

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 12
№2(44)
2019

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) 285-39-70,
285-39-71, 294-31-41 (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 20.03.2019.

Формат 60×84/8. Бумага офсетная.

Гарнитура NewtonС. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 11,16. Уч.-изд. л. 12,80.

Тираж 100 экз. Заказ 252.

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. 12, №2(44) 2019

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. Gorbatov 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 “Gorbatov 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. 12

№2(44)

2019

**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: +375-17-285-39-70,
+375-17-285-39-71, +375-17-294-31-41
(editor)
E-mail aspirant@belproduct.com

Printed at UE "IVC Minfina"

It is sent of the press 20.03.2019

Format 60x84/8. Offset paper.

NewtonC type. Offset printing.

Printed pages 1,16.

Publisher's signatures 12,80.

Circulation 100 copies. Order 252.

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., Шепшелев А.А. «БЕЛАГРО-2019»: новые технологии и продукты питания Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по продовольствию.....	6
Русланн А.В., Колосовская Л.С., Лапенок Н.С., Севастей Л.И., Мадзиевская Т.А., Шункевич Т.М. Пищевые композиции на основе растительных компонентов, обеспечивающие микробиологическую устойчивость ржанных и ржано-пшеничных хлебобулочных изделий.....	15
Зайченко Д.А., Рябова К.С. Водоподготовка при производстве безалкогольных изотонических напитков.....	24
Груданов В.Я., Торган А.Б., Станкевич П.В. Влияние внутреннего давления теста на прочность, жесткость и прогиб круглых матриц для производства макаронных изделий	31
Куликов А.В., Литвинчук А.А., Куликова О.М., Данилюк А.С., Безущёнок А.А. Исследование возможности и определение параметров получения микрогранул рыбных комбикормов для выращивания мальков	43
Моргунова Е.М., Кондратенко С.А., Томашевич С.Е., Моргунов А.Н. Методология оценки конкурентного потенциала пищевых продуктов с улучшенными потребительскими характеристиками	52
Мелещеня А.В., Савельева Т.А., Калгович И.В. Изучение влияния водного гидролиза коллагенсодержащего сырья на показатели качества и безопасности	65
Гнедов А.А. Показатели качества продукции, получаемой из арктического омуля (<i>Coregonus autumnalis pallas</i>) низовий бассейна р. Енисей	75
Шингарева Т.И. Зависимость показателей качества йогуртного продукта от содержания пахты в смеси	83
Третьякова О.М., Глазев А.А., Павлова О.В., Рылко В.А. Метаболические изменения в тканях клубней картофеля при различной степени устойчивости к бактериозу	93

CONTENTS

Lovkis Z.V., Shepshelov A.A. “BELAGRO-2019”: new technologies and food product Scientific-practical center for foodstuffs of the National academy of sciences of Belarus	6
Rosland A.V., Kolosovskaya L.S., Laptenok N.S., Sevastsei L.I., Madziyeuskaya T.A., Syunkevich T.M. Food compositions based on plant components, providing microbiological stability of rye and rye-wheat bakery products	15
Zaichenko D.A., Ryabova K.S. Water preparation in the production of non-alcoholic isotonic drinks	24
Grudanov V.J., Torgan A.B., Stankevich P.V. Influence of the strength of the test of the production of pasta.....	31
Kulikou A.V., Litvinchuk A.A., Kulikova O.M., Danilyuk A.S., Bezushchonok A.A. Investigation of opportunities and determination of parameters of production of microgranules of fish fodder for fry	43
Margunova A.M., Kondratenko S.A., Tamashevich S.E., Margunov A.N. Methodology for assessing competitive potential of food products with improved consumer characteristics	52
Meliaschenya A.V., Saveleva T.A., Kaltovich I.V. Studying of impact of water hydrolysis of raw materials containing collagen on indicators of quality and safety	65
Gnedov A.A. Performance indicators of products received from arctic omul (<i>coregonus autumnalis pallas</i>) of the lower basin Yenisei river.....	75
Shingareva T.I. Dependence of indicators of quality of yogurt product from buttermilk content in mix.....	83
Tratsiakova O.M., Glazev A.A., Pavlova O.V., Rylko V.A. Metabolic changes in tissues of club potatoes with different degree of resistance to bacteriosis	93

УДК 664:001.89

Поступила в редакцию 10.06.2019
Received 10.06.2019**З.В. Ловкис, А.А. Шепшелев***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь***«БЕЛАГРО-2019»: НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ
НАУК БЕЛАРУСИ ПО ПРОДОВОЛЬСТВУ**

Аннотация. В статье представлены основные результаты работы Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по продовольствию за 2018 год. Отмечены ключевые энерго- и ресурсосберегающие технологии и новые виды продукции, представленные на международной специализированной выставке «Белагро-2019»: технология тепловой обработки зернового сула высоких концентраций на спирт; технологии создания новых видов кондитерских изделий, зефира, мармелада, сухих завтраков, снеков; технология замороженных формованных продуктов на основе овощного сырья; технология очистки диффузионных соков сахарного производства; технология производства кисломолочных продуктов из овечьего молока; технология новых видов мясных продуктов с пониженным на 30% содержанием поваренной соли; технологии экструзионных и хлебо-булочных изделий для питания беременных и кормящих женщин.

Ключевые слова: пищевая промышленность, инновационные продукты, технология, качество

Z.V. Lovkis, A.A. Shepshelev*RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy
of Sciences of Belarus” Minsk, Republic of Belarus***«BELAGRO-2019»: NEW TECHNOLOGIES AND FOOD
PRODUCTS SCIENTIFIC-PRACTICAL CENTER FOR FOODSTUFFS
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS**

Abstract. The article presents the main results of the Scientific and practical center of the National Academy of Sciences of Belarus on food for 2018. The key energy - and resource-saving technologies and new types of products presented at the international specialized exhibition “Belagro-2019” are noted: technology of heat treatment of grain wort of high concentrations on alcohol; technology of creation of new types of confectionery, marshmallows, marmalade, dry breakfasts, snacks; technology of frozen molded products based on vegetable raw materials; technology of purification of diffusion juices of sugar production; technology of production of fermented milk products from sheep milk; technology of new types of meat products with a reduced content of salt by 30%; technology of extrusion and bakery products for nutrition of pregnant and lactating women.

Keywords: food industry, innovative products, technology, quality

От момента создания нового продукта до выхода его на суд потребителя проходит немалое количество времени. Но и после того, как полки магазинов пополнились новинками, работа над определением качества того или иного продукта не прекращается.

Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию осуществляет научно-методологическое сопровождение пищевой промышленности нашей страны: разрабатывается широкий ассортимент новых продуктов питания, ведется работа по повышению качества и безопасности продуктов питания. Внедрение разработок Центра по продовольствию позволило повысить конкурентоспособность и экспортный потенциал продуктов питания и снизить их импорт.

Только за 2018 год разработаны новые технологии: тепловой обработки зернового сула высоких концентраций на спирт; технологии создания новых видов кондитерских изделий, зефира, мармелада, сухих завтраков, снеков; технология замороженных формованных продуктов на основе овощ-

ного сырья; технология очистки диффузионных соков сахарного производства; технология производства кисломолочных продуктов из овечьего молока; технология новых видов мясных продуктов с пониженным на 30 % содержанием поваренной соли; технологии экструзионных и хлебобулочных изделий для питания беременных и кормящих женщин и др.

За год создано 523 новых продукта питания: обогащенные пищевые концентраты (сухие завтраки, супы, каши, кисели и др.); для детей: композиции чайных напитков, витаминизированный мармелад, зефир, сахарное и сдобное печенье, вода; консервы для диабетического питания, соки прямого отжима, рыбная продукция, комбикорм для пресноводных видов рыб, мясные полуфабрикаты рубленые (котлеты, шницеля, бифштексы, фрикадельки), ветчинные изделия, колбаски паштетные для питания детей дошкольного и школьного возраста и т.д.

Разработана Стратегия повышения качества и безопасности пищевой продукции в Республике Беларусь до 2030 года и ряд методик качественной оценки сырья и продуктов, что в совокупности позволит сократить импорт, повысить конкурентоспособность, улучшить социальную составляющую и здоровье человека за счет цены на продукт и его качество.

В рамках проведения Международной специализированной выставки «Белагро-2019» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» и дочерние предприятия РУП «Институт мясо-молочной промышленности», ГП «Белтехнохлеб» продемонстрировали новые разработки в области пищевых продуктов. На экспозиции Центра по продовольствию были представлены научно-популярные доклады мировых тенденциях в пищевой промышленности, последних достижениях науки и техники и проведена дегустация новых видов продуктов: картофелепродуктов и пищекокцентратов, соков и кондитерской продукции, молочных продуктов и детского питания, колбасных изделий и мясной продукции.

Кроме того, в рамках работы выставки на базе Центра по продовольствию был проведен круглый-стол на тему «Проблемы питания детей, больных фенилкетонурией» с дегустацией последних разработок по данному направлению.

На экспозиции Центра по продовольствию демонстрировались инновационные разработки новых видов функционального питания, новые энерго- и ресурсосберегающие технологии и подходы, обеспечивающие повышение качества и конкурентоспособности продукции. В качестве основных, завершённых в 2018 году и представленных на «Белагро-2019» разработок можно отметить **технологии переработки сусла повышенных до 26 % концентраций** (в настоящее время на предприятиях составляет 19–21 %), что ведет к сокращению удельных затрат на производство спирта. Этого удалось достичь благодаря оптимизации параметров процесса ускоренного созревания зерновых дистиллятов: тепловая обработка на начальном этапе выдержки, продувка кислородом для ускорения этерификации, что в комплексе обеспечивает рост содержания сложных эфиров на 9,4–10,8 % и массовой концентрации уксусного альдегида в 1,5–2,0 раза по отношению к образцам, выдержанным традиционным способом.

Среди новых разработок Центра заслуживают внимания технологии производства новых видов гарнирных и диабетических консервов, позволившие организовать выпуск высококачественных консервов, конкурентоспособных на отечественном и зарубежных рынках, а также обеспечивать эффективную загрузку прогрессивного стерилизационного оборудования предприятий.

На рис. 1 представлен один из продуктов, разработанных по данной технологии.



Рис. 1. Сок березовый с сорбитолом диабетический для диетического профилактического питания

Fig. 1. Birch sap with sorbitol diabetic for dietary preventive nutrition

Отдельную группу составляют технологии производства обогащенных **пищевых концентратов** (сухих завтраков, супов и каш быстрого приготовления), инстантных напитков (киселей и какао-напитков), позволяющих обеспечить высокие качественные характеристики и пищевую ценность продукции. Разработан комплект технологической документации (3 технологические инструкции, 5 рецептов) на производство новых видов пищевых концентратов, обогащенных клетчаткой льняной. Организовано производство обогащенных пищевых концентратов с использованием семян льна, обладающих подтвержденными доклиническими исследованиями свойствами по нормализации обменных процессов в организме, регуляции углеводного и липидного обмена, снижению уровня глюкозы в крови и триглицеридов. Также они оказывают иммуномодулирующий эффект, который выражается в коррекции состояния иммунной системы организма лабораторных животных. На рис. 2 представлен один из разработанных продуктов – палочки кукурузные с клетчаткой льняной.



Рис. 2. Палочки кукурузные с клетчаткой льняной
Fig. 2. Corn sticks with flax fiber

Интерес у посетителей выставки вызывал ассортимент **чайных напитков** для детей дошкольного и школьного возраста на основе 17 видов отечественного растительного пряно-ароматического сырья. Напитки сбалансированы по витаминному составу, обладают подтвержденными доклиническими исследованиями свойствами по нормализации обменных процессов в организме, способствуют повышению уровня гемоглобина и гранулоцитов в крови, физической работоспособности и выносливости, имеют иммуномодулирующий эффект. Стоимость разработанных чайных напитков в 1,5–2 раза ниже импортных аналогов. Внешний вид композиций чайных напитков для детей дошкольного и школьного возраста представлен на рис. 3.



Рис. 3. Композиции чайных напитков для детей дошкольного и школьного возраста
Fig. 3. Tea beverage compositions for preschool and school children

Среди новых продуктов, получивших высокие оценки потребителей, следует назвать технологию производства котлет овощных замороженных. Разработаны пять рецептов на котлеты замороженные морковные, свекольные, свекольные с гречкой, капустные, овощные. Внешний вид полуфабрикатов котлет и упаковка представлены на рис. 4. В основе котлет используются только натуральные ингредиенты, отсутствуют усилители вкуса. Данная продукция пользуется широким спросом на рынке Республики Беларусь и Российской Федерации.

На выставке были представлены шоколадные кондитерские изделия с научнообоснованным витаминно-минеральным составом, соответствующим физиологическим потребностям детей до-

школьного и школьного возраста (конфеты и молочный шоколад, обогащенные кальцием и витамином D₃, с повышенным содержанием белка и пищевых волокон)(рис. 5).



Рис. 4. Полуфабрикаты «Котлеты овощные замороженные»
Fig. 4. Semi-finished products «Frozen vegetable cutlets»



Рис. 5. Батончики-мюсли и молочный шоколад, обогащенные кальцием и витамином D₃, с повышенным содержанием белка и пищевых волокон
Fig. 5. Muesli-bars and milk chocolate fortified with calcium and vitamin D₃, with a high content of protein and dietary fiber

Среди новинок кондитерской отрасли вызывает интерес технология, обеспечивающая замедление черствения молочных конфет типа «Коровка», которая позволяет добиться замедления в 1,4 раза процесса потери влаги конфетными корпусами, а также сохранности аморфной тянучки и кристаллической корочки толщиной до 3 мм на протяжении полных 2 мес.

Учеными Центра исследованы процессы структурообразования конфетных масс, что позволяет получить продукцию с оригинальными структурно-механическими свойствами и высокими потребительскими характеристиками, стабильными показателями качества, сохраняющимися в процессе хранения. Практическое применение результатов позволит замедлить процессы черствения молочных и помадных конфет, конфет на основе кондитерских жиров, создать конкурентоспособную высококачественную кондитерскую продукцию с использованием нетрадиционного отечественного сырья (сухого картофельного пюре) и обеспечить высокие потребительские характеристики готовых изделий в течение длительного времени.

Разработана методика определения пальмового масла в продуктах питания. По результатам клинических исследований установлена допустимая безопасная норма его суточного потребления (7,5 г/сутки).

Впервые подготовлены «Методические рекомендации по идентификации пальмового масла в продуктах питания». Выявлены и обоснованы «вещества-маркеры» (бета-ситостерин, кампестерин, стигмастерин в количественном соотношении 50:25:25; пальмитиновая кислота (более 17 %), соотношение насыщенных жирных кислот к ненасыщенным 50:50; наличие токотриенола как основного энантиомера витамина E (70 %); индивидуальные соотношения изотопов углерода, водорода и кислорода пальмового масла) и закономерности, свидетельствующие о присутствии пальмового масла в жировых смесях.

Результаты клинических исследований потребления пальмового масла показали:

- ♦ потребление пальмового масла приводит к повышению антропометрического показателя, увеличение которого является одним из факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, ожирения;
- ♦ избыточное потребление пальмового масла сопровождается повышением атерогенного потенциала крови, что в дальнейшем будет способствовать развитию атеросклерозии сердечно-сосудистых заболеваний;
- ♦ установлено негативное влияние избыточного потребления пальмового масла на вазомоторную функцию эндотелия;
- ♦ показатели липидного обмена корреляционно взаимосвязаны с показателями жирового состава туловища, содержанием висцерального жира, метаболическим возрастом.

Впервые в республике разработана технология молочных продуктов на основе овечьего молока. Макет упаковки сыра мягкого из овечьего молока представлен на рис. 6.



Рис. 6. Макет упаковки сыра мягкого из овечьего молока
Fig. 6. Layout of soft sheep milk cheese packaging

Также на выставке «Белагро-2019» демонстрировался ряд новых разработок в области мясо-молочной промышленности:

1. Инновационные технологии производства различных видов сыров с применением баромембранных методов обработки молока, которые позволяют сократить технологический процесс 1,1–1,3 раза, увеличить выход сыра на 15–20 %, уменьшить количество вторичного молочного сырья.

2. Технологии вареных сгущенных молочных консервов с пониженным содержанием дисахаридов на основе молочной сыворотки, обладающие пониженной аллергенностью за счет сниженного количества сахарозы и лактозы, которые могут быть позиционированы как питание для всех возрастных групп населения, включая людей, страдающих сахарным диабетом и непереносимостью лактозы.

3. Технологии мясных продуктов с пониженным на 30 % содержанием поваренной соли, позволяющих снизить порог солевой чувствительности, обладающих выраженным антиоксидантным действием и являющихся потенциальными иммунопротекторами при галогенирующем стрессе (рис. 7).

4. Технология новых видов обогащенных биологически ценными функциональными ингредиентами (лактозула, инулин, полиненасыщенные жирные кислоты) продуктов из мяса птицы (полуфабрикаты рубленые (котлеты, шницеля, бифштексы, фрикадельки и т.д., ветчинные изделия, колбаски паштетные) для питания детей дошкольного и школьного возраста, обеспечивающих полноценный и сбалансированный рацион для детей, нуждающихся в рациональном питании.

5. Технология замороженных концентрированных заквасок поливидовых термофильных микроорганизмов прямого внесения на основе отечественных заквасочных культур для йогурта и сыров сулугуни (рис. 8).

Была представлена технология производства специализированных хлебобулочных и экструзионных изделий (булочка, хлеб, хлебцы) для питания беременных и кормящих женщин, которые нормализуют обменные процессы в организме, стимулируют работу тонкого кишечника, с низким со-

держанием сахара, гликемическим индексом, высоким содержанием пищевых волокон, с витамином В и кальцием (рис. 9).



Рис. 7. Образцы изделий колбасных вареных с различными фитокомпозициями
Fig. 7. Samples of cooked sausage products with various phytocompositions



Рис. 8. Опытные партии полутвердого сыра «Сулугуни»
Fig. 8. Experimental batches of semi-hard cheese «Suluguni»



Хлеб «Мамин выбор»



Булочка «Мамин выбор» с кунжутом

Рис. 9. Специализированные хлебобулочные и экструзионные изделия для питания беременных и кормящих женщин

Fig. 9. Specialized bakery and extrusion products for feeding pregnant and lactating women

Для сопровождения молочной отрасли в Центре по продовольствию создан участок по производству бактериальных заквасок и биоконсервантов (замороженных концентрированных заквасок для ферментированных молочных продуктов: сметаны, творога, ферментативных сыров с низкой температурой второго нагревания); сухих концентрированных заквасок лактобацилл; поливидовых за-

мороженных концентрированных заквасок прямого внесения для сыров; биоконсервантов «Биоплант-ультра», «Биоплант-оптима» для силосования зерна.

Также на базе Центра по продовольствию создано производство детского питания. Осуществляется выпуск продуктов для детей разных возрастных групп: смесь кисломолочная адаптированная «Бифидобакт детский – 0» для детского диетического лечебного и профилактического питания, йогурты и биопродукт для детского питания «Заюшка», «Заюшка бифидо», «ЛисаВета», «Бифимульт» с кальцием.

Что касается контроля качества и безопасности продукции, то в Центре действует многоступенчатая система достижения качества пищевых продуктов, которая состоит из пяти основных блоков. Сегодня в республике достигнута продовольственная безопасность, интегральный показатель составляет 1,09, что свидетельствует о полном обеспечении продовольствием, и проблема обеспеченности безопасными пищевыми продуктами в республике решена полностью. Продукты, которые есть на полках магазинов, проходят многоступенчатый контроль безопасности. Можно смело говорить о том, что вся продукция безопасная, поэтому сейчас на первый план выходят вопросы качества.

Центр работает над качеством пищевой продукции по принципу «от поля до прилавка». Специалисты структурных подразделений разрабатывают стандарты, проводят испытания продукции, сертифицируют ее, проводят дегустации, мониторинг продукции из торговой сети. В Центре получен товарный знак системы достижения качества.

В современных условиях хозяйствования эффективная работа отраслей пищевой промышленности возможна только при тесном взаимодействии с наукой. В Республике Беларусь имеются все необходимые механизмы для такого взаимодействия: формируются различные научно-технические программы, основная цель которых, усилить экспортные позиции отечественных предприятий и отраслей на мировом продовольственном рынке, сохранить и повысить качество производимой продукции и т.д. Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию является тем необходимым звеном, которое осуществляет разработку и внедрение инновационных технологий и продуктов в производство, что способствует развитию отечественных перерабатывающих предприятий, повышению их конкурентоспособности.

Список использованных источников

1. Отчет о работе РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» в 2018 году (заключительный) / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»; рук. З.В. Ловкис. – Минск, 2019. – 242 с.
2. Отчет о научной, научно-технической, инновационной и иной деятельности РУП «Институт мясо-молочной промышленности» за 2018 год (заключительный) / РУП «Институт мясо-молочной промышленности»; рук. А.В. Мелещеня. – Минск, 2019. – 250 с.
3. Отчет о научно-исследовательской работе по гранту Национальной академии наук Беларуси «Технология и оценка потребительских свойств функциональных пищевых концентратных продуктов» (заключительный) / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»; рук. З.В. Ловкис. – Минск, 2018. – 66 с.
4. Отчет о научно-исследовательской и опытно-технологической работе по Государственной научно-технической программе «Агропромкомплекс – 2020» 2016–2020 годы (подпрограммы «Агропромкомплекс – эффективность и качество») задание 4.13 «Разработать новые виды обогащенных пищевых концентратов с использованием биопотенциала семян льна» (заключительный) / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»; рук. З.В. Ловкис. – Минск, 2018. – 223 с.
5. Отчет о научно-исследовательской и опытно-технологической работе по заданию Республиканского централизованного инновационного фонда «Усовершенствовать и внедрить технологию производства конфет из молочных масс с замедленными процессами черствения» (заключительный) / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»; рук. З.В. Ловкис. – Минск, 2018. – 196 с.
6. Отчет о научно-исследовательской и опытно-конструкторской работе, выполняемой за счет средств республиканского централизованного инновационного фонда по теме 4.5. «Разработать

- технологии производства формованных замороженных продуктов на основе овощного сырья» (заключительный) / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» ; рук.З.В. Ловкис.— Минск, 2018. — 234 с.
7. Отчет о научно-исследовательской и опытно-технологической работе ОНТП «Детское питание. Качество и безопасность» на 2016–2020 гг. по заданию 9 «Разработать и внедрить в производство чайные напитки, сбалансированные по витаминному составу, соответствующие потребностям рационального питания детей дошкольного и школьного возраста» (заключительный) / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» ; рук. З.В. Ловкис. — Минск, 2018. — 155 с.
 8. Отчет о научно-исследовательской работе по Государственной программе научных исследований «Качество и эффективность агропромышленного производства», 2016–2020 гг. (подпрограмма 3 «Продовольственная безопасность») по теме 3.8. «Исследование структурообразующих компонентов из нетрадиционного сырья при создании конкурентоспособных кондитерских изделий» (заключительный) / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» ; рук.З.В. Ловкис. — Минск, 2018. — 213 с.
 9. Отчет о научно-исследовательской работе по отдельному проекту фундаментальных и прикладных научных исследований центр Национальной академии наук Беларуси «Разработка научно-методических основ идентификации и количественной оценки пальмового масла как одного из составляющих растительных жиров в продуктах питания» (заключительный) / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» ; рук. З.В. Ловкис.— Минск, 2018. — 716 с.

References

1. Lovkis Z.V., Shepshelev A.A., Zhakova K.I. Report on the work of RUE “Scientific and practical center of the National Academy of Sciences of Belarus for food” in 2018 (final),Minsk, 2019, 242 p. (in Russian).
2. Meliaschenya A.V., Furyk N.N., Saveleva T.A. Report of the scientific, scientific-technical, innovation and other activities of the Republican unitary enterprise “Institute of meat and dairy industry” for 2018 (final), Minsk, 2019, 250 p. (in Russian).
3. Lovkis Z.V., Shepshelev A.A., Lobazova I.E. Report on research work on the grant of the National Academy of Sciences of Belarus “Technology and evaluation of consumer properties of functional food-concentrate products” (final), Minsk, 2018, 66 p. (in Russian).
4. Lovkis Z.V., Shepshelev A.A., Usenja Y.S. Report on scientific-research and experimental-technological work in the State scientific-technical program “agro – industrial complex the” 2020 2016-2020 (subprogrammes “agro – industrial complex efficiency and quality”) task 4.13 “to Develop new types of enriched food using the action potential of flax seeds” (final), Minsk, 2018, 223 p. (in Russian).
5. Lovkis Z.V., Shepshelev A.A., Tomashevich S.E. Report on research and experimental-technological work on the task of the Republican centralized innovation Fund “to Improve and implement the technology of production of sweets from dairy masses with delayed staling processes” (final), Minsk, 2018, 196 p. (in Russian).
6. Lovkis Z.V., Shepshelev A.A., Petuchov N.N. Report on research and development work carried out at the expense of the Republican centralized innovation Fund on the topic 4.5. “To develop technology for the production of molded frozen products based on vegetable raw materials” (final), Minsk, 2018, 234 p. (in Russian).
7. Lovkis Z.V., Shepshelev A.A., Usenja Y.S. Report on research and experimental-technological work of ONTP “Baby food. Quality and safety” for 2016–2020 on task 9 “to Develop and introduce into production tea drinks, balanced in vitamin composition, corresponding to the needs of rational nutrition of children of preschool and school age” (final), Minsk, 2018, 155 p. (in Russian).
8. Lovkis Z.V., Shepshelev A.A., Tomashevich S.E. Report on research work on the State program of scientific researches “Quality and efficiency of agroindustrial production”, 2016-2020 (subprogram 3

- “food security”) on a subject 3.8. “Research of structure-forming components from non-traditional raw materials in the creation of competitive confectionery products” (final), Minsk, 2018, 213 p. (in Russian).
9. Lovkis Z.V., Shepsheliev A.A., Marhunova A.M. Report on research work on a separate project of fundamental and applied research center of the National Academy of Sciences of Belarus “Development of scientific and methodological bases of identification and quantitative assessment of palm oil as one of the components of vegetable fats in food” (final), Minsk, 2018, 716 p. (in Russian).

Информация об авторах

Ловкис Зенон Валентинович – заслуженный деятель науки Республики Беларусь, член-корр. НАН 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

Шепшелев Александр Анатольевич – кандидат технических наук, заместитель генерального директора по научной работе 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

Lovkis Zenon V. – honored scientist of the Republic of Belarus, member-Corr. NAS of Belarus, doctor of technical Sciences, Professor, General Director of RUE «Scientific and practical center of the National Academy of Sciences of Belarus for food» (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: info@belproduct.com

Shepsheliev Alexander A. – PhD in technical Sciences, Deputy Director General for scientific work of RUE «Scientific and practical center of the National Academy of Sciences of Belarus for food» (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: info@belproduct.com

**А.В. Русланн, Л.С. Колосовская, Н.С. Лаптенок,
Л.И. Севастей, Т.А. Мадзиевская, Т.М. Шункевич**

*Научно-производственное республиканское дочернее унитарное предприятие «Белтехнохлеб»
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,
г. Минск, Республика Беларусь*

ПИЩЕВЫЕ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ РЖАНЫХ И РЖАНО-ПШЕНИЧНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация: В статье представлены результаты исследований влияния разработанных пищевых композиций на основе растительных компонентов серии «Амфитра» (далее – композиции) на устойчивость хлебобулочных изделий к микробиологической порче. Изучены свойства растительных компонентов, разработаны составы композиций пищевых, технология приготовления ржаных и ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с использованием композиций пищевых на основе растительных компонентов, проведены микробиологические испытания хлебобулочных изделий. По результатам микробиологических показателей было установлено, что хлебобулочные изделия с использованием композиций пищевых на основе растительных компонентов серии «Амфитра» устойчивы к микробиологической порче на протяжении 7 суток, что составило разницу 4 суток по сравнению с контрольным образцом.

Ключевые слова: растительные компоненты, пищевые композиции, микробиологическая устойчивость, микробиологическая порча

**A.V. Rosland, L.S. Kolosovskaya, N.S. Laptenok, L.I. Sevastsei,
T.A. Madziyeuskaya, T.M. Syunkevich**

*Scientific Production Republican Associated Unitary Enterprise «Beltehnohleb» by the RUE «Scientific and
Practical Center of the National Academy of Belarus on foodstuffs», Minsk, Republic of Belarus*

FOOD COMPOSITIONS BASED ON PLANT COMPONENTS, PROVIDING MICROBIOLOGICAL STABILITY OF RYE AND RYE-WHEAT BAKERY PRODUCTS

Abstract: The article presents the results of studies of the effects of food compositions on the basis of reactive components (hereinafter referred to as compositions) on the resistance of bakery products to microbiological spoilage. The properties of plant components have been studied, compositions of food compositions have been developed, a technology has been developed for preparing rye and rye-wheat bakery products using food compositions based on soil components, and microbiological tests of bakery products have been carried out. Based on the results of microbiological indicators, it was found that bakery products using food compositions based on plant components were resistant to microbiological spoilage for 7 days, which was a difference of 4 days relative to the control sample.

Keywords: plant components, food compositions, microbiological resistance, microbiological spoilage

Введение. В современных условиях рыночной конкуренции среди изготовителей хлебобулочной продукции существует проблема качества выпускаемых хлебобулочных изделий, в частности повышения их микробиологической безопасности в процессе хранения с применением экологически безопасных, натуральных ингредиентов[1].

Проблема микробиологической безопасности хлеба включает в себя решение вопроса предотвращения его микробиологической порчи – плесневения.

Плесневение хлеба – наиболее распространенный вид микробиологической порчи, который обусловлен развитием мицелиальных грибов родов *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium*, *Geotrichum candidum*. Под действием ферментов грибов происходит гидролиз крахмала, белков и жиров, вследствие чего продукты их гидролиза придают хлебу неприятный запах и вкус [2, 3].

Микрофлора хлебопекарного производства делится на полезную и вредную. К полезной относятся дрожжи и молочнокислые бактерии, применяемые для приготовления теста. Возбудителями брожения теста являются дрожжи. Роль дрожжей заключается в разрыхлении теста. Дрожжи сбраживают сахара муки и мальтозу, образующуюся из крахмала, с выделением спирта и углекислого газа. Побочные продукты брожения – уксусный альдегид, бутиловый, изобутиловый, изоамиловый спирты, органические кислоты (молочная, янтарная, винная, щавелевая) создают вкус и аромат хлеба. При производстве хлеба применяют дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, но преобладают *Saccharomyces minor* [4, 5].

Большую роль в хлебопечении играют молочнокислые бактерии. Эти микроорганизмы осуществляют молочнокислое брожение в полуфабрикатах, в результате которого повышается кислотность, что способствует набуханию и пептонизации муки, особенно ржаной, повышаются вязкость и газодерживающая способность теста. Молочнокислые бактерии участвуют в создании вкуса и аромата ржаного хлеба за счет накопления летучих органических кислот, спиртов, карбонильных соединений (альдегидов), способствуют лучшему разрыхлению теста за счет газообразования [6].

Вредной для хлебобулочных изделий является микрофлора, которая поступает с сырьем и вызывает нарушение технологического процесса, снижает качество и приводит к порче продукции.

Заражение хлеба плесенью происходит после выхода его из печи. Источником заражения выступают люди и предметы, контактирующие с хлебом, а также воздух производственных помещений, торговых объектов, содержащий большое количество спор плесневых грибов.

Плесени являются аэробами, поэтому заражают продукты с поверхности. На поверхности пораженного хлеба быстро появляется пушистый налет бурно развивающегося мицелия плесени. Мицелий с поверхности проникает внутрь мякиша и продукт становится непригодным для питания. Плесневые грибы имеют высокоактивные ферментные системы, способные расщеплять белки, углеводы, жиры и другие органические вещества. Продукты, образуемые плесенью в процессе жизнедеятельности, придают хлебу неприятный запах и вкус.

Основным принципом повышения микробиологической безопасности хлеба является адаптация классических и создание новых технологий, позволяющих получить хлебобулочные изделия повышенной микробиологической чистоты [7, 8].

В современном мире идет смещение приоритетов в сторону разработки, исследования и использования консервантов на основе натуральных компонентов, включающих порошки, отвары и экстракты ягод, фруктов, овощей, пряно-ароматических и лекарственных растений для предотвращения микробиологической порчи хлебобулочных изделий [9, 10].

Применение пищевых композиций на основе растительных компонентов с целью обеспечения стабильного качества и безопасности готовых хлебобулочных изделий в процессе хранения является неоспоримым плюсом, дающим возможность получить продукцию гарантированного качества и микробиологической чистоты.

Материалы и методы исследований. В качестве объекта исследований были выбраны пищевые композиции на основе растительных компонентов и хлеба ржаные и ржано-пшеничные с использованием композиций пищевых на основе растительных компонентов.

Проведены исследования по определению основных физико-химических характеристик композиций: гранулометрический состав, влажность, антиоксидантная активность выполнены в соответствии с СТБ ГОСТ Р 51487-2001 (9.22 Метод применения хлороформа).

В хлебобулочных изделиях исследования проводили по микробиологическим показателям КМА-ФАнМ в соответствии с ГОСТ 10444.15-94, дрожжи и плесени в соответствии с ГОСТ 10444.12-2013.

Результаты и их обсуждения. На основании анализа научной и патентной литературы, а также экспериментальных данных выбраны растительные компоненты и разработаны составы пищевых композиций для обеспечения микробиологической устойчивости ржаных и ржано-пшеничных хлебов [11, 12, 13, 14, 15, 16, 17]. В табл. 1 представлен качественный состав растительных ингредиентов.

Растительные ингредиенты являются источником биологически активных веществ различной химической природы, таких как флавоноиды, фитонциды, эфирные масла, смолы, танины, терпеноиды, гликозиды, сапонины, фитостеролы, кумарины, алкалоиды, органические кислоты и т.п. Известно, что данные биологически активные вещества проявляют антимикробную активность в отношении бактерий, грибов и плесеней.

Т а б л и ц а 1. Качественный состав растительных ингредиентов
 Table 1. The qualitative composition of herbal ingredients

№ п/п	Наименование компонента	Биологически активные вещества
1	Базилик (листья)	Эфирное масло, включающее d-камфору, дипентин, терпинолен, кримен, лимонен, сабинен, камфен, l-линалоол, эвенгол, бизаболен, бензойный альдегид, сесквитерпеновые спирты; рутин; β-каротин; витамины С, А, В ₂ , РР; фитонциды
2	Белая горчица (семена) BrassicaHirta	Эфирное горчичное масло; линолевая Омега 3, линолевая Омега 6, линоленовая, эруковая, олеиновая, арахидовая, эйкозановая и пальмитиновая кислоты; фермент мирозин; глюкозинолатсинальбин; витамины А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₉ , С, Е, D, Р, К и РР; витаминоподобное вещество – холин; фитостеролы; гликозиды
3	Боярышник (плоды)	Урсоловая, олеаноловая, хлорогеновая и кофейная кислоты; дубильные вещества; фитостерины; сапонины; гликозиды; β-каротин; гиперозид (гиперин); сорбит; холин; ацетилхолин
4	Бетулиносодержащий экстракт бересты	Бетулин; лупеол; альдегиды бетулина и лупола; ситостерол
5	Зеленый чай	Теотанин; катехины; уксусная, пропионовая, масляная, валериановая, капроновая, пальминовая, салициловая, щавелевая, лимонная, яблочная, янтарная, фумаровая, пировиноградная кислоты; гексиловый, бензолвый и фенолэтиловый спирты; глютаминовая кислота; витамины Р, С, В ₁ , В ₂ , РР, А, К, Е; ферменты: каталаза и пероксидаза
6	Имбирь (корень)	Эфирное масло, включающее сесквитерпены, α-камфен, α-цингиберен, бизаболен, борнеол, цинеол, линалоол, гераниол, фарнезен, цитраль, гингерол; каприловая, линолевая Омега 3, линолевая Омега 6, олеиновая кислоты; витамины А, С, В ₁ , В ₂ , никотиновая кислота, холин
7	Каркадэ	Антоцианы; биофлавоноиды; линолевая кислота; яблочная, винная, лимонная, гидроксиминовая кислоты; кверцетин; витамины А, В ₁ , В ₂ , С, РР, рутин
8	Клюква (ягоды)	Гликозид вакцинин; флавоноиды; витамины группы В (В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆), С, РР, Е, РР, К ₁ (филлохинон); лимонная, бензойная, оксоглутаровая, хинная, яблочная, гликолевая, щавелевая, хлорогеновая, урсоловая, олеаноловая, γ-окси-α-кетомасляная, альфа-кетоглутаровая); дубильные вещества; фитонциды; антоцианы, лейкоантоцианы; флавоноиды, катехины; фенолокислоты; бетаин; проантоцианиды
9	Кориандр (плоды)	Эфирное масло, содержащее спирты: линалоол, гераниол, геранилацетат, борнеол и их уксусные эфиры и альдегиды: дециловый, дециленовый, изодециленовый, дециловая кислота; терпены: терпинолен, терпинен, α- и β-фелландрен, пинен, цимол; жирные кислоты: олеиновая, изоолеиновая, линолевая, пальмитиновая, стеариновая и миристиновая и их глицериды; фитостерины; алкалоиды; органические кислоты: уксусная, муравьиная, лимонная, щавелевая; β-каротин; витамины А, С, Е, К, В ₁ , В ₂ , В ₆ , В ₉ , В ₄ , РР; рутин; лютеин; зеаксантин
11	Мята перечная	Эфирное масло, основными компонентами которого являются ментол, α- и β-пинен, гераниол, пулегон, ментофуран, лимонен, цитраль, цинеол, карвон, дигидрокарвон, дипентен, β-фелландрен, а также эфиры ментола и уксусной и изовалериановой кислот; флавоноиды; аскорбиновая, хлорогеновая, урсоловая, олеаноловая и кофейная кислоты; смолистые и дубильные вещества; гесперидин; бетаин; β-каротин; рутин; аргинин; нейтральные сапонины; фитостерины
12	Ферментированная мука «URGRADE»	Пропионовая, лимонная, уксусная, молочная и муравьиная кислоты; пептиды

С вышеперечисленными растительными ингредиентами было разработано 12 составов композиций пищевых для обеспечения микробиологической устойчивости ржаных и ржано-пшеничных хлебов. После пробных лабораторных выпечек, органолептической оценки полученных хлебобулочных изделий с использованием композиций для микробиологических испытаний отобрали 9 композиций. С отобранными композициями проведены лабораторные и производственные выпечки хлебобулочных изделий.

По результатам испытаний отобраны 3 композиции пищевые на основе растительных компонентов, названные «Амфитра-1», «Амфитра-2», «Амфитра-3», обеспечивающие микробиологическую стабильность ржаных и ржано-пшеничных хлебобулочных изделий в состав которых входят:

- ♦ боярышник;
- ♦ кориандр;
- ♦ белая горчица;
- ♦ бетулинсодержащий экстракт бересты.

Качество помола и гранулометрический состав пищевых композиций на основе растительных компонентов «Амфитра-1», «Амфитра-2» и «Амфитра-3» оценивали на основании результатов фракционирования порошков отдельных растительных компонентов – боярышника, кориандра, белой горчицы и предсмеси – белой горчицы с пшеничной мукой. Для разделения порошков на фракции использовали сита с размерами ячейки 500 мкм (сито № 050), 250 мкм (сито № 025) и 140 мкм (сито № 014).

Используемая технология изготовления композиций серии «Амфитра» обеспечивает их высокую однородность, что иллюстрирует рис. 1.



Рис. 1. Пищевая композиция на основе растительных компонентов «Амфитра-2»: а) макрофотография; б) увеличение Ч 10; в) увеличение Ч 30

Fig. 1. Food composition based on herbal ingredients «Amphitra -2»: a) macrophotography; b) an increase Ч 10; v) an increase Ч 30

Для исследования антиоксидантных свойств пищевых композиций на основе растительных компонентов «Амфитра-1», «Амфитра-2» и «Амфитра-3» использовался титриметрический метод определения перекисного числа. Динамика изменения перекисного числа позволяет оценить скорость окисления.

Эффективность пищевых композиций оценивали по отношению перекисного числа рапсового масла без добавки к перекисному числу рапсового масла с добавкой.

Результаты исследования антиоксидантной активности пищевых композиций на основе растительных компонентов «Амфитра-1», «Амфитра-2» и «Амфитра-3» представлены в табл. 2, 3. Исходное перекисное число рапсового масла – 12,7.

Таблица 2. Зависимость перекисного числа рапсового масла в присутствии пищевых композиций на основе растительных компонентов «Амфитра-1», «Амфитра-2» и «Амфитра-3» от времени при 50 °С
Table 2. The dependence of the peroxide number of rapeseed oil in the presence of food compositions on the basis of the herbal components «Amphitra-1», «Amphitra-2» and «Amphitra-3» on the time at 50 °С

Время, час	Перекисное число			
	Рапсовое масло (контроль)	Рапсовое масло с пищевой композицией на основе растительных компонентов		
		«Амфитра-1»	«Амфитра-2»	«Амфитра-3»
0	12,7	12,7	12,7	12,7
23,0	17,6	14,8	14,7	15,5
43,5	23,6	18,1	18,1	20,0
67,0	30,4	23,6	23,8	26,2
91,5	39,0	29,3	30,4	33,4

Таблица 3. Эффективность пищевых композиций на основе растительных компонентов «Амфитра-1», «Амфитра-2» и «Амфитра-3» в рапсовом масле при 50 °С
 Table 3. The effectiveness of food compositions based on the herbal components «Amphitra-1», «Amphitra-2» and «Amphitra-3» rapeseed oil at 50 °С

Время, час	Эффективность (отношение перекисного числа рапсового масла без добавки к перекисному числу рапсового масла с добавкой)		
	Рапсовое масло с пищевой композицией «Амфитра-1»	Рапсовое масло с пищевой композицией «Амфитра-2»	Рапсовое масло с пищевой композицией «Амфитра-3»
23,0	1,19	1,20	1,13
43,5	1,30	1,30	1,18
67,0	1,29	1,28	1,16
91,5	1,33	1,28	1,17

Из представленных данных следует, что пищевые композиции на основе растительных компонентов «Амфитра-1», «Амфитра-2» и «Амфитра-3» проявляют антиоксидантные свойства. В течение исследованного промежутка времени, составившего 91,5 ч, большей эффективностью характеризуются пищевые композиции на основе растительных компонентов «Амфитра-1» и «Амфитра-2». Необходимо отметить, что пищевые композиции на основе растительных компонентов «Амфитра-1» и «Амфитра-2» содержат белую горчицу, являющуюся источником флавоноидов (зеаксантин, лютеин и каротин).

По истечении 91,5 ч наблюдения содержание перекисных веществ в рапсовом масле в присутствии указанных выше композиций уменьшается по сравнению с контрольным образцом на 23–25 %.

Для исследования влияния композиций пищевых «Амфитра» на микробиологическую стабильность готовых изделий были проведены лабораторные выпечки и испытания ржаных и ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с использованием композиций пищевых «Амфитра» по показателям качества и безопасности. Дозировка композиций «Амфитра» составляет 1 % к массе муки.

Одним из главных критериев оценки безопасности готовых изделий являются микробиологические показатели.

В соответствии с ТНПА микробиологические показатели в хлебобулочных изделиях без начинок не нормируются (СТБ 639-59).

Критерием оценки безопасности исследований были выбраны микробиологические показатели, установленные Санитарными нормами, правилами и гигиеническими нормативами «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам», утв. Постановлением Минздрава № 52 от 21.06.13 для хлебобулочных изделий с начинками, которые способны повлиять на безопасность продукта и микробиологическую порчу: мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы (КМАФАнМ) – $1,0 \times 10^3$ КОЕ/г и плесневые грибы – 50 КОЕ/г. Показатель – дрожжи, КОЕ/г не нормируется в ТНПА, но при исследованиях плесневых грибов использовали метод, который учитывает и рост дрожжей, как микроорганизмов порчи. Показатель дрожжей брался аналогичный плесневым грибам – $5,0 \times 10^1$ КОЕ/г.

Таким образом, в ходе выполнения научной работы исследована динамика изменения микробиологических показателей: КМАФАнМ, КОЕ/г; дрожжи, КОЕ/г и плесени, КОЕ/г в процессе хранения хлебобулочных изделий с применением пищевых композиций на основе растительных компонентов, а также контрольных образцов.

Образцы неупакованных хлебобулочных изделий хранили при температуре – (21,0–23,4) °С и относительной влажности (67–69) %. (по ТНПА – не ниже + 6 °С и относительной влажности не более 75 %).

Все исследования проводили в соответствии со стандартизованными методами определения указанных групп и видов микроорганизмов. Микробиологические показатели определяли в целом изделии.

Исследования для контрольных образцов проводились на протяжении 4 суток и для образцов хлебобулочных изделий с использованием композиций пищевых «Амфитра» на протяжении 8 суток.

В контрольных образцах микробиологические исследования проводились на 2 и 4 суток после выпечки. В контрольных образцах на четвертые сутки исследований наблюдалось визуальное появление признаков порчи (плесневение). Дальнейший анализ контрольных образцов продукции не проводился. В табл. 4 представлена динамика роста КМАФАнМ и плесени у контрольных образцов ржаных и ржано-пшеничных хлебобулочных изделий.

Таблица 4. Динамика роста КМАФАнМ и плесени у контрольных образцов хлебобулочных изделий (без добавок)

Table 4. Dynamics KMAFAnM and mold in the control samples of bakery products

Период, сутки	Контрольные образцы ржано-пшеничного хлеба	Контрольные образцы ржаного хлеба
	КМАФАнМ, КОЕ/г ($1,0 \times 10^3$)	
2	$4,5 \times 10^1 - 6,5 \times 10^1$	$3,0 \times 10^1 - 4,0 \times 10^1$
4	$2,5 \times 10^3 - 4,5 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3 - 3,5 \times 10^3$
	Плесени, КОЕ/г ($5,0 \times 10^1$)	
	2	$1,5 \times 10^1 - 2,0 \times 10^1$
4	$3,0 \times 10^2 - 6,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2 - 5,0 \times 10^2$

При исследовании динамики изменения микробиологических показателей в процессе хранения образцов хлебов ржано-пшеничных и ржаных с использованием пищевых композиций на основе растительных компонентов «Амфитра-1», «Амфитра-2», «Амфитра-3» было установлено, что показатели КМАФАнМ, КОЕ/г и плесени, КОЕ/г – соответствовали ТНПА на протяжении 7 сут. Данные показатели были превышены на 8 сутки (табл. 5).

Таблица 5. Динамика роста КМАФАнМ и плесени у образцов хлебобулочных изделий с использованием композиций пищевых на основе растительных компонентов «Амфитра»

Table 5. Growth dynamics of KMAFAnM and mold in samples of bakery products using food compositions based on plant components «Amphitra»

Наименование вносимой композиции	Исследуемые показатели	
	КМАФАнМ, КОЕ/г ($1,0 \times 10^3$)	Плесени, КОЕ/г ($5,0 \times 10^1$)
	Хлеба ржано-пшеничные с пищевыми композициями	
«Амфитра-1»	$7,0 \times 10^3$	$5,0 \times 10^2$
«Амфитра-2»	$3,0 \times 10^3$	$2,0 \times 10^2$
«Амфитра-3»	$3,5 \times 10^3$	$2,5 \times 10^2$
	Хлеба ржаные с пищевыми композициями	
«Амфитра-1»	$4,5 \times 10^3$	$3,5 \times 10^2$
«Амфитра-2»	$1,5 \times 10^3$	$1,0 \times 10^2$
«Амфитра-3»	$2,0 \times 10^3$	$1,5 \times 10^2$

Анализ результатов микробиологических исследований хлебобулочных изделий с применением пищевых композиций на основе растительных компонентов, которые хранились при регламентированных условиях внешней среды показал, что образцы хлебов ржано-пшеничных и ржаных с использованием пищевых композиций на основе растительных компонентов «Амфитра-1», «Амфитра-2», «Амфитра-3» были устойчивы к микробиологической порче на протяжении 7 суток, что составило разницу в 4 суток по отношению к контрольному образцу.

Композиции пищевые на основе растительных компонентов серии «Амфитра» были представлены на конкурсе «Лучший инновационный проект и лучшая научно-техническая разработка года» в марте 2019 года в Санкт-Петербурге и получили Диплом I степени с вручением золотой медали в номинации «Лучший инновационный проект в области техники и технологии производства продовольственных товаров, хлеба, круп, пирожных, полуфабрикатов» (рис. 2).

Вывод. Реализация проекта позволила обеспечить микробиологическую стабильность (безопасность) ржаных и ржано-пшеничных хлебобулочных изделий на протяжении всего срока годности за счет применения экологически безопасных пищевых композиций на основе натуральных составляющих, а не за счет использования консервантов, позволяющих продлить срок годности изделий и обеспечить стабильность показателей безопасности. Хлебобулочные изделия, вырабатываемые в республике без внесения консервантов и применения специальных технологий, имеют максимальный срок годности – 96 ч. С использованием композиций пищевых «Амфитра» изделия были устойчивы к микробиологической порче на протяжении 7 суток, что составило разницу в 4 суток по отношению к контрольному образцу.



Рис. 2. Диплом I степени и золотая медаль в номинации «Лучший инновационный проект в области техники и технологии производства продовольственных товаров, хлеба, круп, пирожных, полуфабрикатов»

Fig. 2. Diploma of the I power and the gold medal in the nomination “The best innovative project in the field of equipment and technology for the production of food products, bread, cereals, cakes, convenience foods”

Список использованных источников

1. Сборник современных технологий хлебобулочных изделий /А.П. Косован ;под общ.ред. чл.-корр. РАСХН, д.э.н., проф. А.П. Косована. –Москва : РАСХН, 2008. – 268 с.
2. Лавренов, В.К. Современная энциклопедия лекарственных растений/ В.К. Лавренов, Г.В. Лавренова. – СПб.: Нева, 2006. – 272 с.
3. Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства: учебник /Л.Я. Ауэрман [и др.] ; под общ. ред. Л.И. Пучковой. – 9-е изд.; перераб и доп. – СПб. : Профессия, 2005. – 416 с.
4. Зверева, Л.Ф. Технология и технохимический контроль хлебопекарного производства : учебник / Л.Ф. Зверева, Б.И. Черняков. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 427 с.
5. Пучкова, Л.И. Технология хлеба/Л.И. Пучкова, Р.Д. Поландова, И.В. Матвеева.– СПб : ГИОРД, 2005. – 559 с.
6. Афанасьева, О.В. Микробиология хлебопекарного производства / О.В. Афанасьева. – СПб.: Береста, 2003. – 221 с.
7. Кветный, Ф.М. Производство хлеба длительного хранения / Ф.М. Кветный// Хлебопродукты. – 2000. – № 2. – С. 15.
8. Лунин, В. Основные способы предотвращения микробиологической порчи мучных кондитерских и хлебобулочных изделий / В. Лунин, Д. Сосунов, О. Сосунова, Ю. Дмитриева // Хлебопродукты. – 2013. – № 6. – С. 32–34.
9. Коломникова, Я.П. Разработка технологий устойчивого к микробиологической порче пшеничного хлеба с применением антибиотических фитодобавок: автореф.дис. ... канд. техн. наук: 05.18.07 / Я.П.Коломникова ; Воронеж, 2009. – 16 с.
10. Лебеденко, Т.Е. Перспективы использования плодовых фитодобавок в хлебопечении/ Т.Е. Лебеденко, Е.Г. Иоргачева, В.О. Кожевникова // Хлебопечение России. – 2014. – №5. – С. 24–25.
11. Дудчик, Н.В. Антимикробные свойства биологически активных веществ растений и методы их оценки/ Н.В. Дудчик, В.В. Шевляков. – Минск: РИВШ, 2014. – 166 с.
12. Зелепуха, С.И. Антимикробные свойства растений, употребляемых в пищу./ С.И. Зелепуха. – Минск : Навукова думка, 1973. –173 с.
13. Яковлев, Г.П. Лекарственное сырье растительного и животного происхождения / Г.П. Яковлев ; под ред. Г.П. Яковлева. – СПб.: СпецЛит, 2006. – 845 с.

14. Коренская, И.М. Лекарственные растения и лекарственное растительное сырье, содержащие витамины, полисахариды, жирные масла / И.М. Коренская, Н.П. Ивановская, О.А. Колосова. – Воронеж: ВГУ, 2008. – 98 с.
15. Пустырский, И. Универсальная энциклопедия лекарственных растений / И. Пустырский, В. Прохоров. – Мн.: Книжный дом; М.: Махаон, 2000. – 656 с.
16. Базарнова, Ю.Г. Фитоэкстракты – природные ингибиторы порчи пищевых продуктов (обзор) / Ю.Г. Базарнова // НИУ ИТМО. Сер. Процессы и аппараты пищевых производств. – 2010. – № 2. – С. 1–11.
17. Иоргачева, Е.Г. Потенциал лекарственных, пряноароматических растений в повышении качества пшеничного хлеба / Е.Г. Иоргачева, Т.Е. Лебедеко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Выпуск 2. – № 12 (68). – С. 101–108.

References

1. Sbornik sovremennyh tehnologij hlebulochnyh izdelij [Compilation modern bakery technology]. Under the general editorship of the members of the correspondents RASHN, Doctor of Economics, Professor A.P. Kosovan. Moscow, RASHN, 2008, 268 p. (in Russian).
2. Lavrenov V.K., Lavrenova G.V. Sovremennaya enciklopediya lekarstvennyh rastenij [Modern encyclopedia of medicinal plants]. SPb., Neva, 2006, 272 p. (in Russian).
3. Auerman L.Y. Tehnologiya hlebopekarnogo proizvodstva [Bakery technology: Textbook. – 9 edition; revised and enlarged]. SPb., Profession, 2005, 416 p. (in Russian).
4. Zvereva L.F., Chernyakov B.I. Tehnologiya i tehnohimicheskij kontrol hlebopekarnogo proizvodstva [Technology and techno-chemical control of bakery production]. M., Food industry, 1966, 427 p. (in Russian).
5. Puchkova L.I., Polandova R.D., Matveeva I.V. Tehnologiya hleba [Bread technology]. 2005, 559 p. (in Russian).
6. Afanasyeva O.V. Mikrobiologiya hlebopekarnogo proizvodstva [Microbiology of bakery production]. SPb., Beresta, 2003, 221 p. (in Russian).
7. Kvetny F.M. Proizvodstvo hleba dlitel'nogo hraneniya [Production of bread long-term storage]. Khleboprodukty = Bakery products, 2000, № 2, P. 15 (in Russian).
8. Lunin V., Sosunov D., Sosunova O., Dmitrieva Yu. Osnovnye sposoby predotvrashcheniya mikrobiologicheskoy porczy mucnyh konditerskih i hlebulocnyh izdelij [Basic methods of preventing microbiological spoilage of flour confectionery and bakery products]. Khleboprodukty = Bakery products, 2013, № 6, P. 32–34 (in Russian).
9. Kolomnikova Y.P. Razrabotka tehnologij ustojczivogo k mikrobiologicheskoy porcze psheenicznogo hleba s primeneniem antibioticzeskih fitidibavok. Avtoreferat diss. kand. tehn. nayk [Development of technologies resistant to microbiological deterioration of wheat bread with the use of antibiotic herbal supplements: dissertation abstract for the degree of Candidate]. Voronezh, 2009. 16 p. (in Russian).
10. Lebedenko T.E., Iorgacheva E.G., Kozhevnikova V.O. Perspektivy ispolzovaniya plodovyh fitidibavok v hlebopechenii [Prospects for the use of fruit phytoadditives in bread baking]. Khlebopechenie Rossii = Bakery of Russia, 2014, № 5, P. 24–25 (in Russian).
11. Dudchik N.V., Shevlyakov V.V. Antimikrobnnye svojstva biologicheski aktivnyh veshczestv rastenij i metody ih ocenki [Antimicrobial properties of biologically active substances of plants and methods for their evaluation]. Minsk : RIVSH, 2014. – 166 p. (in Russian).
12. Zelepuha S.I. Antimikrobnnye svojstva rastenij upotrebyaemyh v pishczu [Antimicrobial properties of plants used in food]. Minsk, Ed. Naukova Dumka, 1973, 173 p. (in Russian).
13. Yakovlev G.P. Lekarstvennoe rasteniya i lekarstvennoe rastitelnogo i zivotnogo proishozhdeniya [Medicinal raw materials of plant and animal origin]. SPb., SpecLit, 2006, 845 p. (in Russian).
14. Korenskaya I.M., Ivanovskaya N.P., Kolosov O.A. Lekarstvennye rasteniya i lekarstvennoe rastitelnoe syrjio soderzashczie vitaminy, polisaharidy, zirnye masla [Medicinal plants and medicinal plant materials containing vitamins, polysaccharides, fatty oils]. Voronezh, VSU, 2008, 98 p. (in Russian).
15. Pustyrsky I., Prkhorov V. Universalnaja enciklopediya lekarstvennyh rastenij [Universal Encyclopedia of Medicinal Plants]. Mn., Book House; M., Machaon, 2000, 656 p. (in Russian).

16. Bazarnova Yu.G. Fitoekstrakty – prirodnye inhibitory porczy pishchевykh produktov (obzor) [Phytoextracts – natural inhibitors of food spoilage (review)]. Scientific Journal. SPb. Series: Processes and equipment for food production. 2010, № 2, P. 1–11 (in Russian).
17. Iorgacheva E.G., Lebedenko T.E. Potencial lekarstvennykh, pryanoaromaticzeskikh rastenij v povyshenii kaczestva pshenicznogo hleba [The potential of medicinal, spicy aromatic plants in improving the quality of wheat bread]. Vostochno-Evropejskij zhurnal peredovykh tekhnologij = East European Journal of Advanced Technologies, 2014, Issue 2, № 12 (68), P. 101–108 (in Russian).

Информация об авторах

Русланн Алеся Викторовна – инженер-технолог 1 категории технологического сектора Государственного предприятия «Белтехнохлеб» (ул. Раковская, 30, 220004, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: technolog77@mail.ru

Колосовская Лариса Станиславовна – директор Государственного предприятия «Белтехнохлеб» (ул. Раковская, 30, 220004, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: texhleb@mail.ru

Лаптенок Наталья Сергеевна – заместитель директора Государственного предприятия «Белтехнохлеб», (ул. Раковская, 30, 220004, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: laptenokn@mail.ru

Севастей Людмила Ивановна – главный технолог Государственного предприятия «Белтехнохлеб» (ул. Раковская, 30, 220004, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: technolog77@mail.ru

Мадзиевская Татьяна Афанасьевна – кандидат химических наук, начальник центра пищевых технологий УП «Унитехпром БГУ» (ул. Курчатова, 1, 220045, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: foodcentre@mail.ru

Шункевич Тамара Мустафовна – старший научный сотрудник центра пищевых технологий УП «Унитехпром БГУ» (ул. Курчатова, 1, 220045, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: foodcentre@mail.ru

Information about authors

Rosland Alesia V. – technology engineer category 1 technology sector of the State Enterprise «Beltechnohleb» (30, Rakovskaya St., 220004, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: technolog77@mail.ru

Kolosovskaya Larisa S. – Director of the State Enterprise «Beltechnohleb» (30, Rakovskaya St., 220004, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: texhleb@mail.ru

Laptenok Natalia S. – Deputy Director of the State Enterprise «Beltechnohleb» (30, Rakovskaya St., 220004, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: laptenokn@mail.ru

Sevastsei Liudmila I. – chief technologist of the State Enterprise «Beltechnohleb» (30, Rakovskaya St., 220004, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: technolog77@mail.ru

Madzjyeuskaya Tatsiana A. – chief of technology center «Unitechprom BSU» (1, Kurchatov St., 220045, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: foodcentre@mail.ru

Syunkevich Tamara M. – senior researcher technology center «Unitechprom BSU» (1, Kurchatov St., 220045, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: foodcentre@mail.ru

УДК 663.8:579

Поступила в редакцию 12.02.2019
Received 12.02.2019**Д.А.Зайченко, К.С.Рябова***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,
г. Минск, Республика Беларусь*

ВОДОПОДГОТОВКА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ ИЗОТОНИЧЕСКИХ НАПИТКОВ

Аннотация: Наиболее важными характеристиками воды при производстве безалкогольных напитков являются жесткость, щелочность, содержание нитратов, хлоридов и сульфатов, т.к. они оказывают существенное влияние на вкусовые качества напитков. Изготовление изотонических напитков дополнительно требует удаления из состава воды осмотически активных частиц. При этом общее количество растворенных солей обуславливает не только вкус напитков, но и их химическую стабильность, внешний вид, осмоляльность. В статье представлена схема подготовки воды для изготовления изотонических безалкогольных напитков. Подобрана концентрация раствора гипохлорита натрия и его количество, необходимые для перевода растворимой формы железа в нерастворимую. Исследована эффективность удаления солей жесткости из исходной воды методом ионного обмена. Разработана мембранная установка обратного осмоса, приведены технические характеристики применяемого мембранного элемента. В комплексе предложенная схема подготовки воды обеспечивает требуемые вкусовые качества готового продукта и осмоляльность в допустимом диапазоне 270–300 мОсмоль/кг.

Ключевые слова: изотонические безалкогольные напитки, гипохлорит натрия, осмоляльность, катионирование, обратный осмос

D.A. Zaichenko, K.S. Ryabova*RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food”, Minsk,
Republic of Belarus*

WATER PREPARATION IN THE PRODUCTION OF NON-ALCOHOLIC ISOTONIC DRINKS

Abstract: The most important substances are: hardness, alkalinity, the content of nitrates, chlorides and sulfates, since they have a significant impact on the taste of beverages. Making isotonic drinks additionally requires the removal of osmotically active particles from the composition of the water. At the same time, the total amount of dissolved salts is not only the taste, but also their chemical stability, appearance, and osmolality. The article presents a scheme for the preparation of water for the production of isotonic soft drinks. The content of a soluble solution of sodium hypochlorite and its amount is necessary for the conversion of soluble forms of iron to insoluble. The efficiency of the removal of hardness salts from the source water by ion exchange was studied. The membrane installation of reverse osmosis has been developed. The complex proposed a water treatment scheme that provides the desired taste of the finished product and osmolality in the allowable range of 270–300 mOsmol/kg.

Keywords: isotonic soft drinks, sodium hypochlorite, osmolality, cationization, reverse osmosis

Введение. Современные системы водоподготовки проектируют и изготавливают с учетом химического состава исходной воды, технологических требований к очищенной воде. В процессе разработки схемы водоподготовки определяется перечень параметров, контроль которых необходим для характеристик водоочистного оборудования и качества подготовки воды. Любая схема подготовки воды для пищевого производства строится по принципу создания основного блока (обеспечивающего качество технологической воды в соответствии с отраслевыми требованиями и рецептурой выпускаемой продукции) и блоков предварительной водоподготовки, необходимых для эффективной работы основного блока согласно эксплуатационной документации [1].

Для производства безалкогольных напитков используют умягченную воду, лишенную подавляющего количества основных ионов. Такая вода позволяет максимально растворить используемые рецептурные компоненты и сохранить их вкусоароматические свойства [2, 3, 4]. Изотоническими считают безалкогольные напитки, в которых количество осмотически активных частиц составляет 270–300 мОсм/кг, что соответствует осмоляльности плазмы крови [5, 6]. Важной задачей при подготовке воды для производства изотонических напитков является освобождение ее от осмотически активных частиц (натрий, калий, магний, кальций и др.), которые могут повлиять на изотоничность конечного продукта. Необходимо отметить, что в действующих нормативных документах Республики Беларусь [7, 8] отсутствуют требования по содержанию в воде калия, магния и кальция. Критерий жесткости косвенно указывает на содержание кальция и магния в питьевой воде, однако на его величину в меньшей степени также влияет содержание ионов щелочноземельных металлов стронция и бария. Натрий регламентируется в количестве до 200 мг/дм³. Данная величина увеличивает осмоляльность готового напитка на 15,5 мОсм/кг, что может привести к выпуску продукции не соответствующей показателю изотоничности.

В пищевой промышленности отсутствуют жестко регламентированные способы и состав систем водоподготовки, поскольку не существует единой технологии для достижения оптимального состава воды при производстве пищевых продуктов. В этой связи актуальным является осуществление специальной водоподготовки, которая обеспечит производство изотонических безалкогольных напитков водой с соответствующими критериями качества.

Целью работы являлась разработка системы водоподготовки, отвечающей критериям производства безалкогольных изотонических напитков.

Результаты исследований. Для изготовления изотонических безалкогольных напитков разработана двухблочная схема подготовки воды, включающая следующие этапы:

1. Блок предварительной водоподготовки:

1.1. Предочистка воды (состоит из грубой очистки, обезжелезивания с использованием 12,5 % раствора гипохлорита натрия, обработка с использованием угольного фильтра);

1.2. Умягчение воды с использованием катионообменных смол;

2. Основной блок водоподготовки:

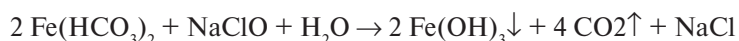
2.1. Умягчение воды с использованием мембраны обратного осмоса;

2.2. Дезинфекция воды с использованием УФ-лучей.

На первом этапе предложенной схемы водоподготовки осуществляется предочистка воды, состоящая из трех стадий. Данный этап необходим для рационального построения схемы водоподготовки.

Первая стадия этапа предочистки – это грубая очистка воды через микронные фильтры с целью отделения механических частиц. В случае последовательного фильтрования действует принцип убывания размера фильтруемой примеси с каждой последовательной ступенью. В предлагаемой нами схеме водоподготовки используется двухступенчатая система грубой очистки, состоящая из стальной сетки для удаления песка, посторонних крупных частиц диаметром более 100 микрон (первая ступень) и из фильтра для удаления частиц более 25 микрон (вторая ступень).

На второй стадии предочистки с учетом производительности установки приведенной ниже, осуществляется хлорирование воды раствором гипохлорита натрия (концентрация 12,5 %) в количестве 0,1 л/ч с целью перевода растворимой формы железа в нерастворимую форму, а также для удаления органических веществ из воды. Реакция протекает по формуле:



После обработки гипохлоритом натрия вода направляется на фильтр обезжелезивания, где нерастворимые соединения железа задерживаются специальным кварцевым песком. Для эффективной работы гравийных фильтровальных установок определена степень однородности зерен фильтрующей загрузки и фракционный состав. С коэффициентом однородности 1,4–1,6 размер зерен составляет: первой фракции – 2,0–3,15 мм; второй фракции – 1,0–2,0 мм; третьей фракции – 0,75–1,25 мм. Установка гравийного фильтра состоит из двух параллельно установленных фильтровальных емкостей, работающих поочередно. Когда первый фильтр находится в режиме работы, второй фильтр промывается или находится в режиме ожидания. Высота рабочего слоя кварцевого песка 60–90 см. Регенерация фильтра обезжелезивания проводится путем обратной промывки, совмещенной с обратной продувкой фильтра очищенным воздухом.

Третьей стадией в комплексе предочистки воды является обработка с использованием угольного фильтра. Данный этап предназначен для удаления токсичных соединений, которые образуются в ре-

зультате обеззараживания воды. С этой целью выбран специальный высокопроизводительный активированный уголь с зернистостью до 1 мм, обладающий механической прочностью и химической стойкостью по отношению к фильтруемой воде. Для предотвращения размножения в фильтр-материале микроорганизмов предусматривается санитарная обработка (пропарка) активированного угля при помощи горячего пара с температурой 95 °С в нижней части фильтра.

На втором этапе предварительной осуществляется умягчение воды с использованием катионообменных смол методом ионного обмена. Ионообменные смолы представляют собой твердые нерастворимые высокомолекулярные соединения с функциональными группами, способными к диссоциации и эквивалентному обмену своих ионов на ионы раствора. Процесс обработки воды методом ионного обмена основан на катионировании. С целью подбора катионита была исследована эффективность удаления солей жесткости из исходной воды с использованием следующих марок катионообменных смол:

1. Монофункциональные:

- ♦ КУ-2-8 в H⁺ – форме (ООО «Токем», Россия);
- ♦ Dowex Marathon C в Na⁺ – форме (компания DowChemical, США);
- ♦ Purolite C 104 E в H⁺ – форме (компания Purolite, Великобритания);

2. Полифункциональная:

- ♦ Purolite MB 400 (компания Purolite, Великобритания) – смесь 40 % катионита и 60 % анионита.

При проведении исследований в сменный картридж засыпали 100 мл смолы, после чего его закрывали крышкой и устанавливали в фильтр-кувшин. В приемную воронку фильтра заливали исходную воду с заранее установленным химическим составом. В качестве критериев выступали показатели жесткости и pH. Данный выбор обосновывается протекающим типом реакции. В результате H⁺ -катионирования соли карбонатной жесткости разрушаются с выделением свободного диоксида углерода, а вместо солей некарбонатной жесткости образуются соответствующие анионам солей кислоты и повышается кислотность умягченной воды. При умягчении Na⁺-катионированием в воде накапливаются гидрокарбонаты, сульфаты или хлориды натрия, из-за чего возрастает щелочность воды. Проходя через фильтрующую загрузку картриджа, вода умягчалась, фильтрат (умягченная вода) подвергался повторному химическому анализу.

Результаты исследований представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. Характеристики исходной воды и воды после умягчения
Table 1. Characteristics of the source water and water after softening

Наименование показателя	ПДК, СанПиН 10-124	Исходная вода	Вода после умягчения			
			Катионит КУ-2-8	Катионит Dowex Marathon C	Катионит Purolite C 104 E	Катионит Purolite MB 400
Жесткость, моль/дм ³	не более 7,0	8,3	1,0	4,0	2,8	2,0
pH	6-9	7,6	3,7	8,2	6,8	7,3

Как видно из данных приведенных в табл. 1, наименьшие значения жесткости и pH получены в воде, умягченной с использованием катионообменной смолы марки КУ-2-8. Однако необходимо отметить, что значение pH = 3,7 меньше нижней границы диапазона (от 6 до 9) установленного в [7, 8]. Вода, умягченная с использованием катионита Dowex Marathon C, имеет самое высокое значение жесткости (4,0 моль/дм³), которое в 2 раза меньше значения жесткости исходной воды (8,3 моль/дм³). Данные табл. 1 позволяют выделить катионообменные смолы Purolite C 104 E в H⁺ – форме и Purolite MB 400 в H⁺/OH⁻ – форме. Более экономически целесообразным является применение катионообменной смолы Purolite C 104 E, стоимость которой в 1,8 раза ниже стоимости смолы Purolite MB 400.

Необходимо отметить, что ионный обмен не эффективен для удаления трехвалентного железа, соединений кремния, бора, фтора, нитратов, нитритов, аммиака, нефтепродуктов в воде [6]. Поэтому для производства изотонических безалкогольных напитков был применен еще один этап подготовки воды.

К основному блоку подготовки воды было добавлено умягчение с использованием мембраны обратного осмоса, которое устраняет недостатки катионирования.

На данном этапе вода после ионного обмена поступает в смесительно-расходный сборник, откуда с помощью насоса высокого давления подается в мембранный контур. Проходя через обратноосмотические мембраны, размер пор которых сопоставим с размерами ионов солей, вода очищается,

тем самым уменьшается жесткость воды и ее общее солесодержание. При этом вода, обессоленная таким образом, называется пермеатом, а поток, проходящий над поверхностью мембраны – концентратом. Часть концентрата сливается в канализацию, часть направляется на смешивание с пермеатом на выходе из мембранного контура и часть направляется в смесительно-расходный сборник. Этот прием позволяет улучшить органолептические показатели воды по отношению к показателям воды после ионного обмена.

В табл. 2 приведены технические характеристики применяемого мембранного элемента (ESPA 1-4040).

Т а б л и ц а 2. Технические характеристики мембранного элемента (ESPA 1-4040)
Table 2. Technical characteristics of the membrane element (ESPA 1-4040)

Наименование параметра	Единица измерения	Значение параметра
Давление рабочее максимальное	МПа	4,16
Конверсия	%	15
Максимальный расход через мембранный элемент	л/ч	3600
Производительность	л/ч	400
Селективность	%	99,0
Макс. раб. температура	°С	45
Рабочий диапазон рН	–	2 – 10
Стойкость к свободному хлору, не более	мкг/л	0,1

Внешний вид разработанной и примененной мембранной установки обратного осмоса представлен на рис. 1. Система эксплуатируется в автоматическом режиме. Регенерация мембранного модуля осуществляется с помощью прямой циркуляционной промывки 1 %-ым раствором лимонной кислоты.

Система мембранной очистки позволила получить воду с заданными свойствами и минимальной микробиологической нагрузкой.



Рис. 1. Внешний вид обратноосмотической установки, установленной на опытно-технологическом участке, г. Марьяна Горка

Fig. 1. Appearance of the reverse osmosis plant installed at the experimental and technological site, Maryina Gorka

На последней стадии водоподготовки вода из контура мембранной установки направляется в бактерицидный фильтр, где происходит обеззараживание воды с помощью УФ-излучения. Метод ультрафиолетового облучения основан на способности лучей длиной волн 205–315 нм уничтожать

грибы, бактерии, простейшие микроорганизмы и вирусы. Очищенная таким образом вода направляется в накопительный сборник.

Предложенная схема водоподготовки внедрена на опытно-технологическом участке РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию» (г. Марьина Горка). Технические характеристики установки по очистке воды приведены в табл. 3.

Таблица 3. Основные технические характеристики предложенной установки для подготовки воды при изготовлении изотонических безалкогольных напитков
Table 3. The main technical characteristics of the proposed installation for the preparation of water in the manufacture of isotonic soft drinks

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Производительность по очищенной воде, до	м ³ /ч	1,2
Установленная мощность	кВт	5,5
Занимаемая площадь	м ²	5,1
Габаритные размеры:		
длина	мм	4460
ширина		1140
высота		1580
Масса (сухая)	кг	720
Масса (рабочая)	кг	1500
Электропитание	В/Гц	380/50

Результаты проведенных исследований исходной воды и подготовленной с использованием предложенной схемы водоподготовки представлены в табл. 4.

Таблица 4. Характеристики исходной и подготовленной воды
Table 4. Characteristics of the source and prepared water

Наименование показателей	ПДК, СанПиН 10-124, не более	Результат измерения	
		исходная вода	подготовленная вода
Запах в баллах при 20°С	2	1	0
Привкус в баллах	2	1	0
Цветность в градусах	20	3,68	2,01
Мутность, мг/дм ³	1,5	1,33	0,16
Хлориды, мг/дм ³	350	23	<10
Железо, мг/дм ³	0,3	0,28	<0,05
Натрий, мг/дм ³	200	32	10
Калий, мг/дм ³	-	2	0,1
Жесткость, моль/дм ³	7,0	3,6	<0,1
Водородный показатель, рН	6-9	7,5	7,0
Осмоляльность, мОсм/кг	-	8	0

Как видно из данных, представленных в табл. 4, величины органолептических показателей, содержания осмотически активных частиц, жесткости и рН уменьшаются.

Образцы изотонического напитка, изготовленного с использованием воды, подготовленной по предложенному способу, имеют осмоляльность 289 мОсмоль/кг при допустимом диапазоне 270–300 мОсмоль/кг.

С использованием воды, подготовленной данным способом, изготовлены изотонические безалкогольные напитки «ИзоАктивФито Лайм», «ИзоАктивФито Лиомон», «ИзоАктивФито Бодрость» и представлены на экспертную сенсорную оценку с использованием дескриптивных тестов [9, 10, 11]. Полученные результаты представлены на рис. 2.

Данные, представленные на рис. 2, свидетельствуют о соответствии разработанных напитков по сенсорным характеристикам эталонному продукту, определенному в результате серий потребительских и экспертных дегустаций. Вода, подготовленная предложенным способом, не оказывает влияния на дескрипторы изотонических безалкогольных напитков.



Рис. 2. Оценка влияния воды, подготовленной предложенным способом, на сенсорные характеристики изотонических безалкогольных напитков

Fig. 2. Evaluation of the influence of water prepared by the proposed method on the sensory characteristics of isotonic soft drinks

Заключение. Таким образом, разработана система водоподготовки, отвечающая критериям производства безалкогольных изотонических напитков, которая состоит из трехстадийной предочистки воды, умягчения с использованием катионообменной смолы с последующим использованием мембраны обратного осмоса, дезинфекции воды с использованием УФ-лучей. Данная система водоподготовки позволяет полностью обеспечить нужды производства по изготовлению изотонических напитков в воде требуемого качества, облегчить и упростить саму эксплуатацию системы, а также обеспечить максимальный эксплуатационный ресурс при обеспечении стабильного качества очистки воды. Предложенная технология водоподготовки позволяет удалять осмотически активные частицы (ионы натрия, кальция, магния, калия), оптимизировать органолептические показатели (цветность, мутность, запах).

Список использованных источников

1. Краснова, Т.А. Экспертиза питьевой воды. Качество и безопасность: учеб.пособие / Т.А. Краснова, В.П. Юстратов, В.М. Позняковский. – М. : ДеЛипринт, 2011. – 278 с.
2. Beverageosmolalityasamarkerformaintainingappropriatebodyhydration / B. Sadowska [etal.] // Roczn. Panstwowego Zakl. Higieny. – 2017. – Vol. 68, № 2. – P. 167–173.
3. Орловецкая, Н.Ф. Изотонические и физиологические растворы. Растворы для инъекций с термолabile веществами. Суспензии для инъекций : лекция для студентов / Н.Ф. Орловецкая ; М-во здравоохранения Украины, Нац. фармацевт.ун-т. – [Б. м. : б. и., б. г.]. – 34 с.
4. Дюжев, А.В. Влияние минерального состава воды на вкусовые достоинства напитков / А.В. Дюжев, Т.Ф. Киселева, М.В. Кардашева // Техника и технология пищевых пр-в. – 2013. – № 3. – С. 106–109.
5. Пакен, П. Функциональные напитки и напитки специального назначения / П. Пакен; пер. с англ. И.С. Горожанкиной. – СПб. : Профессия, 2010. – 508 с.
6. Борисов, Б.А. Водоподготовка в производстве пищевых продуктов и напитков / Б.А.Борисов, Е.Ю.Егорова, Р.А. Зайнуллин. – СПб. : Профессия, 2014. – 398с.
7. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества : СанПиН 10-124 РБ 99. – Введ. 01.01.2000. – Минск : Белгосстандарт, 1999. – 112 с.
8. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества: СТБ 1188-99. – Введ. 01.07.00. – Минск: Беларус.гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2006. – 19 с.
9. Sensory analysis. Methodology. Ranking: ISO 8587:2006. – 2th ed. – Geneva: ISO, 2006. – 21 p.
10. Органолептический анализ. Методология. Методы профильного анализа флейвора: СТБ ИСО 6564-2007. – Введ. 01.07.07. – Минск: Беларус.гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2007. – 12 с.

11. Бережной, И. Г. Роль современных методов сенсорного анализа при разработке и продвижении новых продуктов на рынке / И. Г. Бережной // Молоч. пром-сть. – 2005. – № 1. – С. 45–48.

References

1. Krasnova T.A., Yustratov V.P., Poznyakovskiy V.M. Ekspertiza pit'yevoy vody. Kachestvo i bezopasnost' [Examination of drinking water. Quality and safety]. Moscow, DeLi print, 2011, 278 p. (in Russian).
2. Sadowska B. [et al.] Beverage osmolality as a marker for maintaining appropriate body hydration. Roczn. Panstwowego Zakl. Higieny, 2017, Vol. 68, no 2, pp. 167–173 (in English).
3. Orlovetskaya N.F. Izotonicheskiye i fiziologicheskiye rastvory. Rastvory dlya in»yektsiy s termolabil'nymi veshchestvami. Suspensii dlya in»yektsiy : lektsiya dlya studentov / N.F. Orlovetskaya ; M-vo zdavookhraneniya Ukrainy, Nats. farmatsevt. un-t. – [B. m. : b. i., b. g.]. – 34 p. (in Russian).
4. Dyuzhev A.V., Kiseleva T.F., Kardasheva M.V. Vliyaniye mineral'nogo sostava vody na vkusovyye dostoinstva napitkov [Influence of the mineral composition of water on the taste of beverages]. Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh pr-v., 2013, no.3, pp. 106–109 (in Russian).
5. Paken P., Gorozhankinoy I.S. Funktsional'nyye napitki i napitki spetsial'nogo naznacheniya [Functional drinks and special purpose drinks]. Saint Petersburg, Professiya, 2010, 508 p. (in Russian).
6. Borisov B.A., Yegorova Ye.YU., Zaynullin R.A. Vodopodgotovka v proizvodstve pishchevykh produktov i napitkov [Water treatment in food and beverage production]. Saint Petersburg, Professiya, 2014, 398p. (in Russian).
7. SanPiN 10-124 RB 99. Pit'yevaya voda. Gigiyenicheskiye trebovaniya k kachestvu vody tsentralizovannykh sistem pit'yevogo vodosnabzheniya. Kontrol' kachestva [Drinking water. Hygienic requirements to water quality of centralized drinking water supply systems. Quality control]. Minsk : Belgosstandart, 1999, 112 p. (in Russian).
8. STB 1188-99. Voda pit'yevaya. Obshchiye trebovaniya k organizatsii i metodam kontrolya kachestva [Drinking water. General requirements for the organization and methods of quality control]. Minsk: Belorus. gos. in-t standartizatsii i sertifikatsii, 2006, 19 p. (in Russian).
9. ISO 8587:2006. Sensory analysis. Methodology. Geneva: ISO, 2006, 21 p. (in English).
10. STB ISO 6564-2007. Organolepticheskiy analiz. Metodologiya. Metody profil'nogo analiza fleyvora [Organoleptic analysis. Methodology. Methods of profile analysis of flavor]. Minsk: Belorus. gos. in-t standartizatsii i sertifikatsii, 2007, 12 p. (in Russian).
11. Berezhnoy I. G. Rol' sovremennykh metodov sensorного анализа pri razrabotke i prodvizhenii novykh produktov na rynke [The role of modern methods of sensory analysis in the development and promotion of new products on the market]. Moloch. prom-st', 2005, no 1, pp. 45–48 (in Russian).

Информация об авторах

Зайченко Дмитрий Александрович – кандидат технических наук, заместитель генерального директора по инновационной работе, производству и идеологии. РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: info@belproduct.com

Рябова Кристина Святославна – кандидат технических наук, старший научный сотрудник-руководитель группы по радиологии лаборатории токсикологических исследований Республиканского контрольно-испытательного центра по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: ryabova.ks@gmail.com

Information about authors

Zaichenko Dmitry A. – Ph.D. (Engineering), Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Food (29 Kozlova st., Minsk 220037, Republic of Belarus). E-mail: info@belproduct.com

Ryabova Kristina S. – Ph.D. (Engineering), Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Food (29 Kozlova st., Minsk 220037, Republic of Belarus). E-mail: ryabova.ks@gmail.com

В.Я. Груданов, А.Б. Торган, П.В. Станкевич

*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

ВЛИЯНИЕ ВНУТРЕННЕГО ДАВЛЕНИЯ ТЕСТА НА ПРОЧНОСТЬ, ЖЕСТКОСТЬ И ПРОГИБ КРУГЛЫХ МАТРИЦ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация: В статье показано новое направление в конструировании матриц для производства макаронных изделий. Теоретически обосновано и экспериментально подтверждено, что круглые составные матрицы, состоящие из двух частей, имеют повышенную прочность корпуса при значительно меньшем прогибе рабочей поверхности, при этом цилиндрическая жесткость корпуса матрицы остается неизменной. Составные матрицы целесообразно использовать в прессах технологических линий зарубежных фирм, в которых эксплуатируются матрицы с наружным диаметром 520 и 610 мм и толщиной соответственно 110 и 140 мм – для таких матриц вопросы прочности и прогиба корпуса (выпучивание) особенно актуальны. Экспериментально получены новые формулы для определения максимальных моментов и величины прогиба корпуса составных матриц.

Ключевые слова: матрица, давление теста, скорость выпрессовывания теста, модуль упругости, коэффициент Пуассона, напряженное состояние, деформация перфорированных пластин, теория упругости, прогиб кольцевой пластины, максимальные моменты и напряжения, золотое сечение, составная матрица

V.J. Grudanov, A.B. Torgan, P.V. Stankevich

The Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Belarus

INFLUENCE OF THE STRENGTH OF THE TEST OF THE PRODUCTION OF PASTA

Abstract: The article shows a new direction in the design of matrices for the production of pasta. It is theoretically justified and experimentally confirmed that round composite matrix consisting of two parts, have increased body strength with a significantly smaller deflection of the working surface, while the cylindrical rigidity of the matrix body remains unchanged. Composite matrices should be used in presses of technological lines of foreign companies, in which matrices with an outer diameter of 520 and 610 mm and a thickness of 110 and 140 mm, respectively, are used – for such matrices the issues of strength and deflection of the hull (buckling) are particularly relevant. Experimentally obtained new formulas for determining the maximum moments and magnitude of the deflection of the hull of composite matrices.

Keywords: matrix, dough pressure, dough pressing speed, elastic modulus, Poisson's ratio, stress state, deformation of perforated plates, theory of elasticity, wells, ring plate deflection, maximum moments and stresses, golden section, composite matrix

Введение. В технологических машинах и аппаратах пищевых производств находят широкое применение перфорированные барабаны и тарелки жидкостных сепараторов, сетчатые обечайки шнековых прессов для сжатия жидкой фазы из обрабатываемого сырья, штампованные решета, перфорированные металлические ленты транспортеров, ножевые решетки режущих механизмов волчков, матрицы макаронных прессов и т.д., при этом перфорированные детали можно разделить на перфорированные пластины и перфорированные цилиндры.

В свою очередь, учитывая специфику расчета, целесообразно разделить перфорированные пластины на пластины, нагруженные силами, действующими в их плоскости, и пластины, нагруженные силами, действующими перпендикулярно их плоскости – матрицы макаронных прессов.

Наличие у перфорированных матриц большого числа отверстий, которые могут иметь различное расположение и форму делает затруднительным получение точных решений, так называемых периодических задач теории упругости, при этом одним из возложенных приемов расчета густо перфорированных пластин является способ приведения, согласно которому имеет место замена расчета перфорированной пластины расчетом некоторой эквивалентной ей по показателю жесткости сплошной пластины с введением в расчет приведенных значений модуля упругости и коэффициента Пуассона.

Известно много научных работ по исследованию напряженного состояния и деформации перфорированных пластин и оболочек, в которых излагаются основные методы решения периодических и двоякопериодических задач теории упругости. Наряду с точными методами нашли развитие также инженерные методы расчета, основанные на применении различных упрощающих моделей и на использовании результатов экспериментов, о чем в дальнейшем мы остановимся более подробно [1–4].

Предварительные сведения. Матрицы круглые сплошные и составные. В СССР наибольшее распространение получили матрицы с наружным диаметром $D_n \approx 300$ мм при толщине $H = 55$ мм и ромбическим расположением колодцев. По данным Б.М. Сергеева, такие матрицы выдерживают внутреннее давление теста $P = 15$ МН/м² при максимальном прогибе кольцевой пластины, опертой по внешнему краю, равной 0,00525 м [3].

Однако, как показывает мировая практика, в макаронных прессах ведущих европейских фирм Италии, Швейцарии и Франции используются круглые матрицы с концентрическим расположением колодцев при наружном диаметре $D = 520$ мм и толщине $H = 110$ мм (Landucci, Италия).

Фирма «NiccolaiTrafile.r.b.» выпускает матрицы с наружным диаметром $D = 610$ мм при толщине $H = 140$ мм.

В целом, матрицы зарубежного производства работают хорошо, но и они имеют весьма существенные конструктивные недостатки. Такие матрицы имеют явно завышенную толщину корпуса (110 и 140 мм), при этом и в таких устройствах наблюдается прогиб рабочей поверхности и неравномерная скорость выпрессовывания теста, особенно на периферийных участках корпуса при значительных его температурных деформациях, что приводит к снижению качества отформованных полуфабрикатов и увеличению их отходов при отрезании [1, 4–7].

Рассмотрим деформацию корпуса матрицы в двух вариантах:

- ♦ корпус матрицы сплошной;
- ♦ корпус матрицы составной.

На рис. 1 показана схема деформации корпуса сплошной матрицы с шарнирным закреплением по наружному контуру.

Круглый корпус матрицы равномерно нагружен по всей площади давлением $p = 15$ МПа. Радиус корпуса $R = 260$ мм. Корпус выполнен из стали 20 ($\mu = 0,3$; $E = 2 \cdot 10^5$ МПа). Температура нагрева корпуса матрицы не превышает 120 °С. Корпус свободно опирается по контуру. Толщина корпуса матрицы $h = 110$ мм. Предел прочности стали 20 равен $\sigma = 420$ МПа. Коэффициент, зависящий от способа крепления корпуса, $K = 0,38$. Коэффициент запаса прочности $n_b = 3,5$ (справочные данные).

Необходимо определить максимальные значения моментов напряжения и прогиба центра корпуса матрицы.

Допускаемое напряжение будет равно: $[\sigma] = 420 \cdot 10^6 / 3,5 = 120 \cdot 10^6$ МПа.

Максимальные моменты и напряжения будут иметь место в центре корпуса матрицы. Рассчитаем их по формулам [1, 2, 3]:

$$\begin{aligned} M_m &= 6,25 \cdot 10^{-2} \cdot p R^2 \cdot (3 + \mu) = \\ &= 6,25 \cdot 10^{-2} \cdot 15 \cdot 10^6 \cdot 0,260^2 \cdot (3 + 0,3) = 210000 \text{ Н м/м.} \\ \sigma_m &= 6 \cdot M_m / h^2 = 6 \cdot 210000 / 0,11^2 = 104 \cdot 10^6 \text{ МПа} < 120 \cdot 10^6 \text{ МПа.} \end{aligned}$$

Условие выдержано.

Жесткость корпуса матрицы определим по выражению:

$$D = (Eh^3 / 12) / (1 - \mu^2) = (2 \cdot 10^{11} \cdot 0,110^3 / 12) (1 - 0,3^2) = 24 \cdot 10^8 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

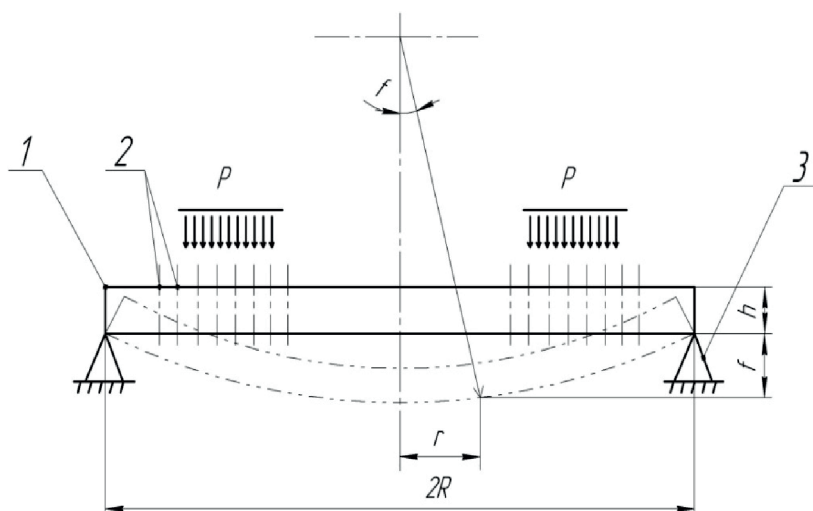


Рис. 1. Схема деформаций корпуса сплошной матрицы с шарнирным закреплением по наружному контуру: 1 – корпус матрицы; 2 – формующие отверстия; 3 – опора; φ – угол поворота к оси симметрии матрицы; f – прогиб центра матрицы; h – высота (толщина) корпуса матрицы; P – давление
 Fig. 1. The deformation scheme of the body of a solid matrix with hinged fastening on the outer contour: 1 – body of matrix; 2 – moulding openings; 3 – support; φ – angle of rotation to the axis of symmetry the matrix; f – deflection of the center of the matrix; h – height (thickness) of the matrix housing; P – pressure

Прогиб корпуса матрицы в центре рассчитаем по формуле:

$$f_1 = 1,56 \cdot 10^{-2} \cdot \rho R^4 / D = 1,56 \cdot 10^{-2} \cdot 15 \cdot 10^6 \cdot 0,260^4 (5 + 0,3) / (24 \cdot 10^8 (1 + 0,3)) = 0,00441 = 4,4 \text{ мм.}$$

Из расчетов видно, что прогиб корпуса сплошной матрицы составляет примерно 4,4 мм.

Однако, прогиб рабочей поверхности матрицы может быть значительно уменьшен при условии, что ее корпус выполнен составным – из двух частей: большей, сделанной в виде кольца и меньшей, изготовленной в виде центрального диска-вкладыша, установленного внутри кольца со сквозным ступенчатым зазором.

На рис. 2 представлена схема деформации корпуса составной матрицы с шарнирным закреплением по наружному контуру.

Определяем максимальные значения моментов напряжения и прогиба центра корпуса матрицы при тех же исходных данных.

Максимальные моменты и напряжения будут иметь место в центре корпуса матрицы:

$$M_{ro} = 52284,4 \text{ Н} \times \text{м} / \text{м.}$$

$$\sigma_{ro} = 6 \cdot M_{ro} / h^2 = 6 \cdot 52284,4 / 0,11^2 = 26 \cdot 10^6 \text{ МПа} (120 \cdot 10^6 \text{ МПа}).$$

Тогда $f_{ro} = 26 \cdot 10^6 \text{ МПа} < 120 \cdot 10^6 \text{ МПа}$.

Условие выдержано.

Жесткость корпуса матрицы определим по выражению:

$$D = 24 \cdot 10^8 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Прогиб корпуса матрицы в центре:

$$f_2 = 0,00242 = 2,4 \text{ мм.}$$

Из расчетов видно, что прогиб корпуса составной матрицы составляет примерно 2,4 мм, что почти в два раза меньше прогиба корпуса сплошной матрицы, при этом максимальные моменты и напряжения в составных матрицах значительно снижены, однако жесткость составной матрицы не изменилась, т.к. эта величина зависит от толщины корпуса h , а она в обоих вариантах одинаковая.

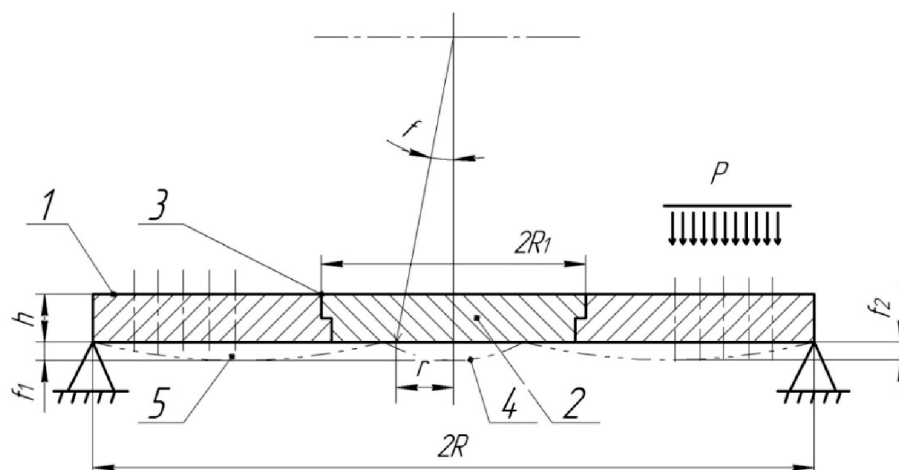


Рис. 2. Схема деформаций корпуса составной матрицы с шарнирным закреплением по наружному контуру: 1 – большая часть корпуса матрицы; 2 – меньшая (центральная) часть корпуса матрицы; 3 – сквозной ступенчатый зазор; 4 – центр матрицы; 5 – формующие отверстия; φ – угол поворота к оси симметрии матрицы; r – текущее значение радиуса; R – радиус корпуса матрицы; R_1 – радиус центральной части корпуса матрицы; f_1 – величина прогиба центральной части матрицы; f_2 – величина прогиба большей (кольцевой) части матрицы; h – высота (толщина) корпуса матрицы; P – давление

Fig. 2. The deformation scheme of the body of a composite matrix with hinged fastening on the outer contour: 1 – most part of the matrix housing; 2 – smaller part of the matrix housing (central part); 3 – through step gap; 4 – center of the matrix; 5 – moulding openings; φ – angle of rotation of the axis of symmetry; r – current value of radius; R – radius of the body matrix; R_1 – radius of the center part of matrix body; f_1 – the deflection of the central part of the matrix; f_2 – the deflection most (ring) part of the matrix; h – height (thickness) of the matrix body; P – pressure

Вышеописанные теоретические расчеты и положения послужили основой для дальнейшей экспериментальной работы, направленной на создание новой конструкции составной матрицы для макаронных прессов.

Цель представленных ниже исследований – установить влияние внутреннего давления теста на прочность, жесткость и прогиб круглых матриц для производства макаронных изделий и определить максимальные моменты и величины прогиба центра корпуса составных матриц с учетом количества сквозных ступенчатых зазоров.

Результаты исследований и их обсуждение. На рис. 3 представлена принципиально-конструктивная схема составной круглой матрицы [10, 11, 12], являющаяся результатом разработки новых технических решений, предложенных нами с целью совершенствования матриц макаронных прессов.

Матрица для производства макаронных изделий содержит цилиндрический корпус 1, основание 2, колодцы 3, расположенные внутри колодцев вкладыши 4 со сквозными формующими отверстиями 5.

Рабочая поверхность корпуса разделена на ряд условных колец 6. Колодцы 3 расположены в условных кольцах 6 на концентрических окружностях 7. Основание 2 установлено относительно корпуса 1 матрицы с зазором 8 и имеет центральное отверстие 9. R_k – радиус корпуса матрицы; R_n^n – центральный радиус n -го условного кольца 6; R_n^n – наружный радиус n -го условного кольца 6; R_n^n – внутренний радиус n -го условного кольца 6; Z_n – количество колодцев 3 в n -ом условном кольце 6; ϑ – ширина зазора 8; h – высота (толщина) матрицы.

Таким образом, корпус матрицы выполнен составным и разделенным на две неравные части по внутреннему радиусу R_n^n последнего условного кольца, считая от радиуса корпуса матрицы.

Колодцы 3 по площади матрицы расположены в условных кольцах 6 на концентрических окружностях 7, при этом наружные радиусы условных колец определяются по формуле:

$$R_n^n = / (0,786)^n = R_k, \tag{1}$$

где R_n^n – наружный радиус n -го условного кольца; R_k – радиус корпуса матрицы; 0,786 – коэффициент пропорциональности.

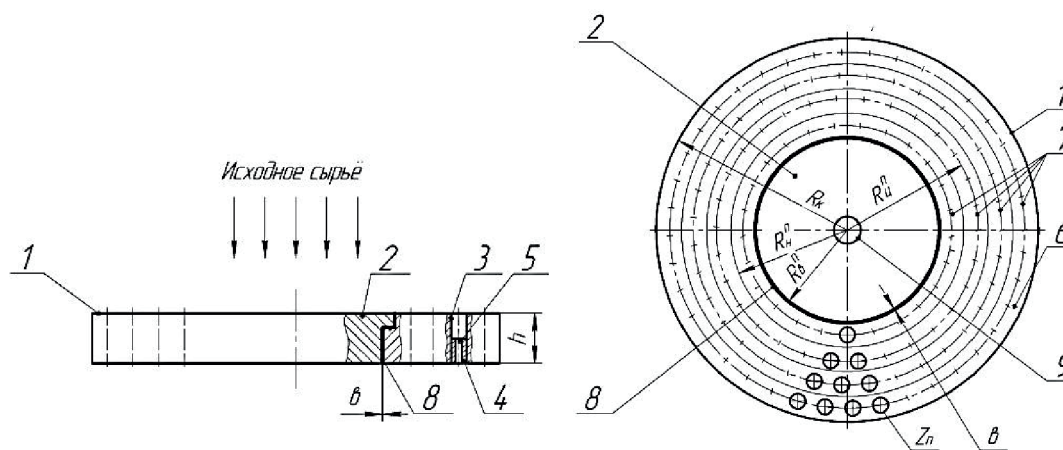


Рис. 3. Принципиально-конструктивная схема составной матрицы для производства макаронных изделий: 1 – корпус матрицы; 2 – основание; 3 – колодцы; 4 – вкладыши; 5 – формующие отверстия; 6 – кольца условные; 7 – окружности цилиндрические; 8 – зазор; 9 – отверстие центральное; 10 – выступ; R_k – радиус корпуса матрицы; R_n^o – центральный радиус n -го условного кольца; R_n^i – наружный радиус n -го условного кольца; R_n^e – внутренний радиус n -го условного кольца; b – ширина зазора; Z_n – количество колодцев; h – высота (толщина) матрицы

Fig. 3. Conceptual design scheme of pasta macaroni products: 1 – matrix housing; 2 – base; 3 – wells; 4 – inserts; 5 – moulding openings; 6 – conditional rings; 7 – cylindrical circles; 8 – gap; 9 – central hole; 10 – projection; R_k – radius of the matrix housing; R_n^o – central radius n -th conditional ring; R_n^i – outer radius n -th conditional number; R_n^e – inner radius n -th conditional number; b – gap width; Z_n – number of wells; h height (thickness) of the matrix

Количество колодцев на concentрической окружности каждого условного кольца определяется по формуле:

$$Z_{n+1} = \left[\frac{Z_n}{1,618} \right], \quad (2)$$

где Z_n – количество колодцев в n -ом условном кольце; Z_{n+1} – количество колодцев в $(n+1)$ -ом условном кольце; 1,618 – коэффициент пропорциональности, а квадратные скобки обозначают целую часть числа (значение золотого сечения).

Основание 2 установлено относительно корпуса 1 со ступенчатым зазором 8 шириной b по всей высоте (толщине) матрицы. Стрелками показано направление движения исходного сырья. На рис. 4 изображен дополнительный вариант установки основания 2 относительно корпуса 1 со ступенчатым зазором 8 шириной b через кольцевой выступ 10 (в увеличенном масштабе).

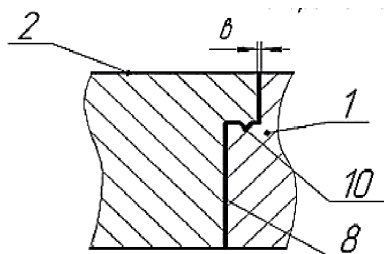


Рис. 4. Вариант установки основания в корпусе матрицы: 1 – корпус матрицы; 2 – основание; 8 – зазор; 10 – выступ; b – ширина температурного зазора

Fig. 4. The installation of the base in the matrix housing: 1 – matrix housing; 2 – base; 8 – gap; 10 – protrusion; b – temperature gap

Под матрицей устанавливается вращающийся нож для отрезания отформованных изделий (не показан).

Вкладыши 4 установлены в колодцах 3 методом запрессовки. Центральное отверстие 9 обеспечивает соосность при установке матрицы и рабочего вала шнека (не показан).

Устройство работает следующим образом.

В шнековой камере пресса тесто подвергается интенсивному механическому воздействию со стороны винтовой лопасти шнека, постепенно уплотняется, освобождается от включений воздуха, становится плотной, упруго-пластичной и вязкой массой. Уплотненное макаронное тесто с помощью шнека, преодолевая сопротивление матрицы, продавливается сквозь формирующие отверстия 5 вкладышей 4, установленные в колодцах 3 корпуса 1, при этом использование в конструкции формул (1) и (2) позволяет получить одинаковую пропускную способность матрицы по всей рабочей поверхности (по всем условным кольцам).

В процессе формования макаронных изделий корпус матрицы интенсивно нагревается, в результате чего, согласно теории линейного расширения металлов, возникают температурные деформации, причем максимальные – в центральной части матрицы на осях симметрии круглого основания 2. Так как основание 2 выполнено в виде круга и установлено в центре матрицы, то при нагреве оно будет равномерно удлиняться (расширяться) во все стороны благодаря наличию зазора δ . Снятию максимальных температурных деформаций будет способствовать и центральное отверстие 9.

Одновременно температурным деформациям подвергается и большая часть матрицы – периферийная кольцеобразная рабочая поверхность, которая также имеет возможность линейного расширения благодаря зазору δ .

В результате такого взаимного перемещения двух составных частей корпуса рабочая поверхность матрицы будет иметь минимальное коробление торцевой (рабочей) поверхности, что и обуславливает равномерное отрезание отформованных изделий вращающимся (подрезным) ножом.

Таким образом, зазор δ позволяет компенсировать температурные деформации и получить минимальное коробление рабочей поверхности матрицы и в этом случае, вращающийся подрезной нож (не показан) будет отрезать отформованные изделия одинаковой длины.

На рис. 5 представлена трехмерная модель составной матрицы в разобранном виде.

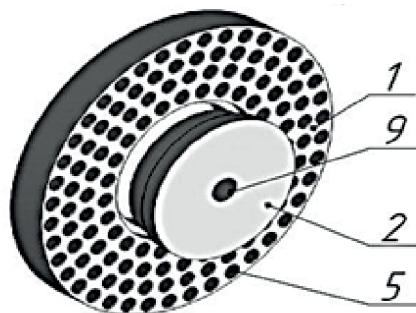


Рис. 5. Трехмерная модель составной матрицы: 1 – корпус матрицы (большая часть); 2 – основание матрицы (меньшая часть); 9 – центральное отверстие; 3 – колодцы
 Fig.5. 3D model of the composite matrix: 1 – matrix body (most part); 2 – matrix base (smaller part); 9 – center hole; 3 – wells

С целью подтверждения изложенных теоретических расчетов и установления влияния внутреннего давления на прочность, жесткость и прогиб круглых составных матриц новой конструкции был разработан, изготовлен и наложен специальный лабораторный экспериментальный стенд [6, 7, 8, 9]. На рис. 6 представлена схема экспериментального стенда для исследования прогибавкруглых пластин, нагруженных равномерно распределенным давлением P . Для измерения прогиба пластины использовались индикаторы часового типа ИЧ.10МН, расположенные снизу под пластиной согласно точкам замера $1_x, 2_x, 3_x, 4_x$ и 5_x . На рис. 7 показан общий вид изготовленного экспериментального стенда. Опыты проводились на пластинах сплошных и составных толщиной 2, 3 и 4 мм при наружном диаметре $D = 300$ мм и нагрузке 5, 10, 15, 20 и 25 кг.

На рис. 8 представлена экспериментальная зависимость прогиба пластины толщиной 2 мм в двух вариантах: сплошная и составная.

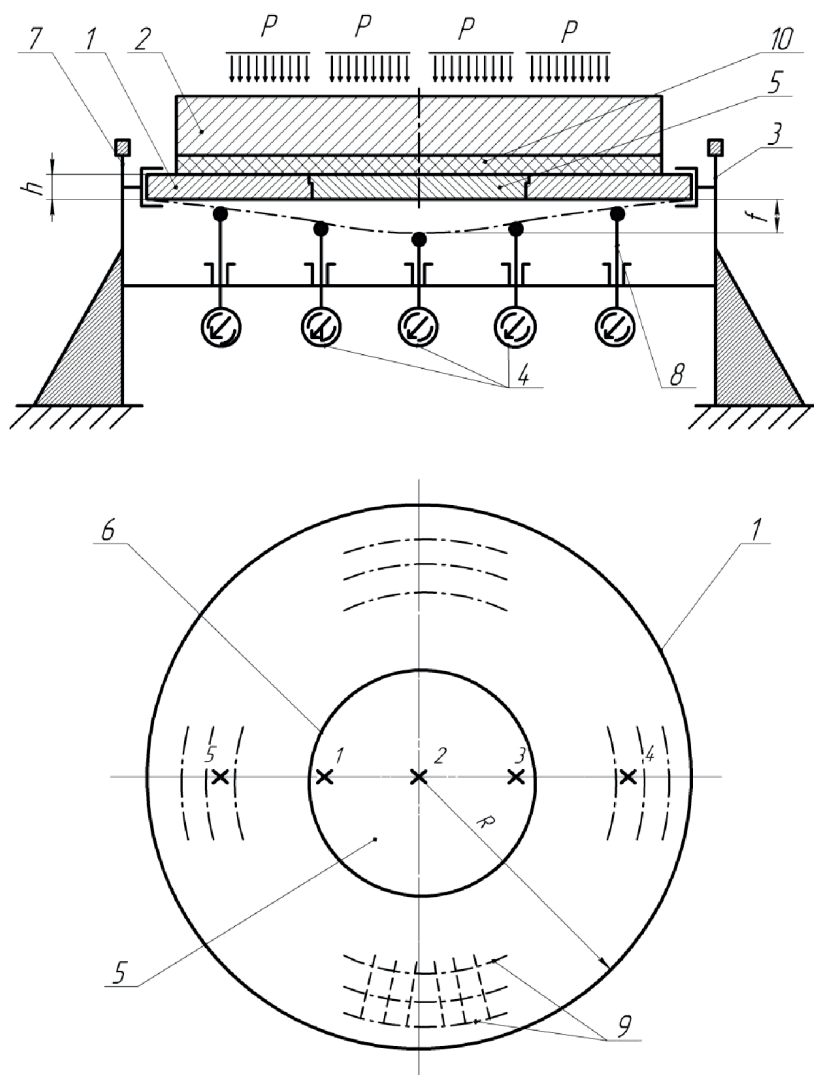


Рис. 6. Схема экспериментального стенда для исследования прогиба круглых пластин, нагруженных равномерно распределенным давлением: 1 – пластина (кольцевая часть); 2 – нагрузка; 3 – стойка; 4 – датчик уровня ИЧ-10МН; 5 – центральная часть пластины; 6 – зазор ступенчатый сквозной; 7 – опора; 8 – удлинительные стержни; 9 – отверстия; 10 – демпферное устройство; P – давление; h – толщина пластины; f – величина прогиба; $1_x, 2_x, 3_x, 4_x$ и 5_x – точки замера прогиба пластины; R – радиус пластины

Fig. 6. Plan of the experimental stand for the round plate deflection study, laden with uniformly distributed pressure: 1 – plate (ring part); 2 – load; 3 – stand; 4 – ICh-10MN level sensor; 5 – the central part of the plate; 6 – gap step through; 7 – support; 8 – extension rods; 9 – holes; 10 – damping device; P – pressure; $1_x, 2_x, 3_x, 4_x$ and 5_x – the measurement points of the plate deflection; R – plate radius

Из рис. 8 видно, что прогиб сплошной пластины имеет линейный характер и описывается уравнением:

$$f = 0,53P - 0,2,$$

а прогиб составной пластины определяется по формуле:

$$f = 0,064P.$$

При максимальной нагрузке прогиб сплошной пластины доходит до 2,5 мм, а составной – 0,25 мм. Отсюда следует, что наличие зазора в составной пластине имеет явный положительный эффект и приводит к уменьшению величины прогиба – почти в 10 раз.

Аналогичная картина имеет место и при испытании пластин толщиной 3 мм (рис. 9)

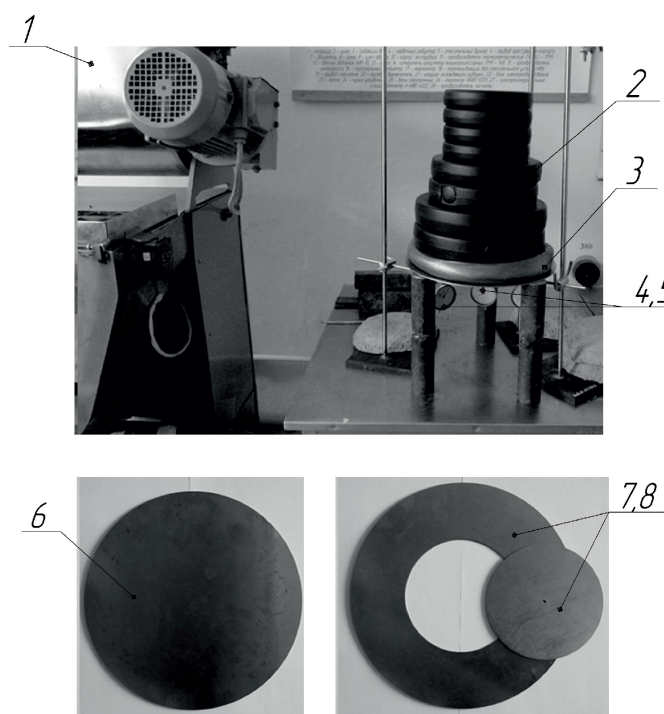


Рис. 7. 1 – пресс-автомат МИТ-2 ТУ РБ 200167377.002-2001; 2 – равномерно распределенное давление; 3 – демпферная прокладка; 4, 5 – индикаторы часового типа ИЧ-10МН; 6 – пластина сплошная; 7, 8 – пластина составная (кольцевая часть, центральный вкладыш)

Fig. 7. General view of the laboratory experimental stand: 1 – press-automatic MIT-2 TU RB 200167377.002-2001; 2 – evenly distributed pressure; 3 – damper gasket; 4, 5 – clockwork indicators ICh-10MN; 6 – continuous plate; 7, 8 – composite plate (ring part, central liner)

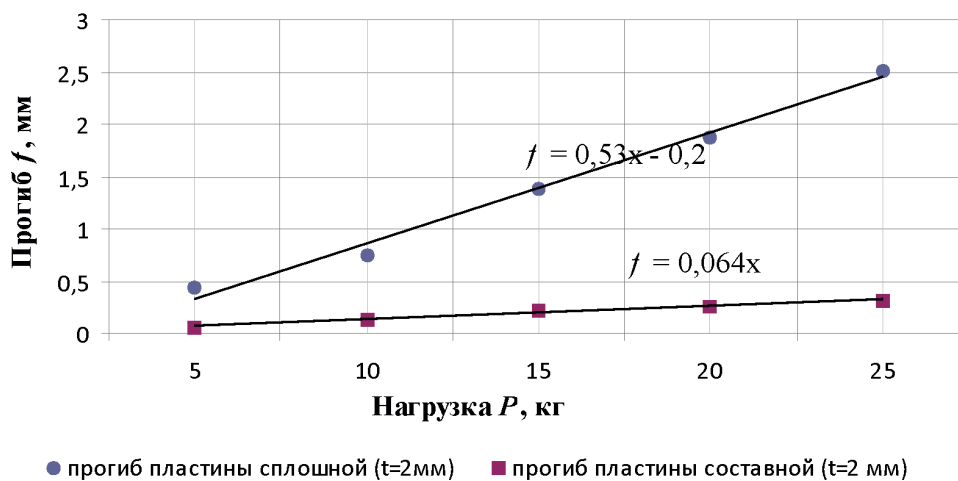


Рис. 8. Экспериментальная зависимость прогиба пластины толщиной 2 мм от величины давления P
Fig. 8. Experimental dependence of the deflection of a plate 2 mm thick on the pressure P

Анализ графиков на рис. 9 показывает, что с увеличением толщины прогиб в пластинах уменьшается до 2 мм в сплошной и до 0,2 мм – в составной и описывается соответственно уравнениями:

$$f = 0,422P - 0,252,$$

$$f = 0,052P + 0,014.$$

Испытания пластин толщиной 4 мм выявили аналогичную зависимость (рис. 10).

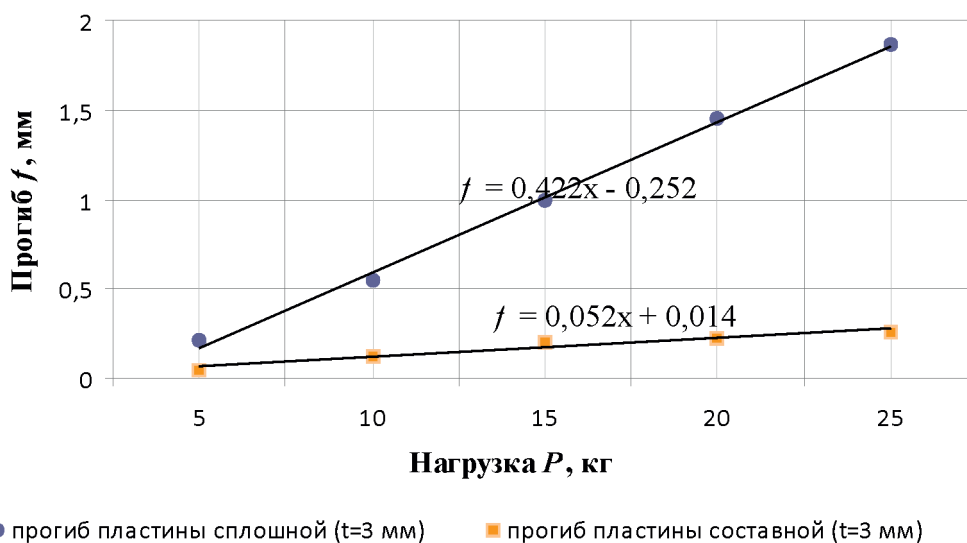


Рис. 9. Экспериментальная зависимость прогиба пластины толщиной 3 мм от величины давления P
Fig. 9. Experimental dependence of the plate deflection with a thickness of 3 mm on the pressure P

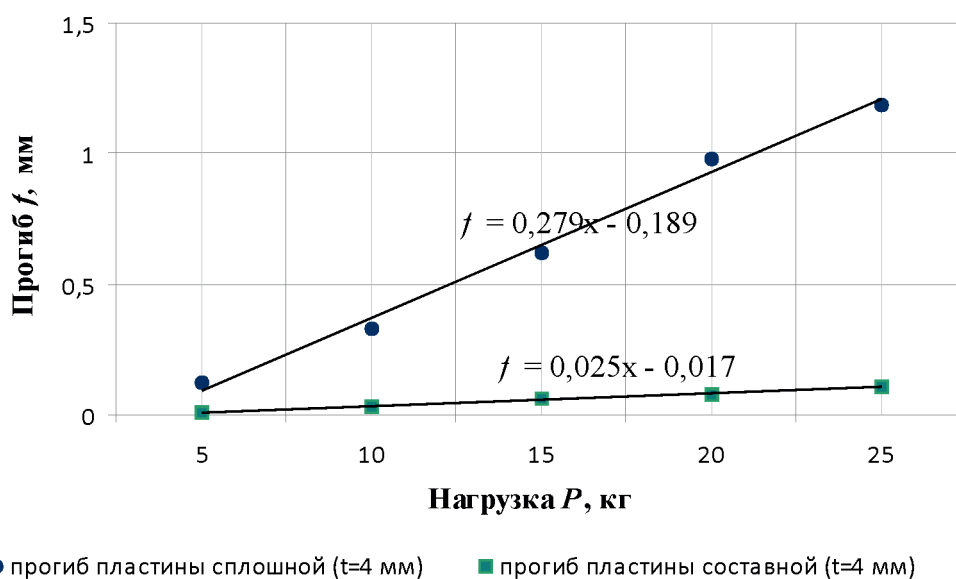


Рис. 10. Экспериментальная зависимость прогиба пластины толщиной 4 мм от нагрузки P

Fig. 10. Experimental dependence of the plate deflection 4 mm thick from the load P

Из графиков на рис. 10 следует, что прогиб сплошной пластины при максимальной нагрузке доходит до 1,3 мм, а прогиб составной пластины составляет всего $\approx 0,13$ мм и подчиняется уравнениям:

$$f = 0,279P - 0,189,$$

$$f = 0,025P + 0,017.$$

В целом, графики на рис. 8,9 и 10 в принципе подтверждают теоретические предпосылки, изложены выше.

С учетом полученных экспериментальных данных, их анализ, систематизация и обобщения получены формулы для определения максимальных моментов M_{ro} и величины прогиба f в центре корпуса составных матриц в зависимости от нагрузки P и радиуса R .

$$M_{ro} = 6,25 \cdot 10^{-2} \cdot P \frac{R^2}{n} (3 + \mu), \text{ Нм}, \quad (3)$$

где P – давление, МПа; R – радиус матрицы, м; n – число составных частей.

$$f = 1,56 \cdot 10^{-2} \cdot P \frac{R^4}{Dn}, \text{ мм}, \quad (4)$$

где D – цилиндрическая жесткость корпуса матрицы, которая определяется по уравнению:

$$D = (Eh^3/12)/(1-\mu^2) \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Здесь необходимо отметить, что цилиндрическая жесткость корпуса матрицы остается неизменной как для сплошных матриц, так и для составных.

Для практических расчетов можно принять $n = 2$ или 3 , при этом отметим, что количество составных частей определяется числом сквозных ступенчатых зазоров: при одном зазоре $n = 2$, при двух зазорах $n = 3$.

Новые технические решения по составным круглым матрицам были использованы при разработке конструкторской документации, по которой был изготовлен опытный образец круглой составной матрицы для пресс-автомата МИТ-2 ТУ 200167377.002-2001.

На рис. 11 представлен общий вид опытного образца составной матрицы от заводской матрицы опытный образец отличается следующим:

- ♦ формирующие механизмы (колодцы) расположены по концентрической окружности, что увеличивает количество колодцев;
- ♦ матрица состоит из двух частей: большей, кольцевой и меньшей, выполненной в виде диска;
- ♦ меньшая часть матрицы (диск) установлена внутри большей со сквозным ступенчатым зазором.

Лабораторные испытания опытного образца матрицы на пресс-автомате МИТ-2 показали высокое качество полуфабрикатов, отсутствие протекания (выдавливание) теста, отсутствие какого-либо прогиба рабочей поверхности матрицы и увеличение производительности пресса за счет большого количества колодцев – формирующих механизмов.

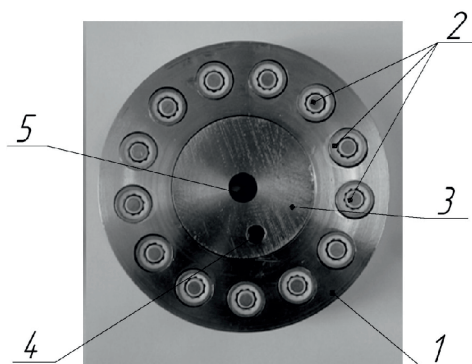


Рис. 11. Общий вид матрицы составной: 1 – большая (кольцевая) часть матрицы; 2 – формирующие механизмы; 3 – меньшая (центральная) часть матрицы; 4 – гнездо для датчика температуры; 5 – отверстие под вал шнека
 Fig. 11. General view of the composite matrix: 1 – a large (ring) part of the matrix; 2 – forming mechanisms; 3 – a smaller (central) part of the matrix; 4 – socket for temperature sensor; 5 – hole for the screw shaft

Закключение. Теоретически обосновано и экспериментально подтверждено, что круглые составные матрицы имеют меньший прогиб рабочей поверхности и повышенную прочность корпуса. Кроме того, наличие зазора обуславливает одновременно компенсацию температурных деформаций рабочей поверхности матрицы в горизонтальной плоскости.

Новые составные конструкции матриц целесообразно использовать в прессах технологических линий зарубежных фирм (Италия, Швейцария, Австрия, Франция и др.), в которых эксплуатируют-

ся матрицы с наружным диаметром 520 и 610 мм и толщиной соответственно 110 и 140 мм – для таких матриц вопросы прочности и прогиба рабочей поверхности особенно актуальны.

Расположение колодцев (формирующих механизмов) по concentрическим окружностям по формулам (1) и (2) с использованием рядов предпочтительных чисел и коэффициента пропорциональности в виде значения золотого сечения (пропорции) позволяют получить одинаковую пропускную способность теста по всем рядам колодцев, включая периферийные, что и приводит к выравниванию скорости выпрессовывания, повышению качества отформованных изделий и снижению отходов при их отрезании. Конструкции составных матриц защищены патентами на изобретение РБ № 7401 2013 и 2014, что свидетельствует о технической новизне устройства.

Получены новые формулы (3) и (4) для определения максимальных моментов и величины прогиба центра корпуса составных матриц с учетом количества сквозных ступенчатых зазоров.

Список использованных источников

1. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств / под ред. А.Я. Соколова. – М.: Пищепромиздат, 1960. – 742 с.
2. Гуськов, К.П. Перфорированные пластины в макаронном производстве / К.П. Гуськов, Б.М. Азаров. – М.: ЦИНТИПИЩЕПРОМ, 1965. – 48 с.
3. Чернов, М.С. Оборудование макаронной промышленности за рубежом / М.С. Чернов. – М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1978. – 232 с.
4. Смоленцев, Ю.А. Расчет перфорированных тонкостенных цилиндров и пластин / Ю.А. Смоленцев // Химическое машиностроение. – 1963. – № 4 – С. 23-28.
5. Григолюк, Э.И. Перфорированные пластины и оболочки и связанные с ними проблемы / Э.И. Григолюк, Л.А. Фильштинский // Упругость и пластичность. – 1967. – № 2 – С. 7-163.
6. Смоленцев, Ю.А. Экспериментальное определение коэффициента ослабления растягиваемых перфорированных пластин / Ю.А. Смоленцев // Химическое и нефтяное машиностроение. – 1966. – № 6 – С. 12–13.
7. Мельников, Н.П. Конструктивные формы и методы расчета ядерных реакторов / Н.П. Мельников. – М.: Госатомиздат, 1963. – 519 с.
8. Гоголев, А.Я. Экспериментальное определение коэффициента ослабления трубных решеток / А.Я. Гоголев // Энергомашиностроение. – 1962. – № 10 – С. 38–39
9. Пономарев, С.Д. Расчет на прочность в машиностроении / С.Д. Пономарев. – М.: Машгиз, Т. 1, 1956. – С. 884.
10. Матрица для производства макаронных изделий: пат. 7401 Респ. Беларусь : МПК А21С11/16 (2005) / В.Я. Груданов, В.Я. Смагин, А.А. Выскварко ; дата публ. 30.03.2003.
11. Матрица для производства макаронных изделий: пат. 17855 Респ. Беларусь : МПК А21С11/16 (2006) / В.Я. Груданов, В.М. Поздняков, А.А. Бренч, П.В. Станкевич; дата публ. 26.09.2013.
12. Матрица для производства макаронных изделий: пат. 18195 Респ. Беларусь : МПК А21С11/16 (2006) / В.Я. Груданов, В.М. Поздняков, А.А. Бренч, П.В. Станкевич; дата публ. 29.01.2014.

References

1. Osnovy raschota i konstruirovaniy machin i apparatov pishchevykh proizvodstv [Basis of calculation and constructing machines and apparatus of food production], edited by A.Ya. Sokolov. Moscow: food industry publish house, 1960, 742 p.
2. Guskov, K.P. Perforirovanye plastiny v makaronnom proizvodctve [Perforated plates in pasta production]. Moscow: CINTYfoodindust, 1965, 48 p.
3. Chernov, M.S. Oborudovanyi makaronoy promychlenosti za rubejom [The equipment for pasta industrial abroad]. Moscow: CINTYfoodindust, 1978. 232 p.
4. Smolencev, U.A. Raschot perforirovannykh tonkostenykh zilindrov i plastin [Calculation of perforated thin-walled cylinders and plates]. Chemical Engineering, 1963.no. 4.pp. 23-28.
5. Grigoluk, E.I. Perforirovanye plastiny i obolochki i svyazanye s nimi problem [Perforated plates and shell, related concerns]. Turgidity and plasticity, 1967. no. 2. pp. 7-163.

6. Smolencev, U.A. Eksperimentalnoe opredelenie koefizienta oslablenia rastyagivaemykh perforirovanykh plastin [Experimental definition of rate of weakness spreading perforated plates]. Chemical and oil machine-building, 1966.no. 6. pp. 12-13.
7. Melnikov, N.P. Konstruktivnie formi i metody raschota yadernich reaktorov [Constructive forms and methods for calculating the nuclear reactor]. Moscow: Publicatomichouse, 1963. 519 p.
8. Gogolev, A.Ya. Eksperimentalnoe opredelenie koefizienta oslablenia trubnich rechotok [Experimental definition of rate of weakness pipe grills]. Power-plant, 1962.no. 10. pp. 38–39.
9. Ponomarev, S.D. Raschot na prochnost v machinoctroeniyi [Strength analysis in mechanical-engineering]. Moscow: Mashgiz, 1956. vol. 1. 884 p.
10. Matrica dlya proizvodstva makaronnykh izdeliy [The matrix for the production of pasta]: US Pat. 7401 Rep. Belarus: IPC A21S11 / 16 / (2005) / V.J.Grudanov, V.Y.Smagin, A. Vyskvarko; publ date. 30.03.2003.
11. Matrica dlya proizvodstva makaronnykh izdeliy [The matrix for the production of pasta]: US Pat. 17855 Rep. Belarus: IPC A21S11 / 16 / (2006) / V.Ya.Grudanov, V.M.Pozdnyakov, A.A. Brench., P.V.Stankevich; publ date. 26.09.2013.
12. Matrica dlya proizvodstva makaronnykh izdeliy [The matrix for the production of pasta]: US Pat. 18195 Rep. Belarus: IPC A21S11 / 16 / (2006) / V.Ya.Grudanov, V.M.Pozdnyakov, A.A. Brench., P.V.Stankevich; publ date. 29.01.2014.

Информация об авторах

Груданов Владимир Яковлевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологий и технического обеспечения процессов переработки сельскохозяйственной продукции. Белорусский государственный аграрный технический университет (пр-т Независимости, 99, 220124, Минск, Республика Беларусь).

Торган Анна Борисовна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологий и технического обеспечения процессов переработки сельскохозяйственной продукции. Белорусский государственный аграрный технический университет (пр-т Независимости, 99, 220124, Минск, Республика Беларусь). E-mail: anechkat@tut.by

Станкевич Павел Витальевич – аспирант кафедры технологий и технического обеспечения процессов переработки сельскохозяйственной продукции. Белорусский государственный аграрный технический университет (пр-т Независимости, 99, 220124, Минск, Республика Беларусь). E-mail: Boginy@tut.by

Information about authors

Grudanov Vladimir Y. – D. Sc. (Engineering), Professor, Professor of Technology and Logistics Processes, Processing of Agricultural Products. Belarusian State Agrarian Technical University (99, Nezavisimosti, 220124, Minsk, Republic of Belarus).

Torhan Anna B. – Ph.D, (Engineering), Assistant Professor of Technology and Logistics Processes, Processing of Agricultural Products. Belarusian State Agrarian Technical University (99, Nezavisimosti, 220124, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: anechkat@tut.by

Stankevich Pavel V. – graduate student of the department of technologies and technical support of the processing of agricultural products. Belarusian State Agrarian Technical University (99, Nezavisimosti, 220124, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Boginy@tut.by

А.В. Куликов, А.А. Литвинчук, О.М. Куликова, А.С. Данилюк, А.А. Безущёнок

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОГРАНУЛ РЫБНЫХ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МАЛЬКОВ

Аннотация. В статье обоснована актуальность производства отечественных рыбных комбикормов для выращивания мальков. Указаны наиболее используемые за рубежом методы и технологии получения рыбных комбикормов для мальков. Описан порядок проведения экспериментальных исследований с целью установления возможности и определения параметров получения микрогранул рыбных комбикормов. Установлены зависимости давления экструдирования, производительности процесса микроэкструдирования на экспериментальной установке, предела прочности гранул от температуры и влажности комбикормовой смеси при различных диаметрах отверстий матриц. Определено влияние размера частиц (степени помола) комбикормовой смеси на физические характеристики гранул – предел прочности и плотность.

Ключевые слова: рыбный комбикорм, гранулы, экструдирование, технологические параметры процесса микрогранулирования, физические характеристики микрогранул

A. Kulikou, A. Litvinchuk, O. Kulikova, A. Danilyuk, A. Bezushchonok

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

INVESTIGATION OF OPPORTUNITIES AND DETERMINATION OF PARAMETERS OF PRODUCTION OF MICROGRANULES OF FISH FODDER FOR FRY

Abstract. The article proves the urgency of production of domestic fish feed for fry. The most widely used methods and technologies for obtaining fish fodder for young fish are indicated. The order of carrying out of experimental researches with the purpose of an establishment of an opportunity and definition of parameters of reception of microgranules of fish mixed fodders is described. The dependence of the extrusion pressure, the microextruding process on the experimental installation, the ultimate strength of the granules on the temperature and humidity of the feed mixture at various diameters of the die apertures are established. The effect of the particle size (degree of grinding) of the feed mixture on the physical characteristics of the granules is determined – the ultimate strength and density.

Keywords: fish feed, granules, extrusion, installation, technological parameters, physical characteristics

Введение. На сегодняшний день в рыбхозах Республики Беларусь мальки пресноводных видов рыб выживают в естественных прудовых условиях без комбикормов, что отрицательно сказывается на эффективности их выращивания. Для мальков осетровых, лососевых и сомовых рыб закупаются импортные комбикорма, что указывает на зависимость отечественных производителей рыбопродукции от зарубежных поставок, колебаний курсов валют и других экономических факторов.

Комбикормовая промышленность Республики Беларусь не выпускает комбикорма для мальков пресноводных рыб из-за отсутствия необходимого оборудования и технологии их производства. В то же время за рубежом, в странах Европы, уделяется огромное внимание развитию сов-

ременных технологий производства комбикормов, особенно для мальков. Однако, данные об используемой технологии и технологическом оборудовании в зарубежных компаниях-производителях являются закрытой коммерческой информацией, а в научных публикациях вопросы технологии производства рыбных комбикормов для выращивания мальков практически не рассматриваются.

Таким образом, проведение исследований процессов производства с подбором параметров технологического процесса, обеспечивающих получение микрогранул комбикорма с заданными физико-химическими и структурно-механическими свойствами для мальков пресноводных рыб, является актуальным вопросом современного белорусского рыбоводства [1].

На сегодняшний момент для повышения эффективности работы рыбопитомников используют микрогранулы, которые предназначены для интенсивного взращивания мальков в условиях, где питание, здоровье рыбы и качество воды являются очень важными параметрами. Сбалансированные микрогранулированные комбикорма способствуют улучшению аппетита, стимулируют рост и повышают выживаемость на ранних стадиях жизни рыб. Технология производства микрогранул позволяет комбинировать легко усваиваемое сырье и аттрактанты для оптимальной вкусовой привлекательности. Анализ присутствующих на рынке республики кормов показывает, что микрогранулы для питания мальков рыбы также содержат повышенное количество витаминов С и Е, что способствует увеличению жизнеспособности мальков, но требует установки специфических режимов производства для сохранения всех биологически активных веществ в составе комбикормов [1, 2].

Таким образом, цель представленных исследований – определение параметров получения микрогранул рыбных комбикормов, что позволит создать современную технологию производства комбикормов для мальков пресноводных рыб, решить проблему отсутствия отечественных комбикормов для мальков и тем самым снизить зависимость рыбной отрасли от импортных кормов, а также повысить ее экономическую эффективность.

Основная часть. На первом этапе исследований изучены и проанализированы зарубежные технологии получения микрогранул, наиболее распространенными из которых являются:

- ♦ «микрокапсулирование», т.е. заключение микрочастиц действующего вещества в оболочку, при этом размер гранул может составлять от долей микрона до 1–2 мм. Методы микрокапсулирования: нанесение покрытий в псевдооживленном слое, экструзия с применением центрифуг или через формующие устройства типа «труба в трубе», вакуумное напыление, полимеризация, коацервация и др. [2];
- ♦ технологии фармацевтической экструзии («микроэкструзии») при помощи экструдеров горячего расплава [3, 4].

Анализ научных публикаций показал, что рыбные комбикорма для выращивания мальков за рубежом производят, используя в основном технологии микрогранулирования или микроэкструдирования, то есть продавливания через формующие устройства (матрицы/фильеры с различным диаметром отверстий до 1,5 мм) [5, 6, 7, 8].

Для определения возможности и установления оптимальных параметров получения микрогранул рыбного комбикорма разработана и изготовлена экспериментальная установка (рис. 1).

Установка состоит из следующих элементов: пресса гидравлического (поз. 1), поршня цилиндрической формы (поз. 2), цилиндрической камеры (поз. 3), опоры (поз. 4), гидроцилиндра (поз. 5), направляющей (поз. 6), сменных фильер (поз. 7).

Исследования проводились в следующей последовательности. Подготавливалась комбикормовая смесь влажностью 20, 25, 30 %, которая затем загружалась в цилиндрическую камеру экспериментальной установки, после чего осуществлялось её нагревание до определённых температур ($t=20^{\circ}\text{C}$, $t=40^{\circ}\text{C}$, $t=60^{\circ}\text{C}$, $t=80^{\circ}\text{C}$). Далее рукояткой гидравлической системы создавалось давление на комбикормовую смесь. Приводился в движение поршень, находящийся в цилиндре, который спрессовывал массу продукта. Затем масса продукта под давлением продавливалась через отверстие фильеры необходимого диаметра (0,7–1,5 мм). После выхода из фильеры сформированный цилиндрический жгут смеси нарезался на гранулы одинакового размера. При этом осуществлялся контроль давления, оказываемого на сырьё, при помощи манометра. Фиксировались показания давления в начале процесса экструдирования и максимальное значение давления процесса экструдирования. Получаемые гранулы сушили, после чего измеряли их физические характеристики (предел прочности и плотность).

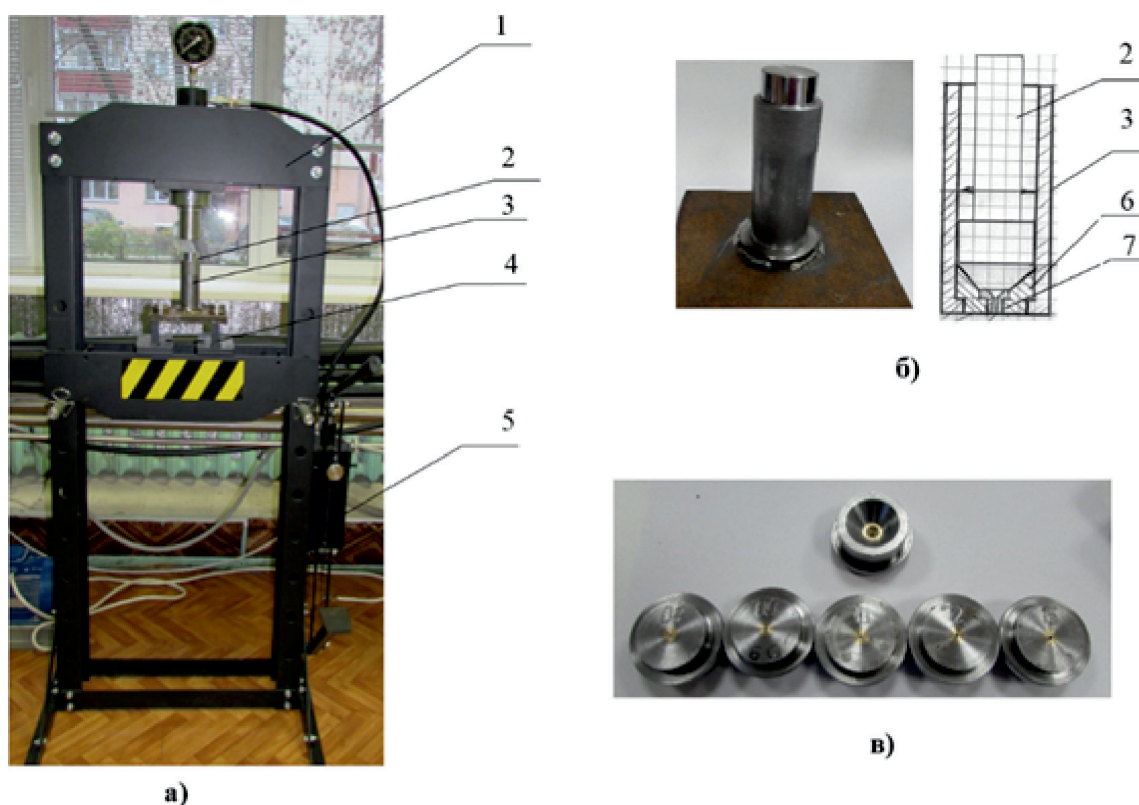


Рис. 1. Установка для получения микрогранул: а) экспериментальная установка в сборе; б) цилиндрическая камера; в) сменные фильеры различного диаметра
 Fig. 1. Plant for the preparation of microgranules: a) an experimental installation in the collection; b) a cylindrical chamber; c) replaceable spinnerets of different diameters

На рис. 2 представлены образцы полученных микрогранул комбикорма.

Предел прочности гранул определялся на анализаторе текстуры «Brookfield СТЗ» [9] путем измерения предельного усилия нагружения подвижного инструмента в виде пластины, обеспечивающей разрушение образца гранулы, помещенного на уголки опоры.

Предел прочности гранул $\sigma_{изг}$, Па, рассчитывался по формуле:

$$\sigma_{изг} = F \cdot l / 4 \cdot W \quad (1)$$

где F – усилие разрушения, Н; l – расстояние между опорами, м; W – момент сопротивления поперечного сечения образца гранул, м³.



Рис. 2. Микрогранулы комбикорма, диаметром: 0,8 мм, 1 мм, 1,5 мм
 Fig. 2. Mixed feed microgranules, with a diameter of: 0.8 mm, 1 mm, 1.5 mm

Величина W зависит от формы поперечного сечения. Для круглого сечения гранул момент сопротивления W рассчитывался по формуле:

$$W \approx 0,1 \cdot D^3, \tag{2}$$

где D – диаметр гранул, м.

Плотность полученных гранул рыбного корма определялась следующим образом: брался мерный стеклянный цилиндр и заполнялся водой до определённого объёма (V_1), затем в цилиндр засыпались гранулы определенной массы (m), после чего замерялся объём с продуктом (V_2) в мерном цилиндре.

Далее плотность гранул рассчитывалась по формуле:

$$\rho = m / v_2 \cdot v_1, \tag{3}$$

где ρ – плотность гранулы, кг/м³; m – масса гранул, кг; V_1 – объём воды в цилиндре до погружения гранул, м³; V_2 – объём воды в цилиндре после погружения гранул, м³.

Влажность гранул определялась при помощи анализатора «ЭВЛАС – 2 М» [10].

Получены экспериментальные данные влияния температуры (t) на давление экструдирования (P) при диаметрах отверстий фильер 0,7; 0,8; 0,9; 1; 1,2; 1,5 мм. На рис. 3 представлены графические зависимости давления экструдирования от температуры при влажности комбикорма 20; 25; 30 % и диаметрах отверстий фильер – 0,7 и 1,5 мм.

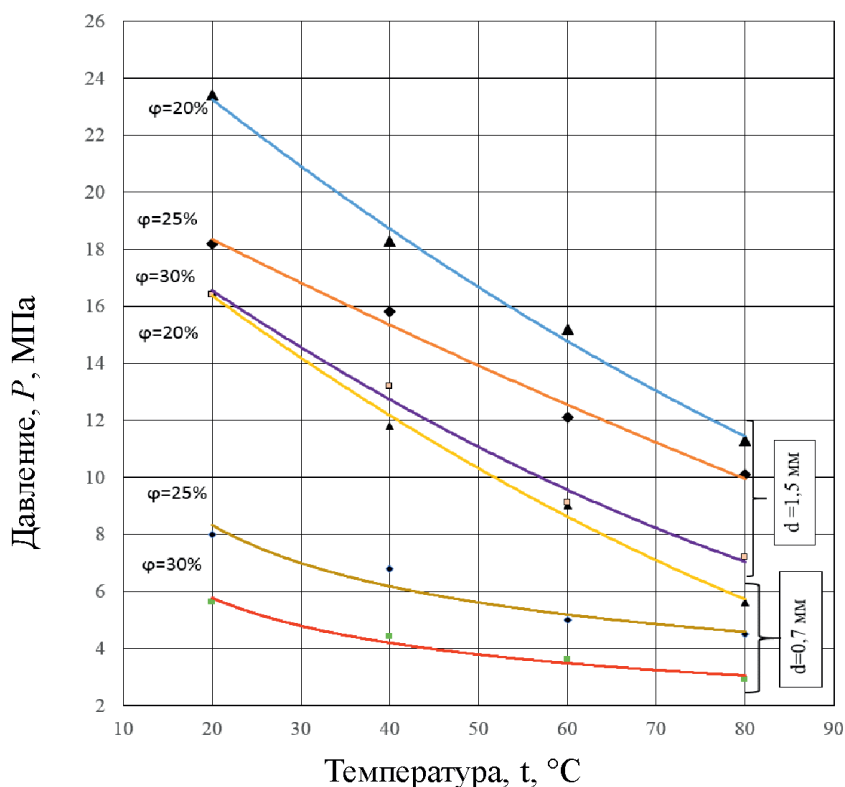


Рис. 3. Влияние температуры на рабочее давление экструдирования при влажности комбикормовой смеси 20, 25, 30 % при диаметрах отверстия фильеры 0,7 и 1,5 мм

Fig. 3. Influence of temperature on the working pressure of extrusion at humidity feed mixture 20, 25, 30 % with a die hole diameter of 0.7 mm and 1.5 mm

Анализ графических зависимостей, представленных на рис. 3 показывает, что с повышением температуры и влажности комбикормовой смеси снижается рабочее давление и, следовательно, энергетические затраты на процесс микроэкструдирования. Так, установлено минимальное рабочее давление ($P \approx 3$ МПа) при диаметре отверстия фильеры 1,5 мм, влажности смеси 30 % и температуре смеси 80 °С, что более чем в 2 раза меньше, чем при диаметре отверстия фильеры 0,7 мм ($P \approx 7,5$ МПа) при аналогичных параметрах влажности и температуры комбикормовой смеси.

Получены экспериментальные данные влияния температуры (t) на производительность процесса микроэкструдирования (Π) при диаметрах отверстий фильер 0,7; 0,8; 0,9; 1,2 мм. На рис. 4 представ-

лены графические зависимости производительности экспериментальной установки от температуры: при влажности комбикорма 20, 25, 30 % и диаметре отверстия фильеры 0,7 мм; при влажности комбикорма 20, 25 % и диаметре отверстия фильеры 1,2 мм.

Анализ графических зависимостей, представленных на рис. 4, показывает, что повышение температуры и влажности комбикормовой смеси ведет к увеличению производительности установки. Определена наибольшая производительность экспериментальной установки в процессе микроэкструдирования комбикормовой смеси ($P \approx 1,4$ кг/час) при диаметре отверстия фильеры 1,2 мм, влажности смеси 25 % и температуре смеси 80 °С, что более чем в 3,3 раза выше, чем при диаметре отверстия фильеры 0,7 мм ($P \approx 0,42$ кг/час) при аналогичных параметрах влажности и температуры комбикормовой смеси.

Получены экспериментальные данные влияния температуры (t) на предел прочности гранул (σ) при диаметрах отверстий фильер 0,7; 0,8; 0,9; 1; 1,2; 1,5 мм. На рис. 5 представлены графические зависимости предела прочности гранул от температуры при влажности комбикорма 20; 25; 30 % и минимальном/максимальном диаметрах отверстий фильер – 0,7 и 1,5 мм.

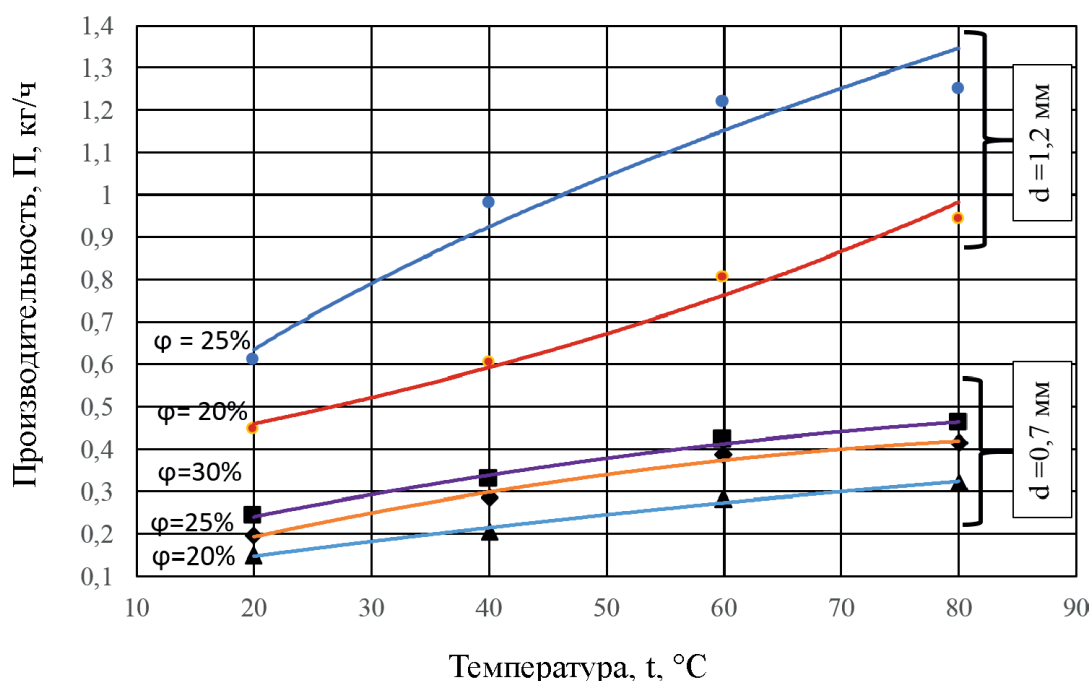


Рис. 4. Зависимость производительности установки от температуры при влажности комбикормовой смеси 20, 25, 30 %: при диаметре отверстия фильеры 0,7 мм и 1,2 мм

Fig. 4. Dependence of the plant's capacity on temperature at the humidity of the feed mixture 20, 25, 30%: with a die hole diameter of 0.7 mm and 1.2 mm

Анализ графических зависимостей, представленных на рис. 5, показывает, что повышение температуры и влажности комбикормовой смеси ведет к увеличению предела прочности гранул комбикорма. Установлен максимальный предел прочности гранул ($\sigma \approx 26$ МПа) при диаметре отверстия фильеры 0,7 мм, влажности смеси 30 % и температуре смеси 80 °С, что более чем в 2,5 раза выше, чем при диаметре отверстия фильеры 1,5 мм ($\sigma \approx 10$ МПа) при аналогичных параметрах влажности и температуры комбикормовой смеси.

Проведены исследования влияния размеров частиц сырья на физические характеристики микрогранул комбикормов (плотность ρ и предел прочности σ). Получены экспериментальные данные влияния температуры (t) на плотность гранул (ρ) и предел прочности (σ) при диаметрах отверстий фильер 0,7; 0,8; 0,9; 1; 1,2; 1,5 мм для размеров частиц комбикормовой смеси <0,2 мм; 0,2–0,5 мм; 0,5–0,8 мм и влажности смеси 20 %; 25 %; 30 %.

В результате экспериментальных исследований установлено, что предел прочности (σ) гранул достигает максимальных значений при диаметре фильеры 0,7 мм, температуре 80 °С и влажности 30 %. Таким образом, были построены графические зависимости ρ и σ для данных значений.

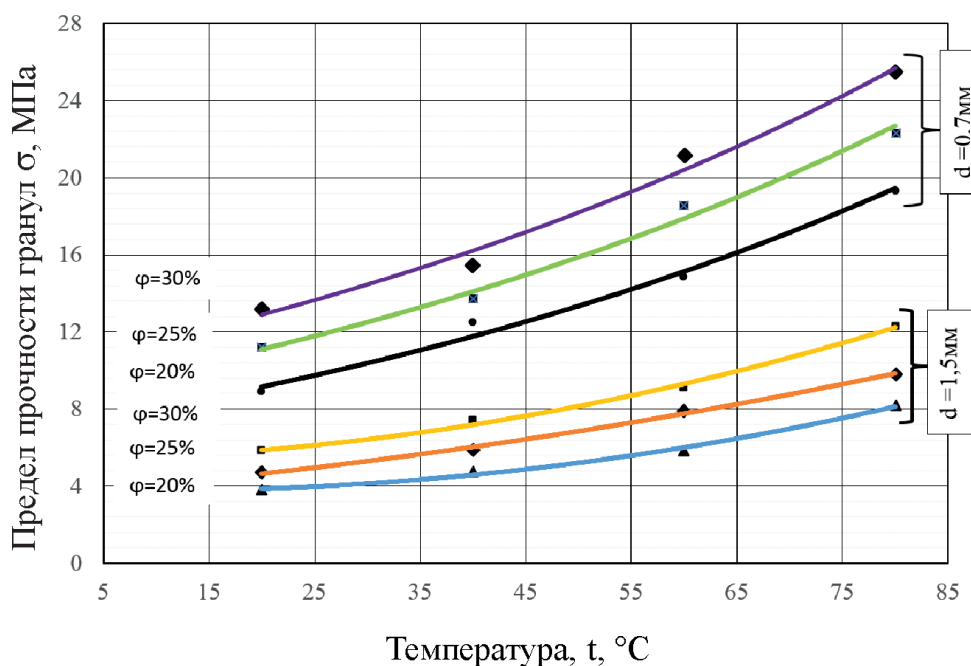


Рис. 5. Зависимость предела прочности гранул от температуры при влажности комбикормовой смеси 20, 25, 30 % для диаметра отверстия фильеры 0,7 мм и 1,5 мм

Fig. 5. Dependence of the strength of granules on temperature at the humidity of the feed mixture 20, 25, 30 % with a die hole diameter of 0.7 and 1.5 mm

На рис. 6 представлена графическая зависимость плотности гранул от температуры при влажности комбикорма 30 % и диаметре отверстия фильеры 0,7 мм для размеров частиц комбикорма <0,2 мм, 0,2–0,5 мм и 0,5–0,8 мм.

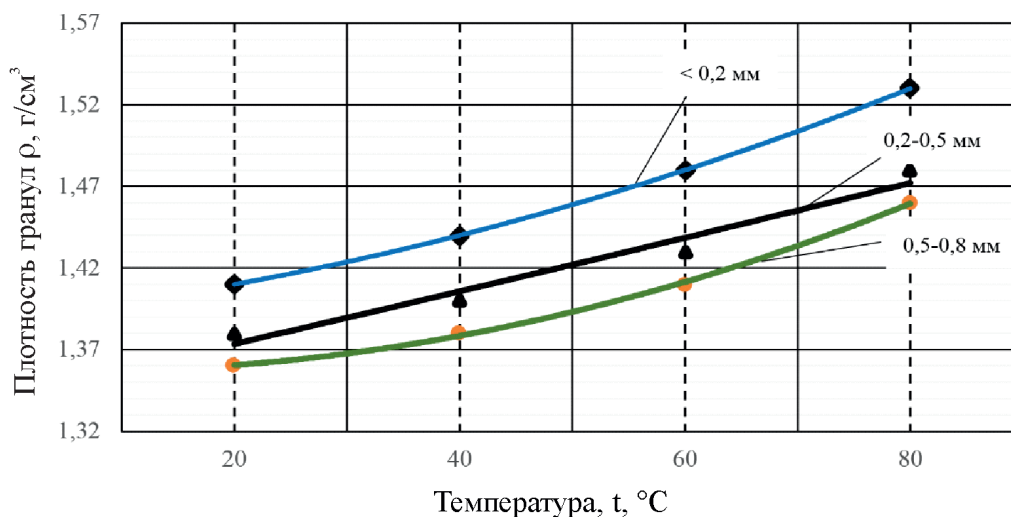


Рис. 6. Зависимость плотности гранул от температуры для разного размера частиц комбикорма при влажности 30 % для фильеры с диаметром выходного отверстия d = 0,7 мм

Fig. 6. Effect of the particle size of the feed on the density of the pellets at a moisture content of 30 % for a spinneret with a diameter of output holes d = 0.7 mm

На рис. 7 представлена графическая зависимость предела прочности гранул от температуры при влажности комбикорма 30 % и диаметре отверстия фильеры 0,7 мм для размеров частиц комбикорма <0,2 мм, 0,2–0,5 мм и 0,5–0,8 мм.

Анализ графических зависимостей, представленных на рис. 6 и 7, показывает, что при минимальных размерах частиц сырья комбикормовой смеси (высокой степени помола) возрастает плотность и предел прочности гранул, получаемых в процессе микроэкструдирования комбикормовой смеси.

Результаты исследований так же показали, что с увеличением диаметра формующего отверстия фильеры снижается плотность и предел прочности полученных гранул.

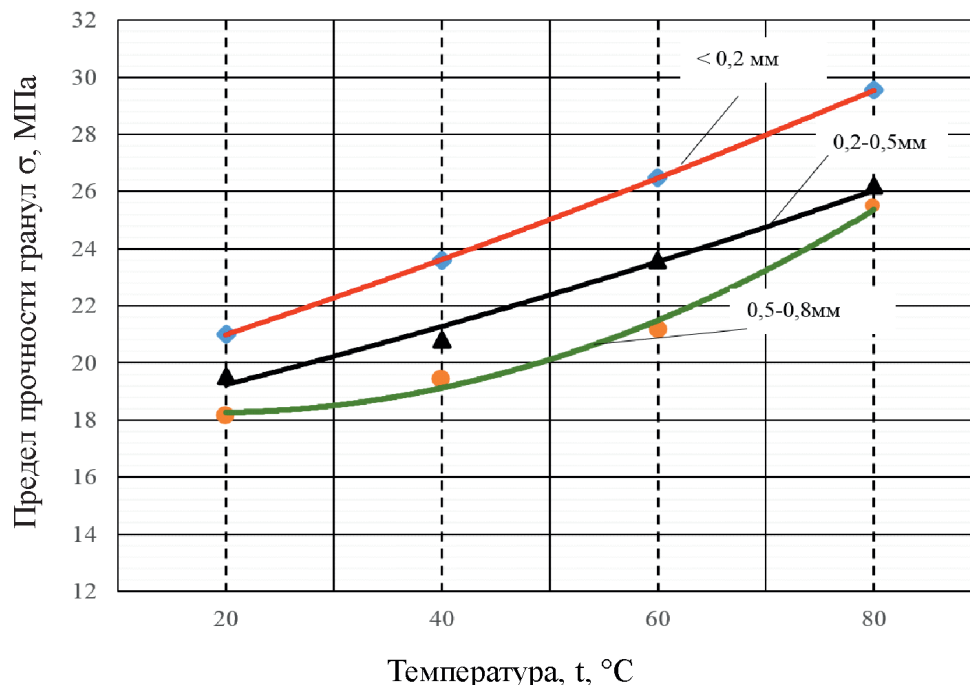


Рис. 7. Зависимость предела прочности гранул от температуры для разного размера частиц комбикорма при влажности 30 % для фильеры с диаметром выходного отверстия $d = 0,7$ мм
 Fig. 7. Influence of the particle size of the feed on the tensile strength of the pellets at a moisture content of 30 % for a spinneret with a diameter of output holes $d = 0.7$ mm

Выводы. Проведение научных исследований, направленных на создание технологии и оборудования для производства рыбных комбикормов для выращивания мальков рыбы, является актуальным и востребованным в современных условиях. Решение данного вопроса позволит обеспечить отечественные рыбоводческие хозяйства качественными кормами, снизить импортозависимость отрасли и повысить ее экономическую эффективность, т.к. корма являются одним из самых значимых факторов, влияющих на себестоимость рыбной продукции. Для определения возможности и установления оптимальных параметров получения микрогранул рыбного комбикорма разработана и изготовлена экспериментальная установка. Проведены исследования процесса микроэкструдирования при продавливании комбикормовой смеси через фильеры с диаметрами отверстий 0,7; 0,8; 0,9; 1; 1,2; 1,5 мм. При этом определено влияние температуры и влажности комбикорма на давление и производительность микроэкструдирования, предел прочности и плотность получаемых гранул. Установлено влияние размера частиц комбикормовой смеси (<0,2 мм, 0,2–0,5 мм и 0,5–0,8 мм) на физические характеристики гранул – предел прочности и плотность. Полученные данные расширяют базу для расчета необходимых характеристик при создании отечественного оборудования для получения микрогранул рыбного комбикорма.

Список использованных источников

1. Агеец, В.Ю. Проблемы и перспективы производства биологически полноценных комбикормов для рыб в Республике Беларусь / В.Ю. Агеец, Ж.В. Кошак, А.Э. Кошак // Вести НАН Беларуси. Серия аграрных наук. – 2017. – №2. – С. 91–99.

2. Технологии инкапсуляции / Фармацевтические технологии и упаковка. – 2014. – № 6 (244). – С. 44–47.
3. Пищевая экструзия на двухшнековых экструдерах [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://docplayer.ru/32134220-Pishchevaya-ekstruziya-na-dvuhshnekovyh-ekstruderah.html>. – Дата доступа : 12.11.2018.
4. Сухие корма для рыб [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://xn--45-6kcaj1c.xn--plai/product/view/3/518>. – Дата доступа : 12.11.2018.
5. Афанасьев, В.А. Руководство по технологии комбикормовой продукции с основами кормления животных / В.А. Афанасьев. – Воронеж: ВНИИ КП, 2007 г. – 389 с.
6. Энциклопедия гранулирования кормов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://granuljatory-kormov.blogspot.com.by/2015_11_25_archive.html. – Дата доступа : 13.11.2018.
7. Гранулирование – химическая энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <file:///D:/Инфо%20для%20работы/Микрогранулы%20комбикорма/ХуМуК.ру%20-%20ГРАНУЛИРОВАНИЕ%20-%20Химическая%20энциклопедия.html>. – Дата доступа : 13.11.2018.
8. Рудой, Д.В. Исследование процесса экструдирования комбикормов для рыб / Д.В. Рудой // Вестник Казанского ГАУ. – 2014. – № 3(33). – С. 95–97.
9. Текстурированный анализатор «Brookfield СТ3» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.geo-ndt.ru/pribor-3413-teksturnii-analizator-ct3.htm>. – Дата доступа : 13.11.2018.
10. Анализатор влажности «ЭВЛАС – 2 М» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.biomer.ru/index.php?part=production&item_id=157. – Дата доступа : 15.11.2018.

References

1. Ageyets V.YU., Koshak ZH.V., Koshak A.E. Problemy i perspektivy proizvodstva biologicheski polnotsennykh kombikormov dlya ryb v Respublike Belarus [Problems and prospects for the production of biologically complete mixed fodders for fish in the Republic of Belarus]. Vesti NAN Belarusi. Seriya agrarnykh nauk [News of the National Academy of Sciences of Belarus. A series of agricultural sciences], 2017, no.2, pp. 91–99 (in Russian).
2. Tekhnologi i inkapsulyatsii [Technologies of encapsulation]. Farmatsevticheskiye tekhnologii i upakovka [Pharmaceutical technologies and packaging], 2014, no.6 (244), pp. 44–47 (in Russian).
3. Pishchevaya ekstruziya na dvukhshnekovykh ekstruderakh (Food extrusion on twin-screw extruders). Available at: <http://docplayer.ru/32134220-Pishchevaya-ekstruziya-na-dvuhshnekovyh-ekstruderah.html> (accessed 12 November 2018).
4. Sukhiye korma dlya ryb (Dry food for fish). Available at: <https://xn--45-6kcaj1c.xn--plai/product/view/3/518> (accessed 12 November 2018).
5. Afanas'yev V.A. Rukovodstvo po tekhnologii kombikormovoy produktsii s osnovami kormleniya zhivotnykh [Technology of Feed Mixed Products with the Basics of Animal Feeding]. Voronezh, VNIИКР, 2007, 389 p. (in Russian).
6. Entsiklopediya granulirovaniya kormov (Encyclopedia of feed pelletizing). Available at: https://granuljatory-kormov.blogspot.com.by/2015_11_25_archive.html (accessed 13 November 2018).
7. Granulirovaniye – khimicheskaya entsiklopediya (Granulation is a chemical encyclopedia). Available at: <file:///D:/Инфо%20для%20работы/Микрогранулы%20комбикорма/ХуМуК.ру%20-%20ГРАНУЛИРОВАНИЕ%20-%20Химическая%20энциклопедия.html> (accessed 13 November 2018).
8. Rudoy D.V. Issledovaniye protsessa ekstrudirovaniya kombikormov dlya ryb [Investigation of the process of extruding mixed fodders for fish]. Vestnik Kazanskogo GAU [Bulletin of the Kazan GAU], 2014, no. 3 (33), pp. 95–97 (in Russian).
9. Teksturnyy analizator «Brookfield ST3» (Texture Analyzer Brookfield СТ3). Available at: <https://www.geo-ndt.ru/pribor-3413-teksturnii-analizator-ct3.htm> (accessed 13 November 2018).
10. Analizator vlazhnosti «EVLAS – 2 М» (Analyzer of humidity «EVLAS-2 М»). Available at: http://www.biomer.ru/index.php?part=production&item_id=157 (accessed 15 November 2018).

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

Куликова Ольга Михайловна — инженер 1 категории 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

Безущенко Анна Александровна — инженер-конструктор 2 категории 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

Information about authors

Kulikov Aleksey V. — PhD in Technological Sciences, Acting Head of the department of new technologies and equipment of RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: ont_i_t@mail.ru

Litvinchuk Alexander A. — PhD in Technological Sciences, Senior Researcher of the department of new technologies and equipment of RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: newteh@belproduct.com

Kulikova Olga M. — 1st category engineer of the department of new technologies and equipment of RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: newteh@belproduct.com

Danilyuk Aleksandr S. — Junior Researcher of the department of new technologies and equipment of RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: newteh@belproduct.com

Bezuschenok Anna A. — Design Engineer 2 categories of the department of new technologies and equipment of RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: newteh@belproduct.com

УДК 658.56+664.144

Поступила в редакцию 08.04.2019
Received 08.04.2019**Е.М. Моргунова¹, С.А. Кондратенко², С.Е. Томашевич¹, А.Н. Моргунов³**¹*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,
г. Минск, Республика Беларусь*²*РУП «Институт системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь*³*Учреждение образования «Могилевский государственный университет
продовольствия», г. Могилев, Республика Беларусь*

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ С УЛУЧШЕННЫМИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Аннотация: Учитывая актуальность обеспечения дальнейшего конкурентного развития отечественных отраслей пищевой промышленности, насыщения внутреннего потребительского рынка продукцией высокого качества, доступной для всех категорий населения, разработаны концептуальные подходы по созданию, продвижению и оценке конкурентного потенциала пищевых продуктов с улучшенными потребительскими характеристиками. Предложена методология комплексной оценки конкурентного потенциала продуктов питания, основанная на анализе совокупности критериев качества, включая питательную ценность продукта, органолептические свойства, функциональную эффективность, широту ассортимента, полноту информации для потребителя на упаковке. Разработанная методология апробирована на примере такого сегмента продуктов детского питания, как растворимое печенье.

Ключевые слова: пищевые продукты, детское питание, растворимое печенье, конкурентоспособность, критерии, цена, качество, потребительские характеристики, функциональность, частные, интегральные и комплексный показатели, конкурентный потенциал

A.M. Margunova¹, S.A. Kondratenko², S.E. Tamashevich¹, A.N. Margunov³¹*RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National
Academy of Sciences of Belarus», Minsk, Republic of Belarus*²*RUE «Institute for the Meat and Dairy Industry», Minsk, Republic of Belarus*³*Educational institution «Mogilev state University of food», Mogilev, Republic of Belarus*

METHODOLOGY FOR ASSESSING COMPETITIVE POTENTIAL OF FOOD PRODUCTS WITH IMPROVED CONSUMER CHARACTERISTICS

Abstract: Conceptual approaches have been developed to create, promote and evaluate the competitive potential of food products with improved consumer characteristics taking into account the urgency of ensuring the further competitive development of domestic food industries, saturating the domestic consumer market with high-quality products available to all categories of the population. Quality criteria have been proposed and tested, including the nutritional value of the product, organoleptic properties, functional efficiency, breadth of assortment, completeness of information for consumers on packaging. The approach provides the possibility of developing a methodology for assessing competitiveness in relation to food products of the new generation, obtained through the use of modern knowledge in genomics, proteomics, nutrimentalomics and other sciences.

Keywords: food products, baby food, soluble biscuits, competitiveness, criteria, price, quality, consumer characteristics, functionality, private, integral and integrated indicators, competitive potential

В решении задач национального агропродовольственного комплекса Республики Беларусь по насыщению внутреннего рынка отечественными продуктами питания высокого качества и реализации экспортного потенциала, важнейшая роль принадлежит отраслям и предприятиям перерабатывающей промышленности. В соответствии с основными положениями действующей Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития до 2030 года в отношении пищевой промышленности предусмотрены следующие ориентиры развития:

- ♦ дальнейший рост промышленного производства на основе совершенствования применяемых технологий (ресурсосберегающих и безотходных), внедрения инноваций, снижения импортоспособности продукции;
- ♦ повышение конкурентоспособности, наращивание и повышение эффективности реализации экспортного потенциала отраслей пищевой промышленности;
- ♦ обеспечение роста производительности труда по добавленной стоимости и других показателей эффективности в отраслях до уровня Европейского союза и др. [1].

Анализ сложившейся практики показывает, что конкурентные преимущества предприятий перерабатывающей промышленности создаются и усиливаются в тесной связи с социально-экономическими условиями развития национального АПК. Это объективно предполагает последовательное и целенаправленное изучение и выделение наиболее приоритетных и значимых производственно-экономических факторов формирования и развития потенциала предприятий пищевой промышленности с учетом действующих в стране рычагов государственного регулирования агропродовольственного производства и направленного создания условий и стимулов интенсивного формирования и укрепления конкурентоспособности предприятий.

Одним из направлений повышения эффективности использования потенциала перерабатывающей промышленности является разработка и внедрение научно-обоснованной методологии анализа, оценки и прогнозирования конкурентоспособности товаропроизводителей и отдельных видов продукции, учитывающей динамичное развитие технологий, свойств продукции и потребительских предпочтений.

Методология исследования. Установлено, что в условиях высокой насыщенности рынка продовольственных товаров, превышения на них предложения над спросом каждый товар и стоящий за ним товаропроизводитель вынужден вести жесткую борьбу за потребителя. Множество товаров одновременно предлагают одинаковые или различные способы удовлетворения одной и той же потребности покупателя на равных или незначительно варьирующихся ценовых условиях. В этой ситуации предпочтение потребителя отдается товару, который определяется как конкурентоспособный.

При этом следует учитывать ряд методологических положений, включая следующие:

- ♦ объективная оценка конкурентоспособности продукции может быть выполнена только на свободном рынке;
- ♦ должны наиболее полно учитываться потребительские свойства товара, в особенности в отношении функциональных продуктов питания;
- ♦ конкурентоспособность товара является рыночным проявлением (выражением) конкурентоспособности товаропроизводителя, результативным критерием его работы по формированию конкурентных преимуществ, адаптивности к внешним условиям;
- ♦ конкурентоспособность товаров должна рассматриваться как динамическая характеристика, корректироваться в рамках жизненного цикла товара;
- ♦ конкурентоспособность товаропроизводителя определяется как экономическими, технологическими и другими параметрами, так и долей на рынке;
- ♦ оценка конкурентоспособности товаров и товаропроизводителей на рынке должна учитывать эффективность платежеспособного спроса населения;
- ♦ конкурентоспособность может быть выявлена только в результате сравнения товаров и является относительной характеристикой;
- ♦ конкурентоспособность выражает различие сравниваемых товаров-конкурентов по степени соответствия требованиям, существующим на рынке [2–6].

На основе проведенного анализа существующих подходов конкурентоспособность можно представить как комплексную многоаспектную характеристику товара, определяющую его предпочтение на рынке по сравнению с аналогичными изделиями-конкурентами как по степени соответствия конкретной общественной потребности, так и по затратам на ее удовлетворение, которое

обеспечивает возможность реализации этого товара в определенный момент времени на конкретном рынке.

М. Портер выделял два вида конкурентных преимуществ: более низкие издержки и дифференциация товаров. как способность удовлетворять особые потребности и получать за это более высокую цену, предлагая покупателю товары более высокого качества либо с другими параметрами, превосходящими продукцию конкурентов. Также М. Портер выделил детерминанты конкурентного преимущества предприятия в целом. К ним относятся конкурентная стратегия предприятия, факторы производства, конъюнктура рынка и состояние спроса, деятельность конкурентов и поставщиков [7]. Таким образом, конкурентоспособность продукта подтверждается на рынке покупателем. Чтобы потребитель приобрел товар, необходимы следующие условия: соответствие товара потребностям покупателя; доступная цена. Покупатель оценивает, с одной стороны, полезный эффект от использования данного продукта, а с другой, – свои затраты на него. Это обстоятельство и определяет структуру конкурентоспособности продукции.

Анализируя существующие методические подходы к оценке конкурентоспособности продуктов питания, следует признать наличие их неоднородности и различной целевой направленности:

а) основывающиеся на критериях сравнительной эффективности производства продукции, как определяющих наличие конкурентных преимуществ;

б) предусматривающие сравнительный анализ совокупности значений показателей качества (потребительских свойств) и экономических показателей оцениваемой продукции с их базовыми значениями [2]. При этом в качестве базы сравнения могут выступать следующие показатели конкурирующего товара:

- ♦ степень удовлетворения потребностей потребителя;
- ♦ нормативные показатели качества;
- ♦ технологические показатели конкурентного товара; показатели качества гипотетического (идеального) образца;
- ♦ качественные характеристики образцов другой группы товаров, близкие по свойствам к данному изделию;
- ♦ эффективность лучшего образца продукции на рынке;

в) характеризующие конкурентоспособность товаропроизводителя и товара с позиций внешнеэкономической деятельности в тесной связи с качеством экспортной продукции;

г) отождествляющие понятия и критерии качества и конкурентоспособности. Например, российский академик А.Н. Романов [2] пишет, что «конкурентоспособность и качество – концентрированное выражение всей совокупности возможностей страны, любого производителя создавать, выпускать и сбывать товары и услуги. Конкурентоспособность товара определяется совокупностью свойств, которые представляют несомненный интерес для данного покупателя и обеспечивают удовлетворение данной потребности, а прочие характеристики во внимание не принимаются».

При оценке конкурентоспособности товара или товаропроизводителя могут использоваться дифференциальный, комплексный, интегральный и смешанный методы. Рассмотрим отличительные особенности этих методов оценок конкурентоспособности.

Дифференциальный метод оценки конкурентоспособности основан на сопоставлении отдельных (единичных) значений показателей качества исследуемого товара и значений базы сравнения и установление их соотношения. Если за значение базы сравнения принимается степень удовлетворения потребностей потребителя, то расчет единичного показателя конкурентоспособности производится по формуле (1):

$$KT_{1ji} = \frac{P_{ji}}{P_{баз.i}}, \quad (1)$$

где KT_{1ji} – коэффициент удовлетворения потребности потребителя по i -му параметру j -продукции ($i = 1, 2, \dots, n$); P_{ji} – значение i -го параметра показателя потребительских характеристик по оцениваемому j -виду продукции; $P_{баз.i}$ – значение i -го параметра показателя потребительских характеристик по базе оценки (виду продукции) с оптимальным значением.

Комплексные методы оценки конкурентоспособности основываются на применении комплексных показателей, состоящих из отдельных частных показателей по тем или иным параметрам (технологическим или экономическим).

Утверждаем, что товар, не соответствующий нормативно-технологической документации, не подлежит реализации на рынке. Это означает, что коэффициент соответствия пищевой продукции нормативным параметрам качества и безопасности, т.е. KH_{ji} всегда будет равен 1.

Расчет комплексного показателя по технологическим параметрам (кроме нормативных) производится по формуле (2):

$$KT_j = \sum_{i=1}^n KT_{ji} * d_{ji}, \quad (2)$$

где KT_j – комплексный показатель конкурентоспособности по совокупности технологических параметров по оцениваемому j -виду продукции; KT_{ji} – единичный показатель конкурентоспособности по i -му технологическому параметру по оцениваемому j -виду продукции; d_{ji} – значимость i -го параметра в совокупности технологических характеристик по оцениваемому j -виду продукции.

Частный показатель конкурентоспособности по технологическим параметрам KT_{ji} оценивается на основе сравнения с базовой характеристикой по формуле (3):

$$KT_{ji} = \frac{T_{ji}}{T_{баз.i}}, \quad (3)$$

где T_{ji} – значение i -го технологического параметра по оцениваемому виду продукции по оцениваемому j -виду продукции; $T_{баз.i}$ – значение i -го технологического параметра по базе сравнения (виду продукции).

Расчет комплексного показателя конкурентоспособности по экономическим параметрам $KЭ_j$ производится по формуле (4):

$$KЭ_j = \frac{З_j}{З_{баз.}}, \quad (4)$$

где $З_j$ и $З_{баз.}$ – полные затраты потребителя на покупку и потребление продукции по оцениваемому j -виду продукции и базовому.

Интегральные методы оценки базируются на одновременном учете комплексных технологических, нормативных и экономических показателей в интегральном показателе конкурентоспособности KI_j , формула (5):

$$KI_j = \frac{KH_j \cdot KT_j}{KЭ_j}, \quad (5)$$

где KI_j – интегральный показатель конкурентоспособности исследуемого j -виду продукции по отношению к базовому товару; при $KI_j < 1$, оцениваемый продукт уступает базовому образцу по конкурентоспособности, при $KI_j > 1$ – превосходит.

Нами предлагается использовать преимущества указанных подходов и применить их при оценке конкурентоспособности сложного объекта – продукта детского питания с улучшенными потребительскими свойствами, обеспечивая наиболее объективное выявление конкурентных преимуществ на основе системы частных качественных и ценовых характеристик.

Результаты исследования. В качестве объекта анализа выбран продукт детского питания, что связано с особой актуальностью выработки направлений и мер по повышению обеспеченности детей основными продуктами питания, а также мер по повышению доступности пищевых продуктов для целевых групп [10].

Результаты анализа свидетельствуют о том, что на внутреннем рынке Республики Беларусь представлен широкий ассортимент продуктов детского питания отечественных и зарубежных производителей. Выпуская всю необходимую линейку продуктов, отечественные товаропроизводители имеют значимые конкурентные преимущества по цене, а в некоторых сегментах (мясные консервы, фруктовые пюре, каши) – более широкий ассортимент по сравнению с конкурентами [9].

Объем производства в Республике Беларусь сухого детского питания на молочной основе в 2017 г. составил 5881 т, молока – 9852 т, кисломолочных продуктов, не содержащих вкусоароматических добавок – 4006 т, мясных консервов – 1489 т, плодоовощных и фруктовых консервов (пюре для детского питания) – 5034 т, соков – 3491 т, питания детского прочего (нектары, морсы и др.) –

5932 т [8], печенья для детского питания (растворимого, сахарного, затыжного) – 92,9 т. Прирост производства отмечен практически по всем позициям.

Вместе с тем, на сегмент рынка детского питания оказывают влияние следующие сдерживающие факторы:

- ♦ значимой является доля импортных продуктов детского питания в розничной торговле, в 2018 г. – 31,3 %;
- ♦ остается недостаточной экономической доступность продуктов. По результатам мониторинга в 2017 г. установлено, что стоимость рациона в месяц для ребенка до 3-х лет при 50 %-й доле в нем продуктов детского питания составляла 236 руб., что соответствует достаточному уровню среднедушевого дохода семьи – более 560 руб. Располагает таким доходом менее 25 % населения, в том числе менее 18 %, проживающих в сельской местности [8–9];
- ♦ потребление детского питания не прирастает, а по многим позициям сокращается. Если в 2014 г. объем покупки в расчете на одно домашнее хозяйство каш для детского и диетического питания составлял 0,5 кг, то в 2018 г. – 0,4, консервов мясных – 0,4 и 0,2, овощных – 0,2 и 0,1, фруктовых – 1,1 и 0,7 кг соответственно.

Наличие указанных тенденций требует обоснования направлений и мер по обеспечению устойчивого развития национального рынка детского питания, повышению доступности отечественных продуктов для населения, стимулированию потребления продуктов высокого качества, в первую очередь на основе усиления конкурентоспособности отечественных товаропроизводителей.

Установлено, что к продуктам детского питания предъявляются особые требования по составу [11–12], поскольку рациональное питание и обеспечение детского организма всеми необходимыми макро- и микроэлементами в соответствии с возрастными потребностями обеспечивает формирование здорового поколения. К продуктам детского питания на зерновой основе относится растворимое печенье [13].

Растворимое печенье – продукт прикорма, оно легко растворяется в молоке, воде или соке, превращаясь при этом гетерогенную массу, которой можно прикармливать детей из бутылочки или ложечки с 4–6 мес. жизни. Начиная с девятимесячного возраста печенье можно давать ребенку без предварительного растворения. Своевременное введение прикорма способствует формированию у ребенка жевательного аппарата и адекватных вкусовых привычек [13]. К растворимому печенью для детского питания предъявляются жесткие требования по пищевой и энергетической ценности, а также к показателям безопасности [11, 14].

В настоящее время на белорусском рынке представлен достаточно широкий ассортимент растворимого печенья производства Республики Беларусь, и особенно России, стран Европы. Поскольку ранее в Беларуси не был достигнут запланированный уровень импорта, установленный программой социально-экономического развития на 2011–2015 гг. (не более 16–17 %), актуальной на сегодняшний день является проблема увеличения доли отечественных товаров в розничном товарообороте торговли [15].

С целью повышения конкурентоспособности белорусского растворимого печенья проведен сравнительный анализ качества продукции отечественного и импортного изготовления (объектом исследований выбраны образцы растворимого печенья, присутствующие на белорусском рынке, без фруктовых, овощных, злаковых добавлений и какао-продуктов). Ассортимент и цены на товары представлены по данным за март 2018 г. [16]. Среди исследуемых образцов – разработанное в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» растворимое печенье ТМ «Знайка-зазнайка», изготавливаемое фабрикой «Слодыч» [17].

В процессе исследований оценивались следующие объекты конкурентоспособности:

- ♦ печенье растворимое «Знайка-зазнайка» предназначенное для питания детей дошкольного и школьного возраста (ОАО «Кондитерская фабрика «Слодыч», Беларусь, г. Минск), цена в пересчете на 100 г – 0,62 руб.;
- ♦ печенье растворимое «Зоо» предназначенное для питания детей дошкольного и школьного возраста (ОАО «Кондитерская фабрика «Слодыч», Беларусь, г. Минск), цена в пересчете на 100 г – 0,87 руб.;
- ♦ печенье растворимое для детского питания «Малышок» классическое (ООО «Кондитерская фабрика «Конфи», Россия, г. Екатеринбург), цена в пересчете на 100 г – 1,00 руб.;
- ♦ печенье растворимое для детского питания «Малышок» обогащенное кальцием (ООО «Кондитерская фабрика «Конфи», Россия, г. Екатеринбург), цена в пересчете на 100 г – 1,00 руб.;

- ♦ печенье растворимое для детского питания «Малышок» обогащенное железом (ООО «Кондитерская фабрика «Конфи», Россия, г. Екатеринбург), цена в пересчете на 100 г – 1,00 руб.;
- ♦ печенье растворимое для питания детей раннего возраста «Чипа» – экстрамалышок классическое (ООО «КВД Минусинск», Россия, г. Минусинск), цена в пересчете на 100 г – 1,34 руб.;
- ♦ печенье растворимое для питания детей раннего возраста «Чипа» – экстрамалышок йодосодержащее (ООО «КВД Минусинск», Россия, г. Минусинск), цена в пересчете на 100 г – 1,34 руб.;
- ♦ печенье растворимое для питания детей раннего возраста «Чипа» – экстрамалышок обогащенное железом (ООО «КВД Минусинск», Россия, г. Минусинск), цена в пересчете на 100 г – 1,34 руб.;
- ♦ печенье растворимое для питания детей раннего возраста «Бонди Бегемотик» обогащенное кальцием (ООО «КВД Минусинск», Россия, г. Минусинск), цена в пересчете на 100 г – 0,85 руб.;
- ♦ печенье растворимое для питания детей раннего возраста «Бонди Бегемотик» обогащенное железом (ООО «КВД Минусинск», Россия, г. Минусинск), цена в пересчете на 100 г – 0,85 руб.;
- ♦ печенье растворимое для питания детей раннего возраста «Бонди Бегемотик» обогащенное йодом (ООО «КВД Минусинск», Россия, г. Минусинск), цена в пересчете на 100 г – 0,85 руб.;
- ♦ продукт детского питания для детей раннего возраста, продукт прикорма, органический продукт, растворимое детское печенье «Fleur Alpine» «Organic. Натуральное» для питания детей старше 6 мес. (С.Р.В. Corthouts, Бельгия, г. Диезт), цена в пересчете на 100 г – 4,68 руб.;
- ♦ продукт детского питания для детей раннего возраста, продукт прикорма растворимое печенье HEINZ «Детское печенье» (Heinz Italia S.p.A., Италия, г. Борго Граппа), цена в пересчете на 100 г – 2,73 руб.;
- ♦ детское растворимое печенье «Babi Premium»: «Бебики» обогащенное витаминами и минералами, с 6 мес. («Quality Food Group», Италия, г. Мартигнакко), цена в пересчете на 100 г – 3,00 руб.;
- ♦ продукт детского питания для детей раннего возраста, продукт прикорма, растворимое печенье Semper «Детское печенье Ванильное Natur Balance» (Dessbo Sweet & Biskuit GmbH, Германия), цена в пересчете на 100 г – 4,38 руб.;
- ♦ растворимое печенье «Nipp» для детей 6-го месяца (старше 5-ти мес.) («MidorAG», Швейцария, г. Мейлен), цена в пересчете на 100 г – 4,35 руб.

В качестве частных характеристик товара рассматривались следующие параметры:

- ♦ цена единицы продукции (рыночная оценка);
- ♦ широта ассортимента в сегменте растворимого печенья без добавлений (экспертная оценка);
- ♦ питательная ценность продукта по калорийности, содержанию добавленного сахара и жира в физической оценке (по данным производителя);
- ♦ эргономические (органолептические) характеристики продукции (потребительская оценка). Учитывается вкус, запах, форма, поверхность, вид в изломе, цвет, растворимость, привлекательность упаковки товара. Специально разработана таблица со словесным описанием всех показателей и 5-балльная шкала их оценки [16]. Комплексный показатель качества представляет собой сумму произведений средних оценок единичных показателей на соответствующие коэффициенты весомости показателей (растворимость – 0,22; вкус – 0,20; запах – 0,17; вид в изломе – 0,14; цвет – 0,11; поверхность – 0,08; форма – 0,05, привлекательность упаковки – 0,03) [16];
- ♦ функциональная эффективность продукта, выраженная в содержании витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон/пребиотиков, рекомендуемый возраст для введения в рацион (опытная оценка);
- ♦ полнота информации на упаковке продукции (экспертная оценка) согласно требованиям [18–20]: наименование пищевой продукции, наименование и место нахождения изготовителя, торговый знак (при наличии), количество, состав, показатели пищевой ценности, рекомендации по использованию, условия хранения, сроки годности, дата изготовления, обозначение ТНПА, штриховой идентификационный код, сведения об отсутствии компонентов, полученных с применением ГМО, которые запрещены при производстве продукции для детского питания согласно [11, 14] (далее – сведения о наличии ГМО), наименование и местонахождение упаковщика и импортера (при необходимости), знак ЕАС.

Результаты анализа конкурентоспособности растворимого печенья детского отечественного и импортного производства, представленного в розничной торговле на внутреннем рынке Беларуси, приведены в табл. 1.

Таблица 1. Показатели ценовой и качественной конкурентоспособности растворимого печенья для детского питания, представленного на внутреннем рынке Республики Беларусь (по данным 2018 г.)
 Table 1. Indicators of price and quality competitiveness of soluble biscuits for baby food in the domestic market of The Republic of Belarus

Наименование образа, производитель, страна производства	Индекс цены	Индекс широты ассортимента	Индекс питательной цен- ности			Индекс пол- ноты инфор- мации	Индекс органолептиче- ских характеристик	Индекс фун- кциональной эффектив- ности	Индекс ка- чества про- дукции (ком- плексный)	Интегральный показатель конкурентос- пособности продукции (итоговый)
			общий	по жиру	по сахару					
1) «Знайка-зажайка» («Слодыч», Беларусь)	0,33	Фабрики «Слодыч»: 0,13	0,98	0,37	0,86	0,92	0,97	0,25	0,491	1,487
2) «Зоо» («Слодыч», Беларусь)	0,46		0,98	0,37	0,86	0,92	0,93	0,25	0,486	1,058
3) «Малышок» классическое («Конфи», Россия)	0,53	Фабрики «Конфи»: 0,19	1	0,44	0,84	1	0,93	0,50	0,616	1,161
4) «Малышок» обогащенное кальцием	0,53		1	0,44	0,84	1	0,93	0,50	0,616	1,161
5) «Малышок» обогащенное железом («Конфи», Россия)	0,53		1	0,44	0,84	1	0,93	0,50	0,616	1,161
6) «Чипа» – экстра-ма- лышок классическое («КВД Минусинск», Россия)	0,71	Фабрики «КВД Минусинск»: 0,38	0,98	0,41	0,84	0,92	0,94	0,75	0,753	1,060
7) «Чипа» – экстра-ма- лышок йодосодер-жащее («КВД Минусинск», Россия)	0,71		0,98	0,41	0,84	0,92	0,94	0,75	0,753	1,060
8) «Чипа» – экстрамалы- шок обогащенное желе- зом («КВД Минусинск», Россия)	0,71		0,98	0,41	0,84	0,92	0,94	0,75	0,753	1,060
9) «Бонди Бегемотик» обогащенное кальцием («КВД Минусинск», Россия)	0,45		0,98	0,41	0,84	1	0,99	0,75	0,773	1,718
10) «Бонди Бегемотик» обогащенное железом («КВД Минусинск», Россия)	0,45		0,98	0,41	0,84	1	0,99	0,75	0,773	1,718

11) «Бонди Бегемотик» обогащенное йодом («КВД Минусинск», Россия)	0,45		0,98	0,41	0,84	1	0,99	0,75	0,773	1,718
12) «Fleur Alpine» натуральное (С. R. V. Corthouts, Бельгия)	2,48	Фабрики «С. R. V. Corthouts»: 0,06	1	0,44	1,07	0,92	0,79	1	0,534	0,216
13) «HEINZ» (Heinz Italia S.p.A., Италия)	1,45	Фабрики «Heinz Italia»: 0,06	1,02	0,31	0,80	1	1	0,75	0,540	0,372
14) «Бевики» («Quality Food Group», Италия)	1,59	Фабрики «Quality Food Group»: 0,06	0,98	0,41	0,84	1	0,85	0,75	0,519	0,326
15) «Semper» (Dessbo Sweet & Biskuit GmbH, Германия)	2,32	Фабрики «Dessbo Sweet & Biskuit»: 0,06	1,06	0,41	0,43	1	0,76	1	0,546	0,235
16) «Hipp» («MidorAG», Швейцария)	2,30	Фабрики «MidorAG»: 0,06	1,06	0,47	0,84	0,92	0,98	1	0,565	0,245

Выявлены следующие сравнительные характеристики товаров:

- ♦ средняя цена на растворимое печенье, представленное в розничной торговле, составляет 1,88 руб. за 100 г. *Индекс цены (ИЦ)* отечественного печенья наименьший по сравнению с импортными образцами (по продукции фабрики «Слодыч» составляет 0,33–0,46), что обуславливает его более высокую конкурентоспособность. Индекс цены российской продукции составляет 0,45–0,71, продукции из стран Европы (Бельгии, Италии, Германии, Швейцарии) – 1,45–2,48;

- ♦ *индекс широты ассортимента (ИА)* максимальный у российской фабрики «КВД Минусинск» (0,38). У отечественного представителя – фабрики «Слодыч» – 0,13. Доля ассортимента других участников рынка растворимого печенья без добавлений находится в пределах (0,06–0,19). Следует отметить, что печенье торговых марок Бебики, Fleur Alpine, Heinz, Semper представлено на рынке в достаточно широком ассортименте в группе с различными добавлениями (до 6–8 наименований, в том числе «без глютена», «с какао», «6 злаков», «овсяное», «с яблоком» и т.п.). Фабрика «Слодыч» также изготавливает растворимое печенье «Знайка-зазнайка»: морковное, яблоко+тыква. Кроме того, в январе 2019 г. впервые в стране ОАО «Кондитерская фабрика «Слодыч» начала производство детского растворимого печенья «Лапушка» для питания детей раннего возраста (от 6 мес.) в ассортименте двух видов: классическое и яблоко+тыква;

- ♦ при расчете *индекса питательной ценности (ИП)* нами учитывалось, что в растворимом печенье, согласно [19], ограничивается массовая доля общего сахара (не более 27,0 % в пересчете на сухое вещество) и массовая доля жира (не более 27,0 % в пересчете на сухое вещество). Данные параметры были приняты за базисные. Что касается калорийности, то наиболее близким аналогом к растворимому печенью является затыжное, средняя энергетическая ценность 100 г которого (согласно [21]) составляет 481 ккал. Индекс питательной ценности (по калорийности) 100 г растворимого печенья практически всех изготовителей составляет 0,98–1,02 (за исключением образцов № 15 «Semper» и № 16 «Nipp», у которых ИП составляет 1,06). Наименьшее содержание жира отмечено у образца № 13 «Heinz» (ИП по жиру составляет 0,31) и у образцов № 1–2 фабрики «Слодыч» (ИП по жиру составляет 0,37); наименьшее содержание сахара – у образца № 15 «Semper» (ИП по сахару составляет 0,43), в то время как у остальных образцов данный показатель достаточно велик и достигает 0,84–1,07;

- ♦ *индекс эргономических (органолептических) показателей (ИО)* на максимальном уровне – 4,09 балла – отмечен по продукции «Heinz» (Италия) (принят за базу оценки). Установлено, что по индексу эргономических (органолептических) показателей образцы № 1 «Знайка-зазнайка» (Беларусь), № 16 «Nipp» (Швейцария), № 9–11 «Бегемотик Бонди» (Россия) практически не уступают эталону (их ИО соответственно равен 0,97; 0,98; 0,99). Для оставшихся образцов этот показатель составляет от 0,76 до 0,94. Наименьшие индексы эргономических (органолептических) показателей у образцов № 15 «Semper» (имеет плотную структуру), № 12 «Fleur Alpine» (неэстетичная шероховатая поверхность) и № 14 «Бебики» (печенье имеет не свойственный цвет с серым оттенком);

- ♦ анализ результатов оценки *по функциональной эффективности (ИФ)* показал, что все показатели (содержание витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон/пребиотиков, рекомендуемый возраст для введения в рацион) имеются в маркировке образцов № 12 «Fleur Alpine», № 15 «Semper» и № 16 «Nipp» (ИФ=1). Наименьший индекс конкурентоспособности по функциональной эффективности отмечен у белорусского растворимого печенья № 1–2 (составляет 0,25). У оставшихся импортных образцов индекс составляет от 0,50 до 0,75;

- ♦ результаты оценки *полноты маркировки (ИР)* образцов растворимого печенья показали, что все 15 компонентов, указанные в [18–20], не присутствуют на упаковке ни одного исследуемого образца. В основном, в маркировке отсутствуют сведения о ТНПА, по которому изготовлено печенье, упаковщик и товарный знак (не обязательные реквизиты). За эталонный образец принято итальянское печенье «Heinz» (№ 13), на упаковке которого указано 13 из 15 реквизитов. Индексы полноты маркировки оставшихся образцов составляют 0,92–1,00.

Наибольшей конкурентоспособностью по интегральному показателю характеризуется продукция: «Бонди Бегемотик» («КВД Минусинск», Россия) (1,718), «Знайка-зазнайка» («Слодыч», Беларусь) (1,487), «Малышок» классическое («Конфи», Россия) (1,161), «Чипа» – экстремалышок классическое («КВД Минусинск», Россия) (1,060), «Зоо» («Слодыч», Беларусь) (1,058).

Заключение. В ходе проведенных исследований на основе общей методологии оценки конкурентоспособности продовольственных товаров разработан методический подход, предусматривающий

анализ продукции по совокупности частных параметров (критериев): цена единицы продукции; широта ассортимента; питательная ценность; эргономические (органолептические) характеристики; функциональная эффективность; полнота информации на упаковке. Данный анализ может быть дополнен другими показателями, например индексом надежности (при наличии медико-биологических экспертиз), показателем социальной значимости и т.д. Предусмотрен расчет комплексных показателей ценовой, качественной конкурентоспособности, а также интегрального показателя конкурентоспособности.

Выполнена апробация разработанных подходов при оценке конкурентоспособности детского растворимого печенья отечественного и импортного производства, представленного в розничной торговле. Выявлены продукты, характеризующиеся наибольшей конкурентоспособностью по интегральному показателю («Бонди Бегемотик» («КВД Минусинск», Россия), «Знайка-зазнайка» («Слодыч», Беларусь), «Малышок» классическое («Конфи», Россия), «Чипа» – экстрамалышок классическое («КВД Минусинск», Россия), «Зоо» («Слодыч», Беларусь).

Установлено, что практическое применение предложенного методического подхода обеспечивает объективную оценку конкурентных преимуществ товаропроизводителей и продуктов в конкретном продуктовом сегменте, а также дает возможность разработать рекомендации по повышению конкурентоспособности отечественных товаропроизводителей.

Список использованных источников

1. Национальная стратегия устойчивого социально экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года (Одобрена протоколом заседания Президиума Совета Министров Республики Беларусь от 2 мая 2017 г. № 10) [Электронный ресурс] / Официальный сайт Министерства экономики республики Беларусь. – Минск, 2017. – Режим доступа: <http://www.economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitija-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf>. – Дата доступа: 12.02.2019.
2. Гончарова, С. Экономические аспекты формирования рынка молочной продукции Беларуси / С. Гончарова // Агроэкономика. – 2002. – № 8. – 38 с.
3. Завьялов, П.И. Промышленная политика государства как средство активного воздействия на конкурентоспособность / П.И. Завьялов // Маркетинг: методы, формы исследования. – 1996. – № 4. – 24 с.
4. Фатхутдинов, Р.А. Менеджмент конкурентоспособности товара / Р.А. Фатхутдинов. – М.: АО Бизнес-школа «Интер-Синтез», 1995. – 55 с.
5. Дурович, А.П. Конкурентоспособность товаров в системе маркетинга / А.П. Дурович. – Минск.: БГЭУ, 1993. – 58 с.
6. Жудро, Н.В. Организационно-экономические основы повышения конкурентоспособности молочной продукции: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05: 21.01.2000: 17.05.2000 / Н.В. Жудро. – Минск, 1999. – 99 л.
7. Портер, М. Конкурентная стратегия: Методика анализа отраслей и конкурентов / М. Портер; пер. с англ. – 4-е изд. – М.: Альпина Паблишер, 2011. – 453 с.
8. Продовольственная безопасность Республики Беларусь. Мониторинг-2017: в контексте устойчивого функционирования АПК / В.Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2018. – 295 с.
9. Тенденции обеспеченности продуктами детского питания в Республике Беларусь / А.П. Шпак [и др.] // Белорусский экономический журнал. – 2018. – № 2. – С. 66–81.
10. Концепция государственной политики в области здорового питания населения Республики Беларусь на период до 2020 года [Электронный ресурс] / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». – Минск, 2015. – Режим доступа: <http://www.new.belproduct.com/assets/files/conception.pdf>. – Дата доступа: 05.04.2019.
11. О безопасности пищевой продукции: Технический Регламент Таможенного Союза ТР ТС 021/2011. – Введ. 01.07.2013. – Минск: БелГИСС, 2012. – 196 с.

12. Требования для организаций, осуществляющих производство пищевой продукции для детского питания: санитарные нормы и правила / утв. Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 03.06.2013 г. № 42 (с изменениями и дополнениями от 07.09.2015 г. № 96). – 40 с.
13. Гершончик, К.Н. Растворимое печенье как продукт прикорма для питания детей раннего возраста / К.Н. Гершончик // Молодежь в науке – 2009: прил. к журн. Вес. Нац. акад. наук Беларуси: в 5 ч. / НАН Беларуси, Совет молодых ученых НАН Беларуси. – Минск: Беларус. навука, 2010. – Ч. 3: Сер. аграр. наук / редкол.: В.Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – С. 382–385.
14. Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов: Гигиенический норматив, утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21.06.2013 г. № 52. – 371 с.
15. Шилов, А.И. Экономика потребительского рынка Беларуси: структура, тенденции / А.И. Шилов, А.Н. Лилишенцева, Т.А. Сенькевич, О.А. Шилов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2015. – №5. – С. 112–117.
16. Адамова, А.В. Товароведная характеристика и экспертиза качества растворимого печенья, реализуемого на территории Республики Беларусь: дипломная работа / Бел. гос. экономич. ун-т; рук. С.Е. Томашевич. – Минск, 2018. – 113 с.
17. Гершончик, К.Н. Технология производства растворимого печенья для питания детей раннего возраста: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 // К.Н. Гершончик; Могилевский гос. ун-т. прод. – Могилев, 2013. – 27 с.
18. Пищевая продукция в части ее маркировки: Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011. – Введ. 01.07.2013. – Минск: БелГИСС, 2012. – 18 с.
19. Печенье. Общие технические условия: СТБ 2434-2015. – Введ. 01.05.2016. – Минск: БелГИСС, 2016. – 28 с.
20. Пищевые продукты. Информация для потребителя. Общие требования: СТБ 1100-2016. – Введ. 01.02.2017. – Минск: Гос. комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2016. – 34 с.
21. Скурихин, И.М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 275 с.

References

1. Natsional'naya strategiya ustoychivogo sotsial'no ekonomicheskogo razvitiya Respubliki Belarus' na period do 2030 goda [*National strategy of steady socially economic development of The Republic of Belarus for the period up to 2030*]. Available at: <http://www.economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaya-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitija-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf> (accessed 12 February 2019) (in Russian).
2. Goncharova S. Ekonomicheskiye aspekty formirovaniya rynka molochnoy produktsii Belarusi [*Economic aspects of formation of the dairy products market in Belarus*]. *Agroekonomika = Agroecconomics*, 2002, no. 8, pp. 38 (in Russian).
3. Zav'yalov P.I. Promyshlennaya politika gosudarstva kak sredstvo aktivnogo vozdeystviya na konkurentosposobnost' [*State industrial politics as a means of active influence on competitiveness*]. *Marketing: metody, formy issledovaniya = Marketing: methods, forms of research*, 1996, no. 4, pp. 24 (in Russian).
4. Fatkhutdinov R.A. Menedzhment konkurentosposobnosti tovara [*Product competitiveness management*]. Moscow, Bizness-school «Inter-Sintez», 1995, 55 p. (in Russian).
5. Durovich A.P. Konkurentosposobnost' tovarov v sisteme marketinga [*Competitiveness of goods in the marketing system*]. Minsk, BGEU, 1993, 58 p. (in Russian).
6. Zhudro N.V. Organizatsionno-ekonomicheskiye osnovy povysheniya konkurentosposobnosti molochnoy produktsii. Diss. kand. ekon. nauk [*Organizational and economic basis for improving the competitiveness of dairy products. Kand. econ. sci. diss.*]. Minsk, 1999. 99 p. (in Russian).
7. Porter M. Konkurentnaya strategiya: Metodika analiza otrasley i konkurentov [*Competitive strategy: Methods of analysis of industries and competitors*]. Moscow, Al'pina Publisher, 2011, 453 p. (in Russian).

8. Gusakov V.G., Shpak A.P., Kireyenko N.V., Kondratenko S.A., Baygot L.N., Lazarevich I.M., Akhramovich V. S., Gusakov, G.V., Yenchik L.T., Lobanova L.A., Kuz'mich L.I., Karpovich N.V., Steshits O.V., Makutsenya Ye.P., Svistun O.V., Gusakova I.V., Mitskevich S.M., Kosova A.L., Pashkevich D.S., Bystryy S.P. Prodovol'stvennaya bezopasnost' Respubliki Belarus'. Monitoring-2017: v kontekste ustoychivogo funktsionirovaniya APK [*Food safety of The Republic of Belarus. Monitoring 2017: in the context of sustainable functioning of the AIC*]. Minsk, The Institute of System Research in Agroindustrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus, 2018, 295 p. (in Russian).
9. Shpak A.P., Kireyenko N.V., Kondratenko S.A., Yonchik L.T., Lobanova L.A., Steshits O.V., Mitskevich S.M., Kosova A.L. Tendentsii obespechennosti produktami detskogo pitaniya v Respublike Belarus' [*Trends in the availability of baby food in The Republic of Belarus*]. Belorusskiy ekonomicheskiy zhurnal = Belarusian Economic Journal, 2018, no. 2, pp. 66-81 (in Russian).
10. Kontseptsiya gosudarstvennoy politiki v oblasti zdorovogo pitaniya naseleniya Respubliki Belarus' na period do 2020 goda (The concept of state politics in the field of healthy nutrition of the population of the Republic of Belarus for the period up to 2020). Available at: <http://www.new.belproduct.com/assets/files/conception.pdf> (accessed 05 April 2019) (in Russian).
11. TR TS 021/2011. O bezopasnosti pishchevoy produktsii: Tekhnicheskiy Reglament Tamozhennogo Soyuzha [*Technical Regulations of the Customs Union. About food safety*]. Minsk, Belarusian State Institute of Standardization and Certification Publ., 2012. 196 p. (in Russian).
12. Sanitarnyye normy i pravila, utv. Postanovleniyem Ministerstva zdravookhraneniya Respubliki Belarus' ot 03.06.2013 g. №42: Trebovaniya dlya organizatsiy, osushchestvlyayushchikh proizvodstvo pishchevoy produktsii dlya detskogo pitaniya [*Sanitary norms and rules, approved. Decree of the Ministry of Health of the Republic of Belarus on 3 June 2013, no. 42: Requirement for organizations engaged in the production of food products for baby food*]. Minsk, Ministry of Health Publ., 2013. 40 p. (in Russian).
13. Gershonchik, K.N. Rastvorimoye pechen'ye kak produkt prikorma dlya pitaniya detey rannego vozrasta [*Soluble biscuits as a complementary food for feeding young children*]. Pril. k zhurn. Ves. Nats. akad. navuk Belarusi «Molodezh' v nauke – 2009», ch. 3: Ser. agrar. Nauk [*Supplement to the journal «Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus» «Youth in Science - 2009», part 3: Series of Agrarian Sciences*]. Minsk, 2010, pp. 382–385. (in Russian).
14. Gigiyenicheskiy normativ, utv. postanovleniyem Ministerstva zdravookhraneniya Respubliki Belarus' ot 21.06.2013 g. № 52: Pokazateli bezopasnosti i bezvrednosti dlya cheloveka prodovol'stvennogo syr'ya i pishchevykh produktov [*Hygienic standard, approved. Resolution of the Ministry of Health of the Republic of Belarus on 21 June 2013, no. 52: Indicators of safety and harmlessness for human food raw materials and food*]. Minsk, Ministry of Health Publ., 2013. 371 p. (in Russian).
15. Shilov A.I., Lilishentseva A.N., Sen'kevich T.A., Shilov O.A. Ekonomika potrebitel'skogo rynka Belarusi: struktura, tendentsii [*Economy of the consumer market of Belarus: structure, trends*]. Tekhnologiya i tovarovedeniye innovatsionnykh pishchevykh produktov = *Technology and commodity science of innovative food*, 2015, no. 5, pp. 112–117 (in Russian).
16. Adamova A.V. Tovarovednaya kharakteristika i ekspertiza kachestva rastvorimogo pechen'ya, realizuyemogo na territorii Respubliki Belarus': diplomnaya rabota [*Merchandising characteristic and examination of the quality of soluble cookies sold in the territory of the Republic of Belarus: graduate work*]. Minsk, 2018. 113 p. (in Russian).
17. Gershonchik, K.N. Tekhnologiya proizvodstva rastvorimogo pechen'ya dlya pitaniya detey rannego vozrasta: Diss. kand. techn. nauk [*Technology of production of soluble biscuits for infants*. Kand. techn. sci. diss.]. Mogilev, 2013. 27 p. (in Russian).
18. TR TS 022/2011. Pishchevaya produktsiya v chasti yeye markirovki: Tekhnicheskiy reglament Tamozhennogo soyuzha [*Technical Regulations of the Customs Union. Food products in part of their labeling*]. Minsk, Belarusian State Institute of Standardization and Certification Publ., 2013. 18 p. (in Russian).
19. STB 2434-2015. Pechen'ye. Obshchiye tekhnicheskiye usloviya [*Standard of Belarus 2434-2015. Cookies. General technical conditions*]. Minsk: Belarusian State Institute of Standardization and Certification Publ, 2016. 10 p. (in Russian).

20. СТБ 1100-2016. Pishchevyye produkty. Informatsiya dlya potrebitelya. Obshchiye trebovaniya [*Standard of Belarus 2434-2015. Cookies. General technical conditions*]. Minsk: State Committee for Standardization of the Republic of Belarus Publ, 2016. 34 p. (in Russian).
21. 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: DeLi print Publ., 2007, 275 p. (in Russian).

Информация об авторах

Моргунова Елена Михайловна – кандидат технических наук, доцент, заместитель генерального директора по стандартизации и качеству продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: info@belproduct.com

Кондратенко Светлана Александровна – кандидат экономических наук, доцент, заведующая сектором экономики перерабатывающей промышленности Республиканского научного унитарного предприятия «Институт системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси» (ул. Казинца, 103, 220108, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: kondratenko-0703@mail.ru

Томашевич Светлана Евгеньевна – кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник отдела технологий кондитерской и масложировой продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: sv_tomash@mail.ru

Моргунов Артем Николаевич – аспирант, младший научный сотрудник учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия» (пр. Шмидта 3, 212027, г. Могилев, Республика Беларусь). E-mail: mti67@rambler.ru

Information about authors

Margunova Alena M. – Candidate of Technical Sciences, Deputy General Director for Standardization and Food Quality of the Republican Unitary Enterprise «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Food» (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: info@belproduct.com

Kandratsenka Sviatlana A. – Ph.D. in Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Economy Sector of the Recycling Industry of The RSUE «The Institute of System Research in Agroindustrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus» (103, Kazintsa str., 220108, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: kondratenko-0703@mail.ru

Tomashevich Sviatlana E. – PhD in Engineering sciences, Assistant professor, Senior Researcher of the Department of Technology confectionery and oil and fat products of The RUE «Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29, Kozlova st., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: sv_tomash@mail.ru

Marhunov Artsiom N. – Graduate student, Junior researcher of The Mogilev State University of Food Technologies (3, Shmidt Avenue, 212027, Mogilev, Republic of Belarus). E-mail: mti67@rambler.ru

УДК 641.1:637.5.03 (047.31)(476)

Поступила в редакцию 05.02.2019
Received 05.02.2019**А.В. Мелешня, Т.А. Савельева, И.В. Калтович***РУП «Институт мясо-молочной промышленности», г. Минск, Республика Беларусь*

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВОДНОГО ГИДРОЛИЗА КОЛЛАГЕНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению влияния гидролиза коллагенсодержащего сырья в водной среде на показатели качества и безопасности данного сырья. Установлено, что гидролиз коллагенсодержащего сырья в водной среде позволяет значительно увеличить аминокислотные scores по следующим незаменимым аминокислотам (по сравнению с негидролизированным сырьем): изолейцину (с 59,9 % до 92,5 %), лейцину (с 67,2 % до 100,0 %), фенилаланину и тирозину (с 56,6 % до 70,0 %), треонину (с 72,5 % до 115,0 %), валину (с 99,6 % до 106,0 %), способствует увеличению общего количества и индекса незаменимых аминокислот (с 25,5 г/100 г до 30,5 г/100 г и с 0,7 до 0,8 соответственно), а также содержания следующих заменимых аминокислот: аспарагиновой кислоты (с 1,9 г/100 г до 3,4 г/100 г), глютаминовой кислоты (с 5,4 г/100 г до 6,9 г/100 г), пролина (с 14,7 г/100 г до 15,8 г/100 г). Определено, что коллагенсодержащее сырье, подвергнутое гидролизу в водной среде, характеризуется приближенным к эталону показателем сопоставимой избыточности (0,0068), соотношениями (ПНЖК + МНЖК) : НЖК (2,0) и ПНЖК : МНЖК : НЖК (1 : 2,61 : 1,83), а по содержанию линолевой и линоленовой кислоты превышает эталон в 1,4 и 2,2 раза соответственно. Установлено, что по показателям безопасности (микробиологические показатели, токсичные элементы, антибиотики, пестициды) коллагенсодержащее сырье, подвергнутое гидролизу в водной среде, соответствует требованиям СанНПиГН, утвержденных постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21.06.2013 г. № 52 и ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции».

Ключевые слова: коллагенсодержащее сырье, свиная шкура, незаменимые и заменимые аминокислоты, индекс незаменимых аминокислот, коэффициент утилитарности аминокислотного состава, показатель сопоставимой избыточности, полиненасыщенные, мононенасыщенные и насыщенные жирные кислоты, микробиологические показатели, токсичные элементы, антибиотики, пестициды

A.V. Meliaschenya, T.A. Saveleva, I.V. Kaltovich*RUE "Institute for the Meat and Dairy Industry", Minsk, Republic of Belarus*

STUDYING OF IMPACT OF WATER HYDROLYSIS OF RAW MATERIALS CONTAINING COLLAGEN ON INDICATORS OF QUALITY AND SAFETY

Abstract. Results of researches on studying of impact of hydrolysis of raw materials containing collagen in the water environment on indicators of quality and safety of these raw materials are presented in article. It is established that hydrolysis of raw materials containing collagen in the water environment allows to increase considerably amino-acid are fast on the following irreplaceable amino acids (in comparison with not hydrolyzed raw materials): to an isoleucine (from 59.9 % to 92.5 %), to a leucine (from 67.2 % to 100.0 %), to phenylalanine and a tirozin (from 56.6 % to 70.0 %), to a treonin (from 72.5 % to 115.0 %), to a valin (from 99.6 % to 106.0 %), promotes increase in total and the index of irreplaceable amino acids (from 25.5 g/100 g up to 30.5 g/100 g and from 0.7 to 0.8 respectively) and also the content of the following replaceable amino acids: asparaginovy acid (from 1.9 g/100 g up to 3.4 g/100 g), glyutaminovy acid (from 5.4 g/100 g up to 6.9 g/100 g), proline (from 14.7 g/100 g up to 15.8 g/100 g). It is defined that the raw materials containing collagen subjected to hydrolysis in the water environment are characterized by the indicator of comparable redundancy (0.0068)

which is brought closer to a standard, ratios (PNZhK + MNZhK) : NZhK (2.0) and PNZhK : MNZhK : NZhK (1 : 2,61 : 1,83), and on the content of linoleic and linolenic acid exceeds a standard in 1.4 and 2.2 times respectively. It is established that on safety indicators (microbiological indicators, toxic elements, antibiotics, pesticides) the raw materials containing collagen subjected to hydrolysis in the water environment conform to requirements of SANNPIGN approved by the resolution of the Ministry of Health of Republic of Belarus of 21.06.2013 No. 52 and Technical Regulations of the Customs Union 034/2013 «About safety of meat and meat products».

Keywords: raw materials containing collagen, pork skin, irreplaceable and replaceable amino acids, index of irreplaceable amino acids, coefficient of utility of amino-acid structure, indicator of comparable redundancy, polyunsaturated, monounsaturated and saturated fatty acids, microbiological indicators, toxic elements, antibiotics, pesticides

Введение. В настоящее время перспективным источником дополнительного получения пищевого белка в мясной промышленности является коллагенсодержащее сырье – свиная и птичья шкурка, соединительная ткань, получаемая при жиловке мяса, коллагенсодержащие субпродукты и др., которые могут применяться в составе белково-жировых эмульсий. Коллагенсодержащее сырье является высокоресурсным, и объемы его производства варьируют от 10,5 до 18,5 % к массе перерабатываемого мяса на кости [1–3, 8–12, 15–18, 24–29].

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 [4, 5, 7, 13, 14].

Коллагенсодержащее сырье, используемое при производстве зельцев, студней и другой продукции, подвергают предварительной обработке, в частности, непродолжительному куттерованию в замороженном состоянии, однако механическая гомогенизация такого сырья не обеспечивает нужного улучшения его функционально-технологических и структурно-механических характеристик. Для повышения показателей качества коллагенсодержащего сырья существуют различные методы его модификации, при выборе которых необходимо проявлять индивидуальный подход для достижения требуемого технологического эффекта [6, 19–23, 30–34].

Одним из перспективных способов модификации коллагенсодержащего сырья, позволяющим улучшить функционально-технологические, структурно-механические и органолептические показатели данного сырья, является гидролиз в водной среде под воздействием высоких температур. В связи с вышесказанным достаточно актуальным вопросом является изучение влияния гидролиза коллагенсодержащего сырья в водной среде на показатели качества и безопасности данного сырья.

Цель исследований – изучение влияния гидролиза коллагенсодержащего сырья в водной среде на показатели качества (аминокислотный и жирнокислотный состав и сбалансированность) и безопасности (микробиологические показатели, токсичные элементы, антибиотики, пестициды).

Материалы и методы исследований.

Материалы исследований – коллагенсодержащее сырье (свиная шкурка).

Методы исследований – стандартные методы исследований показателей качества и безопасности пищевых продуктов.

Результаты и их обсуждение.

В результате выполнения экспериментальных исследований определено влияние гидролиза коллагенсодержащего сырья в водной среде при оптимальных технологических параметрах данного процесса ($t = 95 - 105$ °С, продолжительность – 6–7 ч., гидромодуль – 1 : 2–1 : 3), установленных при выполнении задания 3.45 ГПНИ «Качество и эффективность агропромышленного производства», на показатели качества и безопасности данного сырья.

Установлено, что гидролиз коллагенсодержащего сырья в водной среде позволяет значительно увеличить аминокислотные скорости следующих незаменимых аминокислот (по сравнению с негидролизированным сырьем):

- ♦ треонина – с 72,5% до 115,0 %;
- ♦ валина – с 99,6 % до 106,0 %;
- ♦ лейцина – с 67,2 % до 100,0 %;
- ♦ изолейцина – с 59,9% до 92,5 %;
- ♦ фенилаланина и тирозина – с 56,6 % до 70,0 % (табл. 1).

При этом значения аминокислотных скоров по треонину и валину в свиной шкурке, гидролизованной в водной среде, превышают 100 % (115 %, 106 % соответственно), что свидетельствует о более высоком содержании данных незаменимых аминокислот по сравнению с эталоном.

Определено, что общее количество незаменимых аминокислот в свиной шкурке, подвергнутой гидролизу в водной среде, составило 30,5 г/100 г, что на 19,6 % превышает данный показатель для негидролизованной свиной шкурки.

Т а б л и ц а 1. Аминокислотный скор незаменимых аминокислот коллагенсодержащего сырья
T a b l e 1. Amino-acid it is fast irreplaceable amino acids of raw materials containing collagen

Незаменимые аминокислоты	«Идеальный» белок, ФАО/ВОЗ (1973), г/100 г	Содержание аминокислот и аминокислотный скор			
		Свиная шкурка негидролизованная, г/100 г	Скор, %	Свиная шкурка, гидролизованная в водной среде, г/100 г	Скор, %
Изолейцин	4,0	2,4	59,9	3,7	92,5
Лейцин	7,0	4,7	67,2	7,0	100,0
Лизин	5,5	5,9	108,1	4,7	85,5
Метионин + цистеин	3,5	1,1	32,7	1,0	28,6
Фенилаланин + тирозин	6,0	3,4	56,6	4,2	70,0
Треонин	4,0	2,9	72,5	4,6	115,0
Валин	5,0	5,0	99,6	5,3	106,0
Всего:	35,0	25,5	—	30,5	—
Лимитирующая аминокислота, скор, %	—	Метионин + цистеин, 32,7		Метионин + цистеин, 28,6	

Для более полной характеристики биологической ценности коллагенсодержащего сырья, подвергнутого гидролизу в водной среде, использовали дополнительные критерии – индекс незаменимых аминокислот, показатели утилитарности незаменимых аминокислот, коэффициент утилитарности аминокислотного состава и показатель сопоставимой избыточности. В табл. 2 и на рис. 1 представлены данные по расчету аминокислотной сбалансированности белков коллагенсодержащего сырья.

Установлено, что свиная шкурка, подвергнутая гидролизу в водной среде, характеризуется приближенным к эталону индексом незаменимых аминокислот (0,8) и показателем сопоставимой избыточности (0,0068), что свидетельствует о высокой степени сбалансированности аминокислотного состава данного сырья. Кроме того, гидролизованная свиная шкурка характеризуется более высоким значением индекса незаменимых аминокислот по сравнению с негидролизованной (0,8).

Т а б л и ц а 2. Аминокислотная сбалансированность белков коллагенсодержащего сырья
T a b l e 2. Amino-acid balance of proteins of raw materials containing collagen

Показатель	Эталон [34]	Свиная шкурка негидролизованная	Свиная шкурка, гидролизованная в водной среде
Индекс незаменимых аминокислот	1	0,7	0,8
Коэффициент утилитарности аминокислотного состава	1	0,45	0,34
Показатель сопоставимой избыточности	0	0,0043	0,0068

В результате анализа данных, представленных на рис. 1, установлено, что по показателю утилитарности незаменимые аминокислоты негидролизованной свиной шкурки, а также подвергнутой гидролизу в водной среде, можно расположить в следующих убывающих последовательностях:

- ♦ *негидролизованная свиная шкурка*: метионин+цистеин (100,0 %) → фенилаланин+тирозин (58,0 %) → изолейцин (55,0 %) → лейцин (49,0 %) → треонин (45,0 %) → валин (33,0 %) → лизин (30,0 %);
- ♦ *гидролизованная свиная шкурка*: метионин+цистеин (100,0 %) → фенилаланин+тирозин (42,0 %) → лизин (35,0 %) → изолейцин (32,0 %) → лейцин (29,0 %) → валин (28,0 %) → треонин (26,0 %).

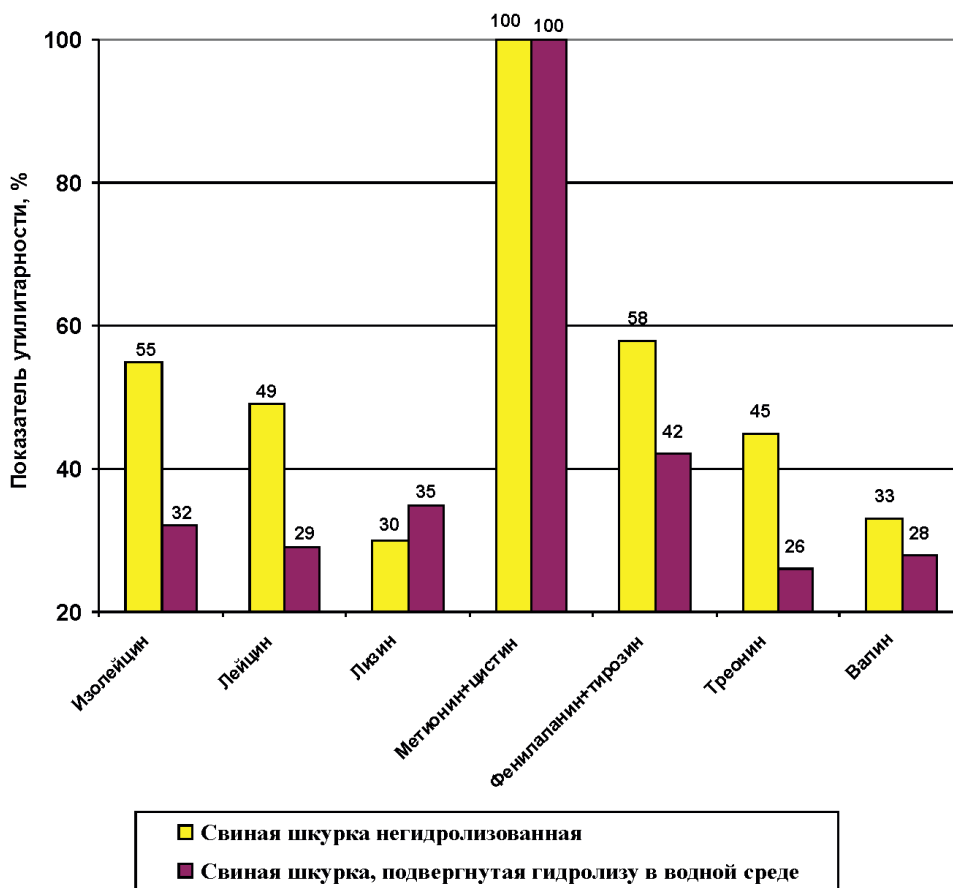


Рис. 1. Показатель утилитарности незаменимых аминокислот коллагенсодержащего сырья
 Fig. 1. Indicator of utility of irreplaceable amino acids raw materials containing collagen

Определено, что по показателю утилитарности лизина гидролизованная свиная шкурка на 5 % превышает негидролизованную (35,0 % и 30,0 % соответственно).

В результате выполнения НИР исследовано содержание заменимых аминокислот в свиной шкурке, подвергнутой гидролизу в водной среде (табл. 3).

Таблица 3. Содержание заменимых аминокислот в коллагенсодержащем сырье
 Table 3. Content of replaceable amino acids in raw materials containing collagen

Заменимые аминокислоты	Свиная шкурка негидролизованная, г/100г	Свиная шкурка, гидролизованная в водной среде, г/100г
Аспарагиновая кислота	1,9	3,4
Глютаминовая кислота	5,4	6,9
Серин	6,4	4,4
Глицин	24,1	19,3
Аланин	11,6	10,1
Аргинин	7,4	5,2
Пролин	14,7	15,8
Гистидин	0,9	0,5
Всего	72,3	65,7

Установлено, что гидролиз коллагенсодержащего сырья в водной среде способствует увеличению содержания следующих заменимых аминокислот:

- ♦ аспарагиновой кислоты (с 1,9 г/100 г до 3,4 г/100 г);
- ♦ глютаминовой кислоты (с 5,4 г/100 г до 6,9 г/100 г);
- ♦ пролина (с 14,7 г/100 г до 15,8 г/100 г).

Биологическая ценность сырья во многом определяется наличием в нем 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 негидролизованной свиной шкурке, а также подвергнутой гидролизу в водной среде, представлено на рис. 2.

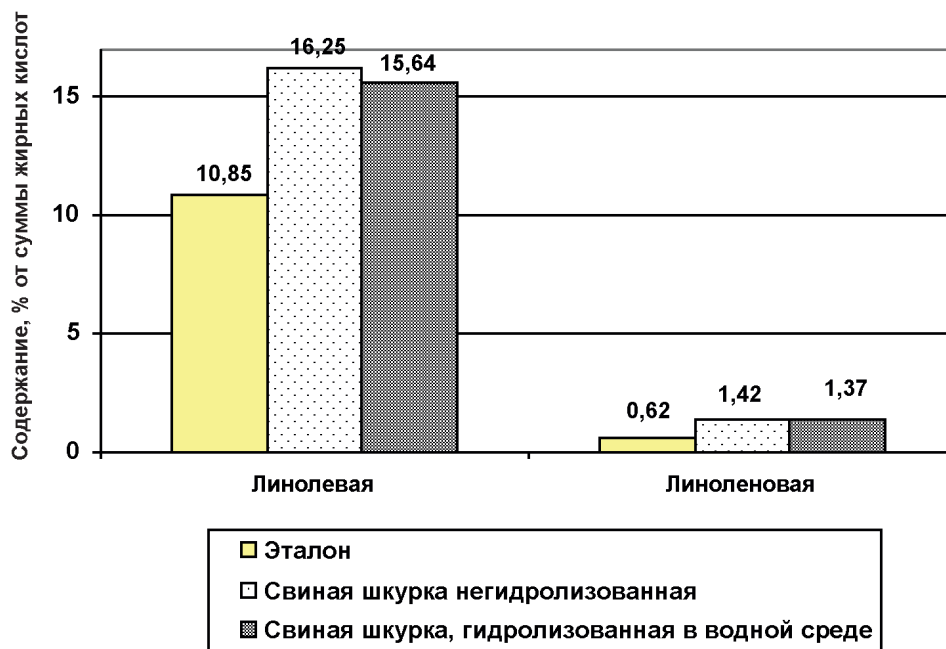


Рис. 2. Содержание линолевой и линоленовой кислоты в коллагенсодержащем сырье
Fig. 2. Content of linoleic and linolenic acid in raw materials containing collagen

Установлено, что по содержанию линолевой и линоленовой кислоты свиная шкурка, подвергнутая гидролизу в водной среде, превышает эталон в 1,4 и 2,2 раза соответственно.

Сбалансированность коллагенсодержащего сырья определяется не только количественным и качественным составом аминокислот, но также составом и свойствами липидов. Жирнокислотную сбалансированность коллагенсодержащего сырья оценивали по соотношению $\omega 6/\omega 3$ жирных кислот, а также по соотношению сумм полиненасыщенных, мононенасыщенных и насыщенных жирных кислот (табл. 4).

Таблица 4. Жирнокислотная сбалансированность коллагенсодержащего сырья
Table 4. Fatty-acid balance of raw materials containing collagen

Массовая доля жирных кислот, % от суммы жирных кислот	Эталон [34]	Свиная шкурка негидролизованная	Свиная шкурка, гидролизованная в водной среде
Насыщенные жирные кислоты	41,78	31,76	33,63
Мононенасыщенные жирные кислоты	43,03	49,29	48,01
Полиненасыщенные жирные кислоты, в т.ч.	12,42	18,96	18,37
линолевая	10,85	16,25	15,64
линоленовая	0,62	1,42	1,37
арахионовая	0,95	-	0,01
Соотношение $\omega 6/\omega 3$	17,5	8,7	8,1
ПНЖК : МНЖК : НЖК	1:3,47:3,36	1:2,60:1,68	1:2,61:1,83
(ПНЖК+МНЖК) : НЖК	1,3	2,1	2,0

Установлено, что свиная шкурка, подвергнутая гидролизу в водной среде, характеризуется приближенным к оптимальному жирнокислотным составом и превышает эталон по содержанию полиненасыщенных и мононенасыщенных жирных кислот (на 5,95 % и 4,98 % соответственно), а также

отличается приближенными к оптимальному соотношениями ПНЖК : МНЖК : НЖК (1 : 2,61 : 1,83) и (ПНЖК + МНЖК) : НЖК (2,0).

Определено, что по показателям безопасности (микробиологические показатели, токсичные элементы, антибиотики, пестициды) свиная шкурка, подвергнутая гидролизу в водной среде, соответствует требованиям Санитарных норм, правил и гигиенического норматива, утвержденных постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21.06.2013 г. № 52 и ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции».

Закключение. В результате исследований установлено, что гидролиз коллагенсодержащего сырья в водной среде позволяет значительно увеличить аминокислотные scores незаменимых аминокислот: *треонина – до 115,0 %, валина – до 106,0 %, лейцина – до 100,0 %, изолейцина – до 92,5 %, фенилаланина и тирозина – до 70,0 %, общее количество незаменимых аминокислот – на 19,6 %, а также содержание заменимых аминокислот – аспарагиновой (до 3,4 г/100 г) и глутаминовой кислоты (до 6,9 г/100 г), пролина (до 15,8 г/100 г)* по сравнению с негидролизированным сырьем.

Определено, что коллагенсодержащее сырье, подвергнутое гидролизу в водной среде, характеризуется приближенным к эталону *индексом незаменимых аминокислот (0,8), показателем сопоставимой избыточности (0,0068), соотношениями (ПНЖК + МНЖК) : НЖК (2,0) и ПНЖК : МНЖК : НЖК (1 : 2,61 : 1,83)*, а по содержанию *полиненасыщенных и мононенасыщенных жирных кислот* превышает эталон *на 5,95 % и 4,98 %*, в т.ч. по содержанию *линолевой и линоленовой кислоты – в 1,4 и 2,2 раза* соответственно.

Установлено, что по показателям *безопасности (микробиологические показатели, токсичные элементы, антибиотики, пестициды)* коллагенсодержащее сырье, подвергнутое гидролизу в водной среде, соответствует требованиям *Санитарных норм, правил и гигиенического норматива*, утвержденных постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21.06.2013 г. № 52 и ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции».

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. Основы рационального использования вторичного коллагенсодержащего сырья мясной промышленности / Л.В. Антипова, И.А. Глотова. – Воронеж : Воронеж, гос. технол. акад., 1997. – 248 с.
3. Антипова, Л.В. Перспективы использования вторичных продуктов убоя сельскохозяйственных животных на пищевые цели и получение коллагеновых субстанций / Л.В. Антипова, С.А. Сторублёвцев // 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. Кашенко // Все о мясе. – 2006. – №4. – С. 11–12.
5. Белитов, В.В. Совершенствование технологии вареных колбас с белково-жировыми композициями : дис. ... канд. техн. наук / В.В. Белитов. – М. : МГУ прикладной биотехнологии, 2002. – 143 с.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. Гущин, В.В. Возможность нетрадиционного использования некоторых малоценных продуктов при промышленной переработке птицы / В.В. Гущин, Л.А. Соколова // Птица и птицепродукты. – 2009. – №6. – С. 29–30.

10. Жаринов, А.И. Вторичное белоксодержащее сырье: способы обработки и использования / А.И. Жаринов, И.В. Хлебников // Мясная промышленность, 1993. – № 2. – С. 22–24.
11. Казюлин, Г.П. Использование малоценного сырья при производстве рубленых полуфабрикатов / Г.П. Казюлин, В.В. Хорольский, С.В. Исаичкин, Н.В. Толстых // Мясная индустрия. – 2001. – № 1. – С. 18–19.
12. Каспарьянц, С.А. Соединительная ткань и ее значение. Сообщение 1 // Товароведение и технология сырья и продуктов животного происхождения / Межвед. сборник научных трудов МГА ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина. – 1997. – С. 6–9.
13. Кашенко, Р.В. Разработка способа ферментативной обработки коллагенсодержащего сырья и его применение в технологии вареных колбас : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04 / Р.В. Кашенко. – М. : МГУПБ, 2007. – 131 с.
14. Крылова, В.Б. Биотехнологические аспекты модификации вторичного коллагенсодержащего сырья / В.Б. Крылова, Н.М. Ильина // Хранение и переработка сельхозсырья, 1998. – № 5. – С. 28–30.
15. Крылова, В.Б. Рациональный способ переработки свиной шквары / В.Б. Крылова // Мясная индустрия. – 2001. – №5. – С. 18–20.
16. Латов, В.К. Гидролиз белков / В.К. Латов, Т.Л. Бабаян, А.С. Коган // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2000. – № 6. – С.55.
17. Лисицын, А.Б. Технологические аспекты повышения экзотрофической эффективности промышленной переработки мясного сырья : дисс. в виде науч. доклада на соискание учен. степ. доктора техн. наук : 05.18.04 / А.Б. Лисицын. – М., 1997. – 70 с.
18. Лисицын, А.Б. Ресурсосберегающие технологии комплексной переработки мясного сырья / А.Б. Лисицын // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2000. – № 11. – С. 19.
19. Любченко, В.И. Новые технологии рационального использования субпродуктов / В.И. Любченко, Л. И. Лебедева, Г.П. Горошко // Мясная индустрия. – 1997. – № 2. – С. 20–21.
20. Мадалиев, И.К. Разработка технологий мясных изделий на основе новых принципов модификации функционально-технологических свойств субпродуктов II категории : дис. ... канд. техн. наук / И.К. Мадалиев. – М. : МГА прикладной биотехнологии, 1993. – 152 с.
21. Нелепов, Ю.А. Потенциальные возможности функционально-технических свойств субпродуктов / Ю.А. Нелепов, А.И. Жаринов // Мясная промышленность, 1995. – № 2. – С. 12.
22. Ноздрина, Т.Д. Модификация низкосортного мясного сырья протеолитическими ферментами гидробионтов : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Т.Д. Ноздрина. – М., 1996. – 20 с.
23. Позняковский, В.М. Экспертиза мяса и мясопродуктов/ В.М. Позняковский. – Новосибирск : Изд-во Новосиб. ун-та, 2001. – 526 с.
24. Райимукулова, Ч.О. Использование модифицированного коллагенсодержащего сырья в технологии мясных продуктов / Ч.О. Райимукулова, А.Д. Джамакеева // Все о мясе. – 2007. – № 2. – С. 10–12.
25. Рогов, И.А. Химия пищи. Книга 1: Белки: структура, функции, роль в питании / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Н.И. Дунченко [и др.]. – В 2 кн. Кн. 1. – М. : Колос, 2000. – 384 с.
26. Родин, В.В. Структура спикул коллагена по данным ЯМР-релаксации и электронной микроскопии / В.В. Родин, Б.В. Сахаров, В.Н. Измайлова, Д.П. Найт // Биотехнология 2001. – № 6. – С. 47–58.
27. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. – М. : Брандес, Медицина, 1998. – 342 с.
28. Салаватулина, Р.М. Рациональное использование сырья в колбасном производстве / Р.М. Салаватулина. – 2-е изд. – СПб. : ГИОРД, 2005. – 248 с.
29. Соколов, А.Ю. Изучение свойств коллагенсодержащего сырья и научное обоснование возможности его использования в пищевых целях : дисс. ... канд. техн. наук : 05.18.15 / А.Ю. Соколов. – М. : МГА ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина, 2002. – 199 с.
30. Титов, Е.И. Взаимосвязь изменений морфологических и функционально-технологических свойств модифицированного коллагенсодержащего сырья / Е.И. Титов, С.К. Апраксина, В.Н. Писменская, А.Ю. Соколов, С.И. Хвьяля // Докл. РАСХН. – 2005. – № 4. – С. 48–52.

31. Титов, Е.И. Теоретические и практические аспекты создания поликомпонентных продуктов питания на мясной основе : дис. ... докт. техн. наук / Е.И. Титов. – М. : МГУ прикладной биотехнологии, 2000. – 336 с.
32. Толстобокое, О.Н. Использование биотехнологической обработки для повышения потребительских свойств мясных продуктов : дисс. ... канд. техн. наук : 05.18.15 / О.Н. Толстобокое. – М., 2003. – 139 с.
33. Ушакова, И.А. Использование модифицированного рубца при производстве мясных рубленых полуфабрикатов : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04 / И.А. Ушакова. – М., 1998. – 116 с.
34. 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 kollagensoderzhashchego syr'ya myasnoj promyshlennosti: ucheb. posobie [*Use of secondary raw materials containing collagen of the meat industry: studies. grant*]. St. Petersburg, GIORD, 2006, 384 p.
2. Antipova L.V., Glotova I.A. Osnovy racional'nogo ispol'zovaniya vtorichnogo kollagen soderzhashchego syr'ya myasnoj promyshlennosti [*Bases of rational use of secondary raw materials containing collagen of the meat industry*]. Voronezh, Voronezh state technological academy, 1997, 248 p.
3. Antipova L.V., Storublyovcev S.A. Perspektivy ispol'zovaniya vtorichnyh produktov uboia sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh na pishchevye celi i poluchenie kollagenovyh substancij [*The prospects of use of by-products of slaughter of farm animals on the food purposes and receiving collagenic substances*]. Agrarnaya nauka i obrazovanie na sovremennom etape razvitiya: opyt, problemy i puti ih resheniya [*Agrarian science and education on a sovremna a development stage: experience, problems and ways of their decision*]. Ulyanovsk, Ulyanovsk state agricultural Akkad, 2009, v.2, pp. 151–153.
4. Apraksina S.K., Kashchenko R.V. Povyshenie pishchevoj adekvatnosti kollagensoderzhashchego syr'ya fermentativnoj obrabotkoj [*Increase in food adequacy of raw materials containing collagen enzyme treatment*]. Vse o myase = All about meat, 2006, no. 4, pp. 11–12.
5. Belitov V.V. Sovershenstvovanie tekhnologii varenyh kolbas s belkovo-zhirovymi kompozitsiyami. Diss. kand. tekhn. nauk [*Improvement of technology of cooked sausages with proteinaceous and fatty compositions. Cand. tech. sci. diss.*]. Moscow, 2002. 143 p.
6. Bitueva E.B., Chirkina T.F. Ispol'zovanie vyjnoy svyazki krupnogo rogatogo skota na pishchevye celi [*Use of a vyunny linking of cattle on the food purposes*]. Myasnaya industriya = Meat industry, 1999, no. 2, pp. 24–25.
7. Bitueva E.B., Zhamsaranova S.D. Elastin i perspektivy ego ispol'zovaniya v tekhnologii produktov pitaniya so special'nymi svoystvami [*Elastin and the prospects of its use in technology of food with special properties*]. Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya = Storage and processing of agricultural raw materials, 2004, no. 2, pp. 47–49.
8. Borisenko L.A., Kurilov R.I. Ispol'zovanie biomodifikatsii dlya uluchsheniya funktsional'no-tekhnologicheskikh svoystv myasnogo syr'ya [*Use of biomodification for improvement of functional processing properties of meat raw materials*]. Materialy IV mezhdunarodnoj nauchnoj konferentsii studentov i molodyh uchenykh «Zhivye sistemy i biologicheskaya bezopasnost' naseleniya» [*Materials IV of the international scientific conference of students and young scientists "Live systems and biological safety of the population"*]. Moscow, MSUAB, 2005, pp. 136–138.
9. Gushchin V.V., Sokolova L.A. Vozmozhnost' netraditsionnogo ispol'zovaniya nekotorykh malocennykh produktov pri promyshlennoj pererabotke pticy [*Possibility of nonconventional use of some invaluable products at industrial processing of a bird*]. Ptica i pticeprodukty = Bird and poultry products, 2009, no. 6, pp. 29–30.
10. Zharinov A.I., Hlebnikov I.V. Vtorichnoe beloksoderzhashchee syr'e: sposoby obrabotki i ispol'zovaniya [*Secondary protein bearing raw material: ways of processing and use*]. Myasnaya promyshlennost' = Meat industry, 1993, no. 2, pp. 22–24.

11. Kazyulin G.P., Horol'skij V.V., Isaichkin S.V., Tolstyh N.V. Ispol'zovanie malocennogosyr'yapriproizv odstverublenyhpolufabrikatov [Use of invaluable raw materials by production of chopped semi-finished products]. *Myasnaya industriya = Meat industry*, 2001, no. 1, pp. 18–19.
12. Kaspar'yanc S.A. Soedinitel'naya tkan' i ee znachenie. Soobshchenie I [Connective tissue and its value. Message I]. *Mezhvedomstvennyj sbornik nauchnyh trudov MGA veterinarnoj mediciny i biotekhnologii im. K.I. Skryabina «Tovarovedenie i tekhnologiya syr'ya i produktov zhivotnogo proiskhozhdeniya» [Interdepartmental collection of scientific works of MGA of veterinary medicine and biotechnology of K.I. Scriabin "Merchandizing and technology of raw materials and animal products"]*, Moscow, 1997, pp. 6–9.
13. Kashchenko R.V. Razrabotka sposoba fermentativnoj obrabotki kollagensoderzhashchego syr'ya i ego primenenie v tekhnologii varenyh kolbas. Diss. kand. tekhn. nauk [Development of a way of enzyme treatment of raw materials containing kollagen and its application in technology of cooked sausages. *Cand. tech. sci. diss.*]. Moscow, 2007. 131 p.
14. Krylova V.B., Il'ina N.M. Biotekhnologicheskie aspekty modifikacii vtorichnogo kollagensoderzhashchego syr'ya [Biotechnological aspects of modification of secondary raw materials containing kollagen]. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya = Storage and processing of agricultural raw materials*, 1998, no. 5, pp. 28–30.
15. Krylova V.B. Racional'nyj sposob pererabotki svinojs hkvary [Rational way of processing of a pork shkvara]. *Myasnaya industriya = Meat industry*, 2001, no. 5, pp. 18–20.
16. Latov V.K., Babayan T.L., Kogan A.S. Gidroliz belkov [Hydrolysis of proteins]. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya = Storage and processing of agricultural raw materials*, 2000, no. 6, pp. 55.
17. Lisicyan A.B. Tekhnologicheskie aspekty povysheniya ehkzotroficheskoy ehffektivnosti promyshlennoj pererabotki myasnogo syr'ya. Diss. dokt. tekhn. nauk [Technological aspects of increase in ehkzotroficheskoy ehffektivnosti of industrial processing of meat raw materials. *Dr. tech. sci. diss.*]. Moscow, 1997. 70 p.
18. Lisicyan A.B. Resursosberegayushchie tekhnologii kompleksnoj pererabotki myasnogo syr'ya [Resource-saving technologies of complex processing of meat raw materials]. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya = Storage and processing of agricultural raw materials*, 2000, no. 11, p. 19.
19. Lyubchenko V.I., Lebedeva L.I., Goroshko G.P. Novye tekhnologii racional'nogo ispol'zovaniya subproduktov [New technologies of rational use of an offal]. *Myasnaya industriya = Meat industry*, 1997, no. 2, pp. 20–21.
20. Madaliev I.K. Razrabotka tekhnologij myasnyh izdelij na osnove novyh principov modifikacii funkcional'no-tekhnologicheskikh svojstv subproduktov II kategorii. Diss. kand. tekhn. nauk [Development of technologies of meat products on the basis of the new principles of modification of functional processing properties of an offal of the II category. *Cand. tech. sci. diss.*]. Moscow, 1993. 152 p.
21. Nelepov Yu.A., Zharinov A.I. Potencial'nye vozmozhnosti funkcional'no-tekhnicheskikh svojstv subproduktov [Potential opportunities of functional and technical properties of an offal]. *Myasnaya promyshlennost' = Meat industry*, 1995, no. 2, p. 12.
22. Nozdrina T.D. Modifikaciya nizkosortnogo myasnogo syr'ya proteoliticheskimi fermentami gidrobiontov. Diss. kand. tekhn. nauk [Modification of low-grade meat raw materials proteolytic enzymes of hydrobionts. *Cand. tech. sci. diss.*]. Moscow, 1996. 20 p.
23. Poznyakovskij V.M. Ehkspertiza myasa i myasoproduktov [Examination of meat and meat products]. Novosibirsk, Publishing house of the Novosibirsk university, 2001, 526 p.
24. Rajimkulova Ch.O., Dzhamakeeva A.D. Ispol'zovanie modifitsirovannogo kollagensoderzhashchego syr'ya v tekhnologii myasnyh produktov [Use of the modified raw materials containing kollagen in technology of meat products]. *Vse o myase = All about meat*, 2007, no. 2, pp. 10–12.
25. Rogov I.A., Antipova L.V., Dunchenko N.I. Himiya pishchi. Kniga 1: Belki: struktura, funkcii, rol' v pitanii [Food chemistry. Book 1: Proteins: structure, functions, a role in food]. Moscow, Kolos, 2000, 384 p.
26. Rodin V.V., Saharov B.V., Izmajlova V.N., Najt D.P. Struktura spikul kollagena po dannym YAMR-relaksacii i ehlektronnoj mikroskopii [Structure of spikul collagen according to a nuclear magnetic resonance relaxation and electronic microscopy]. *Biotekhnologiya = Biotechnology*, 2001, no. 6, pp. 47–58.
27. Skurihin I.M., Tutel'yan V.A. Rukovodstvo po metodam analiza kachestva i bezopasnosti pishchevyh produktov [Guide to methods of the analysis of quality and safety of foodstuff]. Moscow, Brandes, Medicina, 1998, 342 p.

28. Salavatulina P.M. Racional'noe ispol'zovanie syr'ya v kolbasnom proizvodstve [*Rational use of raw materials in sausage production*]. St. Petersburg, GIORД, 2005, 248 p.
29. Sokolov A.Yu. Izuchenie svojstv kollagensoderzhashchego syr'ya i nauchnoe obosnovanie vozmozhnosti ego ispol'zovaniya v pishchevyh celyah. Diss. kand. tekhn. nauk [*Studying of properties of raw materials containing collagen and scientific justification of a possibility of its use in the food purposes. Cand. tech. sci. diss.*]. Moscow, 2002. 199 p.
30. Titov E.I., Apraksina S.K., Pismenskaya V.N., Sokolov A.Yu., Hvylya S.I. Vzaimosvyaz' izmenenij morfologicheskikh i funkcional'no-tekhnologicheskikh svojstv modificirovannogo kollagensoderzhashchego syr'ya [*Interrelation of changes morphological and functional processing properties of the modified raw materials containing collagen*]. Doklady RASKHN [Reports of RAAS], 2005, no. 4, pp. 48–52.
31. Titov E.I. Teoreticheskie i prakticheskie aspekty sozdaniya polikomponentnyh produktov pitaniya na myasnoj osnove. Diss. dokt. tekhn. nauk [*Theoretical and practical aspects of creation of multicomponent food on a meat basis. Dr. tech. sci. diss.*]. Moscow, 2000. 336 p.
32. Tolstobokoe O.N. Ispol'zovanie biotekhnologicheskoy obrabotki dlya povysheniya potrebitel'skih svojstv myasnyh produktov. Diss. kand. tekhn. nauk [*Use of bioprocessing treatment for increase in consumer properties of meat products. Cand. tech. sci. diss.*]. Moscow, 2003. 139 p.
33. Ushakova I.A. Ispol'zovanie modificirovannogo rubca pri proizvodstve myasnyh rublenyh polufabrikatov. Diss. kand. tekhn. nauk [*Use of the modified hem by production of meat chopped semi-finished products. Cand. tech. sci. diss.*]. Moscow, 1998. 116 p.
34. Nesterin M.F. Himicheskij sostav pishchevyh produktov. Spravochnye tablicy sodержaniya aminokislot, zhirnyh kislot, vitaminov, makro- i mikroelementov, organicheskikh kislot i uglevodov [*Chemical composition of foodstuff. Help tables of content of amino acids, fatty acids, vitamins, macro - and minerals, organic acids and carbohydrates*]. Moscow, Food industry, 1979, 247 p.

Информация об авторах

Мелешеня Алексей Викторович – кандидат экономических наук, доцент, директор РУП «Институт мясо-молочной промышленности» (пр. Партизанский, 172, 220075, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: meat-dairy@tut.by

Савельева Тамара Александровна – кандидат ветеринарных наук, доцент, ученый секретарь РУП «Институт мясо-молочной промышленности» (пр. Партизанский, 172, 220075, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: t.savelyeva@tut.by

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

Meleshchenya Alexey V. – PhD in economic sciences, Assistant professor, Director of RUE «Institute of the meat-and-milk industry» (172, Partizansky Ave., 220075, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: meat-dairy@tut.by

Savelyeva Tamara A. – PhD in veterinary sciences, Assistant professor, scientific secretary of RUE «Institute of the meat-and-milk industry» (172, Partizansky Ave., 220075, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: t.savelyeva@tut.by

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., 220075, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: irina.kaltovich@inbox.ru

УДК 619:614.31:637.56

Поступила в редакцию 15.07.2018
Received 15.07.2018**А.А. Гнедов***Учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь***ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ, ПОЛУЧАЕМОЙ ИЗ
АРКТИЧЕСКОГО ОМУЛЯ (*COREGONUS AUTUMNALIS PALLAS*)
НИЗОВИЙ БАССЕЙНА Р. ЕНИСЕЙ**

Аннотация. Представлены результаты биохимических исследований пищевых и непищевых частей, получаемых от арктического омуля (*Coregonus autumnalis Pallas*), . Установлено содержание широкого спектра биологически активных веществ, включающих в себя макро- и микроэлементы, жирные кислоты, аминокислоты и витамины.

Определена пищевая ценность мяса арктического омуля 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***PERFORMANCE INDICATORS OF PRODUCTS RECEIVED FROM ARCTIC
OMUL (*COREGONUS AUTUMNALIS PALLAS*) OF THE LOWER BASIN
YENISEI RIVER**

Abstract. The results of biochemical studies in food and non-food parts obtained from the Arctic omul (*Coregonus autumnalis Pallas*) 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 Arctic omul 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. Арктический омуль *Coregonus autumnalis Pallas* – солоноватоводный полупроходной, наиболее северный по ареалу обитания вид из всех сиговых рыб. Средний размер около 33 см, масса – 0,6–0,8 кг. Отдельные экземпляры иногда достигают 47 см и массы – до 1,5–1,6 кг. Основным местом обитания омуля является Енисейский залив. В реку Енисей он заходит лишь в период размножения, поднимаясь вверх до устья р. Ангара. Основные его нерестилища расположены в Туруханском районе. После окончания нереста он начинает интенсивно питаться и набирать массу [1].

Омуль является ценным промысловым видом, используемым для промышленной и кулинарной переработки. Частично его промысел проводится на нагульно-выростных площадях Енисейского залива, но основной валовой улов осуществляется на путях нерестовой миграции. Известно, что мясо этой рыбы имеет высокую усвояемость и питательную ценность, усвоение организмом мяса омуля происходит за 1-1,5 часа почти на 95 %. Так как массовая доля костей омуля составляет не более семи процентов, его используют для приготовления качественных консервов, используемых в диетическом питании. Кислоты, находящиеся в составе жира рыбы, существенно разжижают вязкую кровь и способствуют улучшению работы сердца и всей нервной системы. Однако следует отметить, что в научной литературе на сегодня отсутствуют данные о биологической и пищевой ценности арктического омуля,

вылавливаемого в низовьях бассейна р. Енисей. Поэтому считаем актуальным и целесообразным провести исследования в данном направлении и изучить массовый состав, пищевую и энергетическую ценность пищевых и непищевых частей данного вида рыбы. Полученные данные позволят рационально использовать данное рыбное сырье при промышленной переработке.

Цель работы – изучить энергетическую, биологическую, пищевую ценность и биологическую эффективность мяса, пищевых (печень, икра) и непищевых частей арктического омуля, вылавливаемого в низовьях бассейна р. Енисей.

Важным моментом при изучении биологической и физиологической ценности пищевой продукции являются биохимические исследования. Исходя из этого, в настоящей работе изложены результаты изучения биохимического состава тканей и органов арктического омуля. Для проведения исследований были отобраны образцы биологического материала пищевой и непищевой продукции. В состав пищевой продукции омуля входят чистое мясо, печень и икра, непищевой – голова, внутренности, плавники.

Материал и методы исследований. Исследования проводили на промысловых точках в низовьях бассейна р. Енисей: п. Воронцово, п. Караул, п. Носок, п. Усть-Порт. 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 в соответствии с 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 [2, 3, 4, 5].

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 Сибирского научно-исследовательского и проектно-технологического института животноводства (г. Новосибирск).

Химический состав мяса рыбы определяли с использованием следующих методов: содержание жира – по методу Сокслета, 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-, микроэлементный и биохимический состав определяли атомно-абсорбционным методом на приборе Perkin Elmer – 306.

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

Обработку данных осуществляли по методике А.Н. Плохинского (1969) с использованием пакетов прикладных компьютерных программ STAT 1, а также встроенных функций пакета MS Excel [6].

По результатам исследований проведен расширенный анализ следующих биохимических показателей, отражающих пищевую ценность пищевой и непищевой продукции омуля:

- ♦ энергетическая ценность – суммарное количество энергии, используемой для поддержания физиологических функций организма и выделяемое 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-, микроэлементов, витаминов, азотистых веществ и ферментов.

На основании полученных результатов проведена оценка пищевой и биологической ценности рыбного сырья (пищевых и непищевых частей арктического омуля) по методикам А.А. Покровского (1974).

Результаты исследований. 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.

Для каждого вида, в силу индивидуальных особенностей, время хранения на открытом воздухе разное. Для омуля определен индивидуальный диапазон времени (табл. 1).

Таблица 1. Время хранения арктического омуля низовий бассейна р. Енисей на открытом воздухе
Table 1. Time of storage of the Arctic omul lower reaches of the basin of the river Yenisei in the open air

Изучаемые параметры	Температура окружающей среды, °С		
	+10	+5	0
Время хранения, ч	3–7	15–24	48

В связи с ограниченностью лимита времени на сохранение первоначального качества рыбы, до-камеральная обработка производилась в течение 5 ч после вылова.

В связи с тем, что рыбы р. Енисей достигают половой зрелости позднее своих видовых сородичей, обитающих в более теплых водоемах, линейный рост у них замедлен [7].

Морфометрические показатели фактически вылавливаемого арктического омуля – длина и масса – с учетом возраста достижения промысловых размеров, приведены к среднему показателю (табл. 2).

Таблица 2. Средний промысловый размер и масса арктического омуля низовий бассейна р. Енисей
Table 2. The average commercial size and mass of the Arctic omul in the basin of the river Yenisei

Вид	Возраст, год	Размер, см	Масса, г
		$M \pm m$	$M \pm m$
Арктический омуль	12	$37 \pm 0,9$	690 ± 85

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 омуля, вылавливаемого в низовьях р. Енисей, представляют технологический интерес, так как массовый состав рыбного сырья позволяет прогнозировать способы его глубокой переработки (табл. 3).

Таблица 3. Массовый состав арктического омуля низовий бассейна р. Енисей
Table 3. Mass composition of the Arctic omul lowland basin of the river Yenisei

Вид	Мясо с кожей	Чешуя	Голова	Кости, плавники	Внутренности		
					Кишечник, пленки, плавательный пузырь, почки	Гонады	Печень
Арктический омуль	$71,8 \pm 2,8$	$1,8 \pm 0,2$	$9,5 \pm 2,6$	$9,6 \pm 0,5$	$6,5 \pm 0,5$	$0,7 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,2$

Соотношение массы головы к общей массе у омуля зависит от размера и упитанности, но в связи с тем, что его вылов производится всегда в период нерестовой миграции, эта величина постоянна – на уровне 10 %. Выход мяса омуля средних размеров остается постоянным и составляет около 70 %. Для рыбы такого размера это значительная величина.

Развитие и масса гонад регламентированы по половой принадлежности – показатель доли молок относительно массы рыбы, составляет величину меньше, чем доля ястыков с икрой. Доля икры достигает 2,5 %, но средние показатели не превышают 1,1 %.

Несъедобная часть внутренностей обычно составляет 6–7 %, но в период интенсивного нагула может достигать 8 %.

В сравнении с другими представителями сиговых печень омуля размерами не выделяется и составляет до 2 % от общей массы, но в переработке печень не используется.

В результате проведенных исследований продукции арктического омуля определен комплекс биологически активных веществ, включающий в себя аминокислоты, жирные кислоты, витамины и ми-

неральные элементы. Также к важнейшим показателям биохимического состава относятся содержание жира, белка, наличие биологически активных веществ – макро- и микроэлементов, жирных кислот, аминокислот и витаминов.

В результате биохимических исследований по методике общего зооанализа определили содержание в образцах, полученных от омуля, белка, жира и зольного остатка (табл. 4).

Т а б л и ц а 4. Содержание белка, жира и зольных элементов в продукции арктического омуля низовий бассейна р. Енисей

Table 4. The content of protein, fat and ash elements in the products of the Arctic omul in the lower reaches basin of the river Yenisei

Показатели	Мясо омуля	Непищевая часть	Печень	Икра
Белок, %	71,59	64,38	59,38	84,48
Жир, %	17,94	26,13	10,31	1,18
Зола, %	4,59	4,35	20,81	4,33

Установлено, что по содержанию белка наиболее богаты икра (84,48 %) и мясо (71,59 %) омуля. В печени и непищевой части данный показатель значительно ниже и составляет 59,38 и 64,38 % соответственно. По наличию жира омуля низовий бассейна р. Енисей можно отнести к жирному виду рыб [2]. Содержание жира в мясе составляет 17,59 %, в непищевой части – 26,13 %, печени – 10,31 % и икре – 1,18 %. Более высокое содержание жира в непищевой части можно объяснить наличием неизрасходованного нутряного жира. По концентрации зольных элементов превалирует печень, среднее содержание золы в которой составило 20,81 %, что в 5,7 раза выше по сравнению с другими исследуемыми образцами продукции.

Величина концентрации составляющих компонентов наглядно отражена на диаграмме (рис. 1).

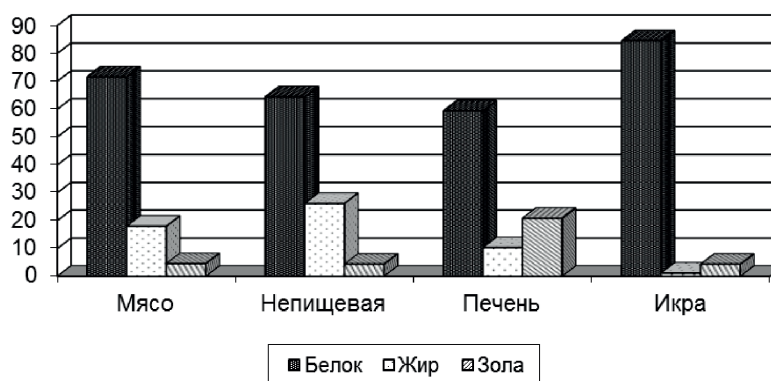


Рис. 1. Содержание белка, жира и золы в пищевой и непищевой части, печени и икре арктического омуля низовий бассейна р. Енисей

Fig. 1. The content of protein, fat and ash in the food and non-food part, liver and caviar of the Arctic omul in the basin of the river Yenisei

Белок и жиры в различных видах рыб составляют основную массу, а их количество характеризует величину энергетической ценности [8]. В связи с этим целесообразно выяснить энергетическую ценность мяса арктического омуля (табл. 5).

Арктический омуль имеет коэффициент отношения белка к жиру 4,1. Энергетическая ценность мяса омуля позволяет отнести его к высококалорийным продуктам, а по содержанию белка и жира – к высокобелковым, особожирным видам рыб.

Аминокислотный состав белковой фракции продукции омуля представлен 16 кислотами. Отмечается довольно высокая концентрация практически во всех образцах (табл. 6).

Анализ показал, что наиболее насыщены аминокислотами печень и непищевая часть омуля. Уровень аминокислот в 100 г белка составляет соответственно 82,35 г и 80,38 г. В мясе этот показатель составляет 76,52 г, а в икре 52,48 г. Во всех образцах преобладают незаменимые аминокислоты. Коэффициент их отношения к заменимым аминокислотам в мясе составляет 1,34, непищевой части – 1,19, печени – 1,35, икре – 1,55.

Таблица 5. Состав и энергетическая ценность мяса омуля арктического
Table 5. Composition and energy value of omul meat

Показатели	Количество, г/100г	Энергетический коэффициент, ккал/г	Энергетическая ценность компонентов, ккал/100г
Белок	71,59±0,45	4	286,36±1,1
Жир	17,94±0,35	9	161,46±0,63
Энергетическая ценность рыбы, ккал/100г			447,82±0,86

Таблица 6. Аминокислотный состав продукции арктического омуля низовий бассейна р. Енисей, г/100 г белка
Table 6. The amino acid composition of the products of the Arctic omul in the basin of the river Yenisei, g/100 g of protein

Аминокислота	Мясо	Непищевая часть	Печень	Икра
Триптофан	1,15	1,07	1,01	1,78
Оксипролин	0,09	0,11	0,08	0,05
Изолейцин	4,27	4,55	4,88	3,98
Треонин	4,41	4,27	4,16	4,61
Серии	2,46	2,81	1,87	2,01
Глицин	5,17	5,90	6,16	2,34
Аланин	3,69	3,93	5,29	2,91
Валин	3,20	6,63	6,62	3,48
Метионин	2,13	1,83	1,63	2,67
Метион, +цистин	2,81	2,45	2,21	3,45
Лейцин	13,37	8,36	12,28	4,74
Глутамин	10,24	11,14	10,36	7,17
Пролин	6,81	7,04	5,05	3,91
Фенилаланин	2,60	5,53	3,30	3,22
Лизин	7,96	7,77	7,46	8,57
Аргинин	4,20	6,59	5,39	2,23
Заменяемые	32,66	37,52	34,20	20,62
Незаменяемые	43,86	44,83	46,18	31,86

Среди заменимых аминокислот в мясе доминируют глутамин, пролин и глицин, суммарная концентрация которых – 22,22 г или 29,03 % от общей суммы аминокислот. В непищевой части наиболее выделяются глутамин, пролин и аргинин (24,77 г или 30,07 %), в печени – глутамин, глицин и аргинин (21,91 г или 27,26 %), в икре – глутамин, пролин и аланин (13,99 г или 26,66 %).

При определении биологической ценности рассматриваемых частей омуля произвели расчет аминокислотного сора незаменимых аминокислот. Результаты расчета представлены в табл. 7.

Таблица 7. Аминокислотный сора продукции арктического омуля низовий бассейна р. Енисей
Table 7. Amino acid spore production of the arctic omul lowland basin of the river Yenisei

Незаменяемые аминокислоты	Идеальный белок ФАО/ВОЗ		Мясо		Непищевая часть		Печень		Икра	
	г/100 г белка	СКОР, %	г/100 г белка	СКОР, %	г/100 г белка	СКОР, %	г/100 г белка	СКОР, %	г/100 г белка	СКОР, %
Триптофан	1,0	100	1,15	115,0	1,07	107,0	1,01	101,0	1,78	178,0
Изолейцин	4,0	100	4,27	106,8	4,55	113,8	4,88	122,0	3,98	99,5
Треонин	4,0	100	4,41	110,3	4,27	106,8	4,16	104,0	4,61	115,3
Валин	5,0	100	3,20	64,0	6,63	132,6	6,62	132,4	3,48	69,6
Метионин+цистин	3,5	100	6,90	197,1	6,65	190,0	6,47	184,9	7,24	206,9
Лейцин	7,0	100	13,37	191,0	8,36	119,4	12,28	175,4	4,74	67,7
Фенилаланин+тирозин	6,0	100	2,60	43,3	5,53	92,2	3,30	55,0	3,22	53,7
Лизин	5,5	100	7,96	159,2	7,77	141,3	7,46	135,6	8,57	155,8
Сумма	36,0	100	43,86	123,3	44,83	125,4	46,18	126,3	31,86	118,3

Анализ табличных данных показывает, что продукция омуля является высокоценным, а по содержанию незаменимых аминокислот – биологически хорошо сбалансированным продуктом питания. Выгодно выделяются печень и непищевая часть, так как в них выявлено лишь по одной лимитирующей аминокислоте (комплекс фенилаланин+тирозин). В мясе омуля их зарегистрировано 2 (комплекс фенилаланин+тирозин и валин), а в икре – 4 (комплекс фенилаланин+тирозин, валин, лейцин и изолейцин). Тем не менее, биологическая ценность всех составляющих довольно высока.

Также установлено высокое содержание во всех образцах продукции триптофана, который превращается в организме в ряд биологически активных соединений, таких как триптамин, серотонин, адренохром и никотиновая кислота (витамин РР). Наиболее богата триптофаном икра и мясо омуля.

Отмечено относительно высокое содержание метионина, который является донатором метильной группы для образования в организме многих соединений: адреналина, креатина, ансерина, холина, а также участвует в синтезе цистеина, который в свою очередь образует цистеамин, являющийся составной частью кофермента А [9]. Богата продукция омуля и по содержанию лизина, который играет важную роль в связывании фосфора при минерализации костной ткани.

Концентрация лейцина, изолейцина и валина в образцах так же довольно высока. Лишь в мясе и икре отмечается несколько пониженный уровень валина, по сравнению с эталоном.

Биологическая эффективность пищевой продукции определяется уровнем содержания жирных кислот. Исследованиями установлено, что, несмотря на высокое содержание жира продукция омуля довольно бедна по содержанию жирных кислот (табл. 8).

Т а б л и ц а 8. Содержание жирных кислот в продукции арктического омуля низовий бассейна р. Енисей

Table 8. The content of fatty acids in the products of the arctic omul in the basin of the river Yenisei

Жирные кислоты	Содержание жирных кислот. г/100 г			
	Мясо	Непищевая часть	Печень	Икра
Лауриновая	2,25	1,25	1,07	0,99
Миристиновая	0,28	0,00	0,66	0,81
Пальмитиновая	2,08	1,89	2,77	3,18
Пальмитоолеиновая	1,52	1,06	0,68	0,47
Стеариновая	0,21	0,28	0,19	0,19
Олеиновая	2,27	2,34	2,12	2,02
Линолевая	0,03	1,72	0,12	0,12
Линоленовая	0,05	0,02	0,05	0,06
Арахидиновая	0,06	0,04	0,07	0,08
Насыщенные	4,88	3,46	4,76	5,25
Ненасыщенные	3,87	5,14	2,97	2,67

Суммарная их концентрация в 100 г продукции составляет в мясе 8,75 г, непищевой части – 8,60 г, печени – 7,73 г, икре – 7,92 г. Это можно объяснить большим энергетическим расходом в период нерестовой компании. Поэтому во всех образцах, за исключением непищевой части, преобладают насыщенные жирные кислоты.

Одной из составляющих, определяющих физиологическую ценность пищевого продукта, являются витамины, входящие в состав липидной и белковой фракции. В продукции омуля они представлены группой жирно- и водорастворимых витаминов. Суммарный уровень их составляет в мясе – 36,19 мг/кг, в непищевой части – 30,66 мг/кг, печени – 33,40 мг/кг, икре – 24,33 мг/кг (табл. 9).

Концентрация жирорастворимых витаминов составила в мясе омуля – 10,55 мг/кг, в непищевой части – 8,97 мг/кг, печени – 9,13 мг/кг, икре – 6,36 мг/кг. Очевидно их доминирование в мясе и печени и низкий уровень в икре. Содержание витамина А весьма незначительно.

Водорастворимые витамины представлены группой В. По их содержанию доминируют мясо (25,64 мг/кг) и печень (24,27 мг/кг) омуля. В непищевой части их суммарный уровень составил 21,69 мг/кг, а в икре – 17,97 мг/кг. Анализ показал, что исследованные образцы омуля по содержанию витаминов хорошо сбалансированы. Исключение составляет лишь витамин А. Включение в рацион питания 200–350 г продукции омуля наряду с другими продуктами позволяет восполнить суточную потребность организма в жизненно необходимых витаминах [10].

Минеральный состав исследуемых образцов продукции омуля представлен комплексом макро- и микроэлементов (табл. 10).

Т а б л и ц а 9. Содержание витаминов в продукции арктического омуля низовий бассейна р. Енисей
 Table 9. The content of vitamins in the products of the arctic omul in the basin of the river Yenisei

Содержание витаминов	Мясо	Непищевая часть	Печень	Икра
А, мг/кг	0,30	0,25	0,26	0,18
Д, мкг/кг	121,70	103,50	105,20	73,30
Е, мг/кг	10,13	8,62	8,76	6,11
В ₁ , мг/кг	0,37	0,28	0,29	0,20
В ₂ , мг/кг	3,04	2,58	2,63	1,83
В ₃ , мг/кг	4,09	3,47	4,03	3,05
В ₅ , мг/кг	14,00	11,83	13,73	10,39
В ₆ , мг/кг	4,04	3,45	3,50	2,44
В ₁₂ , мкг/кг	101,30	86,23	87,65	61,10

Т а б л и ц а 10. Содержание макро- и микроэлементов в продукции арктического омуля низовий бассейна р. Енисей
 Table 10. The content of macro- and microelements in the products of the arctic omul of the lower reaches of the basin of the river Yenisei

Показатель	Мясо	Непищевая часть	Печень	Икра
Кальций, %	0,22	0,11	7,39	16,17
Фосфор, %	0,75	0,56	3,59	7,13
Калий, г/кг	7,80	5,40	8,80	20,00
Натрий, г/кг	1,75	1,83	3,12	1,54
Магний, г/кг	1,03	0,96	1,17	1,37
Железо, мг/кг	60,00	95,0	95,00	60,00
Марганец, мг/кг	6,70	4,20	48,30	1,70
Медь, мг/кг	1,90	4,00	2,10	3,70
Цинк, мг/кг	85,0	65,00	80,00	21,00

Анализ табличных данных показывает, что икра и печень являются хорошим источником кальция, фосфора, калия магния, железа, меди и цинка. Мясо превалирует по содержанию калия, натрия, магния, железа, марганца и цинка. Непищевая часть богата калием, натрием железом марганцем, медью и цинком.

Доминирующим элементом во всех образцах является железо.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что по наличию жира в тканях арктического омуля низовий бассейна р. Енисей можно отнести к жирным рыбам. Однако несмотря на высокое содержание жира, продукция из омуля бедна по содержанию жирных кислот. Биологическая ценность мяса омуля высока – в нем зарегистрировано всего 2 лимитирующих аминокислоты (комплекс фенилаланин+тирозин и валин). Содержание полного комплекса макро-, микроэлементов и витаминов свидетельствует о высокой физиологической ценности всех изученных образцов. Пищевая продукция из арктического омуля является высокоценным продуктом питания как в биологическом, так и физиологическом плане. Непищевую часть можно использовать в качестве ценной кормовой добавки. В целом продукция из арктического омуля является высокоценным биологическим продуктом, который может являться одним из основных компонентов в рационе питания населения Крайнего Севера.

Список использованных источников

1. Решетников, Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб / Ю.С. Решетников. – М. : Наука, 1980. – 300 с.
2. Рыба. Длина и масса : ГОСТ 1368-2003. – Введ. 01.01.05. – Москва : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : 2005. – 14 с.
3. 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.

4. 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.
5. 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.
6. Плохинский, Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. – М. : Колос, 1969 – 255 с.
7. Моисеев, П.А. Ихтиология / П.А. Моисеев, Н.А. Азизова, И.И. Куранова. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 383 с.
8. Родина, Т.Г. Справочник по товароведению продовольственных товаров. – М. : Колос, 2003. – 608 с.: ил.
9. Добрынина, В.И. Биологическая химия / В.И. Добрынина. – М. : Медицина, 1976. – 504 с.
10. Спиричев, В.Б. Что могут и чего не могут витамины / В.Б. Спиричев. – М. : «Миклош», 2003. – 300 с.

References

1. Reshetnikov Yu.S. Ehkologiya i sistematika sigovyh ryb [Ecology and systematics of whitefish] Yu. S. Reshetnikov. – М. : Nauka, [M. : The science] 1980, 300 p. (in Russian).
2. 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).
3. 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).
4. 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).
5. 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).
6. Plohinskij N.A. Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov [Guide for biometrics for livestock] – М.: Kolos, [M. : Kolos], 1969, 255 p. (in Russian).
7. Moiseev P.A. Ihtiologiya [Ichthyology] / P.A. Moiseev, N.A. Azizova, I.I. Kuranova. – М. : Legkaya I pishchevaya promyshlennost', [Light and food industry], 1981, 383 p. (in Russian).
8. Rodina T.G. Spravochnik po tovarovedeniyu prodovol'stvennyh tovarov [Handbook of merchandising of food products] / T.G. Rodina. – М. : Kolos, [M. : Kolos], 2003, 608 p.: il. (in Russian).
9. Dobrynina V.I. Biologicheskaya himiya [Biological Chemistry] / V.I. Dobrynina. – М. : Medicina, [M.: Medicine], 1976, 504 p. (in Russian).
10. Spirichev V.B. Chto mogut I chego ne mogut vitamin [What can and what can not vitamins] / V. B. Spirichev. – М. : «Miklosh», [M.: «Miklos»], 2003, 300 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 A. – 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 637.146

Поступила в редакцию 08.04.2019
Received 08.04.2019**Т.И. Шингарева***Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия», г. Могилев,
Республика Беларусь*

ЗАВИСИМОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЙОГУРТНОГО ПРОДУКТА ОТ СОДЕРЖАНИЯ ПАХТЫ В СМЕСИ

Аннотация: Пахта является вторичным сырьем, полученным при производстве сливочного масла. Пахта может применяться в качестве сырья для выработки разных видов кисломолочных продуктов. Она обладает высокими диетическими свойствами. Однако пахта содержит фосфолипиды, которые могут подвергаться гидролизу или окислению. Поэтому работа посвящена изучению зависимости показателей качества и потребительских свойств йогуртной продукции от количественного содержания пахты в составе смеси. Исследованы показатели качества образцов йогуртного продукта, произведенных из смеси, включающей разное количество молока и пахты. Проанализировано влияние количественного содержания пахты в смеси на физико-химические, реологические и органолептические показатели йогуртного продукта и их изменение при хранении. Выявлено, что введение в смесь пахты до 50% позволяет получить качественную кисломолочную продукцию на закваске для йогурта. Присутствие разного количества пахты в смеси не вносит заметных различий в протекание молочнокислого процесса и не ускоряет порчу продукции при хранении. Определены показатели, характеризующие устойчивость структуры к разрушению и ее тиксотропные свойства. Добавление пахты повышает влагоудерживающую способность сгустка, но при этом тиксотропные свойства сгустка снижаются и находятся в прямой зависимости от количественного содержания пахты в смеси. Согласно органолептической оценке потенциальных потребителей, все образцы йогуртных продуктов с пахтой имели хорошо выраженный кисломолочный вкус, а также приятный сливочный привкус. Однородная, гомогенная консистенция отмечена у образцов с равным соотношением молока и пахты в смеси.

Ключевые слова: пахта, молоко, смесь, йогуртный продукт, показатели качества, вязкость, хранение, потребительские свойства

T.I. Shingareva*Education Institution “Mogilev state university of food”, Mogilev, Republic of Belarus*

DEPENDENCE OF INDICATORS OF QUALITY OF YOGURT PRODUCT FROM BUTTERMILK CONTENT IN MIX

Abstract: Buttermilk is the secondary raw materials received by production of butter. Buttermilk can be applied as raw materials to development of different types of fermented milk products. It has high dietary properties. However buttermilk contains phospholipids which can be exposed to hydrolysis or oxidation. Therefore work is devoted to studying of dependence of indicators of quality and consumer properties of yogurt products from the quantitative content of buttermilk as a part of mix. Indicators of quality of the samples of yogurt product made from the mix including different amount of milk and buttermilk are investigated. Influence of quantitative content of buttermilk in mix on physical and chemical, rheological and organoleptic indicators of yogurt product and their change at storage is analysed. It is revealed that introduction to buttermilk mix up to 50% allows to receive quality sour-milk products on ferment for yogurt. Presence of different amount of buttermilk at mix does not bring noticeable distinctions in course of lactic process and does not accelerate damage of products at storage. The indicators characterizing resistance of structure to destruction and its thixotropic properties are defined. According to organoleptic assessment, all samples had well expressed sour-milk taste, but more pleasant creamy smack, the uniform, homogeneous consistence is noted at samples with an equal ratio of milk and buttermilk in mix.

Keywords: buttermilk, milk, mix, yogurt product, quality indicators, viscosity, storage, consumer properties

Введение. Пахта является вторичным продуктом молочного производства, которая образуется на стадиях сбивания или сепарирования сливок при производстве сливочного масла методами сбивания или преобразования высокожирных сливок. В сравнении с молоком пахта обладает более высокими диетическими свойствами. При минимальной энергетической ценности и незначительном содержании атерогенных веществ (жир, углеводы) пахта содержит комплекс веществ антисклеротического липотропного действия. Прежде всего, это фосфолипиды, которых в пахте в 1,4 раза больше, чем в цельном молоке и в 11 раз больше, чем в обезжиренном. Наибольшее значение из фосфолипидов имеет лецитин, участвующий в создании сложных биологических структур ядра клеток и нормализующий уровень холестерина в плазме крови. В пахте, в сравнении с молоком, содержится меньше жировых шариков (0,4–1,0 %) и они более мелкие (0,5–2 мкм и менее 1 мкм), а также присутствуют оболочки жировых шариков. В жире пахты представлены высокоценные в биологическом отношении жирные кислоты: линолевая, линоленовая и арахидоновая, обладающие антисклеротическими свойствами. Эти полиненасыщенные жирные кислоты образуют биологический комплекс, который участвует в нормализации жирового и холестеринового обменов, способствует укреплению стенок сосудов [1–3]. Таким образом, пищевая и биологическая ценность пахты, несомненно, обуславливает необходимость ее использования для производства продуктов питания.

Существуют различные пути применения пахты [4–10]. Сегодня в связи со специализацией производства и увеличением мощностей по производству масла, и, соответственно, увеличением объемов получения пахты, возникает потребность в изыскании более эффективных способов ее переработки. На многих городских молочных предприятиях имеются участки производства масла, поэтому интерес вызывает применение пахты в производстве кисломолочной продукции, широко востребованной потребителем. Из кисломолочной продукции в настоящий период все большую популярность приобретают питьевые виды йогурта, йогуртные продукты, напитки [11–14]. В этой связи заслуживает внимание производство высококачественной йогуртной продукции с использованием пахты с пролонгированным сроком годности, ориентированной на массового потребителя.

Пахта, в сравнении с молоком, обладает более высокими влагоудерживающими свойствами, поэтому включение в состав смеси для кисломолочных продуктов пахты должно способствовать лучшему удержанию сыворотки при хранении продукции. С другой стороны, при производстве питьевых йогуртов молочно-белковый сгусток претерпевает наиболее значительное механическое воздействие и поэтому нуждается в особом подходе, а именно: требуется достаточно высокая вязкость сгустка после сквашивания. Молочно-белковый сгусток должен быть достаточно устойчив к разрушению, иметь способность к максимальному восстановлению структуры после разрушения и удерживать сыворотку в течение всего срока хранения [15, 16].

Однако, несмотря на то, что пахта обладает высокими диетическими свойствами, с другой стороны, она содержит фосфолипиды: лецитин, кефалин и др. Последние являются наиболее неустойчивыми липидными компонентами, которые в процессе производства и хранения продукции способны подвергаться изменению, как при гидролизе, так и в результате окисления [17]. Однако системных исследований по изучению зависимости показателей качества и потребительских свойств йогуртной продукции от количественного содержания пахты в составе смеси для выработки йогуртной продукции не проводилось, что и явилось целью работы.

Результаты исследований и их обсуждение. Объектом исследований явился йогуртный продукт, который вырабатывали по технологии йогурта. Сырьем для выработки йогуртного продукта служило молоко (ОБМ) и пахта, входящая в состав смеси в разных соотношениях (ОБМ/пахта), соответственно 100/0–25/75. Для сквашивания смесей использовали йогуртную закваску, включающую культуры термофильных молочнокислых стрептококков и болгарской палочки (закваска «VITA», г. Минск, Беларусь).

Исследовали физико-химические, микробиологические, реологические, синергетические и органолептические свойства продукции. О характере протекания молочнокислого процесса судили по изменению кислотности. При этом титруемую кислотность определяли по ГОСТ 3624–92 [18], активную кислотность с помощью рН-метра по ГОСТ 26781 [19].

Также были изучены реологические характеристики йогуртной продукции. Влагоудерживающую способность сгустков проверяли методом центрифугирования. Для этого в центрифужные пробирки вместимостью 10 см³ вносили такое же количество образцов йогуртного продукта, ставили их во флаконы для центрифугирования и центрифугировали в течение 15 мин. После полной остановки центрифуги из нее доставали флаконы, вынимали пробирки и отмечали уровень отделения сгустка от сыворотки (в см³) [20]. Структурно-механические свойства определяли с учетом вязкости продук-

ции, полученной на разных этапах производства. Вязкость (условную) продукции определяли по времени истечения продукта из пипетки вместимостью 100 см³ с диаметром сопла 4 мм [21]. Известно, что вязкость текучих веществ в значительной степени зависит от температуры, поэтому данный показатель измеряли при температурах, максимально приближенных к производственным условиям. Так, вязкость не разрушенных сгустков определяли при температуре, соответствующей температуре сквашивания смеси (40±1 °С), разрушенного сгустка – при температуре продукции перед розливом (20±1 °С), восстановленного – при температуре хранения (4±1 °С).

Изменение активной и титруемой кислотности образцов йогуртной продукции, выработанных из смеси с разным соотношением молока и пахты (ОБМ/пахта) в процессе хранения, представлено на рис. 1 и 2.

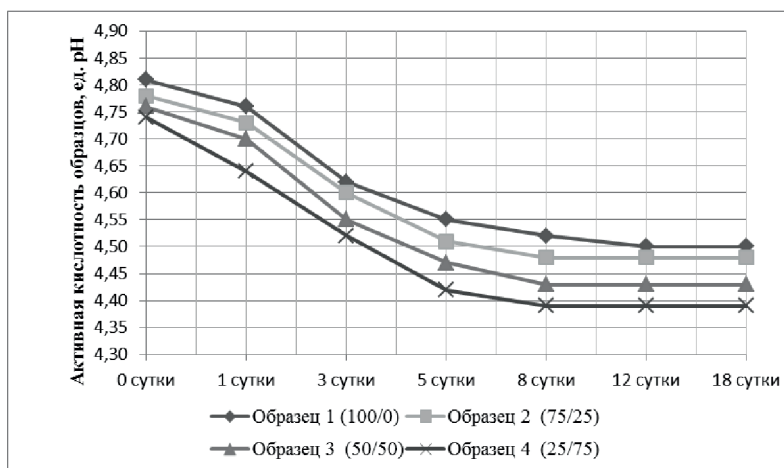


Рис. 1. Изменение активной кислотности образцов йогуртного продукта в процессе хранения с разным соотношением в смеси молока и пахты (ОБМ/пахта)

Fig. 1. Change of active acidity of samples of yogurt product in the course of storage with a different ratio in mix of milk and buttermilk (milk skim/buttermilk)

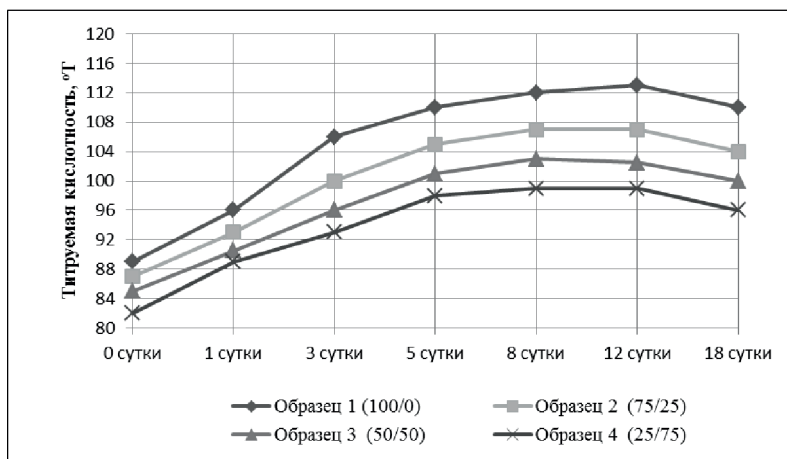


Рис. 2. Изменение титруемой кислотности образцов йогуртного продукта в процессе хранения с разным соотношением в смеси молока и пахты (ОБМ/пахта)

Fig. 2. Change of titratable acidity of samples of yogurt product in the course of storage with a different ratio in mix of milk and buttermilk (milk skim/buttermilk)

Как видно (рис. 1), интенсивное сбраживание лактозы с накоплением молочной кислоты во всех образцах проходит в первые 5 сут., а далее активная кислотность практически мало изменяется. В то же время титруемая кислотность (рис. 2) нарастает во всех образцах до 12 сут., а далее наблюдается снижение титруемой кислотности. Это, возможно, связано с накоплением в молочной среде щелочных метаболитов (гидролиз белков и т.п.). Однако различий в протекании молочнокислого процес-

са в зависимости от количественного содержания пахты в смеси, используемой для выработки йогуртной продукции, не выявлено.

Йогуртный продукт, как и другие жидкие кисломолочные продукты, относится к структурированным дисперсным системам [13, 22, 23]. Структуру йогуртного продукта можно отнести к коагуляционной, которая образуется путем сцепления дисперсных частиц через тончайшие остаточные прослойки свободной или адсорбционно связанной с ними дисперсионной среды. В процессе производства продукта происходит разрушение дисперсной системы, в результате чего его структурно-механические свойства претерпевают изменения. Для коагуляционных структур характерны тиксотропия – самовосстановление структуры после механического разрушения и синерезис (самопроизвольное уплотнение структуры и выделение сыворотки).

Известно, что вязкость – это мера сопротивления течению [24, 25]. Характерной особенностью йогуртного продукта является то, что вязкостные свойства претерпевают значительные изменения не только при изменении температуры продукта, а также при изменении градиента скорости сдвига, который имеет место при различных видах механического воздействия на продукт, например, при перемешивании продукта в ёмкости, транспортировании продукта по трубопроводу, истечении его через дозирующее устройство при фасовке и в др. Появляющиеся при этом связи менее прочные, чем исходные, за счет образования новых структурных ассоциаций, что зависит от ряда факторов, в том числе компонентного состава смеси [26, 27].

С учетом выше изложенного, далее изучали влияние пахты в составе смеси на тиксотропные и вязкостные свойства йогуртной продукции. При этом определяли показатели, характеризующие устойчивость структуры к разрушению при механическом воздействии и ее способность к тиксотропному восстановлению (табл. 1), а также влагоудерживающую способность восстановленных сгустков (рис. 3).

Т а б л и ц а 1. Показатели вязкости и тиксотропные свойства исследуемых образцов йогуртной продукции

Table 1. Indicators of viscosity and thixotropic properties of the studied samples of yogurt products

Показатель	Образцы йогуртного продукта с разным соотношением в смеси молока и пахты (ОБМ/пахта)			
	Образец 1 (контроль) 100/0	Образец 2 75/25	Образец 3 50/50	Образец 4 25/75
Вязкость (условная) неразрушенного сгустка при 40 °С, с	7,66	7,08	6,00	5,25
Вязкость (условная) разрушенного сгустка при 20 °С, с	17,03	15,7	13,2	11,5
Вязкость (условная) восстановленного сгустка при 4 °С, с	48,71	42,2	33,8	27,2
Восстановление структуры сгустка, %	636	596	563	518

Как видно (табл. 1), во всех образцах проходит структурирование – процесс появления и постепенного упрочнения пространственной сетки. Это вызвано не только тем, что в состав закваски входят термофильные молочнокислые стрептококки, которые, как известно, ведут себя как структурообразователи [28–30], но и температурным фактором. Так, вязкость разрушенных сгустков, измеряемая при температуре 20 °С, в сравнении с вязкостью сгустков при температуре 40 °С (неразрушенных), повысилась практически во всех образцах в 2,2 раза, а после восстановления сгустков вязкость при температуре 4°С увеличилась еще больше: в образце 1 (контроль) – в 6,4, образце 2 – в 6,0, образце 3 – в 5,6 и образце 4 – в 5,2 раза. Такую зависимость от температуры можно объяснить следующим образом. При более высоких температурах из-за интенсивности микроброуновского движения число и длительность существования связей между макромолекулами невелики, но чем ниже температура, тем более расширяется и сдвигается в сторону большей прочности спектр контактов между макромолекулами [25, 31].

Кроме того, с увеличением количества пахты в образцах отмечается формирование менее прочной пространственной сетки сгустков, что связано с меньшей дисперсностью молочных белков в пахте, в сравнении с молоком. Согласно полученным данным выявлена прямолинейная зависимость тиксотропных свойств (восстановление структуры) сгустков образцов продукции от количества пахты

в смеси. Так, вязкость восстановленного сгустка, в сравнении с образцом 1 (контроль), снизилась в образце 2 в 1,15 раза, образце 3 – в 1,44 и образце 4 – в 1,79 раза.

Таким образом, на тиксотропные свойства (восстановление структуры) сгустка образцов продукции существенное влияние оказывает как температурный фактор, так и количественное содержание пахты в смеси.

Определено (рис. 3), что влагоудерживающая способность, как и вязкость (условная) образцов йогуртной продукции находится в прямой зависимости от состава молочной основы и с увеличением в образцах количества пахты влагоудерживающая способность повышается. Что объясняется свойствами пахты, обладающей, в сравнении с молоком, большей влагоудерживающей способностью и меньшей дисперсностью белков.

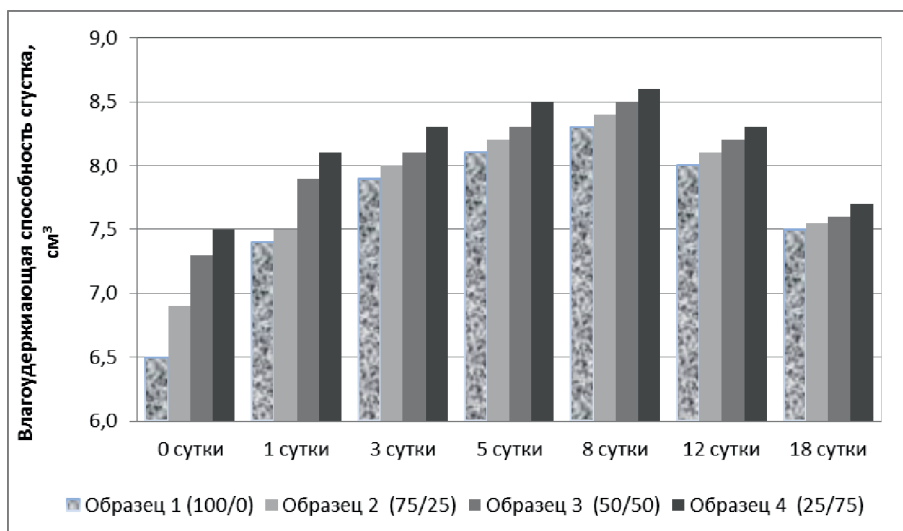


Рис. 3. Изменение влагоудерживающей способности образцов йогуртного продукта в процессе хранения с разным соотношением в смеси молока и пахты (ОБМ/пахта)

Fig. 3. Change of moisture-holding ability of samples of yogurt product in the course of storage with a different ratio in mix of milk and buttermilk (milk skim/buttermilk)

При хранении во всех образцах продукции вплоть до 8 сут. хранения отмечается повышение влагоудерживающей способности, что, возможно, связано с изменением физико-химических свойств и более широким спектром совместимых механизмов гелеобразования. На 12 и 18 сут. хранения во всех образцах влагоудерживающая способность снизилась и отмечалось большее выделение сыворотки на поверхности продукта, что можно объяснить накоплением молочной кислоты, способствующей дегидратации белков.

Таким образом, при получении йогуртного продукта увеличение количества пахты в молочной смеси способствует повышению влагоудерживающей способности сгустков, но снижает вязкость и тиксотропные свойства продукции (восстановление структуры).

Далее в работе требовалось определить потребительские предпочтения йогуртной продукции в зависимости от количественного содержания пахты в смеси с молоком, и исследовать хранимоспособность продукции.

Для определения органолептических показателей образцов йогуртной продукции в процессе хранения была проведена дегустация, в которой приняло участие 11 человек различных возрастных групп. Дегустационную оценку проводили по следующей шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», затем рассчитали процентное соотношение каждой из оценок от общего количества дегустаторов) (табл. 2).

Как видно из табл. 2, лидером, по мнению потенциальных потребителей (дегустаторов) йогуртного продукта на закваске VITA (ТСБП), является образец 3, в котором соотношение компонентов молочного сырья (ОБМ/пахта) равно 50/50. Данный образец обладал не только выраженным кисломолочным вкусом, но и сливочным привкусом, а также гомогенной в меру вязкой, эластичной консистенцией. При этом образец 2, с соотношением компонентов (ОБМ/Пахта) 75/25, и образец 4, с соотношением компонентов (ОБМ/пахта) 25/75, дегустаторы оценили одинаково. Менее всего дегустаторам понра-

вился образец 1 (контроль), при выработке которого пахту в смесь не вносили, так как у данного образца отсутствовал сливочный привкус, а консистенция была не достаточно однородная.

Т а б л и ц а 2. Результаты дегустации образцов йогуртного продукта с разным соотношением в смеси молока и пахты (ОБМ/пахта)

Table 2. Results of tasting of samples of yogurt product with a different ratio in mix of milk and buttermilk (milk skim/buttermilk)

Оценка дегустаторов	Образцы йогуртного продукта с разным соотношением в смеси молока и пахты (ОБМ/пахта)			
	Образец 1 (контроль) 100/0	Образец 2 75/25	Образец 3 50/50	Образец 4 25/75
<i>0ч8 сут.</i>				
Отлично	55*	64	55	46
Хорошо	27	27	27	27
Удовлетворительно	18	9	18	18
Неудовлетворительно	-	-	-	-
<i>12 сут.</i>				
Отлично	19	36	46	27
Хорошо	36	36	36	46
Удовлетворительно	45	28	18	27
Неудовлетворительно	-	-	-	-
<i>18 сут.</i>				
Отлично	-	-	-	-
Хорошо	27	27	45	36
Удовлетворительно	73	73	55	64
Неудовлетворительно	-	-	-	-
<i>23 сут.</i>				
Отлично	-	-	-	-
Хорошо	-	-	-	-
Удовлетворительно	-	-	-	-
Неудовлетворительно	100	100	100	100

* % от общего количества дегустаторов

Определено, что образцы продукции сохраняли свои потребительские свойства до 18 сут. хранения при температуре 4±2 °С. Далее во всех образцах наблюдалось разжижение консистенции и появление постороннего вкуса и запаха, не характерного для данного вида продукции. При этом хранимоспособность продукции не зависела от количественного содержания пахты в смеси.

По результатам органолептической оценки образцов йогуртного продукта с разным соотношением в смеси молока и пахты выявлено, что использование пахты позволяет получить качественную кисломолочную продукцию на закваске для йогурта, но более высокими потребительскими свойствами обладает образец с равным соотношением в смеси молока и пахты (50/50). При хранении заметных различий в изменении органолептических показателей в образцах продукции с разным содержанием пахты не выявлено.

Закключение. Введение в молочную основу пахты в исследуемом количественном диапазоне позволяет получить качественную кисломолочную продукцию на закваске для йогурта. Присутствие пахты в смеси не вносит заметных изменений в протекание молочнокислого процесса и не ускоряет порчу продукции при хранении. Добавление к обезжиренному молоку пахты повышает влагоудерживающую способность сгустка, но при этом тиксотропные свойства сгустка снижаются и находятся в прямой зависимости от количественного содержания пахты в смеси. Органолептическая оценка показала, что при содержании в смеси пахты и ОБМ в равных соотношениях полученный йогуртный продукт имеет не только хорошо выраженный кисломолочный вкус, но и приятный сливочный привкус, а также нежную гомогенную консистенцию, что предпочитает больший круг потенциальных потребителей.

Список использованных источников

1. Остроумов, Л.А. Пахта — продукт высокой биологической активности / Л.А. Остроумов, И.А. Мазеева // Молочная промышленность. — 2009. — № 7. — С. 52–53.
2. Вышемирский, А.Ф. Пахта как «обезжиренные сливки» / Ф.А. Вышемирский // Молочная промышленность. — 2011. — № 1. — С. 49.
3. Тихомирова, Н.А. Технология и организация производства молока и молочных продуктов / Н.А. Тихомирова // М. : ДеЛи принт, 2007. — 560 с.
4. Вышемирский, А.Ф. Пахта: минимум калорий — максимум биологической ценности / Ф. А. Вышемирский, Н. Н. Ожгихина // Молочная промышленность. — 2011. — № 8. — С. 43–45.
5. Туганова, Б.С. Использование биообъектов нового поколения при производстве пастообразных молочных продуктов / Б.С. Туганова, З.Т. Смагулова, Б.Б. Исакова // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья: сб. научн. трудов, 2011 / Национальная академия наук Беларуси, Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию, РУП «Институт мясо-молочной промышленности». — Минск, 2012. — Вып. № 6. — С. 37–43.
6. Арсеньева, Т.П. Безотходные технологии отрасли: учеб.-метод. пособие // Т.П. Арсеньева. — СПб.: Университет ИТМО, 2016. — 55 с.
7. Ефимова, Е.В. Разработка новых видов мягких сыров / Е.В. Ефимова, К.В. Обьедков // Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XIII междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 2010: в 2 т. / Гродненский гос. аграрн. ун-т. — Гродно, 2010. — Т. 2. — С. 281–282.
8. Ефимова, Е.В. Производство национальных кисломолочных продуктов из вторичного сырья / А. А. Ефимова [и др.] // Достижения науки и техники АПК: Теор. и науч.-практич. журнал. — 2013. — № 3. — С. 76–77.
9. Рогов, И.А. Перспективные направления переработки вторичных молочных ресурсов / И.А. Рогов, Е.И. Титов, Н.А. Тихомирова // Переработка молока. — 2010. — № 2. — С. 16–17.
10. Фомкина, И.Н. Современные способы промышленной переработки пахты / И.Н. Фомкина, А.Ю. Абрамович // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сб. научн. статей по материалам XVII междунар. науч.-практ. конф. — Гродно, 2014. — [Вып.]: Технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. Гродно. — 2014. — С. 163–165.
11. ГОСТ 34354-2017. Пахта и напитки на ее основе. Технические условия / Москва: Стандартинформ, 2018. — 19 с.
12. ГОСТ 31981-2013. Йогурты. Общие технические условия / Москва: Стандартинформ, 2014. — 20 с.
13. Тамим, А.Й. Йогурт и другие кисломолочные продукты. Научные основы технологии. / А.Й. Тамим, Р.К. Робинсон. — СПб. : Профессия, 2003. — 664 с.
14. Бронникова, В.В. Особенности производства и формирования ассортимента йогурта на современном этапе / В.В. Бронникова // Товароведение продовольственных товаров. — 2015. — № 3. — С. 28–33.
15. Зобкова, З.С. Особенности технологии йогурта питьевого типа / З.С. Зобкова, Т.П. Фурсова // Молочная промышленность. — 2005. — № 11. — С. 32–34.
16. Пономарев, А.А. Оценка и контроль консистенции питьевых йогуртов / А.Н. Пономарев, А.А. Мерзликина, А.А. Смирных, К.К. Полянский // Молочная промышленность. — 2006. — № 2. — С. 73–74.
17. Горбатова, К.К. Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов / К.К. Горбатова. — СПб. : ГИОРД, 2004. — 352 с.
18. ГОСТ 3624-92. Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности. Межгосударственный стандарт / Москва: Стандартинформ, 2009. — 14 с.
19. ГОСТ 26781-85. Молоко. Метод измерения pH. Межгосударственный стандарт / Москва: Стандартинформ, 2009. — 9 с.
20. Инихов, Г.С. Методы анализа молока и молочных продуктов / Г.С. Инихов, Н.П. Брио. — М. : Пищепромиздат, 1971. — 281. — с.12.

21. Крусъ, Г.Н. Методы исследования молока и молочных продуктов / Г.Н. Крусъ, А.Н. Шалыгина, З.В. Волокитина. – М.: Колос, 2000. – 367 с.
22. Косой, В.Д. Инженерная реология биотехнологических сред. / В.Д. Косой, Я.И. Виноградов, А.Д. Малышев. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 648 с.
23. Шуляк, Т.Л. Изучение реологических свойств кисломолочных напитков из вторичного молочного сырья / Т.Л. Шуляк, Т.И. Шингарева, А.А. Калинова // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья: сб. науч. тр., 2012 / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по продовольствию, РУП «Институт мясо-молочной промышленности». – Минск, 2013. – Вып. № 7. – С. 70–81.
24. Арет, В.А. Реология и физико-механические свойства пищевых продуктов: Учеб. пособие. / В.А. Арет, С.Д. Руднев. – СПб.: ИЦ Интермедия, 2014. – 246 с.
25. Забодалова, Л.А. Инженерная реология: Учеб.-метод. пособие. / Л.А. Забодалова, М.С. Белозерова. – СПб.: Университет ИТМО, 2016. – 41 с.
26. Грунская, В.А. Влияние технологических факторов на структуру и механические свойства пастообразных кисломолочных продуктов / В.А. Грунская, Н.М. Парменова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2005. – № 1 – С.26–27.
27. Маслов, А.М. Структурно-механические свойства молочных продуктов / А.М. Маслов, В.А. Березко. – Л.: ЛТИ им. Ленсовета, 1979. – 328 с.
28. Королева, Н.С. Влияние формы и размеров молочнокислых бактерий на консистенцию кисломолочных продуктов / Н.С. Королева, В.Т. Лозовецкая // Молочная промышленность. – 1983. – № 10. – С. 16–19.
29. Королева, Н.С. Зависимость реологических и других свойств кисломолочных густоквот от условий культивирования бактерий / Н.С. Королева, И.Н. Лятницина, В.Т. Лозовецкая // Молочная промышленность. – 1984. – № 3. – С. 21–29.
30. Банникова, Л.А. Микробиология молока и молочных продуктов / Л.А. Банникова, Н.С. Королева, В.Ф. Семенихина // Справочник – М.: Агропромиздат, 1987. – 400 с.
31. Зобкова, З.С. Особенности технологии йогурта питьевого типа / З.С. Зобкова, Т.П. Фурсова // Молочная промышленность. – 2005. – № 11. – С.32–34.

References

1. Ostroumov L.A., Mazeeva I.A. Buttermilk – a product of high biological activity. *Molochnaya promyshlennost'*. [Dairy industry], 2009. No. 7. pp. 52-53. (in Russian).
2. Vyshemirsky A.F. Buttermilk as «fat-free cream». *Molochnaya promyshlennost'*. [Dairy industry], 2011. No. 1. pp. 49. (in Russian).
3. Tikhomirova N.A. Technology and organization of production of milk and dairy products / N.A. Tikhomirova // М.: Put a print, 2007. 560 p. (in Russian).
4. Vyshemirsky A.F., Ozhgikhina N.N. Buttermilk: a minimum of calories – a maximum of biological value. *Molochnaya promyshlennost'*. [Dairy industry], 2011. No. 8. pp. 43–45. (in Russian).
5. Tuganova B.S., Smagulova Z.T., Iskakova B.B. Use of bioobjects of new generation by production of pastelike dairy products. *Aktual'nyye voprosy pererabotki myasnogo i molochnogo syr'ya: sbornik nauchnykh trudov, 2011 / Natsional'naya akademiya nauk Belarusi, Nauchno-prakticheskiy tsentr NAN Belarusi po prodovol'stviyu, RUP "Institut myaso-molochnoy promyshlennosti"*. [Topical issues of processing of meat and dairy raw materials: collection of scientific works, 2011. National Academy of Sciences of Belarus, NAN Scientific and practical center of Belarus for food, RUP «Institute of the Meat-and-milk Industry»]. Minsk, 2012. – Release No. 6. pp. 37–43. (in Russian).
6. Arsenyev T.P. Waste-free technologies of the industry: Studies. – a method. grant. SPb.: ITMO university, 2016. 55 p. (in Russian).
7. Yefimova E.V., Objedkov K.V. Development of new types of soft cheeses. *Materiali konferentsii=Sovremennie tehnologii cel'skohoziyai'stvennogo proizvodstva: XIII Meghdynarodnaia naychoprakticheskaiia konferentsia: v dvykh tomah. Grodnenskiy gosydarstvenniy agrarniy Univeritet. Grodno, 2010. T. 2: Zootehnia. Veterinaria. Tehnologiya hranenia i perepabotki. Obschestvenniye nauki*. [Materials of the «Modern Technologies of

- Agricultural Production» conference: The XIII International scientific and practical conference: in two volumes / the Grodno state agricultural university. Grodno, 2010. – T. 2: Zootechnics. Veterinary science. Technology of storage and processing. Social sciences]. Grodno, 2010. pp. 281–282. (in Russian).
8. Yefimova E.V. Production of national fermented milk products from secondary raw materials. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK: Teor. i nauch.-praktich. zhurnal*. [Achievements of science and technology of agrarian and industrial complex: Teor. and nauch.-praktich. magazine]. 2013. No. 3. pp. 76–77. (in Russian).
 9. Rogov I.A., Titov E.I., Tikhomirova N.A. Perspective directions of processing of secondary dairy resources. *Pererabotka moloka*. [Processing of milk]. 2010. No 2. pp. 16–17. (in Russian).
 10. Fomkina I.N., Abramovich A.Yu. Modern ways of industrial processing of buttermilk. *Sovremennyye tekhnologii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva: sbornik nauchnykh statey po materialam XVII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Grodno, 16 maya 2014 goda). Uchrezhdeniye obrazovaniya "Grodnskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet". – Grodno, 2014. – [Vyp.]: Tekhnologiya khraneniya i pererabotki sel'skokhozyaystvennoy produktsii*. [Modern technologies of agricultural production: the collection of scientific articles on materials XVII of the International scientific and practical conference (Grodno, on May 16, 2014). Establishment of education «Grodno state agricultural university». – Grodno, 2014. – [Issue]: Technology of storage and processing of agricultural products]. Grodno, 2014. pp. 163–165. (in Russian).
 11. GOST 34354-2017. Buttermilk and drinks on its basis. Specifications / Moscow. Standartinform, 2018. – 19 p. (in Russian).
 12. GOST 31981 – 2013. Yogurts. General specifications / Moscow. Standartinform, 2014. – 20 p. (in Russian).
 13. Tamim A.Y. Yogurt and other fermented milk products. Scientific fundamentals of technology. / A.Y. Tamim, R.K. Robinson. – SPb. : Profession, 2003. 664 p. (in Russian).
 14. Bronnikova, V.V. Features of production and formation of the range of yogurt at the present. *Tovarovedeniye prodovol'stvennykh tovarov*. [Merchandizing of food products]. 2015. No. 3. pp. 28–33. (in Russian).
 15. Zobkova, Z.S., Fursova T.P. Features of technology of yogurt of drinking type. *Molochnaya promyshlennost'*. [Dairy industry]. 2005. No. 11. pp. 32–34. (in Russian).
 16. Ponomarev A.A., Merzlikina A.A., Smirnykh A.A., Polyansky K.K. Assessment and control of consistence of drinking yogurts. *Molochnaya promyshlennost'*. [Dairy industry]. 2006. No. 2. pp.73–74. (in Russian).
 17. Gorbatova, K.K. Physical and chemical and biochemical bases of production of dairy products. SPb. : GIOR, 2004. 352 p. (in Russian).
 18. GOST 3624-92. Milk and dairy products. Titrimetrichesky methods of determination of acidity. Interstate standard. Moscow: Standartinform, 2009. 14 p. (in Russian).
 19. GOST 26781-85. Milk. Measurement method pH. Interstate standard. Moscow: Standartinform, 2009. 9 p. (in Russian).
 20. Inikhov G.S. Methods of the analysis of milk and dairy products. M.: Pishchepromizdat, 1971. 281 p. (in Russian).
 21. Крусъ G.N., Shalygina A.N., Volokitina Z.V. Methods of a research of milk and dairy products. M.: Ear, 2000. 367 p. (in Russian).
 22. Slanting V.D., Vinogradoav Ya.I., Malyshev A.D. Engineering rheology of biotechnological environments. SPb.: GIOR, 2005. 648 p. (in Russian).
 23. Shulyak T.L., Shingareva T.I., Kalinova A.A. Studying of rheological properties of dairy drinks from secondary dairy raw materials. *Aktual'nyye voprosy pererabotki myasnogo i molochnogo syr'ya : sbornik nauchnykh trudov, 2012. Nauchno-prakticheskiy tsentr NAN Belarusi po prodovol'stviyu, RUP "Institut myaso-molochnoy promyshlennosti"*. [Topical issues of processing of meat and dairy raw materials: collection of scientific works, 2012. NAN Scientific and practical center of Belarus for food, RUP «Institute of the Meat-and-milk Industry»]. Minsk, 2013. Release No. 7, pp. 70–81. (in Russian).
 24. Aret V.A., Rudnev S.D. Reologiya and physicomechanical properties of foodstuff: Studies. grant. SPb. : ITs Interlude, 2014. 246 p. (in Russian).
 25. Zabolalova L.A., Belozerova M.S. Engineering rheology: Studies. uchebnometodich. edition. SPb.: ITMO university, 2016. 41 p. (in Russian).

26. Grunskaya V.A., Parmenova N.M. Influence of technology factors on structure and mechanical properties of pastelike fermented milk products. *Khraneniye i pererabotka sel'khozsyrya*. [Storage and processing of agricultural raw materials], 2005. No.1, pp. 26–27. (in Russian).
27. Maslov A.M., Berezko V.A. Structural and mechanical properties of dairy products. L.: LTI of Leningrad Soviet, 1979. 328 p. (in Russian).
28. Koroleva N.S., Lozovetskaya V.T. Influence of a form and sizes of lactic bacteria on consistence of fermented milk products. *Molochnaya promyshlennost'*. [Dairy industry]. 1983. No. 10. pp. 16–19.
29. Koroleva N.S., Lyatnitsina I.N., Lozovetskaya V.T. Zavisimost of rheological and other properties of sour-milk clots from conditions cultivation of bacteria. *Molochnaya promyshlennost'*. [Dairy industry]. 1984. No. 3. pp. 21–29. (in Russian).
30. Bannikova L.A., Semenikhina V.F. Microbiology of milk and dairy products. The Reference book. M. : Agropromizdat, 1987. 400 p. (in Russian).
31. Zobkova Z.S., Fursova T.P. Features of technology of yogurt of drinking type. *Molochnaya promyshlennost'*. [Dairy industry]. 2005. No. 11, pp. 32–34. (in Russian).

Информация об авторах

Шингарева Татьяна Ивановна – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии молока и молочных продуктов учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия» (пр. Шмидта, 3, 212027, г. Могилев, Республика Беларусь). E-mail: t-shingareva@mail.ru

Information about authors

Shingareva Tatyana I. – Candidate of Technical Sciences, Professor. Chief of the department of technology of milk and dairy products educational institution «Mogilev state University of food» (3, Schmidt Ave, Mogilev 212027, Republic of Belarus.). E-mail: t-shingareva@mail.ru

О.М. Третьякова¹, А.А. Глазев¹, О.В. Павлова¹, В.А. Рылко²

¹*Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Я.Купалы», г. Гродно, Республика Беларусь*

²*Учреждение образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь*

МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ТКАНЯХ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ УСТОЙЧИВОСТИ К БАКТЕРИОЗУ

Аннотация: Изучено 17 сортов картофеля, районированного в Республике Беларусь, установлено, что чувствительными к мокрым гнилям являются клубни сортов Веснянка и Здабытак, среднеустойчивыми – Скарб, Крыница, Лазурит, Лилея, Орбита, самыми устойчивыми сортами – Молли и Дельфин. Среди полученных изменений в содержании свободных аминокислот и их производных наиболее информативными метаболическими изменениями в клетках тканей картофеля с различной степенью устойчивости к бактериозам являются изменения, касающиеся дисбаланса в содержании аспарагиновой кислоты, глутамина, глицина, аргинина, валина, метионина и фенилаланина, установленные между сортами картофеля, характеризующимися наиболее высокой устойчивостью и наиболее высокой чувствительностью к бактериальной мокрой гнили. Выделены 2 основные категории показателей: ведущие (пониженная концентрация аргинина и метионина, повышенное содержание аспарагиновой кислоты у более чувствительных к бактериозам сортам картофеля); и дополнительные (пониженные концентрации глутамина, глицина, валина и фенилаланина) у более чувствительных к бактериозам сортам картофеля, которые могут быть учтены только в комплексе с ведущими показателями и носят второстепенный диагностический характер.

Ключевые слова: бактериоз, картофель, PR-гены, пектолитические бактерии, метаболомика

О.М. Tratsiakova¹, A.A. Glazev¹, O.V. Pavlova¹, V.A. Rylko²

¹*Educational institution «Grodno State University named after Y. Kupala», Grodno, Republic of Belarus*

²*Educational institution «Belarusian State Orders of the October Revolution and the Red Banner of Labor Agricultural Academy», Gorki, Republic of Belarus*

METABOLIC CHANGES IN TISSUES OF CLUB POTATOES WITH DIFFERENT DEGREE OF RESISTANCE TO BACTERIOSIS

Abstract: Of the 17 varieties studied, it was found that the tubers of the varieties Vesnyanka and Zdabytak were sensitive to wet rot, Skarb, Krynitsa Lazurit, Lileya, Orbita were moderately resistant, and Molly and Dolphin were the most resistant varieties. Among the resulting changes in the content of free amino acids and their derivatives, the most informative metabolic changes in potato tissue cells with varying degrees of resistance to bacteriosis are changes regarding the imbalance in the content of aspartic acid, glutamine, glycine, arginine, valine, methionine and phenylalanine, established between potato varieties, characterized by the highest resistance and the highest sensitivity to bacterial wet rot. There are 2 main categories of indicators: – leading – low concentration of arginine and methionine, high content of aspartic acid in potato varieties more sensitive to bacteriosis; – additional – lower concentrations of glutamine, glycine, valine and phenylalanine in potato varieties that are more sensitive to bacteriosis, which can be taken into account only in combination with the leading indicators and are of secondary diagnostic nature.

Keywords: bacteriosis, potato, PR-genes, pectolytic bacteria, metabolomics

Введение. Сорты картофеля различаются по своей устойчивости к бактериальным инфекциям (мокрой гнили), которая может быть тесно связана с уровнем экспрессии определенных PR-генов, вызывающих одновременно каскад метаболических изменений в растительной клетке. Выявление таких PR-генов и определение характера развития индуцированного дисбаланса низкомолекулярных эндогенных метаболитов – свободных аминокислот и их производных, в растительной клетке в ответ на заражение пектолитическими бактериями позволит вести направленную селекцию различных сортов картофеля с целью повышения степени их резистентности к бактериальной мокрой гнили.

Увеличению потерь картофеля от бактериальных заболеваний способствует также широкое внедрение механизации производственных процессов, при которой возрастают механические повреждения клубней и, следовательно, поражение их бактериозами. Болезни картофеля могут быть вызваны фитопатогенными бактериями, относящимися к родам *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Corynebacterium*, *Pectobacterium*. Бактерии *Pectobacterium carotovorum*, *Pectobacterium atrosepticum*, *Dickeya dadantii* характеризуются пектолитической активностью и способностью вызывать мацерацию тканей и некроз у различных видов растений. Бактерии повсеместно распространены, вызывают ряд заболеваний высших растений, нанося значительный ущерб сельскому хозяйству. Вредоносность данных бактерий связана с высокой инфекционной способностью возбудителей, несовершенством условий и технологий хранения картофеля, при которых создаются оптимальные условия для интенсивного роста бактерий, в результате чего происходят большие потери картофеля.

Таким образом, существенное влияние бактериальных заболеваний на потери картофеля в процессе его хранения вызывает необходимость целенаправленного решения данной проблемой.

Одной из актуальных проблем современной молекулярной генетики является изучение механизмов регуляции активности генов, и в частности, генов защитного ответа растений. Как известно, при взаимодействии растения с патогеном происходит активация сложной системы защитного ответа растений. При этом в клетках начинается репрограммирование экспрессии различных генов, которая приводит к включению каскадной экспрессии генов защитного ответа и выключению других генов, не участвующих в этом ответе. Изучение особенностей функционирования этих генов показало, что среди множества белков, принимающих участие в развитии ответных реакций организма, немаловажную роль играют белки, связанные с развитием патогенеза (pathogenesis-related protein, PR-белки) [1].

Изучение основных механизмов функционирования генов защитного ответа на основе исследований экспрессии разных генов приведет к более глубокому пониманию процессов, происходящих в растениях во время патогенеза на уровне клеток, а в конечном итоге и всего организма. Новые полученные данные послужат основой для разработки новых способов регуляции активности генов, и могут быть в дальнейшем использованы для создания новых сортов картофеля с улучшенными характеристиками.

К настоящему времени выявлено значительное количество PR-генов и белков разных видов растений, для многих из которых изучены особенности структуры и функций, условия активации экспрессии и механизмы их взаимодействия с патогеном. Уже известно 17 классов PR-белков, классифицированных по сходству их аминокислотных последовательностей и имеющих широкий спектр выполняемых функций в клетке [1]. Наряду с опосредованным участием многих PR-белков в защитном ответе, было установлено, что некоторые из них могут быть активированы в результате микробной инфекции, в том числе белок PR-5 [2].

Однако на данный момент применение только генетических методов не позволяет в полной мере выявить и оценить степень устойчивости растений к различным инфекциям.

Проблема может быть решена при совместном использовании молекулярно-генетических и биохимических скрининг-тестов, позволяющих комплексно оценить наличие характерных генетических и метаболических изменений в растительных клетках при различной степени устойчивости к бактериальной патологии.

В метаболоме, как наиболее приближенному к фенотипу, наиболее быстро и выражено отображаются все изменения, происходящие в организме, инициируемые как внутренними, так и внешними факторами. Данное обстоятельство делает метаболомику высокоэффективным средством диагностики различных состояний биологических систем.

Характер формирования фонда низкомолекулярных эндогенных соединений — свободных аминокислот и их метаболитов — в биологических тканях растений является одним из интегральных показателей метаболического баланса и отражает состояние основных обменных процессов при определенном физиологическом состоянии растительных клеток, что предполагает возможность целенаправленного использования характера метаболических изменений в диагностике и оценке степени развития различных функциональных состояний в растительной клетке.

В связи с этим, комплексное применение современных методов определения устойчивости сельскохозяйственных растений к различным бактериозам, включающее использование методов генотипирования и метаболического профилирования, позволит более детально исследовать и понять механизмы формирования резистентности растительных клеток к бактериальным инфекциям, без привлечения и разработки новых дорогостоящих методов генетического скрининга.

Таким образом, целью представленной работы является определение эндогенных концентраций низкомолекулярных биорегуляторов и их метаболитов в клетках тканей сортов картофеля с различной степенью устойчивости к бактериальной мокрой гнили.

Объекты и методы исследований. *Pectobacterium carotovorum* (Pc), *Pectobacterium atrosepticum* (Pa) и *Dickeya dadantii* (Dd) (*Erwinia chrysanthemi*) обладают способностью вызывать мацерацию тканей у различных видов растений во время вегетационного периода и при хранении урожая.

Основным свойством упомянутых выше бактерий является способность секретировать ряд внеклеточных деполимеризующих ферментов (пектолитических, целлюлолитических, протеолитических), служащих факторами вирулентности данных бактерий [3].

Pectobacterium carotovorum 2A, *Pectobacterium atrosepticum* 36A и *Dickeya dadantii* ENA49 (коллекция штаммов бактерий кафедры молекулярной биологии, БГУ) выращивали при 28 °С на среде LB в течение 20 ч на термостатируемом орбитальном шейкере (180 об/мин). Для заражения культуры бактерий осаждали путем центрифугирования, клетки разводили в 10 раз физиологическим раствором и доводили до одинаковой оптической плотности (0,2) при 600 нм на спектрофотометре фирмы SOLAR PB 2201.

При определении количества мацерированной ткани картофеля из клубней, простерилизованных посредством обработки спиртом и прожигания, с помощью стерильного скальпеля и пробочного сверла нарезали диски толщиной 1 см и диаметром 18 мм (средний вес диска 2600 мг). Картофельные диски раскладывали по 10 штук на увлажненные фильтры в чашки Петри. На срезы наносили 10 мкл культуры, и диски инкубировали в чашках Петри при определенных температурах в течение 24 ч, после чего взвешивали массу мацерированной ткани. Каждый эксперимент ставили в трехкратной повторности, полученные данные обрабатывали статистически.

В работе были исследованы 17 сортов картофеля, культивируемые в Республике Беларусь: Универсал, Уладар, Дельфин, Молли, Здабытак, Дина, Акцент, Луговской, Явар, Живица, Веснянка, Лилея, Лазурит, Скарб, Рагнеда, Крыница, Орбита.

Для качественного и количественного анализа низкомолекулярных эндогенных соединений (свободных аминокислот и их метаболитов) брали пробы в виде первичного биологического материала (клубни картофеля различных сортов, возделываемых на территории Республики Беларусь), готовили хлорнокислые экстракты образцов.

Отбор проб должен обеспечивать однородность и репрезентативность представленной пробы. Для повышения репрезентативности, уменьшения влияния микрогетерогенности проб и погрешности определения спектра свободных аминокислот и их метаболитов методом жидкостной хроматографии, было приготовлено по пять опытных образцов биологического материала, из каждого образца для анализа были взяты три параллельных пробы.

Для подготовки образцов биологического материала (паренхимы клубней картофеля) для аминокислотного анализа пробы депротеинизировали в специальной среде, содержащей хлорную кислоту, для чего навеску паренхимы картофеля массой 50–100 мг механически гомогенизировали в десятикратном объеме раствора хлорной кислоты в молярной концентрации 0,2 моль/дм³ в течение двух минут, не достигая нагрева среды выше температуры 10 °С, после чего центрифугировали полученный гомогенат в течение 20 мин при скорости вращения ротора 12000 г и температуре 4 °С.

Полученные супернатанты немедленно отделяли от осадка и фильтровали через мембранные фильтры Millex (Millipore, США) с размером пор 0,45 мкм.

В качестве дериватизирующего реагента для получения флуоресцирующих производных аминокислот, относящихся к первичным аминам, использовали ортофталевый альдегид (Sigma, США) совместно с нуклеофильным модификатором – 3-меркаптопропионовой кислотой (Alfa Aesar, США), а для получения производных аминокислот, относящихся к вторичным аминам, использовали 9-флуоренилметилхлорформиат (Alfa Aesar, США).

До анализа все образцы биологического материала, растворы стандартов свободных аминокислот и их метаболитов хранились при температуре минус 70 °С. После размораживания все пробы повторно центрифугировали при аналогичных условиях и анализировали.

Количественная и качественная идентификация низкомолекулярных метаболитов – свободных аминокислот и их производных – проводилась методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в безбелковых хлорнокислых экстрактах образцов биологического материала на аналитической колонке, заполненной обращенно-фазовым сорбентом Zorbax Eclipse XDB-C8 (с размером частиц – 3,5 мкм), в режиме градиентного элюирования подвижной фазой на основе натрий-ацетатного буфера (с молярной концентрацией 0,1 моль/дм³) и органического модификатора ацетонитрила в объемной доле – 70 %, при скорости потока элюента – 0,2 см³/мин, температуре анализа 38 °С и детектирования ортофталевых и флуоренилметилхлороформиатных производных аминокислот по флуоресценции, при длине волны возбуждения – 231 нм и длине волны эмиссии – 445 нм [4].

В расчетах использовался метод анализа данных по внутреннему стандарту.

В качестве внутреннего стандарта использовали δ-аминовалериановую кислоту.

Для качественной идентификации пиков соединений использовали, кроме критерия совпадения времен удерживания со стандартными, анализ их спектров поглощения.

Количественная оценка полученных значений производилась путем сравнения результатов анализа исследуемого образца со стандартной калибровочной кривой искусственной смеси стандартов определяемых соединений, содержащих их равные количества.

Результаты исследований и их обсуждение. Для установления устойчивости к поражению бактериальными мокрыми гнилями наиболее распространенных сортов картофеля, выращиваемого в Республике Беларусь, проведена серия экспериментов с использованием штаммов бактерий *Pectobacterium carotovorum*, *Pectobacterium atrosepticum*, *Dickeya dadantii*. Изученные штаммы бактерий различались по вирулентности. Как показали результаты дисперсионного трехфакторного анализа критерия Ньюмена-Кеулса, штаммы *Pectobacterium* различались по вирулентности (степени мацерации тканей клубней картофеля). Наибольшей вирулентностью характеризовались бактерии *Pectobacterium carotovorum* и наименьшей – *Pectobacterium atrosepticum* ($p < 0,05$) [5]. В результате проведенных экспериментов установлено, что изученные сорта картофеля в разной степени устойчивы к бактериальным мокрым гнилям, выявлены устойчивые, среднеустойчивые и чувствительные сорта картофеля к заражению штаммами *Pectobacterium carotovorum*, *Pectobacterium atrosepticum*, *Dickeya dadantii*. Было установлено, что чувствительными к мокрым гнилям оказались клубни сортов Веснянка и Здабытак, среднеустойчивыми – Скарб, Крыница Лазурит, Лилея, Орбита, а самыми устойчивыми сортами – Молли и Дельфин, что позволяет рекомендовать их для выращивания на территории Республики Беларусь.

Далее была изучена экспрессия генов *PR-3*, *PR-5t* и *PR-10* при заражении сортов картофеля Веснянка и Скарб штаммами *Pectobacterium carotovorum* 2А, *Pectobacterium atrosepticum* 36А и *Dickeya dadantii* ENA49 и инкубации при 18 °С, 28 °С и 33 °С. В зараженной ткани клубней картофеля наблюдалась индукция практически всех генов, причем степень индукции зависела от температуры, сорта картофеля и штамма бактерий.

Высокая индукция генов *PR-3* и *PR-10* наблюдалась в тканях клубней сорта Веснянка при заражении бактериями *Pc*, *Pa*, *Dd* и инкубации при 18 °С. При более высоких температурах инкубации, уровень экспрессии этих генов резко снижался. Экспрессия гена *PR-5t* напротив стимулировалась при 33 °С и резко снижалась при более низких температурах.

Высокая степень индукции гена *PR-3* и *PR-10* при заражении бактериями *Pc* и *Pa* и инкубации при 18 °С по сравнению с 33 °С была отмечена в тканях клубней сорта Скарб. При заражении бактериями *P.carotovorum*, *P.atrosepticum*, *Dickeya dadantii* уровень экспрессии гена *PR-5t* был значительно выше при инкубации при 33 °С по сравнению с 18 °С и 28 °С.

У сорта Скарб уровень индукции *PR-5t* оказался несколько более высоким при заражении штаммами *Pa*, *Pc* и *Dd* по сравнению с картофелем сорта Веснянка. Причем уровень экспрессии данного

гена в тканях клубней картофеля сорта Скарб будет значительно более высоким в сравнении с сортом Веснянка, если учесть, что уровень индукции рассчитывался по отношению к экспрессии в незараженном картофеле, которая была выше у сорта Скарб [6].

Характер формирования фонда низкомолекулярных эндогенных соединений — свободных аминокислот и их метаболитов — в биологических тканях растений является одним из интегральных показателей метаболического баланса и отражает состояние основных обменных процессов при определенном физиологическом состоянии растительных клеток, что предполагает возможность целенаправленного использования характера метаболических изменений в диагностике и оценке степени развития различных функциональных состояний в растительной клетке.

Для изучения особенностей протекания метаболических процессов в клетках паренхимы клубней 17 сортов картофеля с различной степенью устойчивости к бактериальной мокрой гнили были проведены аналитические исследования содержания широкого спектра низкомолекулярных эндогенных биорегуляторов — свободных аминокислот и их метаболитов как интегральных показателей метаболического гомеостаза растительной клетки.

Сравнительный анализ содержания свободных аминокислот и их метаболитов в паренхиме клубней 17 различных сортов картофеля, возделываемого на территории Республики Беларусь, показал значимые изменения соотношений и концентраций исследуемых групп биологически активных соединений у различных сортов картофеля.

Была выявлена корреляция между степенью устойчивости к бактериальной мокрой гнили и содержанием некоторых аминокислот в клубнях картофеля. Так, например, высокое содержание цистеиновой кислоты, таурина, β -аминомасляной кислоты, коррелирует с высокой чувствительностью сорта Веснянка к заражению фитопатогенами и низкое содержание таких аминокислот как гистидин, глицин, аргинин, тирозин, α -аминомасляная кислота, валин, метионин, триптофан, изолейцин, фенилаланин, лейцин, гидроксипролин по сравнению с другими сортами. Малое количество многих незаменимых аминокислот в подверженном заражению фитопатогенами картофеле, ставит вопрос о целесообразности применения для культивирования данного сорта.

При изучении концентрации свободных α -аминокислот и их основных метаболитов в паренхиме клубней устойчивого к поражению бактериальными гнилями сорта Дельфин было выявлено высокое содержание аспарагиновой кислоты ($450,94 \pm 6,71$ мг/100 г), глутаминовой кислоты ($921,87 \pm 11,61$ мг/100 г), глутамин ($695,40 \pm 102,53$ мг/100 г) и низкое — цистеиновой кислоты ($1,09 \pm 0,01$ мг/100 г).

Было установлено развитие дисбаланса в количественном содержании свободных аминокислот и их метаболитов в растительных тканях различных сортов картофеля с разной степенью устойчивости к бактериальной инфекции.

Различия в аминокислотных спектрах тканей паренхимы клубней сортов картофеля с различной степенью устойчивости к бактериозам представлены на рис. 1, 2.

Среди полученных данных о содержании свободных аминокислот и их производных наиболее информативными, свидетельствующими о метаболических изменениях в клетках тканей картофеля с различной степенью устойчивости к бактериозам являются данные о содержании аспарагиновой кислоты, глутамин, глицин, аргинин, валин, метионин и фенилаланин, установленные у сортов картофеля с разной устойчивостью к исследуемому типу бактериальной инфекции.

Среди исследуемых метаболических параметров по информативности можно выделить 2 основные категории показателей:

- ♦ ведущие — пониженная концентрация аргинина и метионина, повышенное содержание аспарагиновой кислоты у более чувствительных к бактериозам сортам картофеля;
- ♦ дополнительные — пониженные концентрации глутамин, глицин, валин и фенилаланин у более чувствительных к бактериозам сортам картофеля, которые могут быть учтены только в комплексе с ведущими показателями и носят второстепенный диагностический характер.

Таким образом, комплексное применение современных методов определения устойчивости сельскохозяйственных растений к различным бактериозам, включающее тандемное применение методов генотипирования и метаболического профилирования, позволяет более детально исследовать механизмы формирования резистентности растительных клеток к бактериальным инфекциям, без привлечения и разработки новых дорогостоящих методов генетического скрининга.

Выводы. В результате проведенных экспериментов были определены устойчивые, среднеустойчивые и чувствительные сорта картофеля к заражению штаммами *Pectobacterium carotovorum*, *Pectobacterium atrosepticum*, *Dickeya dadantii*. В дальнейшем, возможно, использовать сорта картофеля, которые устойчивы к бактериальным мокрым гнилям для выращивания на территории Республики Беларусь.

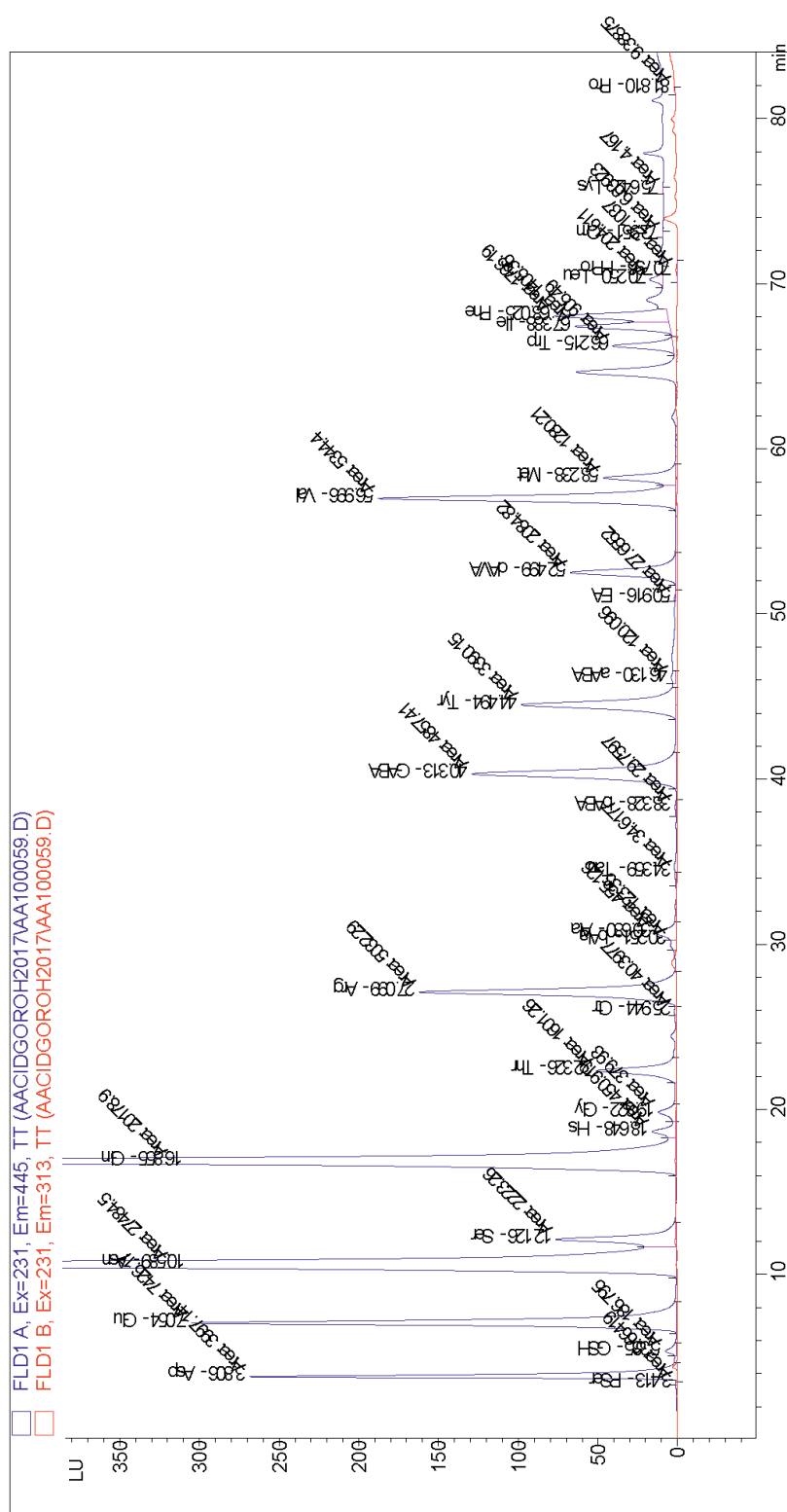


Рис. 1. Хроматограмма аминокислотного профиля клеточ паренхимы клубней картофеля с высокой степенью устойчивости к бактериальной мокрой гнили
 Fig. 1. Chromatogram of the amino acid profile of the parenchyma of tubers of potato varieties with a high degree of resistance to bacterial wet rot

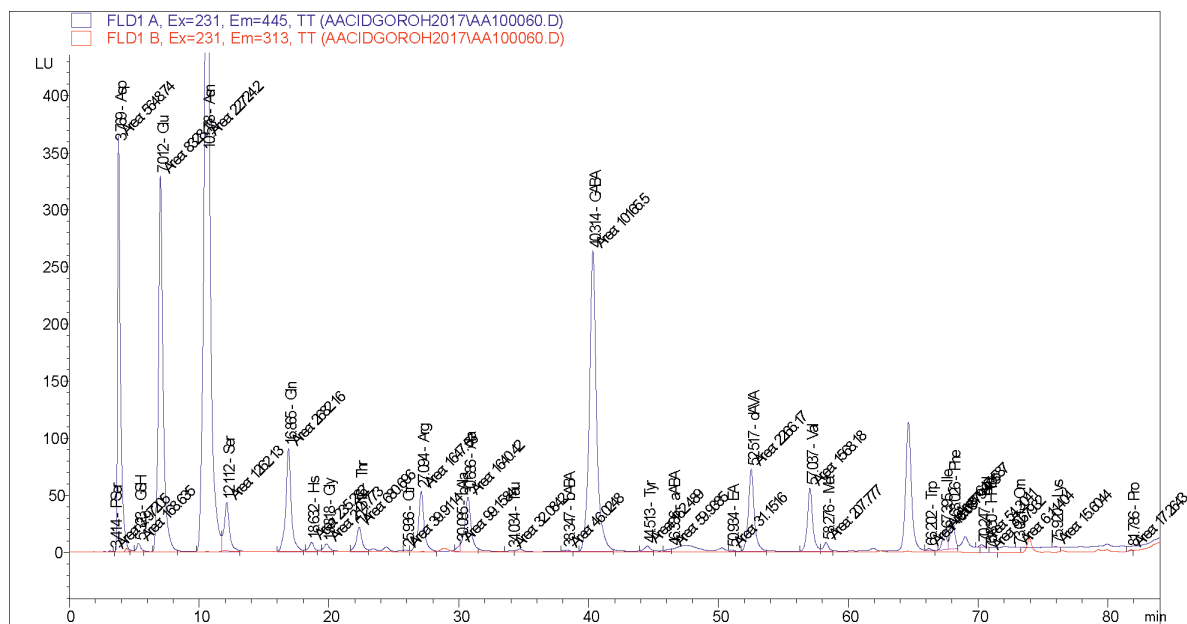


Рис. 2. Хроматограмма аминокислотного профиля клеток паренхимы клубней сортов картофеля чувствительных к бактериальной мокрой гнили

Fig. 2. Chromatogram of the amino acid profile of the cells of the parenchyma of tubers of potato varieties sensitive to bacterial rot

При проведении аналитических исследований содержания широкого спектра низкомолекулярных эндогенных биорегуляторов — свободных аминокислот и их метаболитов как интегральных показателей метаболического гомеостаза растительной клетки — была выявлена закономерность между степенью устойчивости к бактериальной мокрой гнили и содержанием некоторых аминокислот в клубнях картофеля. Установлены наиболее информативные для оценки степени устойчивости различных сортов картофеля к бактериальной инфекции метаболические изменения. Дальнейшее изучение и сравнение полученных результатов приведет к более детальному пониманию процессов, происходящих на молекулярно-генетическом уровне и позволит научно обоснованно рекомендовать сорта картофеля для выращивания в Республике Беларусь.

Благодарности. Работа была выполнена в рамках Фонда БРФФИ № Б17М-160 «Индукцированный метаболический дисбаланс при экспрессии PR генов сортов картофеля с различной устойчивостью к бактериальным болезням».

Acknowledgements. The work was carried out within the framework of the BRFFR Foundation № B17M-160 «Induced metabolic imbalance in the expression of PR genes in potato varieties with different resistance to bacterial diseases».

Список использованных источников

1. Pathogenesis-related proteins in plants / ed.: S.K. Datta, S. Muthukrishnan. — Boca Raton : CRC Press, 1999. — 288 p.
2. Velazhahan, R. Transgenic tobacco plants constitutively overexpressing a rice thaumatin-like protein (PR5) show enhanced resistance to *Alternaria* / R. Velazhahan, S. Muthukrishnan. // *Plant Molecular Biology*. — 2003. — Vol. 47. — P. 347–354.
3. Barras, F. Extra-cellular enzymes and pathogenesis of soft-rot *Erwinia* / F. Barras, F. Van Gijsegem, A.K. Chatterjee // *Annu. Rev. of Phytopathology*. — 1994. — Vol. 32. — P. 201–234.
4. Глазев, А.А. Методы жидкостной хроматографии аминокислот и их производных / А.А. Глазев // Тез. докл. IX респ. науч. конф. — 2004. — Гродно, 26–27 мая 2004. — С. 14–15.
5. Третьякова, О.М. Особенности взаимодействия фитопатогенных бактерий с картофелем / О.М. Третьякова // *Веснік Гродз. дзярж. ун-та. Сер. 5, Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія*. — 2015. — № 2 (193). — С. 126–131.

6. Третьякова, О.М. Экспрессия PR генов картофеля при бактериальной инфекции / О.М. Третьякова, А.Н. Евтушенков // Труды БГУ. – Минск, 2011. – Т. 6. – С. 163–167.

References

1. Datta S.K. Pathogenesis-related proteins in plants / ed.: S. Muthukrishnan. – Boca Raton : CRC Press, 1999. – 288 p.
2. Velazhahan R. Transgenic tobacco plants constitutively overexpressing a rice thaumatin-like protein (PR5) show enhanced resistance to *Alternaria* / R. Velazhahan, S. Muthukrishnan. // Plant Molecular Biology. – 2003. – Vol. 47. – P. 347–354.
3. Barras F. Extra-cellular enzymes and pathogenesis of soft-rot *Erwinia* / F. Barras, F. Van Gijsegem, A.K. Chatterjee // Annu. Rev. of Phytopathology. – 1994. – Vol. 32. – P. 201–234.
4. Glazev A.A. Metody zhidkostnoi khromatografii aminokislot i ikh proizvodnykh [Methods for liquid chromatography of amino acids and their derivatives]. Tez. dokl. IX resp. nauch. konf. – 2004. – Grodno, 26 – 27 maia. – P. 14–15 (in Russian).
5. Tret'iakova O.M. Osobennosti vzaimodeistviia fitopatogennykh bakterii s kartofelem [Features of the interaction of phytopathogenic bacteria with potatoes]. Vesnik Grodz. dziarzh. un-ta. Ser. 5, Ekanomika. Satsyialogiia. Biialogiia. – 2015. – № 2 (193). – P. 126–131 (in Russian).
6. Tret'iakova O.M., Evtushenkov A.N. Ekspressiia PR genov kartofelia pri bakterial'noi infektsii [Expression of potato PR genes during bacterial infection]. Trudy BGU. – Minsk, 2011. – Т. 6. – P. 163–167 (in Russian).

Информация об авторах

Третьякова Ольга Михайловна – кандидат биологических наук, доцент, заместитель декана факультета биологии и экологии учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы» (ул. Ожешко, 22, 230023, г. Гродно, Республика Беларусь). E-mail: o.tratsiakova@yandex.ru

Глазев Антон Анатольевич – кандидат биологических наук, заместитель проректора по научной работе учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы» (ул. Ожешко, 22, 230023, г. Гродно, Республика Беларусь). E-mail: glazev@grsu.by

Павлова Оксана Валерьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, физиологии и гигиены питания факультета биологии и экологии учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы» (ул. Ожешко, 22, 230023, г. Гродно, Республика Беларусь). E-mail: pavlova@grsu.by

Рылко Виталий Александрович – доцент, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой кормопроизводства и хранения продукции растениеводства учреждения образования «Белорусская государственная орден Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки, Республика Беларусь) E-mail: khpr-baa@tut.by

Information about authors

Tratsiakova Olga M. – PhD, Associate Professor, Deputy Dean of the Faculty of Biology and Ecology of Yanka Kupala State University of Grodno (22 Ozheshko str., 22, 230023, Grodno, Republic of Belarus). E-mail: o.tratsiakova@yandex.ru

Glazev Anton A. – PhD, Deputy Vice-Rector for Research of the Yanka Kupala State University of Grodno (22 Ozheshko str., 22, 230023, Grodno, Republic of Belarus). E-mail: glazev@grsu.by

Pavlova Oksana V. – PhD, Associate Professor of the Department of Technology, Physiology and Food Hygiene of the Faculty of Biology and Ecology of Yanka Kupala Grodno State University (22 Ozheshko str., 22, 230023, Grodno, Republic of Belarus). E-mail: pavlova@grsu.by

Rylko Vitaly A. – PhD, Associate Professor, Head of the Department of feed production and storage of crop production of the Belarusian State Orders of the October Revolution and the Red Banner of Labor Agricultural Academy (213407, Michurin str., 5, Gorki, Republic of Belarus). E-mail: khpr-baa@tut.by