных образцов мясной продукции соответствует указанной на маркировке. Массовая доля белка в исследуемых образцах составила от 8,6 до 20,6 %, минимальное содержание отмечено в образцах мясных консервов № 1 (8,6 %), № 10 (9,1 %), № 12 (9,4 %), № 18 (8,6 %), № 20 (8,9 %), № 28 (9,0 %), № 38 (8,2 %). Максимальное содержа-

ние белка (более 20 %) отмечено в консервах из мяса птицы № 6 и № 19, а также в № 13. При этом расхождение фактического содержания массовой доли белка с заявленным на маркировке значением варьирует от 4,2 % до 22,9 %.

Отметим, что минимальное содержание жира было зафиксировано в образцах № 4 и № 37 и может быть рекомендовано для диетического питания.

Отклонение фактического содержания жира от значений, указанных на маркировке составило от 7,7 % (образец № 15) до 25 % (образец № 4). Минимальное содержание жира установлено в образце № 4 – 2,5 %, максимальное в образце № 8 – 48,6 %.

Содержание нитрита натрия

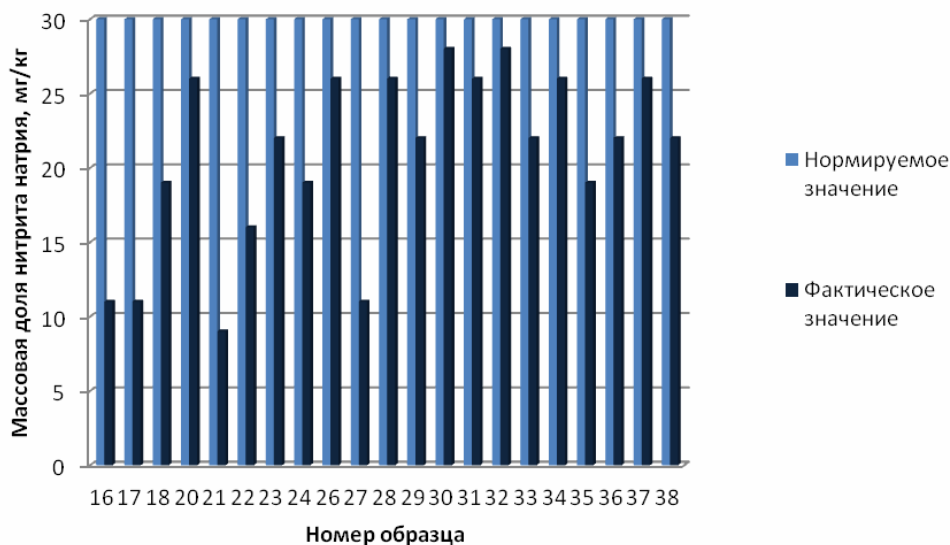


Рис. 6. Результаты испытаний мясной продукции по показателю «массовая доля нитрита натрия»
Fig. 6. Test results of meat products by the indicator «mass fraction of sodium nitrite»

Содержание поваренной соли

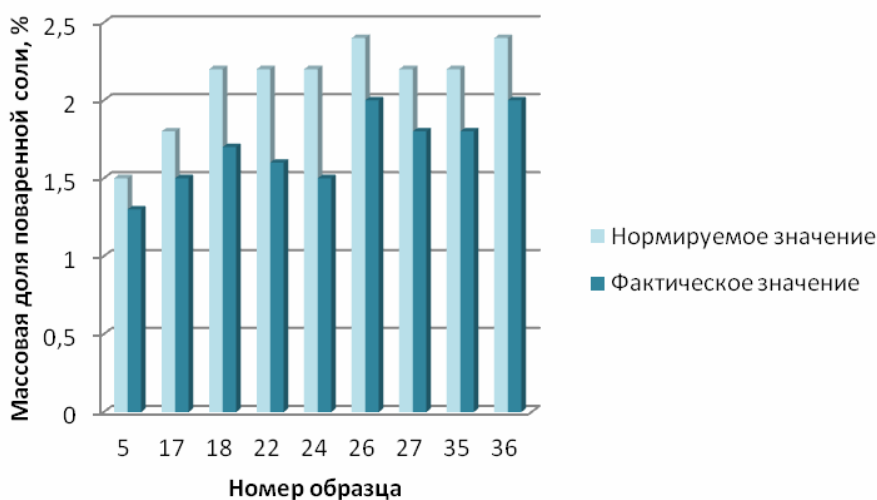


Рис. 7. Результаты испытаний мясной продукции по показателю «массовая доля поваренной соли»
Fig. 7. Test results of meat products by the indicator «mass fraction of table salt»

Содержание фосфора

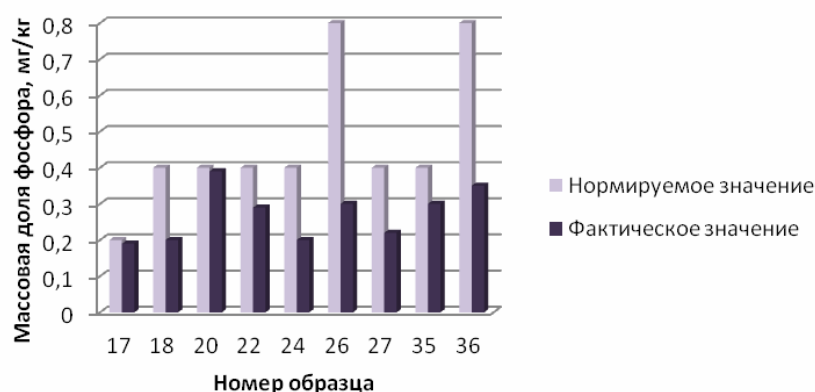


Рис. 8. Результаты испытаний мясной продукции по показателю «массовая доля фосфора»
 Fig. 8. Test results of meat products by the indicator «mass fraction of phosphorus»

Известно, что для мясных консервов содержание показателя «массовая доля нитрита натрия» допускается не выше, чем 0,5 мг/кг, а для мясных колбасных изделий – не выше 30мг/кг. Отметим, что все испытанные образцы удовлетворяют данному требованию.

Из полученных данных видно, что во всех исследованных образцах не содержание соли не превышало установленных норм. Массовая доля соли в исследуемых не превышает 2,0 %, минимальное содержание установлено в образце № 5 (1,3 %).

Содержание массовой доли нитрита, фосфора и крахмала не превысило предельно допустимые концентрации.

Кроме того, массовая доля влаги в образцах сосисок и докторской колбасы, изготовленных по СТБ 2247 и СТБ 1060 варьировала в диапазоне (64,5 – 74,1) %, что не превысило установленную норму: не более 73 % для образца сосисок для питания детей дошкольного и школьного возраста (СТБ 2247), и не более 75 % для остальных исследуемых образцов (СТБ 1060).

Таким образом, отметим, что все исследованные образцы мясной продукции удовлетворяют требованиям технических регламентов ТР ТС 021/2011 и ТР ТС 034/2013 по всем показателям безопасности и маркировке по физико-химическим показателям.

Результаты исследования минерального состава приведены на рис. 9–16.

Содержание макроэлементов в мясных консервах



Рис. 9. Содержание макроэлементов в образцах мясных консервов
 Fig. 9. The content of macronutrients in canned meat samples

Содержание макроэлементов в сосисках



Рис. 10. Содержание макроэлементов в образцах сосисок
Fig. 10. Content of macronutrients in sausage samples

Содержание макроэлементов в колбасах "Докторская" и "Телячья"

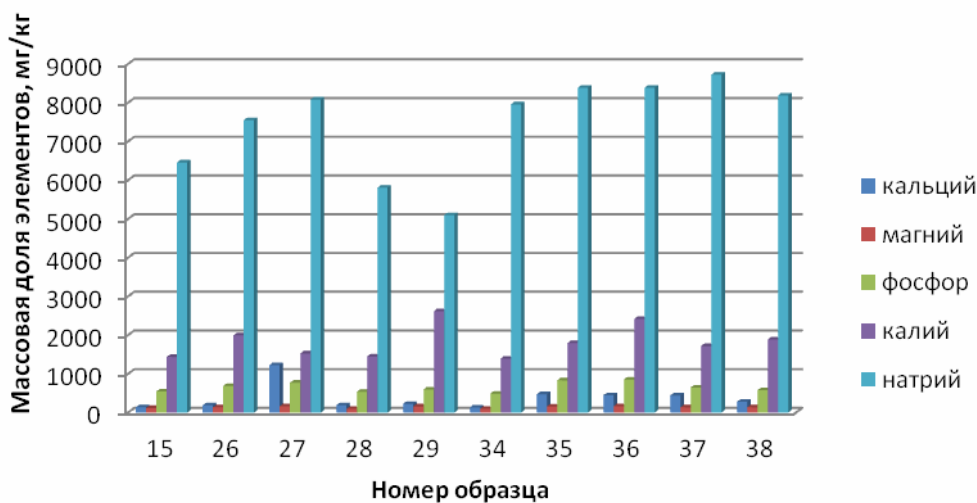


Рис. 11. Содержание макроэлементов в образцах колбас «Докторская» и «Телячья»
Fig. 11. The content of macronutrients in the samples of sausages «Doctor» and «Veal»

Исследование минерального состава мясных изделий подтвердило низкое до 10 мг в 100 г содержание кальция в консервированных продуктах, изготовленных из различных видов мяса (свинины, говядины, индейки, курицы, конины). Минимальное содержание кальция обнаружено в образце №13 – 5,7 мг/100 г. Исключением являются образец №19 с концентрацией кальция 759 мг/100 г, что составляет 76 % рекомендуемого суточного потребления кальция взрослым человеком. Это обусловлено особенностями технологии изготовления продукта и высоким содержанием в нем костной ткани цыплят.

Результаты испытаний колбасных изделий подтверждают высокую концентрацию кальция в продуктах из мяса птицы с использованием мяса механической обвалки, содержащей костную ткань. Так №27 и №33 в 100 г содержат 122,5 и 133,5 мг кальция соответственно, что составляет 13 % суточной потребности взрослого человека.

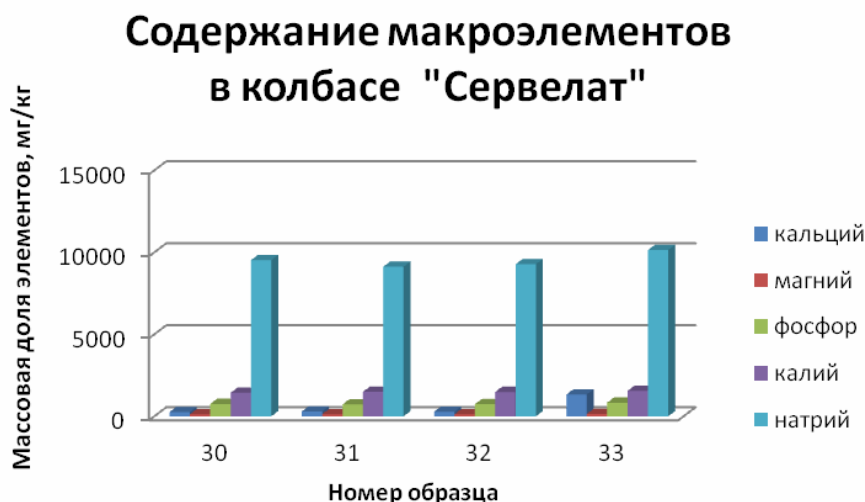


Рис. 12. Содержание макроэлементов в образцах колбас «Сервелат»
Fig. 12. The content of macronutrients in samples of sausages «Cervelat»

Мясные продукты являются важным источником фосфора для человека. Все испытанные образцы содержат фосфор в интервале 40–88 мг/100 г продукта. Рекордсменами являются образцы № 11 с концентрацией 105 мг/100 г и № 19 с максимальным содержанием фосфора – 251 мг/100 г. Оптимальным для усвоения является соотношение кальция к фосфору 1:1; 1:1,5. В исследованных колбасных изделиях данное соотношение далеко от оптимального и сильно сдвинуто в сторону преобладания фосфора.

ВОЗ рекомендует ограничить потребление натрия 2300 мг в сутки, что соответствует примерно чайной ложке поваренной соли. Исследованные мясные продукты содержат натрий в интервалах: 358–678 мг/100 г — мясные консервы; 504–586 мг/100 г - детские сосиски; 628–870 мг/100 г — колбасные изделия для взрослых. Максимальное содержание натрия обнаружено в образцах № 32 и № 33 с концентрацией натрия 927 и 1014 мг/100 г соответственно. Чтобы сократить потребление натрия, лучше всего свести к минимуму переработанные, упакованные продукты, такие как сосиски и колбаса, так как они содержат большое количество натрия и отдавать предпочтение необработанным, цельным продуктам.

На рис. 13–16 приведем результаты исследований микроэлементного состава исследуемых образцов.



Рис. 13. Содержание микроэлементов в образцах мясных консервов
Fig. 13. The content of trace elements in samples of canned meat



Рис. 14. Содержание микроэлементов в образцах сосисок
Fig. 14. The content of trace elements in samples of sausages



Рис. 15. Содержание микроэлементов в образцах колбас «Докторская» и «Телячья»
Fig. 15. The content of trace elements in samples of sausages «Doctor» and «Veal»

Экспериментальные данные по содержанию цинка в мясных продуктах позволяют считать мясные продукты важным источником поступления этого элемента в организм человека. Максимальное содержание цинка установлено в образце № 7: 100 г продукта содержит 4,6 мг цинка, что составляет более 30 % суточной потребности взрослого человека. Содержание цинка в колбасных изделиях установлено в интервале 0,6–1,1 мг/100г.

В рамках проведения мониторинга установлены витаминные составы (витамины А, D₂, D₃, Е) анализируемых образцов мясной продукции. Так, в исследованных 37 образцах витамины D₂ и D₃ обнаружены не были. Результаты приведены на рис. 17–18.

Витамин А в исследуемых образцах обнаружен в диапазоне 0,017–0,428 мг/кг. Максимальное содержание витамина А зафиксировано в образце № 7, где количество витамина А составляет 0,428 мг/кг, что составляет 2,8% от рекомендуемой ВОЗ суточной нормы потребления указанного витамина. Достаточно высокое содержание витамина А зафиксировано также в образцах № 32, № 33 и № 35, где оно составляет примерно 1,3% от суточной нормы, рекомендуемой ВОЗ для взрослого человека.

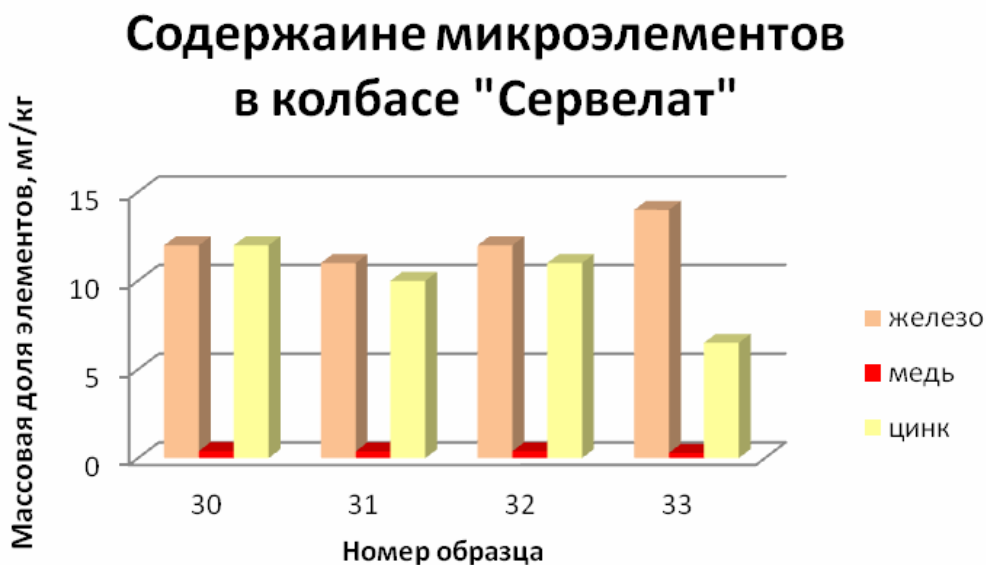


Рис. 16. Содержание микроэлементов в образцах колбас «Сервелат»
Fig. 16. The content of trace elements in samples of sausages «Cervelat»

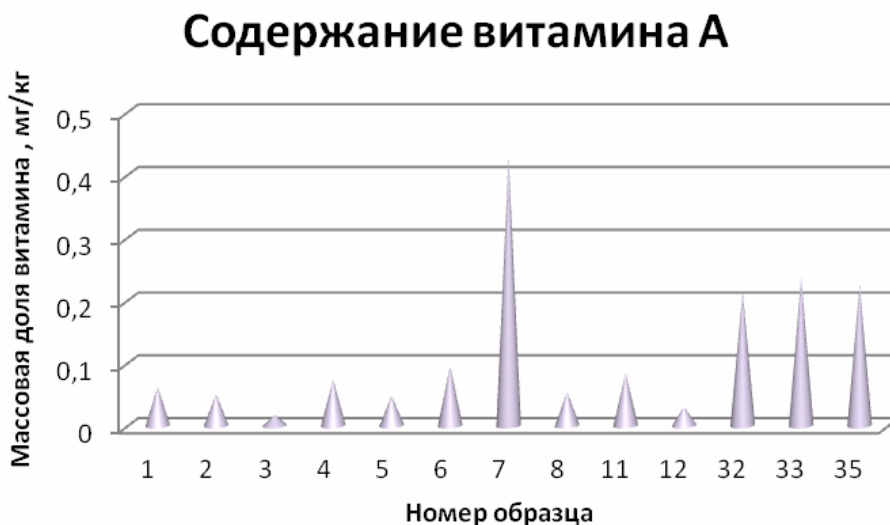


Рис. 17. Содержание витамина А в образцах мясной продукции
Fig. 17. Vitamin A content in samples of meat products

Отметим высокое содержание витамина Е в образцах № 32 и №7, составляющее 0,08364 мг/100 г и 0,0826 мг/100 г, соответственно.

Согласно результатам исследования аминокислотного состава сосисок детских из мяса птицы (образец № 13), в данном продукте высокое содержание лейцина, лизина, аргинина из незаменимых аминокислот, а также аспарагиновой и глутаминовой кислот, аланина, глицина и серина. Результаты представлены на рис. 19.

Анализ маркировки мясных изделий.

Консервы. Отметим, что только один образец консервов № 5 был изготовлен в соответствии с ГОСТ 32125-2013, один образец № 8 по СТБ 1470-2012 и остальные — по ТУ (техническим условиям). Однако указанное СТБ содержит требования, предъявляемые к самому предприятию, а не к продукции: СТБ 1470-2012 «Системы менеджмента безопасности пищевых продуктов. Управление безопасностью»

пищевых продуктов на основе анализа опасностей и критических контрольных точек. Общие требования».



Рис. 18. Содержание витамина Е в образцах мясной продукции
Fig. 18. Vitamin E content in samples of meat products

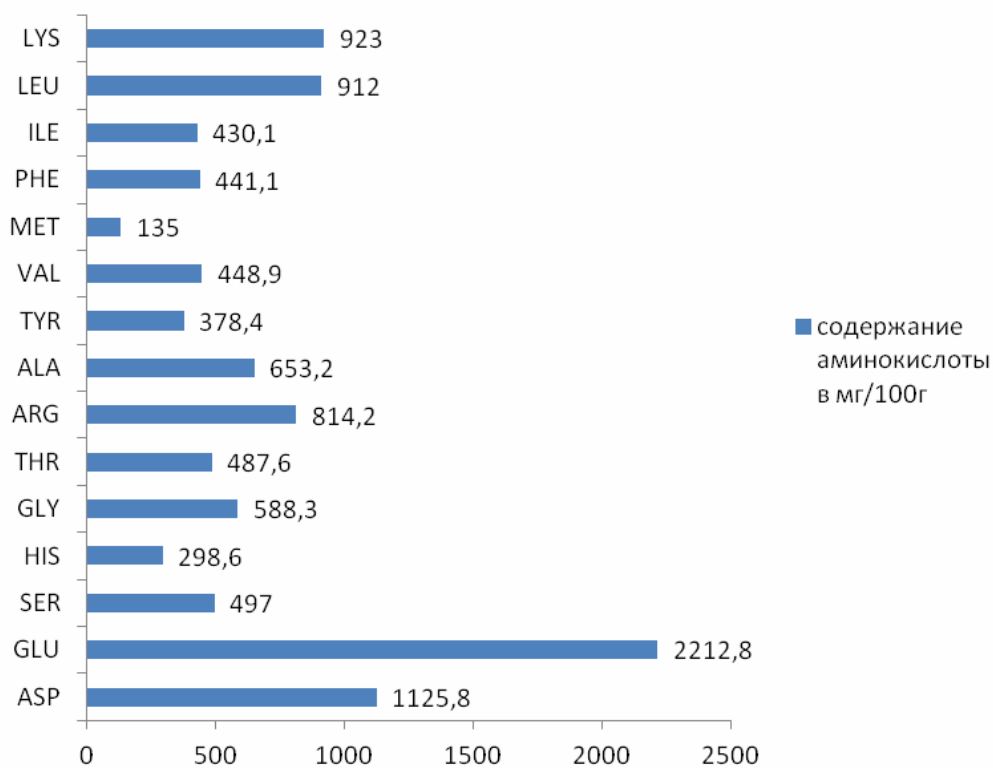


Рис. 19. Результаты исследования аминокислотного состава детских сосисок
Fig. 19. The results of the study of the amino acid composition of baby's sausages

В соответствии с ГОСТ 32125-2013 «Консервы мясные. Мясо тушеное» пищевая и энергетическая ценность изделий на 100 г продукции должна составлять не более для говядины: Б/Ж/ккал = 15/17/213; свинины – 13/33/ 349; конины – 15/17/213. М.д. поваренной соли должна быть на уровне 1,0–1,5 г/100г. Соответствуют требованиям ГОСТ по пищевой ценности образцы №№ 3, 5, 10, 4 и 12.

Отметим, что для консервов, изготовленных по ГОСТ, не допускается использование комплексных пищевых добавок, уксуса, сахара, моркови, муки. Таким образом, из исследованных мясных консервов требованиям ГОСТ удовлетворяют образцы №№3, 5, 8, 7 и 13.

Таким образом, всем требованиям ГОСТ удовлетворяют только образцы № 3 и № 5. Они же являются и самыми дорогими, которые на маркировке указывают м.д мяса по закладке 97,5%, соответствуют требованиям ГОСТ по пищевой ценности и составу. Консервы остальных производителей (ОАО «Березовский МКК», ООО «Велес-мит» г.Молодечно, ИП «Инко-Фуд» ООО) дешевле практически в 1,5-2 раза, однако в качестве дополнительных ингредиентов к мясу содержат комплексные пищевые добавки, кожу птицы, муку). Наличие дополнительных ингредиентов можно отследить по пищевой ценности продукта, так на добавление муки указывает показатель. «углеводы» 4-5г.

При изготовлении консерв из конины 2 производителя (СООО «Квинфуд» и ОАО «Березовский МКК») закладывают массовую долю мяса более 97%, однако продукция второго дешевле.

Колбасные изделия. Для изделий вареных мясных вареных (вареные колбасы, сосиски, сардельки, шпикачки, колбасные хлебы) действует межгосударственный стандарт ГОСТ 23670-2019, однако ни один производитель не указывает на своей продукции, что соответствует требованиям данного ТНПА, в котором непосредственно указаны требования к торговым названиям колбас «Докторская» и «Телячья»

Состав колбасы «Докторская» по ГОСТ 23670-2019 должен включать: свинина, говядина, вода, яйца куриные или меланж яичный, молоко коровье сухое цельное или обезжиренное, соль, сахар, пряности (орех мускатный или кардомон), антиокислитель: аскорбиновая кислота, фиксатор окраски: нитрит натрия.

Состав колбасы «Телячья» по ГОСТ 23670-2019 должен включать: телятина, свинина, вода, шпик, языки говяжьи или свиные, яйца куриные или меланж яичный, соль, фисташки, сахар, пряности (перец черный или белый, орех мускатный или кардомон), антиокислитель: аскорбиновая кислота, фиксатор окраски: нитрит натрия.

Колбаса «Докторская». Среди данной группы изделий: колбаса «Докторская» были выбраны образцы 7 производителей, 2 на СТБ 126 «Изделия колбасные вареные. ОТУ» и 2 – требованиям СТБ 1060 «Колбасы вареные, сосиски и сардельки из мяса птицы. ОТУ», а остальные – по ТУ. Однако, в классической гостовской рецептуре курицы быть не должно, однако производители выпускают продукт не по ГОСТу, а по СТБ или ТУ. Такой факт не может считаться нарушением, однако, данная рецептура не является классической. Кроме того, иногда производители уже в названии делают отсылку на неклассическую рецептуру, используя приписку, например, «фирменная», «по-особому». Так, например, в составе колбас, изготовленных по СТБ 1060, на первых позициях стоит мясо мехобвалки (образцы № 27 и № 35). В данном ТНПА не указаны требования пищевой ценности, поэтому сложно судить о качестве данных изделий.

Колбасы, изготовленные по СТБ 126: образец № 26 и № 36 соответствуют классу экстра, однако немного превышают требования ГОСТ 23670 по такому показателю пищевой ценности как м.д.жира (допускается не более 20%, а в указанных изделиях маркируется 21.6 и 21%, соответственно. В соответствии с СТБ 126 допускается для колбас экстра-класса не более 32% жира). Образец № 29 также соответствует требованиям экстра класса СТБ 126 по пищевой ценности (белка 11% и жира 27%), однако на маркировке указаны только ТУ и РЦ. Образцы № 28 и № 38, изготовленные по ТУ, соответствуют только первому классу и бессортовым колбасам по СТБ 126.

Колбаса «Телячья». Классическая рецептура колбасы «Телячья» указана в ГОСТ 2367-2019 и приведена выше. В торговой сети г.Минска было обнаружено только 3 образца данного наименования изделия : образцы № 15, № 34 и № 37 и ни один из них не произведен по данному ТНПА и не содержит необходимый состав. Так, в рецептуре образцов № 15 и №37 содержится куриное мясо, в №37 на первом месте – свинина. По пищевой ценности по классической рецептуре соответствует только образец №37, также отметим, что в отличие от двух других производителей, в составе их изделий преобладает телятина или говядина (молодняк).

Сосиски. Нами были исследованы 9 образцов сосисок, из которых 3 производителя изготавливали свою продукцию по СТБ 1060 и 1 – по СТБ 2247 для питания детей. Отметим, что все сосиски содержали в своем составе мясо курицы или индейки.

Для изделий колбасных вареных из мяса птицы действует межгосударственный стандарт ГОСТ 31639-2012. В соответствии с этим стандартом по пищевой ценности только образец № 22 можно

отнести к высшему сорту; № 17, № 14, № 16 и № 24 – к первому сорту, а все остальные ко второму и третьему.

Среди производителей сосисок хочется отметить образец № 24 по натуральности состава, которые содержат мясо индейки 93%, а также № 14 и № 16, с маркировкой что продукт не содержит ГМО, сои, глутена, глутамата, фосфатов, красителей, ароматизаторов.

Некоторые производители изготавливают сосиски, которые своей красочной упаковкой, мини размерами и названиями позиционируют свою продукцию как сосиски для детей: образцы № 18, № 20, № 21, № 22, № 23, и № 24 изготовлены по ТУ. Однако требованиям СТБ 2247 – 2012 по пищевой ценности не соответствуют № 20, № 18, и № 21. Кроме того, по вышеуказанному СТБ 2247 не допускается в составе мясо мехобалки, а в образцах № 18 и № 20 оно присутствует.

Сосиски № 18, № 22 и № 24 производят в соответствии с СТБ 1060 -97, в котором как упоминалось выше отсутствуют норматив пищевой ценности и в составе могут содержаться различные компоненты, в т.ч. мясо мехобалки. Таким образом, все три вида сосисок соответствуют указанным требованиям.

Изучив состав сосисок и нормативные документы для их производства для питания детей старше 3-х лет мы рекомендуем только образец № 17, в которых массовая доля мясных ингредиентов более 60%.

Варено-копченые колбасы. Для варено-копченых колбас и колбас из мяса птицы действует межгосударственный стандарт ГОСТ 33357-2015. В состав таких колбас может быть включено мясо мехобалки. Колбасу сервелат по классической рецептуре изготавливали по ГОСТ 16290-86, который является действующим на территории РБ (в РФ действует ГОСТ Р 55455-2013 Колбасы варено-копченые ТУ»). По данному стандарту колбаса «Сервелат» относится к высшему сорту. В состав «Сервелата» входит: говядина, свинина, свинина жилованная жирная или грудинка свиная, соль, нитрит натрия, сахар, перец, кардамон или мускатный орех; использование мяса мехобалки – не допустимо.

При проведении мониторинга, были исследованы 4 наименования варено-копченых колбас «Сервелат». Все изделия были выполнены по ТУ, все в своем составе содержат мясо мехобалки на первом месте. По пищевой ценности все колбасы не соответствуют ГОСТ 33357 : м.д. белка ниже (9-12%) , а м.д. жира выше в 2 раза (40%) установленных норм. Однако все изделия были изготовлены по ТУ и соответствуют им.

В заключении отметим, что продукция, маркированная по ГОСТ, вызывает неизменное доверие потребителя.

Выводы. Таким образом, данные мониторинга качества и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов произведенных по государственным стандартам и техническим условиям показали, что продукция производимая по ТУ содержит широкий диапазон нормативных требований к качеству и безопасности продукции, в отличии от продукции произведенной по ГОСТ (СТБ) и позволяет производить продукцию содержащую значительное количество ингредиентов с целью существенного снижения себестоимости продукции. В колбасах по ТУ все эти добавки использовать разрешено (консерванты можно использовать лишь для поверхностной обработки).

В тоже время продукция производимая по ТУ не должна противоречить требованиям Технических регламентов и отдельных случаях производство продукции продиктовано необходимостью выпуска на рынок новых видов продукции в более короткие сроки.

Считаем, что целесообразно предусмотреть обязательное введение проверки Технических условий на соответствие требованиям стандартов и законодательства Республики Беларусь перед их государственной регистрацией.

Обеспечить обязательность введения в Технические условия показателей качества и безопасности пищевой продукции не ниже установленных в государственных стандартах на аналогичную продукцию.

Определить статус разработчиков Технических условий, обладающих определенными государственными полномочиями в каждой отраслевой группе.

Рекомендуем перед покупкой убедиться, что продукт выполнен по ГОСТу, а не по ТУ.

По результатам проведенных исследований наиболее качественными продуктами являются:

- ♦ «Свинина тушеная» («ГРОДФУД» ПУП «Орианский МКК»);
- ♦ «Тушеная конина» («ГРОДФУД» и ОАО «Березовский МКК»);
- ♦ колбаса «Докторская» («Бобруйский МКК» и «Гродно МКК»);
- ♦ колбаса «Телячья» ООО «12 мастеров»;
- ♦ сосиски «Алфавитки детские» («Агрокомбинат «Колос»);
- ♦ сосиски «Индюшонок MINI» (Островецкое ФХ) и сосиски с т.н. «NATURA» (Инко-фуд)

Список использованных источников

1. Козельцева, Е.И. Анализ микробиологической безопасности мяса птицы механической обвалки» / Е.И. Козельцева, И.Е. Лобазова // Современные проблемы инфекционной патологии человека: сборник научных трудов. — Минск, 2018. — Вып.11. — С. 75–81.
2. О безопасности пищевой продукции ТР ТС 021/2011 — Введ. 01.07.2013. — Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2013. — 156 с.
3. О безопасности мяса и мясной продукции ТР ТС 034/2013 - Введ. 01.05.2014. — Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2014. — 52 с.
4. Санитарные нормы, правила «Требования к пищевым продуктам» и гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности для человека обогащенных пищевых продуктов» — Введ. 16.07.2013. — Минск : Утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21.06.2013 № 52, — 2013. — 166 с.
5. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов ГОСТ 10444.15-94.- Введ.01.07.1996. — Минск: Госстандарт, 1995. — 8 с.
6. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий) ГОСТ 31747–2012. — Введ. 01.07.13. — Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2012. — 15 с.
7. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода Salmonella ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002).- Введ. 01.06.2014.- Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2014. — 24 с.
8. Продукты пищевые. Методы выявления бактерий Listeria monocytogenes ГОСТ 32031-2012. — Введ. 01.04.2016.- Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2016. — 30 с.
9. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета сульфитредуцирующих бактерий, растущих в анаэробных условиях ГОСТ 29185-2014 (ISO 15213:2003). — Введ. 29.08.2014. — Минск : Евразийский совет стандартизации, метрологии и сертификации. 2014. — 30 с.
10. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества Staphylococcus aureus ГОСТ 10444.2-94. — Введ. 01.07.1996. - Минск: Госстандарт, 1995. —14 с.
11. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий вида Escherichia coli ГОСТ 30726–2001. — Введ. 01.07.02. — Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2001. — 7 с.
12. Консервы. Метод определения промышленной стерильности ГОСТ 30425-97. — Введ. 01.07.1998. - Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1997. —16 с.
13. Методические указания «Методика выполнения измерений массовой доли свинца и кадмия в пищевых продуктах и продовольственном сырье методом электротермической атомно-абсорбционной спектроскопии» МУК 4.1.986-00. — Введ. 01.01.2001. - Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2000. — 13 с.
14. Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение общего мышьяка и селена методом атомно-абсорбционной спектроскопии с генерацией гидридов с предварительной минерализацией пробы под давлением ГОСТ 31707-2012 (EN 14627:2005). — Введ. 01.01.2016. - Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2016. — 20 с.
15. Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение ртути методом атомно-абсорбционной спектроскопии холодного пара с предварительной минерализацией пробы под давлением ГОСТ Р 53183-2008 (EN 13806:2002).- Введ.01.01.2011. - Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2011. — 12 с.
16. Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, поливитаминных препаратах с микроэлементами, в биологически активных добавках к пище и в сырье для их изготовления методом атомной эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргоновой плазмой МУК 4.1.1482-2003.- Введ. 30.06.2003. — М.Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. — 56 с.
17. Продукты пищевые. Метод определения содержания цезия Cs-137 ГОСТ 32161-2013. - Введ. 01.05.2015. - Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2015. — 12 с.

18. Определение содержания бацитрацина в продукции животного происхождения методом ИФА с использованием тест-систем производства EuroProxima B.V., Нидерланды. Методика выполнения измерений МВИ.МН 4652-2013. — Введ. 03.06.2013.- Минск: РУП «БегГИМ», 2013. — 20 с.
19. Методика выполнения измерений содержания хлорамфеникола (левомицетина) в продукции животного происхождения с использованием тест-систем RIDASCREEN®Chloramphenicol и ПРОДОСКРИН®Хлорамфеникол МВИ МН 2436-2015. — Введ. 30.12.2015. - Минск: РУП «БегГИМ», 2015. — 34 с.
20. Продукты пищевые, продовольственное сырье. Метод определения остаточного содержания антибиотиков тетрациклиновой группы с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектором ГОСТ 31694-2012. — Введ. 01.01.2016. - Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2016. — 24 с.
21. Мясо и мясные продукты. Определение содержания хлорорганических пестицидов методом газожидкостной хроматографии ГОСТ 32308-2013.- Введ.01.03.2016 Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2016. —12 с.
22. Методика определения нитрозаминов в пищевых продуктах и продовольственном сырье методом высокоэффективной жидкостной хроматографии - МВИ.МН 3543-2010.- Введ. 24.08.2010 Минск: РУП «БегГИМ», 2013. — 26 с.
23. Продукты пищевые. Методы определения массовой доли бенз(а)пирена СТБ ГОСТ Р 51650-2001.- Введ. 01.11.2002 Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2002. — 24 с.
24. Продукты пищевые. Методы анализа для обнаружения генетически модифицированных организмов и производных продуктов. Методы качественного обнаружения на основе анализа нуклеиновых кислот ГОСТ ИСО 21569-2009. — Введ. 01.01.2011 Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2011. — 148 с.
25. Определение содержания глиаина в продуктах питания с использованием тест-системы «Ridascreen® Глиадин» производства R-Biopharm, Германия. Методика выполнения измерений МВИ.МН 4658-2013. — Введ. 01.07.2013 РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», 2013. — 22 с.
26. Методика определения концентраций сорбиновой и бензойной кислот в пищевых продуктах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии МВИ.МН 806-98. — Введ. 26.08.2006 Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2006. — 12 с.
27. Мясо и мясные продукты. Определение содержания жирорастворимых витаминов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии ГОСТ 32307-2013.— Введ. 01.09.2016 Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2016. — 12 с.
28. Метод по определению аминокислот в продуктах питания с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии МВИ.МН 1363-2000. — Введ. 14.07.2000 Минск : МЗ РБ, 2000. — 26 с.
29. Мясо и мясные продукты. Методы определения жира ГОСТ 23042-2015. — Введ. 01.03.2017 Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2017. — 12 с.
30. Мясо и мясные продукты. Методы определения белка ГОСТ 25011-81. — Введ. 01.01.1983 Минск : Госстандарт, 1983. — 12 с.
31. Мясо и мясные продукты. Методы определения содержания хлористого натрия ГОСТ 9957-2015. — Введ. 01.03.2017 Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2017. — 12 с.
32. Мясо и мясные продукты. Методы определения влаги ГОСТ 9793-2016. — Введ. 01.09.2018 Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2018. — 10 с.
33. Продукты мясные. Методы определения крахмала ГОСТ 10574-2016. — Введ. 01.10.2018 Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2018. — 14 с.
34. Мясо и мясные продукты. Спектрофотометрический метод определения массовой доли общего фосфора СТБ ГОСТ Р 51482-2001 (ИСО 13730-96). — Введ. 01.11.2002 Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2002. — 12 с.

35. Продукты мясные. Методы определения нитрита ГОСТ 8558.1-2015. — Введ. 01.03.2017 Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2017. — 16 с.

References

1. Kozeltseva E.I., Lobazova I.E. Analysis of microbiological safety of poultry meat by mechanical boning // Modern problems of infectious human pathology: collection of scientific papers. — Minsk, 2018. — Vol. 11. — P. 75–81.
2. About safety of food products TR TS 021/2011 - Introduction. 07.01.2013. - Minsk: Belarus. state Institute of Standardization and Certification, 2013. — 156 p.
3. About safety of meat and meat products TR CU 034/2013 - Introduction. 05/01/2014. - Minsk: Belarus. state Institute of Standardization and Certification, 2014. - 52 p.
4. Sanitary standards, the rules «Requirements for food products» and the hygienic standard «Indicators of safety and harmlessness for humans enriched foods» — Introduction. 07.16.2013. — Minsk: Approved by resolution of the Ministry of Health of the Republic of Belarus dated June 21, 2013. — 2013. — No. 52. — 166 p.
5. Food products. Methods for determining the amount of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms GOST 10444.15-94. — Introduction 01.07.1996. — Minsk: Gosstandart, 1995. — 8 p.
6. Food products. Methods for identifying and determining the number of bacteria of the group of Escherichia coli (coliform bacteria) GOST 31747-2012. - Enter. 07.01.13. - Minsk: Mezghos. Council for Standardization, Metrology and Certification: Belarus. state Institute of Standardization and Certification, 2012. — 15 p.
7. Food products. Method for the identification of bacteria of the genus Salmonella GOST 31659-2012 (ISO 6579: 2002) .- Introduction. 06/01/2014. — Minsk International Council for Standardization, Metrology and Certification: Belarus. state Institute of Standardization and Certification, 2014. — 24 p.
8. Food products. Methods for the detection of bacteria Listeria monocytogenes GOST 32031-2012. — Enter. 04.01.2016 . — Minsk: International Council for Standardization, Metrology and Certification: Belarus state Institute of Standardization and Certification, 2016. — 30 p.
9. Microbiology of food and animal feed. Methods for detecting and counting sulfite-reducing bacteria growing under anaerobic conditions GOST 29185-2014 (ISO 15213: 2003) . — Introduction. 08.29.2014 .- Minsk: Eurasian Council of Standardization, Metrology and Certification. 2014. — 30 p.
10. Food products. Methods for identifying and quantifying Staphylococcus aureus GOST 10444.2-94. — Enter. 07.01.1996. — Minsk: Gosstandart, 1995. — 14 p.
11. Food products. Methods for identifying and determining the number of bacteria of the species Escherichia coli GOST 30726-2001. — Enter. 07.01.02. — Minsk: International Council for Standardization, Metrology and Certification: Belarus. state Institute of Standardization and Certification, 2001. — 7 p.
12. Canned food. Method for determining industrial sterility GOST 30425-97. - Enter. 07/01/1998. - Minsk: International Council for Standardization, Metrology and Certification: Belarus. state Institute of Standardization and Certification, 1997. — 16 p.
13. Guidelines «Methodology for measuring the mass fraction of lead and cadmium in food products and food raw materials by electrothermal atomic absorption spectrometry» MUK 4.1.986-00. - Enter. 01.01.2001. - Minsk: International Council for Standardization, Metrology and Certification: Belarus. state Institute of Standardization and Certification, 2000. — 13 p.
14. Food products. Identification of trace elements. Determination of total arsenic and selenium by atomic absorption spectrometry with the generation of hydrides with preliminary mineralization of the sample under pressure GOST 31707-2012 (EN 14627: 2005). - Enter. 01.01.2016. - Minsk: Mezghos. Council for Standardization, Metrology and Certification: Belarus. state Institute of Standardization and Certification, 2016. — 20 p.
15. Food products. Identification of trace elements. Determination of mercury by atomic absorption spectrometry of cold steam with preliminary mineralization of the sample under pressure GOST R 53183-2008 (EN 13806: 2002). — Introduced 01.01.2011. — Minsk: Mezghos. Council for Standardization, Metrology and Certification: Belarus. state Institute of Standardization and Certification, 2011. — 12 p.
16. Determination of the content of chemical elements in diagnosed biosubstrates, multivitamin preparations with microelements, in biologically active food additives and in raw materials for their manufacture by atomic emission spectrometry with inductively coupled argon plasma MUK 4.1.1482-2003. — Introduction. 06.30.2003. - M. Federal Center for State Sanitary and Epidemiological Supervision of the Ministry of Health of Russia, 2003. — 56 p.

17. Food products. Method for determination of cesium content Cs-137 GOST 32161-2013. - Enter. 05.01.2015. — Minsk: International Council for Standardization, Metrology and Certification: Belarus. state Institute of Standardization and Certification, 2015. — 12 p.
18. Determination of bacitracin content in animal products by ELISA using test systems manufactured by EuroProxima B.V., Netherlands. Measurement technique MVI.MN 4652-2013. — Enter. 06.03.2013 . — Minsk: RUE BegGIM, 2013. — 20 p.
19. 19. Methodology for measuring the content of chloramphenicol (chloramphenicol) in animal products using the RIDASCREEN® Chloramphenicol and PRODOSCRIN® Chloramphenicol MVI MN 2436-2015 test systems. — Enter. 12.30.2015. — Minsk: RUE BegGIM, 2015. — 34 p.
20. Food products, food raw materials. The method for determining the residual antibiotic content of the tetracycline group using high performance liquid chromatography with a mass spectrometric detector GOST 31694-2012. — Enter. 01.01.2016. — Minsk: International Council for Standardization, Metrology and Certification: Belarus. state Institute of Standardization and Certification, 2016. — 24 p.
21. Meat and meat products. Determination of the content of organochlorine pesticides by gas-liquid chromatography GOST 32308-2013. — Introduction 01.03.2016 Minsk: International Council for Standardization, Metrology and Certification: Belarus. state Institute of Standardization and Certification, 2016. — 12 p.
22. The methodology for the determination of nitrosamines in food products and food raw materials by high performance liquid chromatography - MVI.MN 3543-2010. — Introduction. 08/24/2010 Minsk: RUE BegGIM, 2013. — 26 p.
23. Food products. Methods for determining the mass fraction of benzo (a) pyrene STB GOST R 51650-2001. — Introduction. 11.01.2002 Minsk: Mezghos. Council for Standardization, Metrology and Certification: Belarus. state Institute of Standardization and Certification, 2002. — 24 p.
24. Food products. Analysis methods for the detection of genetically modified organisms and derived products. Qualitative detection methods based on nucleic acid analysis GOST ISO 21569-2009. — Enter. 01.01.2011 Minsk: Mezghos. Council for Standardization, Metrology and Certification: Belarus. state Institute of Standardization and Certification, 2011. — 148 p.
25. Determination of gliadin content in food using the test system «Ridascreen® Gliadin» manufactured by R-Biopharm, Germany. Measurement technique MVI.MN 4658-2013. — Enter. 07.01.2013 RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food», 2013. — 22 p.
26. Methodology for determining the concentrations of sorbic and benzoic acids in food products by high performance liquid chromatography MVI.MN 806-98. — Enter. 08/26/2006 Minsk: Belarus. state Institute of Standardization and Certification, 2006. — 12 p.
27. Meat and meat products. Determination of the content of fat-soluble vitamins by high performance liquid chromatography GOST 32307-2013. — Introduction. 09/01/2016 Minsk: International Council for Standardization, Metrology and Certification: Belarus. state Institute of Standardization and Certification, 2016. — 12 p.
28. Method for the determination of amino acids in foods using high performance liquid chromatography MVI.MN 1363-2000. — Enter. July 14, 2000 Minsk: Ministry of Health of the Republic of Belarus, 2000. — 26 p.
29. Meat and meat products. Methods for the determination of fat GOST 23042-2015. — Enter. 03.01.2017 Minsk: Mezghos. Council for Standardization, Metrology and Certification: Belarus. state Institute of Standardization and Certification, 2017. — 12 p.
30. Meat and meat products. Methods for determination of protein GOST 25011-81. — Enter. 01.01.1983 Minsk: Gosstandart, 1983. — 12 p.
31. Meat and meat products. Methods for determining the content of sodium chloride GOST 9957-2015. — Enter. 03.01.2017 Minsk: International Council for Standardization, Metrology and Certification: Belarus. state Institute of Standardization and Certification, 2017. — 12 p.
32. Meat and meat products. Moisture determination methods GOST 9793-2016. — Enter. 09.01.2018 Minsk: International Council for Standardization, Metrology and Certification: Belarus. state Institute of Standardization and Certification, 2018. — 10 p.
33. Meat products. Methods for the determination of starch GOST 10574-2016. — Enter. 10/01/2018 Minsk: International Council for Standardization, Metrology and Certification: Belarus. state Institute of Standardization and Certification, 2018. — 14 p.
34. Meat and meat products. Spectrophotometric method for determining the mass fraction of total phosphorus STB GOST R 51482-2001 (ISO 13730-96). — Enter. 11.01.2002 Minsk: International Council for Standardization, Metrology and Certification: Belarus. state Institute of Standardization and Certification, 2002. — 12 p.

35. Meat products. Methods for determination of nitrite GOST 8558.1-2015. -- Enter. 03.01.2017 Minsk: International Council for Standardization, Metrology and Certification: Belarus. state Institute of Standardization and Certification, 2017. — 16 p.

Информация об авторах

Ловкис Зенон Валентинович — доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, генеральный директор РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (220037, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Козлова, 29). E-mail: info@belproduct.com.

Почицкая Ирина Михайловна — кандидат сельскохозяйственных наук, начальник Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (220037, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Козлова, 29). E-mail: pochitskaja@yandex.ru.

Лобазова Ирина Евгеньевна — кандидат химических наук, заведующая лабораторией микробиологических исследований Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (220037, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Козлова, 29). E-mail: lobazova@mail.ru.

Комарова Наталья Викторовна — кандидат технических наук, заведующая лабораторией физико-химических исследований Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (220037, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Козлова, 29). E-mail: info@belproduct.com.

Information about authors

Lovkis Zenon V. — Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Honored Scientist of the Republic of Belarus, General Director of the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food (220037, Republic of Belarus, Minsk, ul. Kozlova, 29). E-mail: info@belproduct.com.

Pochitskaya Iryna M. — Ph.D. (Agricultural), the head of the Republican control and testing complex for foodstuffs quality and safety of RUE “Scientific-Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: pochitskaja@yandex.ru.

Labazava Iryna E. — Ph. D (Chemist) the head of the Microbiological laboratory of the Republican control and testing complex for foodstuffs quality and safety of RUE “Scientific-Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lobazova@mail.ru.

Komarova Natalia V. — Ph. D (Technical) the head of the Physical-chemical laboratory of the Republican control and testing complex for foodstuffs quality and safety of RUE “Scientific-Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: info@belproduct.com.