

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 11
№1(39)
2018

**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 19.03.2018.

Формат 60×84/8. Бумага офсетная.

Гарнитура NewtonС. Печать офсетная.

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

Тираж 100 экз. Заказ 90.

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.)

Подписные индексы:

для индивидуальных подписчиков 01241

для ведомственных подписчиков 012412



FOOD INDUSTRY: SCIENCE AND TECHNOLOGIES

Vol. 11, №1(39) 2018

Founder:

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

Editor-in-Chief:

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

Editorial Board:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



ISSN 2073-4794

Vol. 11

№1(39)

2018

**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 19.03.2018

Format 60x84/8. Offset paper.

NewtonC type. Offset printing.

Printed pages 11,16.

Publisher's signatures 12,80.

Circulation 100 copies. Order 90.

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)

Subscription indexes

For individuals 01241

For legal entities 012412

СОДЕРЖАНИЕ

Ловкис З.В. О результатах работы Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по продовольствию по научно-техническому обеспечению развития перерабатывающих отраслей пищевой промышленности в 2017 году	6
Ловкис З.В., Моргунова Е.М., Шевченко В.И., Давыдова Е.А. Органолептический анализ качества пищевых продуктов. Требования к испытателям	13
Толчикова А.И., Журня А.А., Шилов В.В. Роль пребиотических пищевых волокон в питании	20
Мельникова Л.А., Журня А.А. Анализ потребительских предпочтений детей школьного возраста при выборе продуктов питания в школьных буфетах и столовых	29
Урсул О.Н., Тананайко Т.М. Сравнительный анализ технологического потенциала белорусской древесины груши и дуба для производства алкогольной продукции	42
Вершинина О.Л., Гончар В.В., Росляков Ю.Ф., Кочетов В.К. Использование порошка из клубней тописолнечника для создания новых сортов печенья функционального назначения	52
Субоч Ф.И., Ловкис Е.З. Инновационное развитие подкомплексов функционального назначения пищевой промышленности	57
Груданов В.Я., Торган А.Б., Григель А.И. Выравнивание давления и скорости выпрессовывания теста в круглых матрицах для производства макаронных изделий	62
Росляков Ю.Ф., Вербицкий В.В. Устройство для обработки влажного зерна жидким консервантом	71
Ловкис З.В., Корзан С.И. Влияние ширины лопасти на рабочий процесс роторного нагревателя	75
Элькаиб Х.М., Леонтьев В.Н. Применение экстрактов лекарственных растений, произрастающих в Ливии, для защиты пищевых продуктов от микробной порчи	81
Шелегова Н.А., Овсянникова И.П., Урбанович Т.В., Моргунов А.Н. Использование средств экономико-математического и статистического анализа в моделировании рецептурных композиций и экспертизе качества новой винодельческой продукции	91

CONTENTS

Lovkis Z.V. The results of the work of the scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of sciences of Belarus in scientific and technical provision of the development of processing sectors of food industry in 2017	6
Lovkis Z.V., Morgunova H.M., Shevchenko V.I., Davydova E.A. Sensory analysis of quality of food products. Requirements to assessors	13
Tolchikova A.I., Zhurnia A.A., Shylau V.V. The role of prebiotic food fibers in nutrition.....	20
Melnikova L.A., Zhurnia A.A. The analysis of school children preferences in choosing food products in school snack bars and canteens	29
Ursul O.N., Tananajka T.M. Comparative analysis of the technological capacity of Belarussian oak and pear wood for the alcoholic beverages production	42
Vershinina O.L., Gonchar V.V., Roslyakov Yu.F., Kochetov V.K. Use of the powder from the tubers of sunchoke to create new types of functional cookies.....	52
Suboch F.I., Lovkis E.Z. Innovative development of subcomplexes for the functional purpose of the food industry.....	57
Grudanov V.J., Torgan B.A., Grigel A.I. The alignment of pressure and speed of dough extruding in the round matrix for the production of macaroni	62
Roslyakov Yu.F., Verbitsky V.V. The device for treatment of grain with a liquid preservative.....	71
Lovkis Z.V., Korzan S.I. The load width influence on the working process of a rotary heater	75
Elkaib H.M., Leontiev V.N. Libyan medicinal plants extracts application in food protection from microbial spoilage.....	81
Shelegova N.A., Ovsyannikova I. P., Urbanovich T.V., Morgunov A.N. The use of means of economic-mathematical and statistical analysis in the simulation of compounding compositions and the examination of the quality of new wine products	91

УДК [663/664+637.1/.5]:001.89(476)

Поступила в редакцию 15.02.2018
Received 15.02.2018**З.В. Ловкис***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,
г. Минск, Республика Беларусь***О РЕЗУЛЬТАТАХ РАБОТЫ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ
ПО ПРОДОВОЛЬСТВУ ПО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМУ
ОБЕСПЕЧЕНИЮ РАЗВИТИЯ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ОТРАСЛЕЙ
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В 2017 ГОДУ**

Аннотация: В статье обозначены основные достижения и разработки Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по продовольствию в 2017 г. Отражены результаты работы по научному сопровождению и развитию перерабатывающих отраслей пищевой промышленности, созданию новых технологий и видов кондитерской, масложировой, плодоовощной, ликеро-водочной, винодельческой продукции, детского питания, сахара, продуктов из картофеля, разработке новых видов пищевых продуктов функционального назначения, оборудования для отраслей пищевой промышленности, разработке методик и осуществлению контроля качества и безопасности пищевой продукции, сырья и материалов, разработке технических нормативных правовых актов и технологической документации на все виды пищевых продуктов, проведению сертификационных исследований продукции.

Ключевые слова: пищевая промышленность, детское питание, функциональные пищевые продукты, технологии, методики, система достижения качества

Z.V. Lovkis*RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,
Minsk, Republic of Belarus***THE RESULTS OF THE WORK OF THE SCIENTIFIC AND PRACTICAL
CENTRE FOR FOODSTUFFS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF BELARUS IN SCIENTIFIC AND TECHNICAL PROVISION
OF THE DEVELOPMENT OF PROCESSING SECTORS
OF FOOD INDUSTRY IN 2017**

Abstract: The article presents the main achievements and developments of the Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus in 2017. There are reflected the results of scientific support and development of the processing branches of food industry, elaboration of new technologies and types of confectionery, fat and oil, fruit and vegetable, liqueurs and spirits, wine products, baby food, sugar, potato products, the elaboration of new types of products of functional use, equipment for food industry branches, development of new methods and implementation of quality and safety control of food products, raw materials, elaboration of technical normative legal acts and technological documents for all types of food products and carrying out certification tests of the products.

Keywords: food industry, baby food, functional food products, technologies, methods, quality achievement system

Основной целью деятельности Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по продовольствию (далее НПЦ по продовольствию) является концентрация научных исследований, направленных на решение актуальных задач по созданию конкурентоспособных продуктов питания для различных групп населения, разработка новых инновационных технологий и проектов, научное сопровождение развития отраслей пищевой промышленности и контроль качества продуктов питания [1].

Специалистами НПЦ по продовольствию ведется целенаправленная работа по анализу, научному сопровождению и развитию всех 24 отраслей пищевой промышленности различной формы собственности: 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.

В 2017 г. специалисты НПЦ по продовольствию принимали участие в выполнении заданий следующих программ: ГНТП «Агропромкомплекс — устойчивое развитие», ГПНИ «Качество и эффективность агропромышленного производства» подпрограмма «Продовольственная безопасность», ОНТП «Детское питание. Качество и безопасность», ГПНИ «Фундаментальные и прикладные науки — медицине» подпрограмма «Диагностика и терапия заболеваний», 7-ой рамочной программы Евросоюза, проектах, финансируемых за счет инновационного и инвестиционного фонда концерна «Белгоспищепром», грантов на выполнение научно-исследовательских работ докторантами, аспирантами и соискателями НАН Беларуси, отдельных проектов фундаментальных и прикладных научных исследований.

Основными направлениями деятельности Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по продовольствию являлись:

- ♦ проведение научно-исследовательских работ по созданию новых технологий и видов кондитерской, масложировой, плодоовощной, ликеро-водочной, винодельческой продукции, детского питания, сахара, продуктов из картофеля, а также изделий на основе зернового сырья и др.;
- ♦ разработка технических нормативных правовых актов и технологической документации на все виды пищевых продуктов;
- ♦ разработка методик и осуществление контроля качества и безопасности пищевой продукции, сырья и материалов;
- ♦ проведение сертификационных исследований сырья и готовой продукции;
- ♦ разработка конструкторской документации на новое и модернизацию действующего оборудования, производство машин и оборудования для пищевой промышленности.

Впервые в республике разработана технология производства детского питания на основе фруктов и овощей в современной мягкой упаковке из комбинированных материалов типа Пауч, использование которой обеспечивает сохранность витамина С на 85–90 %, а стоимость готовой продукции ниже на 44–53 % по сравнению с аналогами, присутствующими на рынке.

По результатам маркетинговых исследований и потребительских предпочтений разработана технология производства джемов (вишневый, черничный, малиновый, черносмородиновый, лесная ягода) с пониженной энергетической ценностью (сниженное содержание сахара, более чем на 35 %), отличительной особенностью которой является сокращение продолжительности приготовления готовой продукции, что позволяет получить продукт, сохраняющий нативную окраску исходного сырья.

Исследования процессов смешивания компонентов, деаэрации, гомогенизации, стерилизации позволили разработать ряд технологий производства соковой продукции (нектар из черноплодной рябины и яблок, нектары яблочно-черносмородиновый, красносмородиновый, яблочно-крыжовниковый, черносмородиновый, соки яблочно-вишневый восстановленный, березовый с сахаром, березовый «Толочинский медовый» с настоем цветков липы, медом и сахаром) в упаковку из комбинированных материалов типа IPI, которая обеспечивает снижение термической нагрузки почти в 10 раз, сохранность термостойкого витамина С — до 75–80 %.

Продолжаются работы по разработке новых видов консервированной грибной продукции на основе совершенствования технологических приемов переработки грибного сырья. Доработаны и утверждены рецептуры на консервы фруктовые, овощные и березовые соки диабетические. Получены морсы из выжимок ягодного сырья.

Изучены пищевые добавки, обеспечивающие высокие органолептические характеристики и показатели безопасности для обработки овощных смесей, упакованных под вакуумом. Исследовано влияния натуральных стабилизирующих компонентов и микроорганизмов на технологические процессы производства консервированной продукции с целью повышения качества и конкурентоспособности.

На основе мониторинга фактической обеспеченности населения Республики Беларусь, в том числе детей и подростков, витаминами и минеральными веществами, оценки дефицита макро- и микронутриентов в рационе детей дошкольного и школьного возраста Республики Беларусь впервые

разработана технология производства жевательного мармелада с комплексами витаминов и минеральных веществ для обеспечения физиологически полноценного энергетического обмена в организме, нормального функционирования нервной системы, состояния кожи и слизистых оболочек; поддержания нормального состояния костей, иммунной системы.

Разработан новый метод получения устойчивых дисперсных систем наноструктур из глицеридов ненасыщенных жирных кислот, полисахарида (каррагинана), композиций водорастворимых (тиамин, пиридоксин) и жирорастворимых (ретинол, токоферол) витаминов. Показана технологическая возможность введения разработанного дисперсного витаминного препарата в сбивные изделия типа зефира и нуги, мармелада на агаре, сахарное и сладкое печенье без потери их качества.

Проведены исследования структурообразующих компонентов из нетрадиционного сырья при создании конкурентоспособных кондитерских изделий. Определены индукционные периоды образцов подсолнечного масла, маргарина, кондитерского жира, установлены вещества, которые увеличивают индукционный период, снижают перекисное и кислотное число.

Внедрена усовершенствованная технология изготовления вафель и сахарного печенья с применением сухого картофельного пюре.

Обосновано использование патоки, олигосахаридов при изготовлении батончиков функционального назначения, предназначенных для людей, ведущих активный образ жизни. Проводятся работы по научному сопровождению технологии производства пастилы ускоренным способом, усовершенствованию технологии производства конфет из молочных масс с замедленными процессами черствения.

Утверждены рекомендации по проведению послеуборочного дозревания и хранения масличного сырья.

Разработан рецептурный состав и проекты нормативной и технологической документации на технологию изготовления прозрачного мыла.

Значительная научно-исследовательская работа проведена по переработке рыбы. На основе исследований создана база данных микрофлоры промысловых видов рыб с целью оптимизации режимов их переработки и хранения подготовлены справочные таблицы (базы) данных по микрофлоре рыбы для применения при разработке рецептур и технических условий, определении срока годности, оценке безопасности и качества пищевых продуктов с использованием рыбного сырья.

С помощью математического моделирования рассчитаны базовые композиции рецептур рыбо-растительных консервов, рыбных паштетов с добавлением экстракта бурых водорослей (фукус).

Составлен проект каталога видового разнообразия паразитов пресноводных рыб, в котором представлена информация об основных заболеваниях и паразитах пресноводных рыб в природных и искусственных условиях, о патогенности различных возбудителей болезней, их распространении.

Разработана модель изменения дескрипторов (QIM-схема) оценки свежести форели с применением метода индексов качества, позволяющая дать суммарную оценку свежести рыбы.

Созданы основы технологии изготовления выдержанных крепких спиртных напитков, определены наиболее важные технологические приемы, обеспечивающие интенсификацию процесса созревания дистиллятов (зерновых, фруктовых).

С целью совершенствования биосинтеза этилового спирта путем направленного метаболизма дрожжевых клеток установлены зависимости применения протеолитических ферментов, проведения процесса в условиях повышенных температур при совмещенном протеолизе и доосахаривании, при увеличенном засеве дрожжевой биомассы. Впервые предложено в технологии биосинтеза этилового спирта для направленного метаболизма дрожжей задействовать отход спиртового производства — головную фракцию этилового спирта (ФГЭС), применение которой на стадии брожения активизирует жизнедеятельность дрожжевых клеток, подавляет развитие контаминантов и способствует интенсификации биосинтетических процессов, обеспечивая рост крепости зрелой бражки.

Разработаны рекомендации по переработке фруктово-ягодного сырья и проведению процесса брожения при изготовлении сортовых яблочных вин; рекомендации по проведению процесса ферментации дрожжей и сепарирования гидролизата с целью получения адсорбента микотоксинов на основе оболочек дрожжевых клеток.

Отработана технология переработки винограда отечественного производства для изготовления виноматериалов, предназначенных для получения винных дистиллятов, технические требования к виноградным виноматериалам, предназначенным для перегонки, и разработана «Технологическая

инструкция по производству виноградных виноматериалов из винограда белорусского происхождения, предназначенных для производства винных дистиллятов».

С целью совершенствования отечественной технологии хмелевых экстрактов подобраны наиболее рациональные способы их получения.

Разработана технология производства выдержанных зерновых дистиллятов и различных групп спиртных напитков на их основе.

Ведется разработка технологии по производству воды питьевой для детского питания.

Проведена работа по изучению ассортимента продукции для детского питания и разработаны рекомендации по совершенствованию качественной и ассортиментной структуры данной продукции на внутреннем рынке: необходимость расширения ассортимента продуктов на основе козьего молока, оливкового масла, продуктов без использования пальмового масла.

Внедрены технологии производства формованных замороженных продуктов на основе овощного сырья.

Отработаны технологические параметры производства сухих завтраков, обогащенных физиологически функциональным ингредиентом клетчаткой льняной.

Исследован процесс термопластической обработки поликомпонентных смесей крахмалосодержащего сырья для получения новых видов экструдированных продуктов с высокой пищевой ценностью и процесс дегидратации углеводсодержащих отходов, образующихся при переработке картофеля.

Проведены работы по усовершенствованию технологии переработки сахарной свеклы на основании анализа поликомпонентных систем диффузионного сока и подбора эффективных технологических приемов производства сахара. Определены направления снижения содержания солей кальция и магния в соке.

Проводятся исследования процессов создания микрогранул комбикормов для выращивания мальков пресноводной рыбы: определены оптимальные параметры комбикормовой смеси перед микроэкструдированием, разработана и изготовлена лабораторная установка для их получения.

В рамках использования функциональных компонентов полисахаридной и белковой природы для создания продуктов лечебно-профилактического направления с оптимизированным составом и высокой биологической ценностью разработаны мясные кулинарные изделия, содержащие хитозан в качестве функционального ингредиента, содержащие большое количество белков и других полезных веществ, а также являющиеся существенным источником витаминов группы В и минеральных веществ.

Значительная работа проводится по определению показателей качества и безопасности продукции. Утверждены методики выполнения измерений: «Определение содержания бетулина в пищевых продуктах», «Определение содержания сквалена в пищевых продуктах».

С целью совершенствования методической базы по контролю компонентного состава жировой составляющей пищевых продуктов для идентификации, определения наличия и количественного содержания пальмового масла в продуктах питания, где оно находится в композиции с другими растительными жирами, НПЦ по продовольствию проводит исследования по разработке методических подходов по идентификации и количественному определению индивидуальных растительных жиров, находящихся в сочетании в продуктах питания.

На основании результатов проведенных доклинических и клинических испытаний предложено обязать производителей пищевой продукции указывать на маркировке продуктов, имеющих жировую составляющую, полный состав растительных жиров, в т.ч. пальмового масла, с целью соблюдения требований технического регламента Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» (ТР ТС 022/2011) и уточнения отдельных требований к маркируемой продукции, а также инициировать внесение изменений в технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) в части не допущения использования пальмового масла при производстве (изготовлении) пищевой продукции для детского питания, а также для детей дошкольного и школьного возраста.

С целью разработки функциональных продуктов с заданными антиоксидантными свойствами определены сорта и разновидности растительного сырья (свежие яблоки и сливы различных сортов, лекарственное пряно-ароматическое сырье (мелисса лекарственная, душица, иссоп, и др.), обладающего максимальным содержанием антиоксидантов. Выявлено около 50 наименований продуктов с высоким содержанием (более 10 % физиологической нормы потребления) одного и более осто-

генных нутриентов для применения при формировании рационов питания для профилактики остеопороза.

Продолжаются исследования в целях создания базы данных химического состава и пищевой ценности основных продуктов питания населения. Проведена оценка рисков и потенциально опасных факторов в фактическом питании различных категорий населения Республики Беларусь.

Разработана модель системы достижения и управления безопасностью и качеством при производстве пищевой продукции, новизна которой заключается в выявлении областей интегрирования и их сочетании с контролем качества, стандартизацией, сертификацией, сенсорной оценкой, что позволяет обеспечить перерабатывающее предприятие выпуском качественной и безопасной продукции.

Подготовлен проект Стратегии повышения качества и безопасности пищевой продукции Республики Беларусь до 2030 г. Определенные Стратегией цели позволят повысить качество выпускаемой продукции, конкурентоспособность организаций Республики Беларусь и устойчивость экономики страны за счет внедрения в организациях различных форм собственности современных методов системного подхода к эффективному менеджменту и передовым техникам качества.

На опытно-технологическом участке установлены опытные образцы оборудования на которых научно-исследовательские отделы осуществляют отработку новых технологий в условиях максимально приближенных к производственным (технологий сушки различных продуктов, экструзионных технологий, технологий производства напитков брожения и прочие). Кроме этого на участке осуществляется производство бутилированной питьевой воды, комплексных ферментных препаратов для спиртовой промышленности. Ведутся работы по подготовке производства зерновых продуктов для здорового питания, детской питьевой воды.

Опытное производство «Мариз» осуществляет изготовление лабораторных, экспериментальных и опытных образцов оборудования для пищевой промышленности (моечные машины, машины резательные, полировочные машины для овощей, транспортирующее и передающее оборудование, оборудование для обжарки, сушильное оборудование и др.). Ведется изготовление нестандартного оборудования не только для пищевой промышленности, но и для других отраслей. Оказываются услуги по восстановлению и усовершенствованию изношенного оборудования.

Результаты научной деятельности широко внедряются в практику. В 2017 г. на перерабатывающих предприятиях пищевой промышленности внедрено 27 технологий, общий объем выпуска продукции по разработанным технологиям составляет более 13,0 млн. дол. США.

Наиболее значимые результаты внедрения: свежие и стерилизованные овощи в упаковке из полимерных материалов (ОАО «Комбинат «Восток»), фруктово-ягодные натуральные вина (ОСП Вино-водочный завод «Колос» ОАО «ДОРОРС»), мучные кондитерские изделия с использованием маргариновой продукции с пониженным уровнем транс-изомеров жирных кислот, новые виды кондитерских изделий для диабетического питания (СП ОАО «Спартак»), рыбные и рыборастворимые консервы (Филиал «Браславрыба» ОАО «Глубокский молочноконсервный комбинат»), плодоовощные консервы (ОАО «Быховский консервно-овощесушильный завод»), маргариновая продукция с пониженным уровнем транс-изомеров жирных кислот (ОАО «Гомельский жировой комбинат», ОАО «Минский маргариновый завод»), экструдированные сухие завтраки с использованием функциональных пищевых ингредиентов — лактулозы, пищевых волокон, сахарозаменителей, микроэлементов (КПУП ВКК «Витьба»), обжаренный продукт из свежего картофеля (ОАО «Машпищепрод»), катионные крахмалы (ООО «Ютанол»).

В научно-практическом центре по продовольствию налажено тесное взаимодействие с научно-исследовательскими институтами ближнего и дальнего зарубежья по реализации совместных проектов и программ. В 2017 г. заключено 9 договоров о научно-техническом сотрудничестве с научными организациями, в т.ч. 3 договора с научными организациями России, 1 — Грузии, 1 — Китайская народная республика, 1 — Казахстан. Всего действует 60 международных договоров о научно-техническом сотрудничестве с научными организациями и ВУЗами Казахстана, России, Украины, Латвии, Литвы, Молдовы, Польши, Армении, Швеции, Болгарии, Китая.

В Центре постоянно совершенствуется издательская деятельность: в 2017 г. издан ряд книжных изданий, журнал «Пищевая промышленность: наука и технологии», методические рекомендации, научные труды. В журнале «Пищевая промышленность: наука и технологии» публикуются результаты научных исследований по разработке новых технологий производства, оборудования и методов контроля качества продуктов питания. По итогам ежегодной Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в пищевой промышленности» изда-

ется сборник материалов докладов. В монографиях, методических указаниях, других научных работах публикуются результаты теоретических и практических исследований в области технологий, процессов и аппаратов пищевых производств, продуктов функционального и специального назначения, вопросы оценки и контроля качества продовольственного сырья и пищевой продукции.

По результатам работы за 2017 г. опубликовано 8 книг, 79 научных статей, 84 тезиса докладов, подано 11 заявок, получено 10 охранных документов.

Создана и активно функционирует система достижения качества пищевой продукции. За 2017 специалистами НПЦ НАН Беларуси по продовольствию разработано 116 нормативных правовых документа, из них введено в действие в 2017 г.: 6 межгосударственных стандартов (ГОСТ); 1 изменение к межгосударственному стандарту (ГОСТ); 2 СТБ; 21 изменение к СТБ; изменений к СТБ; 16 ТУ; 48 изменения к ТУ. Изменение № 3 к техническому регламенту Таможенного союза ТР ТС 0211/2011.

НТК-16 вошел в качестве активного члена в следующие международные технические комитеты: МТК 238 «Масла растительные и продукты их переработки», МТК 176 «Спирт этиловый, спиртные напитки и спиртосодержащая продукция», МТК 526 «Функциональные пищевые продукты», МТК149 «Кондитерские изделия».

Продолжаются работы по сертификации декларирования соответствия как производимой на территории Республики Беларусь, так и импортируемой продукции, проводилось признание иностранных сертификатов соответствия, сертификация серийно выпускаемой продукции, производимой белорусскими предприятиями, а также предприятиями стран ближнего и дальнего зарубежья (в т.ч. инспекционный контроль за сертифицированными производствами).

За 2017 г. выдано 337 сертификатов соответствия в Национальной системе сертификации Республики Беларусь, зарегистрировано 3327 деклараций о соответствии в рамках Евразийского экономического союза, 2000 деклараций о соответствии в рамках Национальной системы подтверждения соответствия, отменено действие 30 сертификатов соответствия в Национальной системе сертификации Республики Беларусь, 2 деклараций о соответствии в рамках Национальной системы подтверждения соответствия, 96 деклараций о соответствии в рамках Евразийского экономического союза; проведен инспекционный контроль состояния производства сертифицированной продукции на 21 предприятии. Проведена оценка технической компетентности производственных лабораторий на 32 предприятиях перерабатывающей отрасли пищевой промышленности.

Республиканским контрольно-испытательным комплексом по качеству и безопасности продуктов питания в 2017 г. проведены испытания более 19,3 тыс. образцов пищевого сырья и пищевых продуктов, выдано более 7120 протоколов испытаний. Проведено более 150 000 испытаний, из них 18225 испытаний по органолептическим показателям, 11247 по физико-химическим, 120534 по показателям безопасности.

За 2017 г. на базе научно-практического центра по продовольствию проведено 32 заседания Центральных дегустационных комиссий по всем группам пищевой продукции, рассмотрено более 1500 образцов пищевой продукции.

Проведено 4 Дня качества по группам пищевой продукции и 2 профессиональных конкурса: «Хрустальное яблоко», «Картофелепродукты-2017», принято участие в 2-х профессиональных конкурсах «Хлебный салон»/ «Смаката-2017», «Лучшая продукция года-2017».

Ведется постоянная пропаганда научно-технических достижений, освещение деятельности организации в средствах массовой информации. В 2017 г. сотрудники Центра приняли участие в 12 международных и республиканских выставках, 82 мероприятиях со СМИ, организовано и проведено 40 научных мероприятий (дни качества, конкурсы, обучающие семинары, круглые столы и др.), сотрудники приняли участие в 121 международных и республиканских семинарах, совещаниях, конкурсах и т.д.

Объем товарной продукции за 2017 г. составил 5277,0 тыс. руб. Объем экспорта составил 112,2 тыс. дол. США, темп роста к 2016 г. 216,6 %, рентабельность реализованной продукции составила 3,9 %, выручка от реализации продукции — 6038,0 тыс. руб.

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» динамично развивается. С 2010 года по настоящее время сохраняется тенденция роста экономических показателей. Так, объем товарной продукции за последние годы увеличился в 3,9 раза, а производительность выросла в 5,8 раза.

Список использованных источников

1. *Ловкис, З.В.* Научные достижения в пищевой промышленности: становление и развитие / З.В. Ловкис. — Минск: ИВЦ Минфина, 2016. — 336 с.

References

1. Lovkis Z.V. Nauchnyie dostizheniya v pischevoy promyishlennosti: stanovlenie i razvitie / Z.V. Lovkis. — Minsk : IVTs Minfina, 2016. — 336 p.

Информация об авторах

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

Information about authors

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

З.В. Ловкис¹, Е.М. Моргунова¹, В.И. Шевченко², Е.А. Давыдова²

¹*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,
г. Минск, Республика Беларусь*

²*Учреждение образования «Белорусский государственный институт повышения квалификации
и переподготовки кадров по стандартизации, метрологии и управлению качеством»,
г. Минск, Республика Беларусь*

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ. ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАТЕЛЯМ

Аннотация: Развитие и совершенствование методологии и практики органолептического анализа в нашей стране является необходимым для повышения качества и конкурентоспособности отечественных пищевых продуктов. В статье рассмотрены принципы работы всех сенсорных систем человека и указаны факторы, влияющие на их функционирование. Приведены основные требования международных, межгосударственных и государственных стандартов к отобраным испытателям и экспертам-испытателям органолептического анализа, освещены отдельные аспекты подготовки испытателей в Республике Беларусь.

Ключевые слова: органолептический анализ, сенсорная система, органы чувств, рецепторы, сенсорное восприятие, эксперты, отобранные испытатели

Z.V. Lovkis¹, H.M. Morgunova¹, V.I. Shevchenko², E.A. Davydova²

¹*RUE «Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus»,
Minsk, Republic of Belarus*

²*Educational institution «Belarusian state institute of advanced training and retraining specialists
in certification, metrology, and quality management», Minsk, Republic of Belarus*

SENSORY ANALYSIS OF QUALITY OF FOOD PRODUCTS. REQUIREMENTS TO ASSESSORS

Abstract: Development and improvement of methodology and practice of the sensory analysis in our country is necessary for improvement of quality and competitiveness of food products. In the article the principles of work of all sensory systems of the person are considered and the factors influencing their functioning are specified. The main requirements of the international, interstate and state standards to the selected assessors of the sensory analysis are provided; separate aspects of training of assessors in Republic of Belarus are covered.

Keywords: organoleptic analysis, sensory system, sensory organs, receptors, sensory preceptors, experts, selected assessors

Роль органолептического анализа в повышении качества продукции, особенно пищевой, трудно переоценить. Как показывают многочисленные исследования, проводимые в мире по определению критериев потребительского выбора пищевых продуктов, вкусовые и другие органолептические характеристики являются одними из приоритетных для потребителя.

Для повышения качества и конкурентоспособности отечественных пищевых продуктов необходимо развивать и совершенствовать методологию и практику органолептического анализа пищевых продуктов в нашей стране.

Качество продовольственного сырья и пищевых продуктов — совокупность свойств и характеристик продовольственного сырья и пищевых продуктов, которые обуславливают способность удовлетворять физиологические потребности человека при обычных условиях их использования [1]. Качес-

тво продуктов питания определяется их пищевой, биологической и энергетической полноценностью в удовлетворении потребностей организма человека.

Для определения показателей качества продуктов питания применяются разнообразные методы: физические, химические, микробиологические, органолептические, радиометрические и т.д., которые, как правило, определяются стандартами или другими нормативными правовыми документами.

Однако довольно сложно объективно оценить уровень качества продукта, если оно не может быть измерено инструментально. Особенно это характерно для оценки по органолептическим показателям, определяемым на уровне ощущений человека.

Органолептический (сенсорный) анализ — исследование органолептических характеристик продукта с помощью органов чувств. Это ощущаемое свойство, ответная реакция органов чувств человека на свойства пищевого продукта как исследуемого объекта, т.е. получение достаточно точного заключения о качестве продукта без привлечения измерительных приборов, другого оборудования и реактивов.

Органолептический анализ традиционно считается субъективным методом оценки качества продукции, поскольку зависит от психофизического состояния испытателя, его опыта, владения методами органолептического анализа, уровня подготовки, сенсорных способностей, условий проведения испытаний и т.д. Однако современные методы органолептического анализа позволяют перевести эту оценку качества из категории качественной в количественную, использующую математическую статистику, квалиметрию, численное моделирование и прогнозирование, что позволяет по точности и воспроизводимости результатов приблизить ее к результатам других аналитических методов. Кроме того, инструментальные методы контроля не могут отразить все необходимые оттенки качества продукта, как это способны сделать органы чувств квалифицированного эксперта [2]. Таким образом, объективность органолептической оценки существенно повышается за счет обучения специалистов методам испытаний с использованием качественной и количественной оценки органолептических показателей, созданием соответствующих условий для работы этих специалистов.

В последнее время за рубежом проведены фундаментальные научные исследования в области сенсорного анализа, направленные на стандартизацию факторов, оказывающих влияние на объективность проводимых испытаний: методов отбора и подготовки испытателей и экспертов, условий проведения органолептического анализа, методологии сенсорной оценки сырья и выпускаемой продукции [3, 4, 5].

С целью обеспечения достоверности, сходимости и воспроизводимости результатов по органолептическому анализу к испытателям предъявляются серьезные требования. Основные принципы отбора испытателей заложены в межгосударственном стандарте ГОСТ ISO 8586-2015 «Органолептический анализ. Общие руководящие указания по отбору, обучению и контролю за работой отобранных испытателей и экспертов-испытателей».

В соответствии с требованиями ГОСТ ISO 3972-2014 «Органолептический анализ. Методология. Метод исследования вкусовой чувствительности», кандидаты в испытатели тестируются по чувствительности к четырем основным вкусам («кислый», «горький», «солёный» и «сладкий») и двум дополнительным («юмами» и «металлический»).

В ГОСТ ISO 5496-2014 «Органолептический анализ. Методология. Обучение испытателей обнаружению и распознаванию запахов», установлены требования к процедуре контроля обонятельной чувствительности испытателей.

Органолептическую оценку проводят три категории испытателей: «испытатели», «отобранные испытатели» и «эксперты-испытатели».

Испытатель может быть «неподготовленным испытателем» (человек, от которого не требуется, чтобы он удовлетворял установленным критериям) и «подготовленным испытателем» (человек, который соответствует установленным критериям и нормам, и ранее принимал участие в органолептических испытаниях).

Отобранный испытатель — это человек, выбранный и подготовленный для выполнения конкретных органолептических тестов.

Эксперт-испытатель — это испытатель, который был отобран и подготовлен с целью участия в работе при проведении широкого спектра методов органолептического анализа и который демонстрирует особо выраженную эффективность своей работы в составе группы.

Ключевым моментом органолептического анализа является контроль функционирования сенсорных систем испытателей.

Простейшая сенсорная система возникла миллиарды лет тому назад на мембране первой живой клетки, и это была белковая молекула, которая могла менять своё поведение в ответ на какой-либо раздражающий фактор окружающей среды. Все современные биологические мембраны состоят из липидного биослоя с белковыми включениями, которые обуславливают наиболее важные характеристики биомембран. Такие мембранно-связанные белки представляют собой базовые элементы всех сенсорных рецепторов. Рецептор — специфическая часть органа чувства, реагирующая на конкретный стимул определенного качества. Рецепторные, то есть, принимающие сигнал, молекулы располагаются в местах воздействия их специфических стимулов: вкусовые — на языке, световые — в сетчатке глаза. Различные типы рецепторов имеют специфические свойства, которые характеризуют максимально возможную чувствительность к качеству специфического стимула. Сигналы, принятые рецепторами, активируют синтез так называемых вторичных посредников, передающих сигналы далее по цепочке, пока он не достигнет «центрального пульта управления» — коры головного мозга, где сигналы преобразуются в запахи, вкусовые и зрительные ощущения. Следует отметить, что в качестве вторичного посредника во многих сигнальных системах выступает ион кальция. Важным является глобальное сходство функционирования всех сенсорных систем.

Интенсивность ощущений человека от внешних раздражителей и, соответственно, его способность к проведению органолептического (сенсорного) анализа зависит: от его индивидуальных особенностей; наличия опыта; способности избирательно относиться к своим ощущениям; условий стимуляции одних явлений, не затрагивающих другие; склонности к адаптации и утомляемости; различных контрастных эффектов.

Органы чувств обладают различным временем реакции, в течение которого сохраняется впечатление от воздействия импульса. Это зависит от индивидуальных свойств человека, а также от интенсивности импульса. Считается, что дольше сохраняются зрительные впечатления: даже если закрыть глаза и отвернуться от предмета, он у нас «стоит в глазах».

Таким образом, органолептические (сенсорные) исследования продуктов питания — это комплексный процесс, при котором каждый дегустатор одновременно и «измеряет», и оценивает качество исследуемого объекта. Этим и отличается органолептический анализ от инструментального, где измерение и оценка во времени и пространстве проводятся отдельно.

Реакция дегустатора на раздражение от ингредиентов продукта содержит в себе сведения о качестве, интенсивности и длительности тех или иных ощущений. Отдельные впечатления и их интеграция выражаются в качественных и количественных оценках внешнего вида, запаха, вкуса, консистенции продукта.

Таким образом, к сенсорным анализаторам человека относятся:

- ♦ органы чувств (глаза, нос, язык, уши), воспринимающие воздействие света, запаха, вкуса, звука и создающие нервные импульсы;
- ♦ нервы, проводящие в кору головного мозга импульсы, воспринятые чувствительными рецепторами в органах чувств;
- ♦ группы нервных клеток в центрах коры головного мозга, где происходит психологический анализ импульсов, позволяющий различать цвета, запахи, вкус, консистенцию, звуки.

Сенсорное восприятие является величиной непостоянной, и изменяется в зависимости от различных факторов внешней среды. Сенсорная чувствительность — индивидуальная реакция на раздражитель. Обнаружено, что в одинаковых условиях различные люди по-разному реагируют на один и тот же раздражитель. Реакция органов чувств достигает естественного максимума обычно примерно к 20 годам. В этом возрасте человек видит, слышит, чувствует лучше всего. Однако в этот период молодой человек не всегда способен к правильной интерпретации восприятий. По мере старения организма наступает ослабление способности органов чувств к реакции на влияние условий внешней среды. Этот процесс происходит избирательно по отношению к различным органам чувств и в различной степени, в зависимости от индивидуальных особенностей человека и его образа жизни. В то же время у людей, занимающихся тренировкой своих органов чувств, иногда параллельно с профессиональным опытом развивается исключительная впечатлительность вкуса, обоняния, осязания, сохраняющаяся даже до старости [6].

Визуальная (*зрительная*) оценка объекта — одна из наиболее распространенных и доступных для восприятия, до 90 % информации об этом мире мы получаем с помощью органов зрения. Органы зрения (глаза) являются анализаторами, которые возбуждаются волнами световых лучей. Раздражи-

телем зрительного анализатора является световая энергия, а воспринимающим органом — глаз. Если в сетчатке глаза имеются генетические отклонения, например, отсутствуют фоторецепторы определенных участков спектра, то глаз не различает соответствующие цвета.

Активность функционирования зрительных рецепторов, преобразования световых импульсов в нервные, передача и восприятие их нервными клетками зависят от множества факторов, главным из которых является рациональное питание, обеспечивающее организм человека необходимыми нутриентами для синтеза гормонов, ферментов и других элементов сложной «биохимической лаборатории» организма.

Указанные особенности функционирования зрительной сенсорной системы следует учитывать при отборе испытателей и проведении органолептического анализа.

Тактильное («tactilus») определение объекта или *осязание* включает ощущения различного качества, возникающие в результате воздействия на поверхность кожи импульсов в виде касания, нажатия, трения и позволяют определить консистенцию, структуру, температуру, степень измельчения и другие физические свойства продукта.

Чувство осязания складывается из комплекса сигналов, поступающих в головной мозг от рецепторов, расположенных главным образом в коже и слизистых оболочках носа, рта, гортани. Кожа не является однородно чувствительной поверхностью. Внутри нее расположены три независимые модальности: тактильная чувствительность (механорецепция), термочувствительность (терморепция), болезненные ощущения (ноцицепция). Общим свойством этих модальностей является то, что их рецепторы не сгруппированы и не образуют органов чувств, таких, как глаз или ухо.

Непосредственно осязанием считают тактильную чувствительность. Эта модальность образует четыре качества: давление, прикосновение, вибрация, щекотание. Механорецепторы способны к быстрой адаптации, поэтому ощущается только изменение давления, а не само давление.

При одновременном прикосновении к двум точкам кожи не всегда ощущаются эти два прикосновения. Соответственно пространственный порог прикосновения — это минимальное расстояние между точками кожи, при раздражении которых возникает ощущение двух прикосновений. Информация о температуре окружающей среды воспринимается терморепторами, расположенными в коже, слизистых оболочках, центральной нервной системы.

Чувствительные рецепторы, реагирующие на прикосновение, глубокое осязание, температуру, обильно размещены в ротовой полости (преимущественно на кончике языка и деснах), на подушечках пальцев и ладонях. Впечатлительные осязательные рецепторы позволяют обнаружить в продукте посторонние включения, отклонение от нормального уровня таких показателей, как плотность, степень измельчения, сочность, хрупкость и т.д.

Запах (*обоняние*) — ощущение, возникающее в результате взаимодействия обонятельного стимула с рецепторами обоняния, находящимися в полости носа, отражающими свойства стимула и физиологические особенности индивида. Обычно человек без труда различает и запоминает до 1000 запахов, а специалист-дегустатор способен различать 10000–17000 запахов.

Летучие вещества служат источником информации о качестве продукта. Раздражая обонятельные рецепторы, летучие вещества дают человеку сведения о свежести продукта, вызывают аппетит или, наоборот, говорят о его недоброкачественности.

Для многих пахучих веществ определен порог восприятия (так называемый порог обоняния), т.е. минимальная концентрация вещества, способная вызвать реакцию обонятельного анализатора. В норме порог обоняния изменяется в зависимости от времени суток и физиологического состояния. Иногда у здоровых людей может быть снижена чувствительность к определенным запахам при общей нормальной функции обоняния.

В межгосударственном стандарте ГОСТ ISO 5492-2014 «Органолептический анализ. Словарь» даны определения наиболее важных отклонений чувствительности для контроля пищевых продуктов:

- ♦ агевзия (ageusia) — отсутствие чувствительности к вкусовым стимулам. Агевзия может быть полной или частичной, постоянной или временной;
- ♦ аносмия (anosmia) — отсутствие чувствительности к обонятельным стимулам. Аносмия может быть полной или частичной, постоянной или временной;
- ♦ гиперосмия (hyperosmia) — необычайно высокая обонятельная чувствительность ко всем ароматическим веществам, или к одному веществу, или к группе веществ;
- ♦ гипосмия (hyposmia) — пониженная обонятельная чувствительность ко всем ароматическим веществам, или к одному веществу, или к группе веществ.

В пищевых продуктах идентифицировано свыше 2000 компонентов, поэтому при отборе испытателей для органолептического анализа очень важно учитывать все известные факторы, влияющие на функцию обонятельного анализатора.

Определение вкусовых характеристик объекта, как правило, является заключительным этапом сенсорного восприятия.

Вкус (taste) — ощущение, возникающее в результате взаимодействия различных растворенных химических веществ на рецепторы, отражающее свойства стимула и физиологические особенности индивида, а также чувство вкуса, характеристики продуктов, вызывающие вкусовые ощущения.

Качественное определение вкуса вызвано воздействием веществ на вкусовые луковицы, которые находятся преимущественно в сосочках на языке. Кроме того, они найдены на слизистой поверхности ротовой полости, стенок глотки, миндалин, гортани. Общее количество вкусовых луковиц в полости рта человека достигает 9 тыс. Кроме того, определение вкуса связано с осознанием пищи в ротовой полости.

Вкусовые клетки воспринимают сладкое, горькое, соленое, кислое или комбинации из этих четырех видов вкусовых раздражителей. Для воздействия на вкусовые клетки эти вещества должны быть растворены в жидкости. Растворителем в полости рта является слюна. При взаимодействии вкусовой клетки с растворённым веществом происходит изменение электрического потенциала мембраны вкусовой клетки (возбуждение). Это возбуждение передается прилежащим нервным окончаниям, в которых возникает нервный импульс. По нервным волокнам нервный импульс поступает в кору головного мозга — у человека возникает ощущение вкуса. Разные участки языка имеют неодинаковую чувствительность к различным веществам. Так, кончик языка наиболее чувствителен к сладкому и соленому вкусу, корень языка — к горькому, боковые поверхности и середина языка — к кислому и соленому. При этом зоны чувствительности языка к разным вкусовым веществам перекрываются.

Расстройства вкуса могут быть количественными и качественными. Количественные нарушения вкуса выражаются в повышении, снижении или отсутствии вкусовой чувствительности. Подобные нарушения бывают при воспалительных изменениях языка, например, при некоторых системных заболеваниях, дефиците витаминов, железа, повреждениях поверхности языка при ожогах, ранениях и пр. Качественные нарушения вкуса могут проявляться в виде извращенного восприятия вкусовых раздражителей, что нередко обусловлено различными заболеваниями, наличием в ротовой полости зубных протезов из разнородных материалов, нарушениями обмена веществ и пр.

Все приведенные особенности сенсорной системы человека должны учитываться при отборе и практической деятельности испытателей органолептических свойств продуктов.

Один из базовых принципов современных подходов к обеспечению качества пищевой продукции — повышение уровня подготовки специалистов органолептического анализа. Длительное время его широкое использование в практике пищевых предприятий сдерживалось отсутствием нормативной базы, методологических подходов к отбору и подготовке испытателей, знаний методологии, а также отсутствием системы подготовки таких специалистов на предприятиях пищевой отрасли [2].

В настоящее время наличие технической нормативной базы в области органолептического анализа позволяет осуществлять на системной основе работу по обучению и оценке сенсорных способностей отобранных испытателей.

Научно-практическим центром Национальной академии наук Беларуси по продовольствию совместно с Белорусским государственным институтом повышения квалификации и переподготовки кадров по стандартизации, метрологии и управления качеством разработана учебно-программная документация по подготовке отобранных испытателей органолептического анализа. Обучение проводят специалисты центра прошедшие специальную подготовку и подтвердившие профессиональную компетентность в качестве экспертов органолептического анализа.

Образовательная программа подготовки отобранных испытателей рассматривает требования международных и межгосударственных стандартов, включает ознакомление с методологией органолептического анализа, обучение современным методам органолептической оценки пищевой продукции (различительные, описательные, методы с использованием шкал и категорий), в том числе профильному, «методу треугольника», «А — не А», методу парного сравнения.

По результатам обучения и аттестации слушателям выдается свидетельство о повышении квалификации установленного образца и сертификат отобранного испытателя. За последние два года прошли обучение и получили сертификат отобранного испытателя 69 специалистов предприятий, производящих пищевую продукцию.

Повышению уровня этой работы также будет способствовать формирование контингента испытателей и экспертов для дальнейшего подтверждения профессиональной компетентности в аккредитованном органе по сертификации компетентности персонала.

Считаем целесообразным внести изменения в «Положение о центральных дегустационных комиссиях по пищевой продукции» (утвержденное постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 14 апреля 2008 г. № 548) с дополнением условия включения специалистов в состав таких комиссий при наличии документа, подтверждающего профессиональную компетентность на проведение испытаний органолептических характеристик пищевой продукции с использованием сенсорного анализа.

Научно обоснованное использование органолептического анализа на предприятиях пищевой промышленности позволит получить информацию о развитии продукта и возможности оптимизации его органолептических характеристик, определить требования потребителей и оценить конкурентоспособность продукта на рынке. Современные методы органолептического анализа позволяют достоверно определять различия и устанавливать предпочтения между двумя образцами, контролировать качество продукции в процессе технологического цикла, выбирать поставщика, разрабатывать новую и оптимизировать существующую продукцию, проводить маркетинговые исследования и оценку конкурентоспособности продукции на рынке. Органолептическая оценка также является важнейшим инструментом при проведении маркетинговых исследований [7].

Список использованных источников

1. Закон Республики Беларусь «О качестве и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов для жизни и здоровья человека» от 29 июня 2003 г. № 217-3.
2. Семенова, А.А. Сенсорный анализ — инструмент в управлении качеством / А.А. Семенова, Т.Г. Кузнецова, И.Г. Анисимова // Пищевая индустрия. — 2011. — №2/7. — С. 50–51.
3. Drake, M.A. Modern Sensory practices / S. Clark, M. Costello, M.A. Drake, F. Bodyfelt // The Sensory Evaluation of Dairy Products / S.Clark [et al]/ — N.Y.: Springer. — 2009. — P. 505–530.
4. Meilgaard, M.M. Sensory Evaluation Techniques / M.M. Meilgaard, G.V. Civille, T. Carr. — 4th ed. N.Y.: CRC Press. — 2007. — 464 p.
5. Drake, M.A. Relating sensory and instrumental analyses / M.A. Drake, R.E. Miracle, A.D. Caudle, K.R. Cadwallader // Sensory — Directed Flavor Analyses / R. Marshall [et al]. — Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor and Francis Publishing. — 2006. — P. 23–55.
6. Капитонова, Э.К. Сенсорный анализ: международные требования, общая характеристика сенсорных систем и особенности их функционирования / Э.К. Капитонова, И.А. Громова // Пищевая промышленность: наука и технология. — 2012. — № 4. — С. 79–84.
7. Hough, G. Number of consumers necessary for sensory acceptability tests / G. Hough, I. Wakeling, A. Mucci, E. Chambers, I. Mendez Gallardo, L. Rangel Alves // Food Qual Prefer. — 2006. — V.17. — P. 522–526.

References

1. Zakon Respubliki Belarus «O kachestve i bezopasnosti prodovolstvennogo syrya i pischevyih produktov dlya zhizni i zdorovya cheloveka» ot 29 iyunya 2003 g. № 217-3.
2. Semenova A.A. Sensornyiy analiz — instrument v upravlenii kachestvom / A.A. Semenova, T.G. Kuznetsova, I.G. Anisimova // Pischevaya industriya. — 2011. — №2/7. — pp. 50–51.
3. Drake M.A. Modern Sensory practices / S. Clark, M. Costello, M.A. Drake, F. Bodyfelt // The Sensory Evaluation of Dairy Products / S. Clark [et al]/ — N.Y.: Springer. — 2009. — pp. 505–530.
4. Meilgaard M.M. Sensory Evaluation Techniques / M.M. Meilgaard, G.V. Civille, T. Carr. — 4th ed. N.Y.: CRC Press. — 2007. — 464 p.
5. Drake M.A. Relating sensory and instrumental analyses / M.A. Drake, R.E. Miracle, A.D. Caudle, K.R. Cadwallader // Sensory — Directed Flavor Analyses / R. Marshall [et al]. — Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor and Francis Publishing. — 2006. — pp. 23–55.

6. Kapitonova E.K. Sensornyy analiz: mezhdunarodnyie trebovaniya, obschaya harakteristika sensornyyih sistem i osobennosti ih funktsionirovaniya / E.K. Kapitonova, I.A. Gromova // Pischevaya promyshlennost: nauka i tehnologiya. — 2012. — № 4. — pp. 79–84.
7. Hough G. Number of consumers necessary for sensory acceptability tests / G. Hough, I. Wakeling, A. Mucci, E. Chambers, I. Mendez Gallardo, L. Rangel Alves // Food Qual Prefer. — 2006. — V.17. — pp. 522–526.

Информация об авторах

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

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

Шевченко Владимир Иванович — кандидат экономических наук, ректор учреждения образования «Белорусский государственный институт повышения квалификации и переподготовки кадров по стандартизации, метрологии и управлению качеством» (ул. Мележа, 3, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: info@bgipk.by

Давыдова Елена Александровна — кандидат технических наук, заведующий кафедрой стандартизации, метрологии и управления качеством учреждения образования «Белорусский государственный институт повышения квалификации и переподготовки кадров по стандартизации, метрологии и управлению качеством» (ул. Мележа, 3, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: kafedra@bgipk.by

Information about authors

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

Morgunova Helena Mikhailovna — PhD in Engineering sciences, Assistant professor, Deputy General Director for standardization and quality of food products of RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., Minsk, Belarus). E-mail: info@belproduct.com

Shevchenko Vladimir Ivanovich — PhD in Economic sciences, principal of educational institution “Belarusian state institute of advanced training and retraining specialists in certification, metrology, and quality management” (3, Melezha str., Minsk, Republic of Belarus). E-mail: info@bgipk.by

Davydova Helena Aliksandrovna — PhD in Engineering sciences, head of the department of standardization, metrology and quality management of the educational institution “Belarusian state institute of advanced training and retraining specialists in certification, metrology, and quality management” (3, Melezha str., Minsk, Republic of Belarus). E-mail: kafedra@bgipk.by

УДК 579.67

Поступила в редакцию 22.02.2018
Received 22.02.2018**А.И. Толчикова, А.А. Журня, В.В. Шилов***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,
г. Минск, Республика Беларусь***РОЛЬ ПРЕБИОТИЧЕСКИХ ПИЩЕВЫХ
ВОЛОКОН В ПИТАНИИ**

Аннотация: Пищевые волокна имеют важное значение для здоровья. Увеличение потребления пищевых волокон ведет к уменьшению числа сердечно-сосудистых заболеваний, снижению веса, и самое главное — улучшению работы желудочно-кишечного тракта. Пребиотики — это класс пищевых волокон, которые избирательно стимулируют рост и биологическую активность представителей защитной микрофлоры кишечника человека, способствуют поддержанию ее нормального состава и биологической активности. Несмотря на то, что все пребиотики являются пищевыми волокнами, не все волокна являются пребиотическими. Пребиотики представляют собой в основном углеводные соединения, в основном олигосахариды, которые, не перевариваются в тонком кишечнике человека и достигают толстой кишки, где они ферментируются микрофлорой. По данным многочисленных исследований установлено, что такие вещества как инулин и олигофруктоза, лактулоза и резистентный крахмал соответствуют всем аспектам определения пребиотика, включая стимуляцию роста бифидобактерий. Другие изолированные углеводы и содержащие углеводы продукты питания, включая галактоолигосахариды, трансгалактоолигосахариды, полидекстрозу, декстрин пшеницы, аравийскую камедь, также оказывают пребиотическое действие.

Ключевые слова: пищевые волокна, пребиотики, ферментация, микрофлора, короткоцепочечные жирные кислоты, иммунная функция

A.I. Tolchikova, A.A. Zhurnia, V.V. Shylau*RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus»,
Minsk, Republic of Belarus***THE ROLE OF PREBIOTIC
FOOD FIBERS IN NUTRITION**

Abstract: The health benefits of dietary fibers have long been valued by people. An increase in the intake of dietary fiber leads to a reduction in the number of cardiovascular diseases, weight loss, and most importantly, improvement of the work of the gastrointestinal tract. Prebiotics are a class of dietary fiber that selectively stimulate the growth and biological activity of representatives of the protective microflora of the human intestine, help to maintain its normal composition and biological activity. Despite the fact that all prebiotics are food fibers, not all fibers are prebiotic. Prebiotics are basically carbohydrate compounds, mainly oligosaccharides, which are not digested in the small intestine of a person and reach the colon, where they are fermented by microflora. According to numerous studies, it has been found that substances such as inulin and oligofructose, lactulose and resistant starch correspond to all aspects of prebiotic determination, including stimulation of bifidobacterial growth. Other isolated carbohydrates and carbohydrate-containing foods, including galacto-oligosaccharides, transgalactooligosaccharides, polydextrose, wheat dextrin, and gum arabic, also have a prebiotic effect.

Keywords: dietary fibers, prebiotics, fermentation, microflora, short-chain fatty acids, immune function

Пищевые волокна (ПВ) — (неусвояемые, неперевариваемые углеводы, клетчатка и др.) представляют собой вещества различной природы, которые не расщепляются в тонкой кишке, а подвергаются бактериальной ферментации в толстой кишке [1]. Они содержатся в большом количестве в таких продуктах питания как цельнозерновые крупы, бобовые, овощи, фрукты, сухофрукты и др.

Пищевые волокна классифицируются в соответствии с их растворимостью, физиологическим влиянием и химическим типом волокна (табл. 1). [2]. По растворимости пищевые волокна подразделяются на растворимые и нерастворимые.

Таблица 1. Классификация волокон и пребиотиков
Table 1. Classification of fibers and prebiotics

Волокна	Классификация
Пищевые волокна	Лигнин Целлюлоза Гемицеллюлоза
Пребиотики	Бета-глюканы Гуаровая камедь Пшеничный декстрин Псиллиум Пектин Инулин Олигофруктоза Лактулоза Резистентный крахмал Галактоолигосахариды Трансгалактоолигосахариды Полидекстроза

Растворимые ПВ впитывают воду и формируют гель, понижают уровень холестерина и сахара в крови. Нерастворимые пищевые волокна проходят через ЖКТ практически в неизменном виде, адсорбируют большое количество воды, влияют на моторику кишки. Считается, что растворимые пищевые волокна оказывают положительное воздействие на липиды сыворотки крови, тогда как нерастворимые пищевые волокна связаны с улучшенной перистальтикой кишечника. Разделение на растворимые и нерастворимые волокна все еще используется при указании питательной ценности на упаковках продуктов. Однако, несмотря на эту общепринятую классификацию, научное доказательство того, что растворимые волокна уменьшают уровень холестерина, а нерастворимые волокна приводят к увеличению объема стула, достаточно противоречиво. Резистентный крахмал и инулин, являющиеся растворимыми волокнами, не снижают уровень холестерина в крови, а воздействие нерастворимых волокон на массу стула крайне непостоянно. Более того, многие источники волокон, такие как овсяные отруби или псиллиум (шелуха семян подорожника) в большинстве своем растворимы, но все же увеличивают массу стула.

Растворимые волокна в большей мере подвергаются ферментированию и характеризуются большей вязкостью в сравнении с нерастворимыми волокнами. Тем не менее, не все растворимые волокна являются вязкими (например, частично расщепленная гуаровая и аравийская камедь), а некоторые нерастворимые волокна могут вызывать брожение. Хотя все пребиотики являются волокнами, не все волокна являются пребиотическими [2]. Пребиотики характеризуются:

- ♦ Резистентностью к желудочному соку, гидролизу ферментами человека и абсорбции в верхних отделах желудочно-кишечного тракта;
- ♦ Ферментируется кишечной микрофлорой;
- ♦ Селективно стимулирует рост и/или активность кишечных бактерий, потенциально связанных со здоровьем и самочувствием.

Пребиотики — это трудноусваиваемые вещества, которые обеспечивают благотворный физиологический эффект путем выборочного стимулирования благоприятного роста или развития ограниченного числа живущих в организме бактерий. Обычно это касается способности пищевых волокон способствовать росту бифидо- и лактобактерий, которые считаются полезными для здоровья человека. К полезным свойствам пребиотиков относятся улучшение защитной функции кишечника и иммунитета человека, сокращение субпопуляции болезнетворных бактерий (клубридий и др.), содействие выработке короткоцепочечных жирных кислот.

Важным механизмом действия пребиотиков является ферментация в толстой кишке и влияние на кишечную микрофлору. Толстый кишечник человека является одним из самых разнообразных и метаболически активных органов в организме человека [4]. До 1000 различных видов бактерий обитают в толстой кишке с микробными популяциями в количестве приблизительно 10^{11} – 10^{12} КОЕ на грамм содержимого. Среда толстой кишки благоприятствует росту бактерий из-за медленного времени прохождения, легкодоступных питательных веществ и благоприятного pH [4]. Как правило, бактерии, имеющие почти исключительный сахаролитический метаболизм (т. е. без протеолитической активности), могут считаться потенциально полезными. Такой метаболический профиль характерен для лактобактерий и бифидобактерий. Сопоставление разнообразия и взаимодействий

между кишечной микрофлорой человека привело к запуску программы исследования микробиома кишечника человека (HGMI) [5], направленной на выявление разнообразия бактериальной экосистемы. В целом на состав микрофлоры влияет ряд факторов. К ним относятся изменения в физиологических состояниях организма (например, возраст, стресс, состояние здоровья), рацион питания и экологические условия [7]. Вместе с иммунной системой, кишечно-слизистая микрофлора значительно улучшает барьер, который предотвращает проникновение патогенных бактерий в желудочно-кишечный тракт (ЖКТ). Кишечная микрофлора извлекает энергию путем ферментации углеводов, не переваренных в верхнем отделе кишечника. Основными субстратами являются эндогенные (например, слизь) и углеводы пищи, которые не перевариваются в верхнем отделе ЖКТ: резистентный крахмал, некрахмальные полисахариды (например, целлюлозы, гемицеллюлозы, пектины и камедь), неперевариваемые олигосахариды и сахарные спирты. Бактерии толстой кишки используют ряд ферментов, гидролизующих углеводы, для получения водорода, метана, диоксида углерода, короткоцепочечных жирных кислот (главным образом ацетата, пропионата и бутирата) и лактата. Пищевые компоненты, которые стимулируют ферментацию, ведут к увеличению массы бактерий и, следовательно, фекальной массы и, таким образом, обладают эффектом увеличения объема стула. По некоторым данным, на каждые 100 г углевода, ферментируемого углевода, производится около 30 г бактерий.

Ферментация и особенно производство короткоцепочечных жирных кислот играют неотъемлемую роль как на уровне толстой кишки, так и на системном уровне. Эпителиальные клетки толстой кишки предпочтительно используют бутират в качестве источника энергии, даже если имеются конкурирующие субстраты, такие как глюкоза и глутамин. Бутират считается ключевым питательным веществом и может функционировать в качестве первичного защитного фактора против кишечных расстройств, хотя данные по этой теме противоречат друг другу [6]. Короткоцепочечные жирные кислоты являются водорастворимыми и поглощаются кровотоком. Мозг, мышцы и ткани метаболизируют ацетат системно, тогда как пропионат очищается печенью и может снизить выработку холестерина печенью, препятствуя его синтезу. Считается, что перенос и дальнейший метаболизм короткоцепочечных жирных кислот в печени, мышцах или других периферических тканях покрывает около 7–8 % от суточной потребности организма в энергии [4]. Ферментация и производство короткоцепочечных жирных кислот также ингибируют рост патогенных организмов за счет снижения уровня люминального и фекального pH. Низкий уровень pH снижает гидролиз пептидов и образование токсичных соединений, таких как аммиак, амины и фенольные соединения, и уменьшает активность нежелательных бактериальных ферментов.

Инулин, олигофруктоза и фруктоолигосахариды в значительной степени рассматривались как пребиотики и при их незначительном употреблении (5–8 г в день) демонстрировали значительный рост бифидобактерий в составе кала.

Аравийская камедь обеспечивала больший рост бифидо- и лактобактерий, чем такое же количество инулина, что привело к меньшему количеству побочных эффектов в желудочно-кишечном тракте, таких как газообразование и вздутие [12]. Вследствие потребления полидекстрозы снижалось содержание бактериоидов, а также увеличилась концентрация бифидо- и лактобактерий [13, 14]. Пшеничный декстрин также увеличивал содержание бифидо- и лактобактерий и уменьшил содержание клостридий [15]. В исследовании, в котором приняли участие 40 пациентов женского пола, добавление в рацион пшеничного декстрина (8 г в день) на протяжении 14 дней не только увеличило количество бактериоидов, которые являются главными сахаролитическими ферментами нормальной флоры кишечника, но и уменьшило количество болезнетворных бактерий. Кроме того, был обнаружен пребиотический потенциал у псиллиума [16]. Галактоолигосахариды и лактулоза были отмечены своими способностями быстрого увеличения, тогда как инулин, мальтодекстрин и полидекстроза продемонстрировали медленный рост бифидо- и лактобактерий [17]. Потребление бета-глюкана овса (5 г) в течение 5 недель значительно снижало уровень глюкозы в крови и выброс инсулина, в то время как включение в рацион питания бета-глюкана ячменя (5–10 г) не оказало подобного эффекта [9].

Пищевые волокна, способные к брожению, которые не соответствуют определению пребиотиков, все равно оказывают благотворное влияние посредством выработки короткоцепочечных жирных кислот. Наиболее распространенными из них являются ацетат, пропионат и бутират, каждая из которых оказывает уникальное физиологическое воздействие. Для состояния толстой кишки наиболее

благоприятной кислотой является бутират, который выступает предпочтительным источником энергии для эпителиальных клеток толстой кишки и способствует дифференциации и пролиферации нормальных клеток. Более того, короткоцепочечные жирные кислоты помогают контролировать впитывание натрия и воды, могут способствовать всасыванию кальция и других минералов. Кроме того, деятельность короткоцепочечных жирных кислот направлена на снижение кислотности в толстой кишке, что может препятствовать увеличению потенциальных болезнетворных организмов и вызывать рост полезных бактерий, таких как бифидо- и лактобактерий. Различные виды пищевых волокон отличаются количеством и темпом производства короткоцепочечных жирных кислот. Те виды волокон, которые быстро поддаются брожению, могут привести к излишнему газообразованию и вздутию живота, поэтому дозировку следует обязательно принять во внимание. Способ брожения может быть связан с молекулярной массой, длиной цепи и структурой волокна. Короткоцепочечные молекулы, такие как фруктоолигосахариды, обычно подвергаются ферментации более быстро, нежели более крупные и длинные молекулы, такие как аравийская камедь или частично гидролизуемая гуаровая камедь.

Посредством выработки короткоцепочечных жирных кислот некоторые виды волокон могут сыграть существенную роль в поддержании иммунитета. В испытаниях, проведенных на животных, добавление короткоцепочечных жирных кислот к парентеральному питанию стимулирует выработку клеток Т-хелперов, фагоцитов и нейтрофилов, а также увеличивает цитотоксическую активность естественных клеток-киллеров. Также имеются доказательства повышенной сопротивляемости к болезням или инфекциям во время приема пищевых волокон. Например, была обнаружена способность олигофруктозы уменьшать вероятность лихорадочных заболеваний, связанных с диареей или респираторными расстройствами, а также снижать использование антибиотиков у детей первого года жизни [18]. Некоторые виды волокон, такие как бета-глюканы, могут взаимодействовать с иммунными клетками, тем самым напрямую влиять на работу иммунной системы. Растворимые невязкие волокна могут благотворно воздействовать на процесс облегчения симптомов воспалительных заболеваний, таких как синдром раздраженного кишечника. В частности, частично гидролизованная гуаровая камедь оказалась более эффективной в снятии боли и улучшении ритма дефекации, чем пшеничные отруби, и она проявила себя лучше в качественной оценке эпителиального повреждения и воспаления [19].

В исследовании, в котором приняли участие 244 здоровых добровольцев прием 10 г инулина или 5,5 г галактоолигосахаридов в день в течение 4 недель уменьшал вероятность появления диареи и облегчил ее протекание [20, 21, 22]. Одновременный прием фруктоолигосахаридов и инулина также значительно повлиял на снижение показателей тяжести заболевания, сокращение провоспалительных иммунных маркеров, обнаруженных в больших количествах в плазме и кале [23]. Отмечена эффективность галактоолигосахаридов в нормализации микрофлоры толстой кишки и облегчении симптомов синдрома раздраженного кишечника у 44 пациентов [24]. Галактоолигосахариды благоприятно повлияли также на фекальные бифидобактерии. Употребление 3,5 г галактоолигосахаридов в день также значительно изменило консистенцию кала, уменьшился метеоризм и вздутие живота, улучшилась субъективная глобальная оценка показателей питания и чувства тревоги. Установлено также усиление абсорбции кальция при потреблении фруктанов. 12-месячное исследование, в котором участвовало 100 подростков, употреблявших фруктаны в количестве 8 г/сут, показало значительное увеличение абсорбции кальция, что привело к большей минеральной минерализации костей [25]. В то время как ежедневное потребление зерновых, содержащих фруктоолигосахариды короткой и длинной цепью (9 г/сут), не способствовало усвоению кальция у девочек-подростков [26].

Данные эпидемиологических исследований влияния пребиотиков на риск развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) свидетельствуют о их способности влиять на уровень холестерина и С-реактивный белок (СРБ). В двойном слепом рандомизированном плацебо-контролируемом клиническом исследовании была установлена способность комбинации инулин/ФОС, потребляемой в количестве 10 г/сут в течение 6 мес. снижать концентрацию ХС ЛПНП и повышать уровень ХС ЛПВП [28]. Поскольку олигосахариды не являются вязкими волокнами, наиболее вероятно, что механизм их действия основывается на увеличении производства короткоцепочечных жирных кислот, особенно пропионата.

С целью изучения влияния добавки, содержащей фруктоолигосахариды, на массу тела и концентрацию гормона насыщения у взрослых, страдающих лишним весом и ожирением, было проведено

двойное слепое плацебо контролируемое исследование с применением [30]. Сорок восемь здоровых взрослых добровольцев с индексом массы тела $> 25 \text{ кг/м}^2$ получали 21 г добавки, содержащей фруктоолигосахариды, в день либо плацебо (мальтодекстрин) в течение 12 недель. У участников исследования, принимавших добавку, содержащую фруктоолигосахариды, наблюдалось снижение массы тела на $1,03 \pm 0,43 \text{ кг}$, в то время как в контрольной группе наблюдалась противоположная картина — масса тела увеличилась на $0,45 \pm 0,31$. Сходные результаты были получены во время проведения двойного слепого параллельного исследования с применением метода случайной выборки под контролем плацебо, где 10 здоровых взрослых людей получали 16 г пребиотиков в день либо 16 г мальтодекстрина в день в течение 2 недель [31]. Во время приема пребиотика наблюдалось увеличение содержания водорода в выдыхаемом воздухе, что является маркером ферментации микрофлоры желудочно-кишечного тракта в 3 раза. При этом также наблюдалось ослабление чувства голода [32]. Проведённое исследование с участием взрослых добровольцев, имеющих лишний вес, показало, что пшеничный декстрин, способствует значительному усилению чувства насыщения и ослаблению чувства голода при приеме в дозах от 8 до 24 г в день, при этом наблюдалась взаимосвязь между временем приема и дозировкой [33].

Закключение. Пищевые волокна проявляют разнообразные физико-химические свойства и соответствующие физиологические эффекты. Роль волокон для здоровья вышла далеко за рамки улучшения перистальтики кишечника и включает такие положительные эффекты как снижение риска сердечно-сосудистых заболеваний, управления весом, иммунитетом и состоянием кишечника.

Употребление пребиотиков может:

- ♦ Сократить распространенность и продолжительность инфекционной и антибиотико-ассоциированной диареи;
- ♦ Уменьшить воспалительный процесс и симптомы, связанные с воспалительными заболеваниями кишечника;
- ♦ Оказывать защитный эффект для предотвращения появления онкопатологии;
- ♦ Увеличить биологическую усвояемость и поглощение минералов, включая кальций, магний и железо;
- ♦ Снизить факторы риска заболевания сердечно-сосудистыми болезнями;
- ♦ Обеспечить чувство насыщения, потерю веса и предотвратить набор лишнего веса.

Однако следует отметить, что не все волокна равны с точки зрения типов и объема оказываемого ими благоприятного воздействия на человека. Ввиду разнообразия их воздействия, следует потреблять пищевые волокна из различных источников. Такие характеристики, как растворимость, ферментируемость и вязкость, являются важными факторами, определяющими влияние волокон на организм. С этой точки зрения, пребиотики имеют несомненные преимущества перед другими типами волокон, так как более эффективно используются организмом человека. Поскольку потребление пищевых волокон во всем мире сейчас значительно ниже рекомендуемых ВОЗ количеств, поэтому, для укрепления здоровья и профилактики различных заболеваний, волокна с пребиотическими свойствами необходимо более активно использовать в составе функциональных пищевых продуктов.

Список использованных источников

1. *Slavin, J.L.* Dietary fiber: Classification, chemical analyses, and food sources. *J. Am. Diet. Assoc.* 1987, no 87, P. 1164–1171.
2. *Gibson, G.R.* Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics / G.R. Gibson, M.B. Roberfroid // *J. Nutr.* 1995, no 125, P. 1401–1412.
3. *Gibson, G.R.* Dietary prebiotics: Current status and new definition. *Food Sci. Technol. Bull. Funct. Foods* 2010, no 7, P. 1–19.
4. *Cummings, J.H.* The control and consequences of bacterial fermentation in the human colon / J.H. Cummings, G.T. Macfarlane // *J. Appl. Bacteriol.* 1991, no 70, P. 443–459.
5. *Gordon J.I., Ley R.E., Wilson R., Mardis E., Xu J., Fraser C.M., Relman D.A.* Extending our view of self: The Human Gut Microbiome Initiative (HGMI). Available online: <http://www.genome.gov/Pages/Research/Sequencing/SeqProposals/HGMISeq.pdf> (accessed on 8 October 2011).

6. *Lupton, J.R.* Microbial degradation products influence colon cancer risk: The butyrate controversy. *J. Nutr.* 2004, no 134, P. 479–482.
7. *DeFillippo, F.C.* Impact of diet in shaping gut microbiota revealed by a comparative study in children from Europe and rural Africa. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 2010, no 107, pp. 14691–14696. *Nutrients* 2013, no 5, 1432 p.
8. *Meyer, K.A.* Carbohydrates, dietary fiber, and incident type 2 diabetes in older women. *Am. J. Clin. Nutr.* 2000, no 71, P. 921–830.
9. *Biorklund, M.* Changes in serum lipids and postprandial glucose and insulin concentrations after consumption of beverages with beta-glucans from oats or barley: A randomized dose controlled trial. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2005, no 59, P. 1272–1281.
10. *Nazare, J.A.* Impact of a resistant dextrin with a prolonged oxidation pattern on day-long ghrelin profile. *J. Am. Coll. Nutr.* 2011, no 30, P. 63–72.
11. *Mathern, J.R.* Effect of fennugreek fiber on satiety, blood glucose and insulin response and energy intake in obese subjects. *Phytother. Res.* 2009, no 23, P. 1543–1548.
12. *Calame, W.* Gum arabic establishes prebiotic functionality in healthy human volunteers in a dose-dependent manner. *Br. J. Nutr.* 2008, no 100, P. 1269–1275.
13. *Jie, Z.* Studies on the effects of polydextrose intake on physiologic functions in Chinese people. *Am. J. Clin. Nutr.* 2000, no 72, P. 1503–1509.
14. *Hengst, C.* Effects of polydextrose supplementation on different faecal parameters in healthy volunteers. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 2009, no 60, P. 96–105.
15. *Lefranc-Millot, C.* Impact of a resistant dextrin on intestinal ecology: How altering the digestive ecosystem with NUTRIOSE, a soluble fiber with prebiotic properties, may be beneficial for health. *J. Int. Med. Res.* 2012, no 40, P. 211–224.
16. *Eli, M.* Evaluation of prebiotic potential of refined psyllium (*Plantago ovata*) fiber in healthy women. *J. Clin. Gastroenterol.* 2008, no 42, pp. 174–176. *Nutrients* 2013, no 5, 1434 p.
17. *Watson, D.* Selective carbohydrate utilization by lactobacilli and bifidobacteria. *J. Appl. Microbiol.* 2012, doi:10.1111/jam.12105.
18. *Saavedra, J.M.* Human studies with probiotics and prebiotics: Clinical implications / J.M. Saavedra, A. Tschernia // *Br. J. Nutr.* 2002, no 87, P. 241–246.
19. *Parisi, G.C.* High-fiber diet supplementation in patients with irritable bowel syndrome (IBS): A multicenter, randomized, open trial comparison between wheat bran diet and partially hydrolyzed guar gum (PHGG). *Dig. Dis. Sci.* 2002, no 47, P. 1697–1704.
20. *Chuang, S.C.* Fiber intake and total and cause-specific mortality in the European prospective investigation into Cancer and Nutrition cohort. *Am. J. Clin. Nutr.* 2012, no 96, P. 164–174.
21. *Cummings, J.H.* A study of fructo oligosaccharides in the prevention of travellers' diarrhoea. *Aliment. Pharmacol. Ther.* 2001, no 15, P. 1139–1145.
22. *Drakoularakou, A.* A double-blind, placebo-controlled, randomized human study assessing the capacity of a novel galacto-oligosaccharide mixture in reducing travellers' diarrhoea. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2010, no 64, P. 146–152.
23. *Konikoff, M.R.* Role of fecal calprotectin as a biomarker of intestinal inflammation in inflammatory bowel disease / M.R. Konikoff, L.A. Denson // *Inflamm. Bowel. Dis.* 2006, no 12, P. 524–534.
24. *Silk, D.B.* Clinical trial: The effects of a trans-galactooligosaccharide prebiotic on faecal microbiota and symptoms in irritable bowel syndrome. *Aliment. Pharmacol. Ther.* 2009, no 29, P. 508–518.
25. *Abrams, S.A.* A combination of prebiotic short- and long-chain inulin-type fructans enhances calcium absorption and bone mineralization in young adolescents. *Am. J. Clin. Nutr.* 2005, no 82, P. 471–476.
26. *Martin, B.R.* Fructo-oligosaccharides and calcium absorption and retention in adolescent girls. *J. Am. Coll. Nutr.* 2010, no 29, P. 382–386.
27. Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids*; National Academies Press: Washington, DC, USA, 2002.

28. *Forcheron, F.* Long-term administration of inulin-type fructans has no significant lipid-lowering effect in normolipidemic humans / F. Forcheron, M. Beylot // *Metabolism* 2007, no 56, P. 1093–1098.
29. *Ley, R.E.* Obesity alters gut microbial ecology. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 2005, 102, P. 11070–11075.
30. *Turnbaugh, P.J.* A core gut microbiome in obese and lean twins / P.J. Turnbaugh, J.P. Affourtit et al. // *Nature* 2009, no 457, P. 480–484.
31. *Parnell, J.A.* Weight loss during oligofructose supplementation is associated with decreased ghrelin and increased peptide YY in overweight and obese adults / J.A. Parnell, R.A. Reimer // *Am. J. Clin. Nutr.* 2009, no 89, P. 1751–1759.
32. *Cani, P.D.* Gut microbiota fermentation of prebiotics increases satietogenic and incretin gut peptide production with consequences for appetite sensation and glucose response after a meal. *Am. J. Clin. Nutr.* 2009, no 90, P. 1236–1243.
33. *Hess, J.R.* Effects of short-chain fructooligosaccharides on satiety responses in healthy men and women. *Appetite* 2011, no 56, P. 128–134.

References

1. Slavin J.L. Dietary fiber: Classification, chemical analyses, and food sources. *Journal American Diet. Assoc.*, 1987, no 87, pp. 1164–1171.
2. Gibson G.R., Roberfroid M.B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. *Journal Nutrition*, 1995, no 125, pp. 1401–1412.
3. Gibson G.R., Scott K.P., Rastall R.A., Tuohy K.M., Hotchkiss A., Dubert-Ferrandon A., Gareau M., Murphy E.F., Saulnier D., Loh, G. et al. Dietary prebiotics: Current status and new definition. *Journal Food Sci. Technol. Bull. Funct. Foods*, 2010, no 7, pp. 1–19.
4. Cummings J.H., Macfarlane G.T. The control and consequences of bacterial fermentation in the human colon. *Journal Appl. Bacteriol.*, 1991, no 70, pp. 443–459.
5. Gordon J.I., Ley R.E., Wilson R., Mardis E, Xu J., Fraser C.M., Relman D.A. Extending our view of self: The Human Gut Microbiome Initiative (HGMI). Available online: <http://www.genome.gov/Pages/Research/Sequencing/SeqProposals/HGMISeq.pdf> (accessed on 8 October 2011).
6. Lupton J.R. Microbial degradation products influence colon cancer risk: The butyrate controversy. *Journal Nutrition*, 2004, no 134, pp. 479–482.
7. DeFillippo F.C., Cavallieri D., Di P.M., Ramazzotti M., Poulie J.B., Massart S., Collini S., Pieraccini G., Lionetti P. Impact of diet in shaping gut microbiota revealed by a comparative study in children from Europe and rural Africa. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 2010, no 107, pp. 14691–14696. *Nutrients* 2013, no 5, 1432 p.
8. Meyer K.A., Kushi L.H., Jackobs D.R., Slavin J., Sellers A.A, Folsom A.R. Carbohydrates, dietary fiber, and incident type 2 diabetes in older women. *Journal Am. J. Clin. Nutr.*, 2000, no 71, pp. 921–830.
9. Björklund M., Rees A., van Mensink, R.P., Onning, G. Changes in serum lipids and postprandial glucose and insulin concentrations after consumption of beverages with beta-glucans from oats or barley: A randomized dose controlled trial. *Eur. Journal Clin. Nutr.*, 2005, no 59, pp. 1272–1281.
10. Nazare J.A., Sauvinet V, Normand S., Guerin-Deremaux L, Gabert L., Desige M., Wils D., Laville M. Impact of a resistant dextrin with a prolonged oxidation pattern on day-long ghrelin profile. *Journal Am. Coll. Nutr.*, 2011, no 30, pp. 63–72.
11. Mathern J.R., Raatz S.K., Thomas W, Slavin J.L. Effect of fennugreek fiber on satiety, blood glucose and insulin response and energy intake in obese subjects. *Phytother. Res.*, 2009, no 23, pp. 1543–1548.
12. Calame W., Weseler A.R., Viebke C., Flynn C., Siemensma A.D. Gum arabic establishes prebiotic functionality in healthy human volunteers in a dose-dependent manner. *Br. Journal Nutrition*, 2008, no 100, pp. 1269–1275.
13. Jie Z., Bang-Yao J., Ming-Jie X., Hai-wei L, Zu-kang Z., Ting-song W., Craig S.A.S. Studies on the effects of polydextrose intake on physiologic functions in Chinese people. *Journal Am. J. Clin. Nutr.*, 2000, no 72, pp. 1503–1509.

14. Hengst C., Ptok S., Roessler A., Fechner A., Jahreis G. Effects of polydextrose supplementation on different faecal parameters in healthy volunteers. *Int. Journal Food Sci., Nutr.* 2009, no 60, pp. 96–105.
15. Lefranc-Millot C., Gruerin-Deremaux L., Wils D., Neut C., Miller L.E., Saniez-Degrave M.H. Impact of a resistant dextrin on intestinal ecology: How altering the digestive ecosystem with NUTRIOSE, a soluble fiber with prebiotic properties, may be beneficial for health. *Journal Int. Med. Res.*, 2012, no 40, pp. 211–224.
16. Eli M., Cattivelli D., Soldi S., Bonatti M., Morelli L. Evaluation of prebiotic potential of refined psyllium (*Plantago ovata*) fiber in healthy women. *Journal Clin. Gastroenterol.* 2008, no 42, pp. 174–176. *Nutrients* 2013, no 5, 1434 p.
17. Watson D., O'Connell Moterway M., Schoterman M.H.C., Joost van Neerven R.J., Nauta A., van Sinderen D. Selective carbohydrate utilization by lactobacilli and bifidobacteria. *Journal Appl. Microbiol.*, 2012, doi:10.1111/jam.12105.
18. Saavedra J.M., Tschernia A. Human studies with probiotics and prebiotics: Clinical implications. *Br. Journal Nutrition*, 2002, no 87, pp. 241–246.
19. Parisi G.C., Zilli M., Miani M.P., Carrara M., Verdianelli G., Battaglia G., Desidera S., Faedo A., Malzolino C., Tonon A.; et al. High-fiber diet supplementation in patients with irritable bowel syndrome (IBS): A multicenter, randomized, open trial comparison between wheat bran diet and partially hydrolyzed guar gum (PHGG). *Dig. Dis. Sci.* 2002, no 47, pp. 1697–1704.
20. Chuang S.C., Norat T., Murphy N., Olsen A., Tjonneland A., Overvad K., Boulton-Ruell M.C., Perquier F., Dartois L., Kaaks R.; et al. Fiber intake and total and cause-specific mortality in the European prospective investigation into Cancer and Nutrition cohort. *Am. Journal Clinical Nutrition*, 2012, no 96, pp. 164–174.
21. Cummings J.H., Christie S., Cole T.J. A study of fructo oligosaccharides in the prevention of travellers' diarrhoea. *Aliment. Pharmacol. Ther.* 2001, no 15, pp. 1139–1145.
22. Drakoularakou A., Tzortzis G., Rastall R.A., Gibson G.R. A double-blind, placebo-controlled, randomized human study assessing the capacity of a novel galacto-oligosaccharide mixture in reducing travellers' diarrhoea. *Eur. Journal Clinical Nutrition*, 2010, no 64, pp. 146–152.
23. Konikoff M.R., Denson L.A. Role of fecal calprotectin as a biomarker of intestinal inflammation in inflammatory bowel disease. *Inflamm. Bowel. Dis.* 2006, no 12, pp. 524–534.
24. Silk D.B., Davis A., Vulevic J., Tzortzis G., Gibson G.R. Clinical trial: The effects of a trans-galactooligosaccharide prebiotic on faecal microbiota and symptoms in irritable bowel syndrome. *Aliment. Pharmacol. Ther.* 2009, no 29, pp. 508–518.
25. Abrams S.A., Griffin I.J., Hawthorne K.M., Liang L., Gunn S.K., Darlington G., Ellis K.J. A combination of prebiotic short- and long-chain inulin-type fructans enhances calcium absorption and bone mineralization in young adolescents. *Am. Journal Clinical Nutrition*, 2005, no 82, pp. 471–476.
26. Martin B.R., Braan M.D., Wigertz K., Bryant R., Zhao Y., Lee W., Kempa-Steczko S., Weaver C.M. Fructo-oligosaccharides and calcium absorption and retention in adolescent girls *Journal Clinical Nutrition*, 2010, 29, 382–386.
27. Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids*; National Academies Press: Washington, DC, USA, 2002.
28. Forcheron F., Beylot M. Long-term administration of inulin-type fructans has no significant lipid-lowering effect in normolipidemic humans. *Metabolism*, 2007, no 56, pp. 1093–1098.
29. Ley R.E., Backhed F., Turnbaugh P., Lozupone C.A., Knight R.D., Gordon J.I. Obesity alters gut microbial ecology. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 2005, no 102, pp. 11070–11075.
30. Turnbaugh P.J., Hamady M., Yatsunencko T., Cantarel B.L., Duncan A., Ley R.E., Sogin M.L., Jones W.J., Roe B.A., Affourtit J.P., et al. A core gut microbiome in obese and lean twins. *Nature*, 2009, no 457, pp. 480–484.
31. Parnell J.A., Reimer R.A. Weight loss during oligofructose supplementation is associated with decreased ghrelin and increased peptide YY in overweight and obese adults. *Am. Journal Clinical Nutrition*, 2009, no 89, pp. 1751–1759.

32. Cani P.D., Lecourt E, Dewulf E.M., Sohet F.M., Pachikian B.D., Naslain D., De B.F., Neyrinck A.M., Delzenne N.M. Gut microbiota fermentation of prebiotics increases satietogenic and incretin gut peptide production with consequences for appetite sensation and glucose response after a meal. *Am. Journal Clinical Nutrition*, 2009, no 90, pp. 1236–1243.
33. Hess J.R., Birkett A.M., Thomas W., Slavin J.L. Effects of short-chain fructooligosaccharides on satiety responses in healthy men and women. *Appetite*, 2011, no 56, pp. 128–134.

Информация об авторах

Толчикова Анастасия Игоревна — аспирант отдела питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: otpit@tut.by

Журня Анна Александровна — научный сотрудник отдела питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: otpit@tut.by

Шилов Валерий Викентьевич — кандидат биологических наук, начальник отдела питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: valery.shilov@gmail.com

Information about authors

Tolchikova Anastasia Igorevna — PhD student of the nutrition department of RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., Minsk 220037, Belarus). E-mail: otpit@tut.by

Zhurnia Hanna Alexandrovna — research fellow of the nutrition department of RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., Minsk 220037, Belarus). E-mail: otpit@tut.by

Shylau Valery Vikentievich — Ph.D. (Biological), head of the nutrition department of RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., Minsk 220037, Belarus). E-mail: valery.shilov@gmail.com

УДК 642.58:339.138

Поступила в редакцию 22.02.2018
Received 22.02.2018Л.А. Мельникова¹, А.А. Журня²¹Учреждение образования «Белорусский государственный экономический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь²РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,
г. Минск, Республика Беларусь

АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА ПРИ ВЫБОРЕ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ В ШКОЛЬНЫХ БУФЕТАХ И СТОЛОВЫХ

Аннотация: В настоящее время в структуре питания школьников отмечается недостаточное поступление макро- и микроэлементов, витаминов, пищевых волокон, полноценных белков, полиненасыщенных жирных кислот, при избыточном поступлении в организм ребенка животных жиров и углеводов. Одним из способов коррекции фактического питания является создание и последующее включение в рационы питания школьников продуктов, обогащенных дефицитными микронутриентами. Для обоснования выбора базовых продуктов питания, с целью создания на их основе функциональных продуктов были проведены маркетинговые исследования потребительских предпочтений учащихся при выборе продуктов питания в школьных столовых и буфетах. Исследования проводили среди учащихся 1-11 классов и их родителей в учреждениях образования г. Минска. Установлено, что наиболее популярными среди всего ассортимента, предлагаемой продукции в школьных буфетах, являются мучные кондитерские, хлебобулочные изделия напитки и вода. Таким образом, данные группы продуктов можно рассматривать, как перспективные для обогащения необходимыми нутриентами.

Ключевые слова: школьный возраст, рациональное питание, статус питания, минеральные вещества, витамины, дефицит микронутриентов, маркетинговые исследования, потребительские предпочтения

L.A. Melnikova¹, A.A. Zhurnia²¹Educational institution “Belarusian State Economic University”,
Minsk, Republic of Belarus²RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,
Minsk, Republic of Belarus

THE ANALYSIS OF SCHOOL CHILDREN PREFERENCES IN CHOOSING FOOD PRODUCTS IN SCHOOL SNACK BARS AND CANTEENS

Abstract: At present, the inadequate intake of macro- and microelements, vitamins, fiber of high-grade proteins, polyunsaturated fatty acids, and excessive intake of animal fats and carbohydrates into the body of the child is noted in the school nutrition structure. One way to correct the actual nutrition is to create and then include in the diets of schoolchildren foods enriched with scarce micronutrients. To substantiate the choice of basic food products in order to create functional products on their basis, a marketing research on consumer preferences of students in selecting food products in school canteens and buffets was conducted. Studies were conducted among pupils of grades 1–11 and their parents in educational institutions in Minsk. It is established that the most popular among the whole assortment of offered products in school canteens are flour confectionery, bakery, drinks, and water. Thus this product groups can be considered as promising for enrichment with the necessary nutrients.

Keywords: school age, rational nutrition, nutritional status, minerals, vitamins, micronutrient deficiency, marketing research, consumer preferences

Введение. Сбалансированное, полноценное питание детей и подростков является необходимым условием, обеспечивающим их гармоничный рост, оптимальные параметры психоэмоционального и интеллектуального развития, своевременное созревание и функционирование различных органов и систем детского организма [1, 2].

Адекватное питание не только поддерживает здоровье детей, но и способствует увеличению работоспособности, а также сопротивляемости организма к действию инфекций и других неблагоприятных факторов окружающей среды [3].

Школьный возраст является тем возрастным периодом, в котором продолжается дальнейшее формирование организма, которое отличается высокими темпами роста, увеличением мышечной ткани, интенсивностью обменных процессов. В этот период у подростков возрастает функциональная нагрузка на сердечно-сосудистую, центральную нервную и пищеварительную системы [4, 5].

Учитывая тот факт, что большую часть времени дети проводят в школе обеспечение их качественным, рациональным питанием является важнейшей государственной задачей, направленной на сохранение здоровья молодого поколения.

Рациональное питание предполагает соблюдение следующих принципов, которые актуальны для людей всех возрастов, в том числе и для детей школьного возраста.

1. Энергетическая ценность пищевого рациона должна соответствовать суточным энергетическим затратам организма. Суточные энергозатраты детского организма складываются из расхода энергии на поддержание основных жизненных функций:

- ♦ основного обмена, который зависит от пола (у мальчиков выше), возраста (чем ребенок младше, тем процесс обмена протекает интенсивнее), физиологического состояния ребенка (после болезни уровень обмена выше), а также климатических условий (летом потребность в энергии увеличивается) [2, 6, 7];
- ♦ обеспечения процессов переваривания пищи. Следует отметить, что если рацион питания в основном углеводный, то энергозатраты организма на его переваривание составляют 10 %, если белковый или жировой — 15 % от величины основного обмена [6, 7];
- ♦ выполнения двигательной и умственной работы. Продолжительные и интенсивные физические и интеллектуальные нагрузки требуют больших энергозатрат [7, 8];
- ♦ обеспечения роста и развития организма, отложение тканевых веществ. Потребление энергии должно быть таким, чтобы обеспечить положительный азотистый баланс в организме — главное условие роста и развития;

Индикатором степени удовлетворения количественной адекватности питания выступает масса тела, если она соответствует рекомендуемой для определенной возрастно-половой группы, значит питание энергетически адекватно [7, 8].

2. Качественная адекватность питания — соответствие химического состава пищи возрастным потребностям организма. При обеспечении качественного питания следует обратить внимание на незаменимые, строго нормируемые биологически активные питательные вещества, не синтезируемые в организме или синтезируемые в недостаточном количестве либо при определенных условиях. К ним относятся белки, эссенциальные составные части пищевых жиров, витамины, минеральные соли и вода. Количественная недостаточность и качественная неполноценность отрицательно сказываются на физическом и нервно-психическом развитии детей [6, 7, 8, 9].

3. Сбалансированность рациона по всем заменимым и незаменимым компонентам, включая белки и аминокислоты, пищевые жиры и жирные кислоты, различные классы углеводов, витамины и витаминподобные вещества, минеральные соли и микроэлементы [2, 6, 7, 8, 9].

4. Соблюдение оптимального режима питания — регулярность, кратность и чередование приемов пищи. Количество приемов пищи меняется по мере взросления ребенка от более частого в раннем детском возрасте до 3–4 разового в более старшем. Наиболее оптимальным для детей и подростков является прием пищи с интервалом в 3,5–4 ч. Это необходимо для своевременной разгрузки пищеварительной системы и равноценного потребностям организма обеспечения его энергией и необходимыми питательными веществами [7, 8, 9].

5. Адекватная технологическая и кулинарная обработка продуктов и блюд с целью сохранения исходной пищевой ценности, высоких органолептических свойств, а также снижения образования веществ, которые неблагоприятно воздействуют на организм детей.

6. Обеспечение безопасности питания, включая соблюдение всех санитарных требований к состоянию пищеблока, поставляемым продуктам питания, их транспортировке, хранению приготовленную и раздаче блюд.

Только соблюдение всех указанных принципов делает питание полноценным.

В последнее время большинством исследователей отмечаются отклонения показателей фактического питания обследованных групп детей и подростков от рекомендуемых норм физиологических потребностей организма в питательных веществах и энергии, а также показателей статуса питания [10, 11, 12].

По данным проведенных исследований фактического питания учащихся установлены нарушения количественной (энергетической) и качественной (нутриентной) адекватности рационов питания,

организованного на базе общеобразовательных учреждений г. Минска. Наиболее дефицитными компонентами питания являются витамины (С, А, D, E, PP), минеральные вещества (кальций, магний), углеводы и белки. Неполноценность фактического питания подтверждается показателями статуса питания учащихся [5, 13, 14].

Микронутриентный дисбаланс связан, прежде всего, с распространенностью продукции предприятий быстрого приготовления, сладких безалкогольных напитков, значительно доступней стали различные кондитерские изделия и так называемые сладости, школьники стали чаще употреблять в пищу полуфабрикаты, сухарики, чипсы и т.д.

Кроме того, все чаще у детей и подростков фиксируется так называемая субнормальная обеспеченность организма витаминами («биохимическая»), которая представляет собой стадию дефицита витаминов, характеризующуюся только биохимическими нарушениями. Её основными причинами служат преимущественное использование в питании рафинированных продуктов, лишённых витаминов в процессе их производства (хлеб из муки тонкого помола); потери витаминов при длительном и нерациональном хранении и кулинарной обработке продуктов [2, 7, 12].

Витаминная недостаточность сказывается на функциональном состоянии всего организма, прежде всего, белковом обмене.

Белки являются важнейшим источником пластического материала для построения всех клеток и тканей, образования ферментов, гормонов и других биологически активных соединений. Поступая вместе с пищей, они расщепляются в ЖКТ на аминокислоты, которые, всасываясь через стенки кишечника, попадают в кровь. В дальнейшем организм синтезирует из них новые необходимые для него белки, выполняющие разнообразные функции: трофическую, транспортную, каталитическую, регуляторную, защитную, сократительную и другие [7, 15, 16].

Недостаточное поступление с пищей протеина вызывает существенные сдвиги в ферментативной активности, которые ведут к изменениям клеточного метаболизма, вызывающим серьезные структурные и функциональные нарушения в организме. Вследствие белкового дефицита нарушается образование гормонов, что ведет к нарушению работы сердечно-сосудистой системы, опорно-двигательного аппарата, мочеполовой и других систем организма [16, 17].

Углеводам принадлежит основная роль в обеспечении энергетических потребностей организма. Они входят в состав нуклеиновых кислот, мембран клеток, участвуют в регуляции постоянства внутренней среды организма. Недостаток углеводов приводит к нарушению обменных процессов в организме: нерациональное использование белков в энергетических целях, что приводит к скрытой белковой недостаточности [16, 17, 18].

Избыток углеводов может привести к гиповитаминозу витамина В₁, а также к возникновению избыточной массы тела и ожирения.

Для нормального обмена веществ, успешного роста и развития в рацион питания детей, особенно школьного возраста должны входить витамины в полном спектре и количествах, соответствующих физиологическим потребностям организма.

Низкое поступление витаминов с пищей, а также нарушение их синтеза и всасывания может приводить к нарушению всех видов обмена веществ.

Витамин А (ретинол) играет важную роль в процессах энергообеспечения организма и поддержании структурно-функциональной целостности клеточных мембран. Большое значение витамин А имеет для обеспечения функции зрения, участвуя в построении зрительного пурпура. Кроме того, он принимает участие в минеральном обмене, образовании холестерина, усиливает внутрисекреторную функцию поджелудочной железы [16, 19]. Недостаток витамина А существенно снижает иммунитет, остроту зрения, барьеры верхних дыхательных путей, вызывает истончение, сухость, шелушение кожи, нарушает структуру и рост волос [16, 19].

Витамин Д является регулятором фосфорно-кальциевого обмена в организме, способствуя правильной минерализации костной ткани и зубов. Недостаточность витамина Д является одной из причин развития рахита, особенно у детей раннего возраста. Кроме того, вследствие дефицита витамина Д наблюдается повышенная нервная возбудимость, нарушение сна, запоздалое развитие зубов и др. [16, 19, 20].

Витамин Е (токоферол) обладает антиоксидантной активностью и защищает клетки и ткани организма от неблагоприятных факторов окружающей среды. Токоферол способствует образованию важных для жизнедеятельности организма гормонов, влияет на обмен липидов, белков и углеводов, стимулирует деятельность мышц [16, 19, 20].

Витамин С участвует во всех видах обмена веществ. Обеспечивает нормальную проницаемость стенок капиллярных сосудов, повышает их прочность. Стимулирует функцию клеток, синтезирующих коллаген. При недостатке витамина С отмечаются нарушения общего состояния организма, снижение устойчивости к простудному заболеванию, хрупкость кровеносных сосудов и др. [16, 19, 20].

Витамин РР (ниацин) способствует нормализации желудочной секреции, усиливает перистальтику желудка, стимулирует секреторную функцию поджелудочной железы, участвует в обмене углеводов. Кроме того, ниацин оказывает положительное влияние на процесс кроветворения. Недостаток данного витамина вызывает повышенное раздражение, бессонницу, головокружение. Отмечаются нарушения моторики кишечника и секреции желудочного сока [16, 19, 20].

Оптимальный рост и развитие детского организма невозможны без минеральных элементов, являющихся составной частью клеток и тканей организма, а также биокатализаторами обменных процессов. Функции минеральных веществ в организме весьма разнообразны. Они участвуют в построении тканей, входят в состав жидкостей и поддерживают постоянство внутренней среды организма [19, 21].

В состав организма входит большое количество минеральных элементов. Некоторые вещества содержатся в большом количестве — кальций, фосфор, калий, натрий магний, хлор, сера, другие — железо, цинк, медь, хром, йод, фтор в малых количествах. Для детского организма особенно важно поступление такие минеральные вещества, как кальций, фосфор, магний, железо, йод, цинк. Причем не только достаточное их поступление, но и в некоторых случаях определенное соотношение между собой, т.к. они взаимосвязаны в обменных процессах [16, 19, 22].

Натрий и калий играют важную роль в поддержании осмотических свойств плазмы крови и клеток организма. Данные элементы участвуют в регуляции кислотно-щелочного баланса организма, формировании электрического потенциала на клеточных мембранах и проведении нервного импульса. Дефицит калия и натрия являются причиной повышенной утомляемости, низкой трудоспособности, мышечной слабости, боли, судорог икроножных мышц [16, 19, 22].

Кальций, как и фосфор обеспечивает нормальный рост костной, зубной ткани, а также поддерживает их целостность на протяжении всей жизни человека. Недостаток этих элементов ведет к нарушению минерализации костной ткани, рахиту и остеопорозу, снижению мышечного тонуса [22].

Магний участвует в усвоении глюкозы, выработке энергии, передаче нервного сигнала, синтезе белков и других, жизненно важных процессах, происходящих в организме ребенка. Недостаток магния является одной из причин высокой распространенности сердечно-сосудистых заболеваний [15, 19].

Изложенное позволяет заключить, что сбалансированность питания невозможно определить какой-то одной определенной группой веществ, как бы ни были они важны для жизнедеятельности организма. Поэтому необходимо ориентироваться на весь комплекс незаменимых факторов питания.

Вышеуказанные проблемы фактического питания учащихся могут быть решены с помощью изменения традиционного рациона питания школьников, используя замещения продуктов с низкой пищевой ценностью на аналогичные продукты функционального назначения, которые сочетают в себе насыщенность недостающими микронутриентами, соответствующие потребностям организма ребенка для конкретных возрастных групп [23].

Для обоснования выбора базовых продуктов питания с целью создания на их основе обогащенных пищевых продуктов для школьного питания были проведены маркетинговые исследования потребительских предпочтений учащихся и их родителей при выборе продуктов питания в школьных столовых и буфетах.

Процесс проведения маркетинговых исследований состоял из нескольких этапов, представленных в табл. 1.

Маркетинговые исследования выполнялись социологическим методом с использованием разработанных анкет [24]. В опросе участвовали учащиеся — 11 классов средних школ г. Минска в возрасте от 7 до 16 лет и их родители.

Следует отметить, что практически все школьные столовые г. Минска входят в состав комбинатов школьного питания и обеспечивают питание школьников по единым нормативным документам. Выборочное исследование школьных меню, проводившееся в столовых и буфетах школ г. Минска, показало практическую идентичность блюд предлагаемых для питания учеников.

Учащимся было предложено ответить на вопрос: Как они организуют свое питание в школе? Результаты представлены на рис. 1.

Таблица 1. Процесс проведения маркетинговых исследований
Table 1. The process of conducting of marketing research

Наименование этапа маркетинговых исследований	Способы и пути решения этапов реализации маркетинговых исследований
Постановка цели исследований	Выявление потребительских предпочтений школьников с целью определения продукта наиболее перспективного для обогащения дефицитными микро-нутриентами
Отбор источников информации	Учащиеся 1–11 классов и их родители в возрасте (г. Минск)
Определение методов исследования	Количественный метод маркетинговых исследований
Выявление методов сбора необходимых данных	Метод опроса с помощью одномоментного анкетирования; поиск информации о ранее проведенных маркетинговых исследованиях потребительских предпочтений школьников
Способ сбора информации	Составление анкеты для проведения опроса: структура, объем, перечень и последовательность вопросов; сбор результатов исследований ранее проведенных маркетинговых исследования потребительских предпочтений школьников
Сбор и анализ данных	Проведение опроса; систематизация и анализ полученной информации
Оформление результатов маркетинговых исследований	Формулирование основных выводов на основании данных проведенного опроса



Рис. 1. Организация питания в школе (общие результаты, включая все классы)
Fig. 1. Catering in the school (general results, including all classes)

При анализе материалов анкетирования видно, что услуги, предоставляемые школьной столовой, весьма востребованы: 72 % учащихся питаются организованно, 12 % респондентов питаются самостоятельно, 9 % опрошенных питаются организованно, а также приносят еду из дома, остальные 7 % обучающихся не едят в школьной столовой.

Необходимо отметить, что среди учащихся 5–9-х классов и 10–11-х классов доля востребованности питанием в школе сокращается по сравнению с учениками начальной школы (1–4 класс). Результаты анкетирования показали, что 98 % школьников 1–4-х классов питаются организованно, у детей 5–9-х классов этот показатель равен — 69 %, у старшеклассников (10–11 класс) — 61 %, при этом число учащихся, питающихся организованно уменьшается с увеличением возраста (рис. 2).

О снижении с возрастом востребованности услуг школьной столовой свидетельствуют и ответы родителей обучающихся. Так, 98 % родителей начальной школы отмечают, что их ребенок питается организованно. Среди родителей учащихся 5–9-х классов этот показатель составляет 93,5 %, среди родителей старшеклассников (10–11 классов) — 92 %. Как видно, ответы родителей и школьников о пользовании услугами школьной столовой заметно расходятся, скорее всего, это происходит в силу того, что родители не знакомы с деталями организации питания ребенка в школе и не дифференцируют «обеды в школьной столовой» и «буфетное обслуживание».

Обобщение ответов на вопрос о том, необходима ли организация питания в школе, утвердительно отвечают 93 % обучающихся и 97 % родителей (рис. 3).

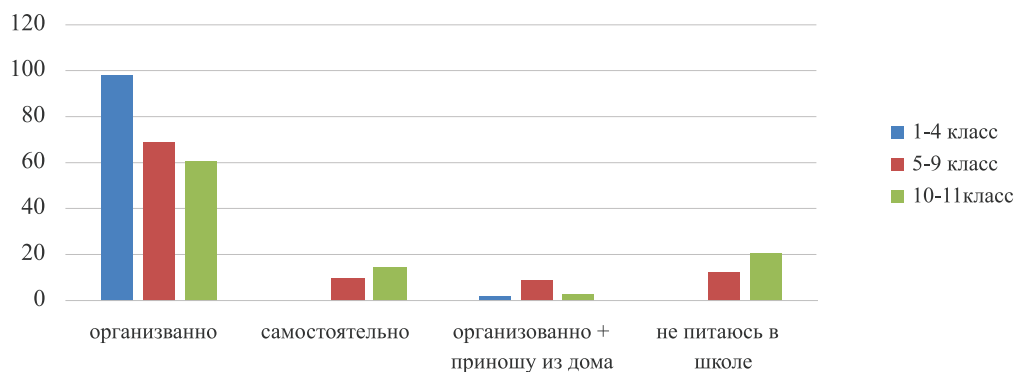


Рис. 2. Организация питания в школе в зависимости от класса, (в %)
 Fig. 2. Catering at school depending on the grade, %

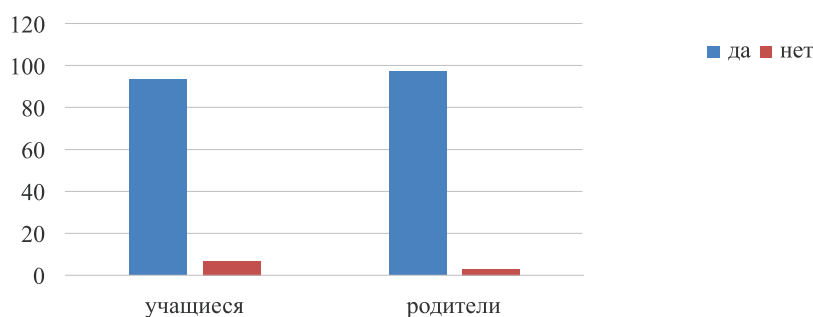


Рис. 3. Необходимость организации школьного питания, по мнению учеников и их родителей, %
 Fig. 3. The need for the organization of school meals, according to students and their parents, %

Ответы на вопрос: Что не устраивает в работе школьной столовой? приведены на рис. 4.

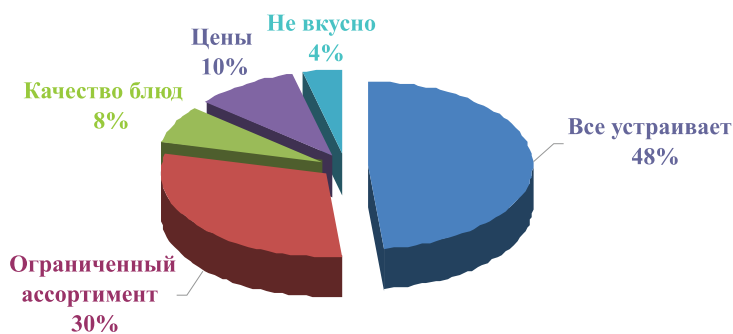


Рис. 4. Мнения учащихся, о том, что не устраивает в работе школьной столовой (в %)
 Fig. 4. Opinions of students, about what doesn't satisfy them in the work of school canteens (%)

Данные свидетельствуют о том, что 48 % учащихся устраивает питание в школьной столовой, 30 % указали, что в школьной столовой ограничен ассортимент блюд, 10 % не устраивают цены, 8 % — качество блюд. Следует отметить тот факт, что с возрастом выявлено увеличение количества респондентов неудовлетворенных качеством работы школьной столовой. Ограниченный выбор блюд не устраивает 20 %, 28 % и 52 % учащихся 1–4-х классов, 5–9-х классов, 10–11 классов соответственно. Большую часть респондентов 1–4-х классов (60,5 %) все устраивает в работе школьной столовой. Количество респондентов 5–9-х и 10–11-х классов, ответивших «все устраивает» составляет 31,9 % и 26,5 % соответственно, что значительно меньше учащихся начальных классов.

Анализ ответов родителей на вопрос об удовлетворенности их детей качеством питания показал, что 52 % опрошенных родителей указывают, что их ребенок абсолютно доволен, 25 % отмечают, что ребенок иногда высказывает недовольство, 14 % — отмечают, что ребенок не доволен ассортиментом, качеством приготовленных блюд, 9 % не устраивают цены.

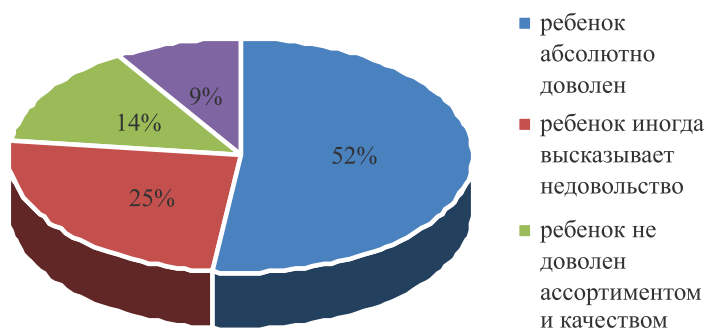


Рис. 5. Родительская оценка качества питания детей в школе, %
Fig. 5. Parent assessment of the quality of children's nutrition in school, %

Следует отметить, что мнение школьников и их родителей о качестве пищи может иметь как объективный, так и субъективный характер.

На следующий вопрос учащимся предлагалось перечислить 2–3 наименования продуктов и блюд, употребляемых наиболее чаще других предлагаемых при организованном питании. Полученные ответы были предварительно обработаны и сгруппированы по классификации блюд общественного питания. Потребительские предпочтения относительно видов блюд в школьной столовой представлены на рис. 6.

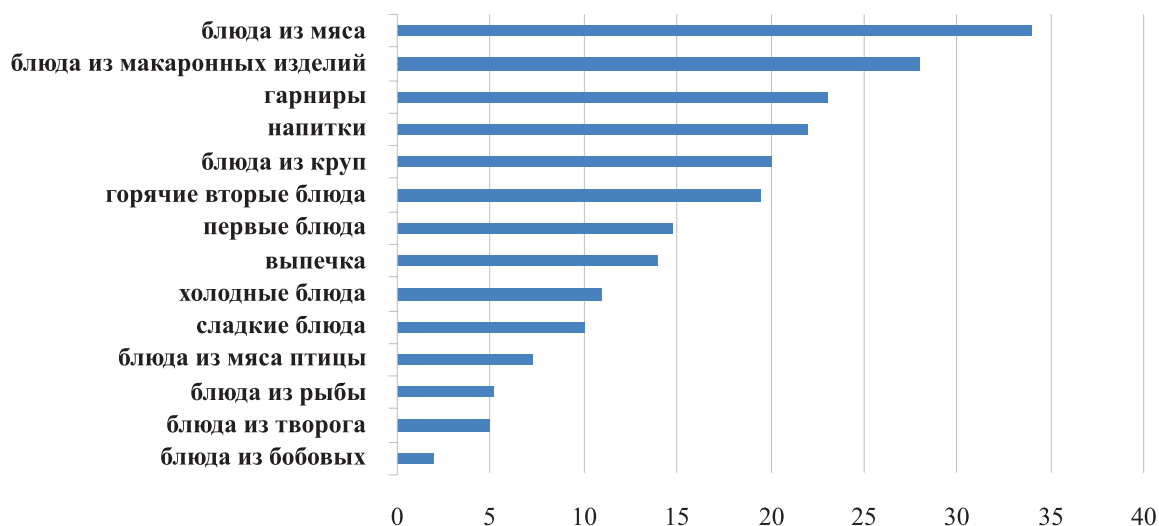


Рис. 6. Распределение ответов учащихся относительно предпочитаемых видов блюд в школьных столовых при организованном питании, в (%)
Fig. 6. Distribution of students' answers regarding to preferred types of meals in school canteens with organized meals, in (%)

Из представленных данных видно, что потребительские предпочтения респондентов весьма разнообразны. Из предлагаемых блюд школьной столовой респонденты отдают предпочтение мясным блюдам — 34 %, блюдам из макаронных изделий — 28 %, гарнирам — 23 %, напиткам — 22,0 % и горячим вторым блюдам — 18 %. Менее всего предпочитают блюда из рыбы (5 %), творога (5 %) и бобовых (3 %).

С возрастом учащиеся предпочитают больше холодных блюд и напитков, но меньше блюд из мяса. Горячие вторые блюда предпочитают приблизительно одинаковое количество учащихся 1–4-х (18,2 %) и 5–9-х (20 %) классов. Установлено, что среди старшеклассников горячие вторые блюда значительно менее популярны по сравнению с младшими, их предпочитают лишь 12 % учащихся 9–11-х классов (рис. 7).

Следующий вопрос анкеты был о блюдах, ассортимент которых они хотели бы разнообразить или включить в меню школьной столовой. Большинство респондентов хотели бы включить в меню

мучные блюда (32,3 %), при этом дополнительно выделив разнообразную выпечку (22,0 %), холодные блюда (17 %), а также первые блюда (10,8 %).

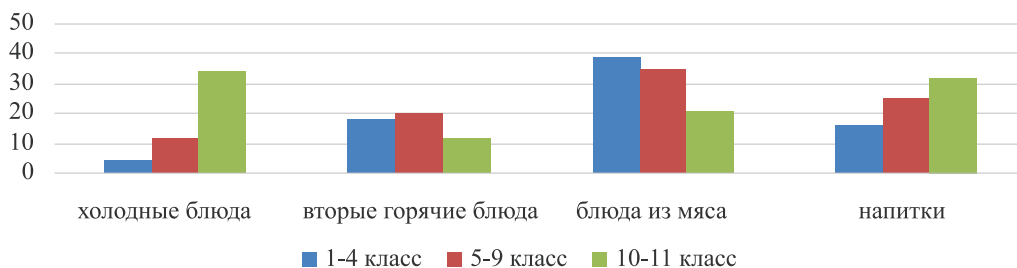


Рис. 7. Распределение ответов учащихся о предпочитаемых видах блюд в школьных столовых при организованном питании зависимости от класса, (в %)

Fig. 7. Distribution of students' answers about preferred types of meals in school canteens with organized nutrition dependency on the grade, (in %)

При переходе от пользования услугами школьной столовой к использованию буфетного обслуживания обучающиеся получают возможность самостоятельно формировать свое меню, что приводит к повышению уровня их удовлетворенности. Это подтверждается динамикой предпочитаемых учениками блюд. Так, среди школьников 5–9-х классов из ассортимента школьного буфета «салаты» предпочитают 16 %, а среди 10–11-х классов — 25,4 %. Параллельно с этим значительно увеличивается и количество ответов, указывающих на «выпечку» с 72,8 % в 5–9-х классах до 83,2 % в 10–11-х классах. В отношении других блюд столь явной динамики не наблюдается. Обобщенные данные (1–11 класс) о предпочтениях школьников приведены на рис. 8.

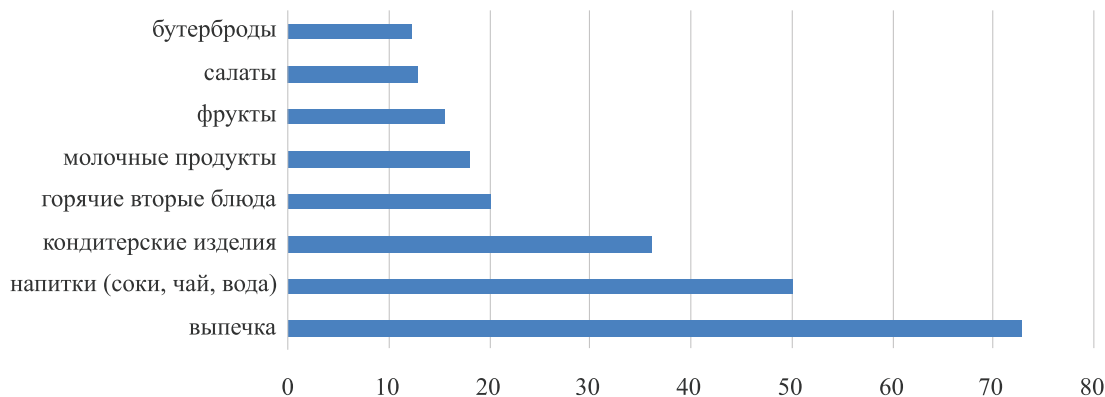


Рис. 8. Распределение ответов учащихся относительно предпочитаемых видов блюд в школьных буфетах (общие данные 1–11 класс), (в %)

Fig. 8. Distribution of students' answers regarding preferred types of food in school buffets (general data 1-11 grade), (in %)

Из представленных данных видно, что выбор блюд строится скорее на вкусовых предпочтениях, являющихся характерными для детского и подросткового возраста: выпечка, напитки, калорийные вторые блюда, а не на основании представлений о здоровом питании.

При проведении анкетирования учащимся предлагалось также ответить на вопрос: Как часто вы покупаете продукцию в школьном буфете? (табл. 2).

Полученные данные свидетельствуют о том, что выпечка (булочки, ватрушки, сочники и др.) и кондитерские изделия (печенье, вафли, шоколад, конфеты и др.), вода питьевая и соки пользуются максимальным спросом у школьников: ежедневно их приобретают соответственно 74,5 %, 74,2 %, 73,4 %, 71,6 % опрошенных респондентов, никогда не приобретают — 3,5 %, 4,9 %, 11,1 %, 5,8 % соответственно. Это делает данные группы продуктов наиболее перспективными для обогащения в плане дальнейшего повышения их пищевой ценности.

Исходя из полученных результатов исследования фактического питания школьников и выявленного микронутриентного дефицита, интерес представлял вопрос об употреблении учащимися до-

полнительно витаминов и витаминно-минеральных комплексов с профилактической целью. Данные анкетирования о регулярности употребления витаминов и витаминно-минеральных препаратов представлены на рис. 9.

Т а б л и ц а 2. Распределение ответов учащихся относительно частоты покупки продукции школьного буфета, (в %)
 Table 2. Distribution of students' answers regarding the frequency of buying school buffet products, (in %)

Продукция школьного буфета	ежедневно	1–2 раза в неделю	никогда
Выпечка (булочки, ватрушки, сочники и др.)	74,5	22	3,5
Кондитерские изделия (печенье, вафли, шоколад, конфеты и др.)	74,2	14,7	11,1
Вода питьевая	73,4	21,6	4,9
Соки	71,6	22,6	5,8
Другие напитки	54,8	28,3	16,9
Горячий чай	48,9	14,2	36,8
Молочные продукты	46,2	29	24,8
Горячие блюда (сосиски отварные, котлеты и т. п.)	26,2	23,4	50,5
Фрукты	24,3	21,5	54,2
Салаты	21,8	16,2	62
Бутерброды	15,3	30,4	54,3

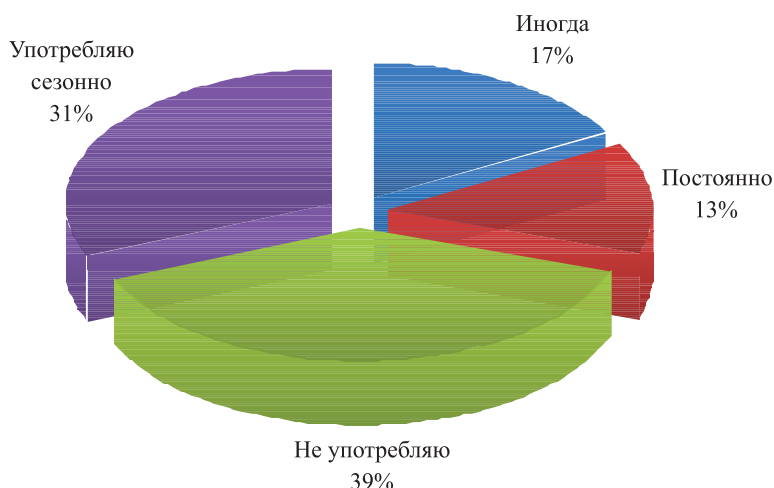


Рис. 9. Употребление витаминов и витаминно-минеральных препаратов с профилактической целью (ответы общие, всех классов)

Fig. 9. The use of vitamins and vitamin-mineral preparations with a preventive purpose (general answers, all grades)

Как показал опрос, большинство респондентов предпочитают употреблять витамины и витаминно-минеральные препараты сезонно — 31,0 %, 38 % не употребляют их, 14 % — постоянно, остальные 17 % опрошенных ответили, что употребляют их иногда.

Следует отметить, что сравнение ответов учащихся начальных классов (1–4 класс) и старшеклассников (10–11 класс), показало отличие. Постоянно витамины и витаминно-минеральные препараты употребляют — 20,3 % респондентов начальных классов и лишь 13,8 % респондентов старших классов. Отказались от приема витаминных препаратов — 19 % начальных и 40,1 % старших классов. Ответы 5–9 классов были максимально схожи с ответами старшеклассников.

Респондентам было предложено ответить на вопрос о возможности покупки в школьном буфете обогащенных (витаминами, микроэлементами, пищевыми волокнами и др.) продуктов питания, в частности хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. Результаты опроса показали, что 85 %

школьников и 73 % родителей ответили утвердительно. При этом практически все родители и большая часть учащихся задавали уточняющие вопросы, чем именно будут обогащаться продукты.

Таким образом, приведенные выше данные позволяют сделать вывод о том, что школьники и их родители будут покупать данный вид продукции. А само включение в меню школьных буфетов и столовых хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, обогащенных функциональными ингредиентами, позволит улучшить проблему возмещения дефицита микронутриентной недостаточности в детских организмах и скорректировать структуру питания школьников.

Заключение

1. Представленные маркетинговые исследования показывают, что организация организованного питания в учреждениях образования не только не обходима, но весьма востребована, что подтверждается положительными ответами респондентов.

2. Хлебобулочные и мучные кондитерские изделия пользуются достаточно высоким спросом у школьников при выборе продукции в школьном буфете, что позволяет рассматривать данный вид продукции как наиболее перспективный для обогащения дефицитными микронутриентами.

3. Готовность приобретать обогащенные хлебобулочные и мучные кондитерские изделия выразило 85 % учащихся и 73 % их родителей.

4. Достаточно высокая востребованность этих продуктов питания среди учащихся поможет в некоторой степени сбалансировать рацион питания детей, что соответственно положительно скажется на процессе обучения и успеваемости, а также поможет снизить утомляемость и укрепит иммунную защиту организма ребенка.

Список использованных источников

1. *Аветисян, Л.Р.* Влияние фактического питания на состояние здоровья молодежи / Л.Р. Аветисян, К.К. Авагян, С.Г. Мкртчян [и др.] // Современная медицина: актуальные вопросы: сб. ст. по матер. XIII междунар. науч.-практ. конф. — Новосибирск : СибАК, 2012.
2. *Кучма, В.Р.* Гигиена детей и подростков: учебник / В.Р. Кучма. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : ГЭОТАР-Медиа 2013. — 528 с.
3. *Барышникова, Н.И.* Проблема школьного питания / Н.И. Барышникова, Д.Р. Закирова // Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания: материалы VI междунар. науч.-практ. конференции. Челябинск : Изд-во ЮУрГУ. — 2012. — С. 63–65.
4. *Сухарев, А.Г.* Образовательная среда и здоровья учащихся. Научно-методическое пособие. М. : МИОО, 2009. — 256 с.
5. *Васильев, А.В.* Перспективные задачи оптимизации питания на основе современных методов оценки пищевого статуса и энерготрат / А.В. Васильев, В.Т. Манчук, Э.В. Каспаров, Е.И. Прахин // Вопр. детской диетологии. — 2010. № 8(3). С. 44–46.
6. *Бурцева, Т.И.* Особенности питания учащихся в зависимости от успеваемости / Т.И. Бурцева, С.В. Нотова // Микроэлементы в медицине. — 2013. — 152 Т. 14. — № 1. — С. 29–31.
7. *Солтан, М.М.* Медико-гигиеническое сопровождение образовательного процесса в современных условиях : учеб. метод. Пособие / М.М. Солтан, Т.С. Борисова — Минск : Белорусский государственный медицинский университет, 2014. — 72 с.
8. *Волков, Н.И.* Двигательная активность и рациональное питание школьников / Н.И. Волков // Теория и практика физической культуры. М. : 2001. — № 8. — С. 9–12.
9. Руководство № 11-14-1-2000 «Детские дошкольные учреждения. Организация рационального питания детей в детских дошкольных учреждениях». — Минск : МЗ РБ, 2000. — 53 с.
10. *Лавинский, Х.Х.* Избыток массы тела — проблема общества / Х.Х. Лавинский, Я.Н. Борисевич // Санитарно-эпидемиологическая служба Республики Беларусь : история, актуальные проблемы на современном 11 этапе и перспективы развития : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. «Здоровье и окружающая среда», посвящ. 90-летию санит.-эпидемиол. службы Республики Беларусь (Минск, 28 октября 2016 г.). В 2 т. Т. 1 / редкол. : Н.П. Жукова [и др.]. — Минск : БГМУ, 2016. — С. 171-175.

11. *Дмитриевская, С.В.* Актуальные вопросы сохранения и укрепления здоровья детей в образовательных учреждениях Мурманской области / С.В. Дмитриевская, Т.И. Паражинскене // *Здоровье населения и среда обитания*, 2008. — № 2. — С. 21–26.
12. *Лавинский, Х.Х.* Проблема нормирования физиологической потребности детей в пищевых веществах и энергии / Х.Х. Лавинский, Н.В. Цемборевич // *Terra medica*. — 2010. — № 4. — С. 15–20.
13. *Мельникова, Л.А.* Совершенствование структуры питания в организованных школьных коллективах. Инновационные технологии в пищевой промышленности: материалы XIII Муждунар. науч.-практ. конф. (Минск, 1–2 октября 2014 г.) / Л.А. Мельникова, А.А. Журня / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию»: редкол.: В.Г. Гусаков [и др.]. — Минск: ИВЦ Минфина, 2014. — С. 254–257.
14. *Журня, А.А.* Разработка хлебобулочных и мучных кондитерских изделий для школьного питания с использованием обогатительных добавок / А.А. Журня, Л.А. Мельникова, Л.С. Колосовская, Н.С. Лаптенко // *Пищевая промышленность: наука и технологии*. — 2016. — № 1 — С. 75–80.
15. *Тутельян, В.А.* Научные основы здорового питания / В.А. Тутельян. — М. : Издательский Дом «Панорама», 2010. — 816 с.
16. *Спиричев, В.Б.* Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология текст./ В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк, В.М. Поздняковский; под общ. ред. В.Б. Спиричева // *Новосибирск : Сиб. Унив. Изд-во*, 2004. — 548 с.
17. *Гаппаров, М.М.* Влияние структуры питания и окружающей среды на неспецифическую резистентность организма детей и их физическое развитие / М.М. Гаппаров // *Вопросы питания*. — 2005. — № 1. — С. 33–35.
18. *Конь, И.Я.* Роль углеводов в здоровье детей и подростков / И.Я. Конь // *Пищевая и перерабатывающая промышленность*. — 2008. — № 2. — С. 5.
19. *Лифляндский, В.Г.* Витамины и минералы. От А до Я. Спб. — М. : Нева, 2006. — С. 630.
20. *Вржесинская, О.А.* Значение обогащенных пищевых продуктов и витаминно-минеральных комплексов в обеспечении организма детей витаминами и минеральными веществами / О.А. Вржесинская, В.М. Коденцова // *Вопросы детской диетологии*. — 2008. — № 5 — С. 19–27.
21. *Бокова, Т.А.* Артериальная гипертензия у детей с ожирением и метаболическим синдромом: современные подходы к профилактике и лечению / Т.А. Бокова, Ю.В. Котова // *Лечащий врач*. — 2013. — № 06/13.
22. *Громова, О.А.* Значение дефицита кальция в педиатрии и пути его коррекции / О.А. Громова // *Вопросы современной педиатрии*. — 2007. — № 2. — Т. 6. — С. 82–87.
23. *Горелова, Ж.Ю.* Возможности алиментарной коррекции нутритивного статуса у школьников / Ж.Ю. Горелова, М.И. Баканов, Н.Н. Мазанова, Т.А. Летучая, А.Н. Плац-Колдобенко, Е.А. Федоськина, Е.П. Ильчинская // *Здоровье семьи — 21 век*. — 2015. — Т. 1. — С. 98–101.
24. *Уварова, В.И.* Социологические методы исследования в товароведении пищевых продуктов / В.И. Уварова, О.В. Евдокимова: под общ. ред. Т.Н. Ивановой. — М. : ИНФРА-М, 2012. — 255 с.

References

1. Avetisyan L.R., Vliyanie fakticheskogo pitaniya na sostoyaniye zdorov'ya molodezhi [Influence of actual nutrition on the health of young people] *Sovremennaya meditsina: aktual'nyye voprosy: sb. st. po mater. XIII mezhdunar. nauch.-prakt. konf.*[Modern medicine: topical issues: Sat. Art. by mater. XIII Intern. scientific-practical. Conf]. Novosibirsk: SibAK, 2012.
2. Kuchma V.R. *Gigiyena detey i podrostkov: uchebnik* [Hygiene of children and adolescents: textbook] 2-ye izdaniye ispravlenoye i dopolnenoye [2 nd edition corrected and updated], Moscow: GEOTAR-Media, 2013. 528 p.
3. Baryshnikova N.I. Problema shkol'nogo pitaniya [The problem of school meals] *Sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya pishchevoy promyshlennosti i obshchestvennogo pitaniya: materialy VI mezhdunnauch.-prakt. konferentsii*. Chelyabinsk [Current state and prospects for the development of

- the food industry and public catering: materials VI international scientific-practical. Conference] Chelyabinsk: PublishinghouseSUSU, 2012, pp. 63–65.
4. Sukharev A.G. Obrazovatel'naya sreda i zdorov'ya uchashchikhsya. Nauchno- metodicheskoye posobiye. [The educational environment and health of students. Scientific and methodical manual] М.: МИОО, 2009. 256 p.
 5. Vasil'yev A.V. Perspektivnyye zadachi optimizatsii pitaniya na osnove sovremennykh metodov otsenki pishchevogo statusa i energotra [Perspective problems of nutrition optimization based on modern methods for assessing nutritional status and energy expenditure] Voprosy detskoj diyetologii [Questions of children's dietology], 2010, № 8(3), pp. 44–46.
 6. Burtseva T.I. Osobennosti pitaniya uchashchikhsya v zavisimosti ot uspevayemosti [Features of pupils' nutrition depending on academic performance] Mikroelementy v meditsine [Microelements in medicine], 2013, no. 1. — pp. 29–31.
 7. Soltan M.M. Mediko gigiyenicheskoye soprovozhdeniye obrazovatel'nogo protsessa v sovremennykh usloviyakh : ucheb. metod. Posobiye [Mediko hygienic accompaniment of the educational process in modern conditions: Textbook. method. Benefit] Belorusskiy gosudarstvennyy meditsinskiy universitet [Minsk: Belarusian State Medical University], 2014. 72 p.
 8. Volkov N.I. Dvigatel'naya aktivnost' i ratsional'noye pitaniye shkol'nikov [Motor activity and nutrition of schoolchildren] Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury [Theory and practice of physical culture] М.: 2001, no. 8. pp. 9–12.
 9. Rukovodstvo № 11-14-1-2000 «Detskiye doshkol'nyye uchrezhdeniya. Organizatsiya ratsional'nogo pitaniya detey v detskikh doshkol'nykh uchrezhdeniyakh» [Manual No. 11-14-1-2000 «Children's pre-school institutions. Organization of rational nutrition of children in preschool institutions «]. Minsk: MZ RB, 2000. 53 p.
 10. Lavinskiy K.H. Izbytok massy tela — problema obshchestva [Excess body weight — the problem of society] Sanitarno-epidemiologicheskaya sluzhba Respubliki Belarus' : istoriya, aktual'nyye problemy na sovremennom 11 etape i perspektivy razvitiya : sb. nauch. tr. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Zdorov'ye i okruzhayushchaya sreda», posvyashch. 90-letiyu sanit.-epidemiol. sluzhby Respubliki Belarus' (Minsk, 28 oktyabrya 2016 g.) [Sanitary-epidemiological service of the Republic of Belarus: history, topical problems at the modern 11th stage and perspectives of development: coll. sci. tr. Intern. scientific-practical. Conf. «Health and Environment», dedicated. 90th anniversary of Sanit.-Epidemiol. service of the Republic of Belarus (Minsk, October 28, 2016). In 2 vol. 1 / rare. : N.P. Zhukova [and others]. Minsk: BSMU, 2016. pp. 171–175.
 11. Dmitriyevskaya S.V. Aktual'nyye voprosy sokhraneniya i ukrepleniya zdorov'ya detey v obrazovatel'nykh uchrezhdeniyakh Murmanskoy oblasti [Actual issues of preservation and strengthening of children's health in educational institutions of the Murmansk region] Zdorov'ye naseleniya i sreda obitaniya [Health of the population and habitat]. 2008, no. 2, pp. 21–26.
 12. Lavinskiy K.K., Tsemborevich N.V. Problema normirovaniya fiziologicheskoy potrebnosti detey v pishchevykh veshchestvakh i energii [The problem of rationing physiological needs of children in food substances and energy] Terra medica. 2010, no 4, pp. 15–20.
 13. Mel'nikova L.A., Zhurnya A.A. Sovershenstvovaniye struktury pitaniya v organizovannykh shkol'nykh kollektivakh [Improving the structure of nutrition in organized school groups] Innovatsionnyye tekhnologii v pishchevoy promyshlennosti: materialy XIII Muzhdunar.nauch.-prakt. Konf.(minsk, 1–2 oktyabrya 2014 g.) RUP «Nauchno-prakticheskiy tsentr NAN Belarusi po prodovol'stviyu»: redkol.: V.G. Gusakov [i dr.] [Innovative technologies in the food industry: materials XIII Muzhdunar.nauch.-prakt. Conf. (Minsk, October 1–2, 2014) RUE «Scientific and Practical Center of the NAS of Belarus for Food»: rare: V.G. Gusakov [and others]. Minsk : Information and Analytical Center of the Ministry of Finance, 2014, pp. 254–257.
 14. Zhurnya A.A. Razrabotka khlebobulochnykh i muchnykh konditerskikh izdeliy dlya shkol'nogo pitaniya s ispol'zovaniyem obogatitel'nykh dobavok [Development of bakery and flour confectionery for school meals using concentrating additives] Pishchevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii [Food industry: science and technology], 2016, no. 1, pp. 75–80.

15. Tutel'yan V.A. Nauchnyye osnovy zdorovogo pitaniya [Scientific foundations of healthy nutrition] «Panorama», 2010. 816 p.
16. Spirichev V.B. Obogashcheniye pishchevykh produktov vitaminami i mineral'nymi veshchestvami. Nauka i tekhnologiya tekst [Enrichment of food with vitamins and minerals. Science and technology text]. Novosibirsk: Sib. Univ. Izd-vo, 2004. 548 p.
17. Gapparov M.M. Vliyaniye struktury pitaniya i okruzhayushchey sredy na nespetsificheskuyu rezistentnost' organizma detey i ikh fizicheskoye razvitiye [Influence of the structure of nutrition and the environment on the nonspecific resistance of the children's organism and their physical development] Voprosy pitaniya [Issues of Nutrition], 2005, № 1, pp. 33–35.
18. Kon' I.YA. Rol' uglevodov v zdorov'ye detey i podrostkov [The role of carbohydrates in the health of children and adolescents] Pishchevaya i pererabatyvayushchaya promyshlennost' [Food and processing industry], 2008, no. 2, 5 p.
19. Lifyandskiy V.G. Vitaminy i mineraly. Ot A do YA. [Vitamins and minerals. From A to Z]. Spb.M.: Neva, 2006. 630 p.
20. Vrzhesinskaya O.A. Znacheneye obogashchennykh pishchevykh produktov i vitaminno-mineral'nykh kompleksov v obespechenii organizma detey vitaminami i mineral'nymi veshchestvami [The importance of enriched food products and vitamin-mineral complexes in providing the children's organism with vitamins and minerals] Voprosy detskoy diyetologii [Questions of children's dietology], 2008, no. 5, pp. 19–27.
21. Bokova T.A. Arterial'naya gipertenziya u detey s ozhireniyem i metabolicheskim sindromom: sovremennyye podkhody k profilaktike i lecheniyu [Arterial hypertension in children with obesity and metabolic syndrome: modern approaches to prevention and treatment] Lechashchiy vrach [The attending physician], 2013, no. 06/13.
22. Gromova O.A. Znacheneye defitsita kal'tsiya v pediatrii i puti yego korrektsii [The importance of calcium deficiency in pediatrics and ways to correct it] Voprosy sovremennoy pediatrii [Questions of modern pediatrics], 2007, no. 2, T.6, pp. 82–87.
23. Gorelova Z.Y. Vozmozhnosti alimentarnoy korrektsii nutritivnogo statusa u shkol'nikov [Possibilities for nutritional correction of nutritional status in schoolchildren] Zdorov'ye sem'I [Family Health - 21st Century], 2015, T.1, pp. 98–101.
24. Uvarova V.I. Sotsiologicheskiye metody issledovaniya v tovarovedenii pishchevykh produktov [Sociological methods of research in the commodity science of food products]. M.: INFRA-M, 2012. 255 p.

Информация об авторах

Мельникова Людмила Александровна — кандидат биологических наук, доцент кафедры товароведения продовольственных товаров учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет» (пр-т Партизанский 26, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: Lamelnikova@bk.ru

Журня Анна Александровна — научный сотрудник отдела питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: otpit@tut.by

Information about the authors

Melnikova Ludmila Alexandrovna — Ph.D. (Biological). Associate Professor of side proven products educational institution “Belarusian state economic University” (26 Partizanskij pr-t, 220070, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Lamelnikova@bk.ru

Zhurnia Hanna Alexandrovna — research fellow of the nutrition department of RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., Minsk 220037, Belarus). E-mail: otpit@tut.by

УДК 674:630.886 +663.241/256

Поступила в редакцию 10.05.2017
Received 10.05.2017**О.Н. Урсул¹, Т.М. Тананайко²**¹*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,
г. Минск, Республика Беларусь*²*Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА БЕЛОРУССКОЙ ДРЕВЕСИНЫ ГРУШИ И ДУБА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АЛКОГОЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Аннотация: Статья является продолжением публикаций по сравнительному анализу технологического потенциала белорусской древесины различных видов для производства алкогольной продукции. В данной статье рассматривается возможность использования белорусской древесины груши. Проведен анализ исходного компонентного состава исследуемой древесины. Отмечена необходимость термической обработки древесины для подготовки ее экстрактивных компонентов к извлечению и новообразованию. Установлены оптимальные способы обработки древесины и зависимости накопления экстрактивных и ароматобразующих компонентов от вида древесины. Исследованы органолептические характеристики, сообщаемые экстрактивными компонентами различных видов древесины, на основании которых даны рекомендации направлений их использования при производстве алкогольной продукции.

Ключевые слова: древесина дуба, древесина груши, предварительная обработка, алкогольная продукция, экстрактивные компоненты, ароматические альдегиды, органолептические характеристики

O.N. Ursul¹, T.M. Tananajka²¹*Scientific-Practical Center for Foodstuffs NAS of Belarus, RUE, Minsk, Republic of Belarus*²*Educational institution "Belarusian State Technological University", Minsk, Republic of Belarus*

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE TECHNOLOGICAL CAPACITY OF BELARUSSIAN OAK AND PEAR WOOD FOR THE ALCOHOLIC BEVERAGES PRODUCTION

Abstract: The article continues a series of publications on a comparative analysis of the technological capacity of Belarusian wood of various types for the production of alcoholic beverages. The article discusses the possibility of usage of oak and pear wood of Belarusian origin in the production of alcoholic beverages. It is noted that the main selection criterion for the production of alcoholic beverages is the chemical composition of wood. The analysis of the initial component of investigated wood was conducted. The necessity of thermal treatment of wood for preparation of its extractive components for extraction was noted. Optimal methods of wood pre-treatment and dependencies of the accumulation of extractives and aromatic components according to type of wood were established. Organoleptic characteristics reported by extractive components of different types of wood were investigated, on the basis of which were given recommendations on directions of their use in the production of alcoholic beverages.

Key words: oak wood, pear wood, pre-treatment, alcohol products, extractive components, aromatic aldehydes, organoleptic characteristics

Введение. Спрос на алкогольную продукцию, выдержанную в контакте с древесиной дуба, обусловлен ароматическими особенностями компонентов древесины дуба. Ранее в статье [1] был приведен сравнительный анализ технологического потенциала древесины дуба, классического для виноделия, с новым видом древесины — яблоней. Известно, что формирование типичных тонов выдержки в данной продукции основано на экстрактивных компонентах древесины. Их источником для выдержанной алкогольной продукции помимо древесины дуба и яблони могут быть также груша и слива. Технологический потенциал белорусской древесины дуба, липы и клена для целей производства алкогольной продукции исследован в сравнении [2].

Актуальность исследования перспектив использования в виноделии новых видов древесины определяется в первую очередь экономической целесообразностью (импортозамещение дорогостоящего сырья древесины дуба для виноделия). Кроме того при использовании белорусского сырья появляется возможность контроля качества древесины, используемой в производстве, а также расширяется база для разработки новых видов спиртных напитков с новыми уникальными органолептическими характеристиками.

Цель исследования — проведение сравнительного анализа технологического потенциала белорусской древесины груши и дуба для целей производства алкогольной продукции.

Материалы и методы исследования

Образцы древесины и их краткая геоботаническая характеристика

Объектами исследования была подготовленная щепа белорусской древесины ботанических видов дуб черешчатый (*Quercus robur*) и груша обыкновенная (*Pyrus communis*).

Краткая геоботаническая характеристика древесины дуба приведена в [1, 3, 4].

В отличие от древесины дуба груша обыкновенная (*Pyrus communis*) является безъядровой рассеянно-сосудистой спелодревесной породой. Спелодревесные породы отличаются от заболонных тем, что центральная зона ствола в растущем дереве имеет меньшую влажность, чем периферическая. Эту периферическую зону и принято называть спелой древесиной. Древесина имеет окраску теплых тонов от розовато-желтовато-белого (у молодых деревьев) до буровато-красного цвета (у более старых). Годичные слои и сердцевинные лучи на продольных разрезах, в отличие от древесины дуба, слабо различимы. Таким образом, для целей производства алкогольной продукции будет исследована вся спелодревесная часть древесины груши, в отличие от древесины дуба, где используется только ядро [3, 4].

Водно-спиртовая экстракция и термическая обработка древесины

Оценку технологического потенциала древесины дуба и груши осуществляли по качественному и количественному составу экстрактивных компонентов.

Древесину для исследований подготавливали следующим образом. Щепа древесины с помощью лабораторной мельницы измельчали до порошкообразного состояния. Режимы экстрагирования указаны в табл. 1. Образцы выдерживали в течение одного месяца в темном месте при комнатной температуре $t = 20^\circ\text{C}$.

Таблица 1. Режимы экстракции компонентов из древесины дуба и груши
Table 1. Extraction modes of oak and pear wood components

Наименование вида древесины	Массовая концентрация в водно-спиртовом растворе, %	Объемная доля этилового спирта, %
Дуб черешчатый	5	60
Груша обыкновенная	5	60

Образцы необработанной древесины дуба и груши для исследования начального уровня содержания экстрактивных компонентов маркировали как *Q-0* и *Pyr-0* соответственно.

Термическую обработку древесины дуба и груши осуществляли в сушильном шкафу продолжительностью 60 мин при температуре от 120°C до 260°C с шагом в 20°C (7 режимов).

Экстракцию термически обработанных образцов древесины дуба и груши для оценки содержания экстрактивных компонентов проводили с соблюдением режимов, указанных в табл. 1, по вышеуказанному способу.

Образцы термически обработанной древесины дуба и груши для исследования содержания экстрактивных компонентов маркировали в соответствии с табл. 2.

Таблица 2. Образцы водно-спиртовых экстрактов термически обработанной древесины дуба и груши
Table 2. Samples of hydroalcoholic extracts of heat-treated oak and pear wood

Наименование вида древесины	Температура обработки, $^\circ\text{C}$						
	120	160	180	200	220	240	260
Дуб черешчатый	<i>Q-120</i>	<i>Q-160</i>	<i>Q-180</i>	<i>Q-200</i>	<i>Q-220</i>	<i>Q-240</i>	<i>Q-260</i>
Груша обыкновенная	<i>Pyr-120</i>	<i>Pyr-160</i>	<i>Pyr-180</i>	<i>Pyr-200</i>	<i>Pyr-220</i>	<i>Pyr-240</i>	<i>Pyr-260</i>

Анализ экстрактивных компонентов

Анализ состава экстрактивных компонентов образцов древесины дуба и груши (дубильных веществ (галловая и эллаговая кислоты), продуктов распада целлюлоз, гемицеллюлоз (фурфурол, 5-МФ и 5-ГМФ) и низкомолекулярных производных лигнина (кониферилловый альдегид, ванилин, ванилиновая кислота, синаповый альдегид, синаповая кислота, сиреневый альдегид, сиреневая кислота, 4-ГБА, р-кумаровая кислота) проводили методом ВЭЖХ, описанным в [1]. Результаты выражали в мг/100 г сухой древесины.

Результаты и их обсуждение. Для контакта с алкогольной продукцией древесину подвергают предварительной обработке с целью подготовки экстрактивных компонентов к извлечению [5–11]. Обработка позволяет удалить нежелательные компоненты из древесины и подготовить ароматические вещества к экстрагированию в алкогольный напиток с целью формирования тонов выдержки в алкогольной продукции.

Выбор способов предварительной обработки различных видов древесины зависит от ее химического состава [6–8, 12–15]. В связи с этим был проведен анализ состава экстрактивных компонентов в образцах белорусской древесины дуба и груши.

Исследование начального уровня содержания экстрактивных компонентов в необработанной древесине проводили после водно-спиртовой экстракции в образцах *Q-0* и *Pyr-0*. По завершении экстрагирования полученные водно-спиртовые экстракты древесины отфильтровывали и исследовали по содержанию экстрактивных компонентов.

В табл. 3 приведено содержание основных экстрактивных компонентов в необработанной древесине, мг/100 г сухой древесины.

Т а б л и ц а 3. Содержание экстрактивных компонентов необработанной древесины дуба и груши, мг/100 г сухой древесины
Table 3. The content of extractive components of untreated oak and pear wood, mg/100 g of dry wood

Наименование компонента	Содержание, мг/100 г сухой древесины	
	<i>Q-0</i>	<i>Pyr-0</i>
Галловая кислота	12,2	н/о
Эллаговая кислота	102	н/о
Фурфурол	н/о	н/о
5-МФ	0,11	н/о
5-ГМФ	0,2	н/о
Кониферилловый альдегид	0,55	0,06
Ванилин	н/о	0,33
Ванилиновая кислота	0,31	н/о
Синаповый альдегид	1,98	0,65
Синаповая кислота	0,1	н/о
Сиреневый альдегид	1,74	0,28
Сиреневая кислота	1,01	0,22
4-ГБА	н/о	н/о
р-кумаровая кислота	0,2	н/о

Примечание: н/о — содержание компонента в водно-спиртовом экстракте менее 0,1 мг/дм³

По результатам анализа содержания основных экстрактивных компонентов в необработанной древесине (табл. 3) отмечено следующее:

1) Общее содержание экстрактивных компонентов в необработанной древесине *Q-0* выше, чем в *Pyr-0* (120,32 мг/100 г сухой древесины и 1,54 мг/100 г сухой древесины соответственно). Необработанная древесина дуба обладает большим технологическим потенциалом для извлечения экстрактивных компонентов при производстве алкогольной продукции. Древесина груши требует дополнительной обработки, подготавливающей древесину к извлечению экстрактивных компонентов.

2) Дубильные вещества (галловая и эллаговая кислоты) обнаружены только в древесине дуба (*Q-0*). Дубильные вещества сообщают тона выдержки алкогольной продукции, однако их избыток способс-

твует образованию помутнений с солями железа и придает грубость и резкость во вкусе алкогольных напитков. Дубильные вещества плохо растворимы в холодной воде, и относительно хорошо — в горячей. Предварительная обработка древесины горячей и холодной водой позволяет снизить высокое содержание дубильных веществ [3].

3) Содержание фурановых компонентов в образцах необработанной древесины дуба незначительное, в доревесине груши не обнаружены или содержатся в количестве менее $0,1 \text{ мг/дм}^3$ в водно-спиртовом экстракте. Фурановые альдегиды в значительной степени образуются при термической обработке древесины и способствуют формированию в букете алкогольной продукции карамельного и других оттенков. На основании этого древесину обоих видов подвергают различной степени термической обработки.

4) Общее содержание производных лигнина в необработанной древесине *Q-0* выше, чем в *Pyr-0* (5,89 мг/100 г сухой древесины и 1,54 мг/100 г сухой древесины соответственно) из экстрактивных компонентов в древесине груша обнаружены только производные лигнина.

5) В обоих образцах древесины отмечено наличие коричных альдегидов (кониферилловый и синаповый), которые в процессе экстракции и действия кислорода воздуха способствуют формированию бензойных альдегидов (ванилин и сиреневый альдегид) и соответствующих кислот [5, 11, 16, 17]. Отмечено, что в обоих образцах древесины степень окислительной трансформации производных сирингилового ряда (синаповый и сиреневый альдегиды, синаповая и сиреневая кислоты) выше, чем производных гваяцилового ряда (кониферилловый альдегид, ванилин, ванилиновая кислота) по их содержанию и находится в соотношении 5,6 : 1 в *Q-0* и 3 : 1 в *Pyr-0*.

Таким образом, на основании данных по составу экстрактивных компонентов необработанной древесины (табл. 3) сделан вывод о целесообразности термической обработки с целью подготовки экстрактивных компонентов к извлечению. Это позволяет ускорить процессы окислительной термодеструкции полимеров древесины, которые являются основополагающими в сложении букета и вкуса алкогольных напитков.

Известно, что изменение физических показателей древесины и термодеструкция ее полимеров происходит в интервале температур от 120°C до 250°C , однако структура древесины при этом сохраняется [5, 6, 11, 12, 14, 16–19].

Влияние термической обработки на изменение содержания экстрактивных компонентов древесины дуба и груши исследовали при температуре обработки от 120°C до 260°C в образцах водно-спиртовых экстрактов согласно табл. 2.

На основании полученных данных по массовой концентрации индивидуальных компонентов в водно-спиртовых экстрактах древесины сравнивали общее содержание экстрактивных компонентов, мг/100 г древесины, и суммарное содержание ароматических альдегидов, мг/100 г древесины — кониферилового, ванилина, синапового и сиреневого, как основных ароматобразующих компонентов алкогольной продукции. Кроме того, исследовали соотношение «сиреневый альдегид / ванилин» в качестве идентификационного показателя, характеризующего вид древесины и уровень ее термической обработки, для последующей оценки подлинности алкогольных напитков.

В результате анализа полученных данных отмечено, что отличительное накопление общего содержания экстрактивных компонентов и ароматических альдегидов происходило при температуре от 180°C до 240°C .

На рис. 1 приведена зависимость массовой концентрации экстрактивных компонентов древесины дуба и груши от уровня термической обработки.

Из рис. 1 следует, что максимальное содержание экстрактивных компонентов находится в следующих образцах древесины, мг/100 г древесины: *Q-220* — 581,7, *Pyr-220* — 270,6.

Известно, что низкомолекулярные продукты деполимеризации лигнина древесины максимально экстрагируются при $200\text{--}220^\circ\text{C}$ [13, 16, 17]. Нами был исследован вклад ароматических альдегидов — продуктов деполимеризации лигнина древесины различных видов — в общее содержание экстрактивных компонентов.

Результаты исследования формирования ароматических компонентов под действием различного уровня термической обработки представлены на рис. 2.

Из рис. 2 следует, что в зависимости от режима термической обработки максимальное накопление ароматических альдегидов происходит при 220°C в обоих видах древесины. Так, в древесине дуба *Q-220* накапливается 296,7 мг/100 г древесины ароматических альдегидов, что составляет 51,0 % от общего содержания экстрактивных компонентов; в древесине груши *Pyr-220* — 253,8 мг/100 г древесины — что составляет 93,8 % от общего содержания экстрактивных компонентов. Таким образом, относительное содержание ароматических альдегидов от общего содержания экстрактивных компонентов в термически обработанной древесине груши выше, чем в древесине дуба.

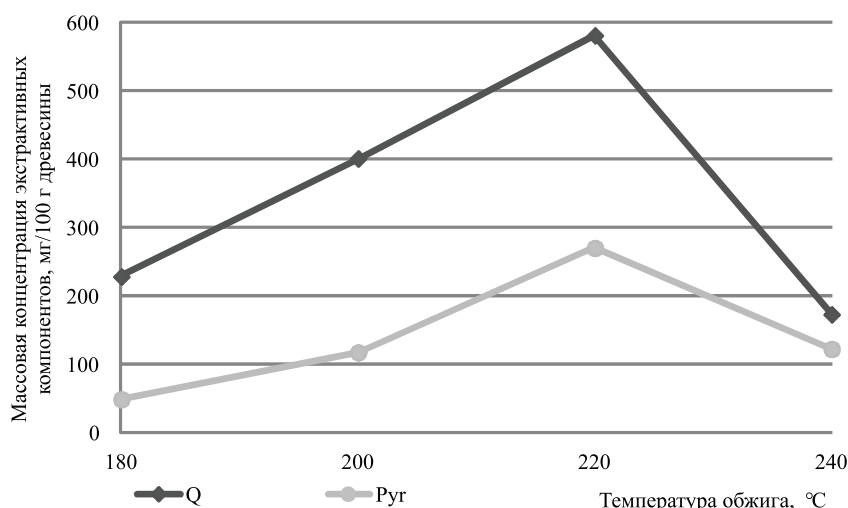


Рис. 1. Зависимость общего содержания экстрактивных веществ древесины от уровня термической обработки

Fig. 1. The dependence of the total content of extractive substances of wood on the level of heat treatment

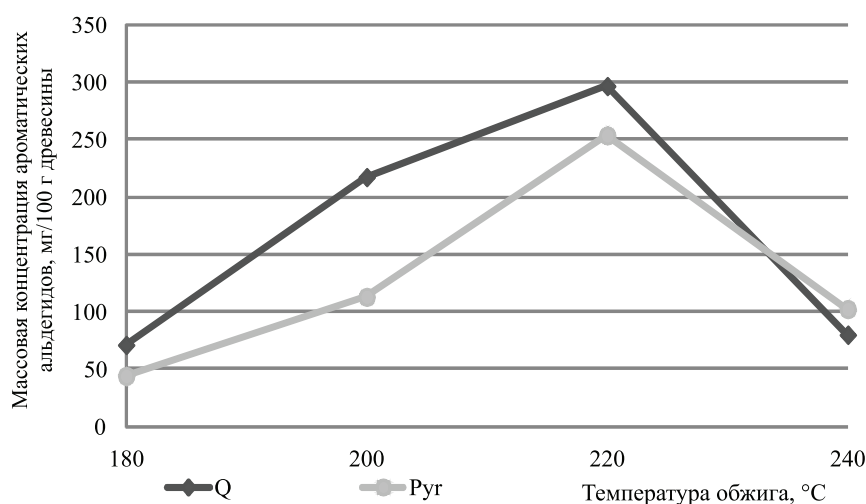


Рис. 2. Зависимость общего содержания ароматических альдегидов древесины от уровня термической обработки

Fig. 2. The dependence of the total content of aromatic aldehydes of wood on the level of heat treatment

Вклад ароматических альдегидов в общее содержание экстрактивных компонентов представлен в табл. 4.

Данные табл. 4 демонстрируют, что существует тесная зависимость общего содержания ароматических альдегидов от общего содержания экстрактивных компонентов. Это является важным критерием при оценке ароматобразующей функции различных видов обработанной древесины.

Таблица 4. Коэффициент корреляции общего содержания экстрактивных компонентов и ароматических альдегидов древесины дуба и груши

Table 4. Correlation coefficient of total extractive components and aromatic aldehydes of oak and pear wood

Вид древесины	Коэффициент корреляции R_{xy}
Q	0,9814
Pyr	0,9972

Следующим этапом оценки технологического потенциала белорусской древесины для производства алкогольных напитков было исследование критерия оценки качества древесины по соотношению ароматических альдегидов «сиреневый альдегид/ванилин». Данный критерий в настоящее время широко используется в исследовательских лабораториях для оценки качества и подлинности алкогольных напитков, выдержанных в контакте с древесиной. Этот показатель характеризует природу лигнинового комплекса, в котором в соответствии со структурными звеньями содержание сиреневого альдегида всегда выше, чем ванилина. Исходя из этого, данный критерий позволяет судить об экзогенном внесении дополнительных компонентов, как правило, ванилина, нарушающих характерные соотношения. В то же время значение этого показателя зависит от ряда факторов, описанных в [1].

Данные по соотношению «сиреневый альдегид/ванилин» в зависимости от вида древесины и режима ее термической обработки представлены в табл. 5.

Таблица 5. Зависимость соотношения «сиреневый альдегид/ванилин» от тепловой обработки и вида древесины
Table 5. Dependence of the ratio “syringaldehyde/vanillin” on the heat treatment and the type of wood

Вид древесины	Соотношение «сиреневый альдегид / ванилин» в зависимости от температуры обработки (°C)							Коэффициент корреляции R_{xy}	Коэффициент корреляции при температуре обработки 180 – 240 °C R_{xy}
	120	160	180	200	220	240	260		
<i>Q</i>	10,38	1,22	1,47	2,37	4,90	4,69	2,97	0,7120	0,9760
<i>Pyr</i>	-	1,27	1,67	2,95	8,13	11,25	5,08	0,7169	0,9753

Из данных табл. 5 следует, что значения соотношения «сиреневый альдегид/ванилин» подчеркивают идентификационные различия видов древесины. Коэффициент корреляции при температуре обработки обоих видов древесины 180–240 °C показывает тесную зависимость (98 %) соотношения «сиреневый альдегид/ванилин» от уровня термической обработки. Таким образом, соотношение «сиреневый альдегид/ванилин» может быть использовано в дальнейшем в качестве показателя, характеризующего вид древесины и степень ее обработки для последующей оценки подлинности выдержанных алкогольных напитков.

Таким образом, на основании данных рис. 1, 2 и табл. 5 определены диапазоны термической обработки древесины в зависимости от вида с целью максимального накопления в них ароматических альдегидов и подготовки их к извлечению. Установленные оптимальные режимы приведены в табл. 6.

Таблица 6. Температура предварительной обработки древесины, обеспечивающая максимальное накопление ароматических альдегидов
Table 6. The temperature of the pre-treatment of wood, providing the maximum accumulation of aromatic aldehydes

Вид древесины	Температура обработки, °C	Оптимальная температура обработки, °C
<i>Q</i>	180–220	220
<i>Pyr</i>	200–240	220

На основании приведенных данных отмечено, что древесина дуба является более термочувствительной (высокое накопление ароматических компонентов от 180 °C), чем древесина груши, что связано со структурно-анатомическими особенностями (ширина сосудов) и прочностью древесины.

С целью оценки перспектив использования древесины груши и дуба при производстве алкогольных напитков [20] исследованы органолептические характеристики (букет и вкус) изготовленных водно-спиртовых экстрактов обработанной древесины с максимальным содержанием экстрактивных компонентов *Q-220* и *Pyr-220* (табл. 7).

На основании сравнительных исследований букета образцов водно-спиртовых экстрактов древесины (табл. 7) отмечено формирование благородных тонов обжаренной древесины. Для древесины груши *Pyr-220* отмечено развитие в букете благородных оттенков копченого чернослива. Для древесины дуба *Q-220* отмечена более сложная структура букета со смолистыми и ореховыми оттенками во вкусе и букете различных групп алкогольной продукции.

Таблица 7. Органолептические характеристики водно-спиртовых экстрактов Q-220 и Pyr-220
Table 7. Organoleptic characteristics of hydro-alcoholic extracts Q-220 and Pyr-220

Наименование экстракта	Органолептические характеристики	
	Букет	Вкус
Q-220	Сложный, с преобладанием тонов обжаренной древесины, свойственный древесине дуба	Терпкий, чистый, выраженный, с тонами обжаренной древесины дуба, смолистый, свойственный древесине дуба
Pyr-220	Сложный, с преобладанием тонов обжаренной древесины и оттенками вяленой груши и копченого чернослива	Терпкий, чистый, с тонами вяленой груши и оттенками копченого чернослива

На основании сравнительных исследований вкуса образцов водно-спиртовых экстрактов древесины отмечена возможность их использования при разработке новых видов алкогольной продукции с уникальными органолептическими характеристиками. В древесине груши *Pyr-220* отмечены увяленные тона груши и оттенки копченого чернослива. Формирование таких оттенков благоприятно при производстве различных групп алкогольной продукции. Для древесины дуба *Q-220* отмечены выраженные смолистые оттенки. Экстрактивные компоненты древесины дуба будут сообщать благоприятные оттенки органолептическим характеристикам различных групп алкогольной продукции.

Выводы. Проведена сравнительная оценка технологического потенциала древесины дуба и груши, произрастающих в Республике Беларусь, в качестве сырья для производства алкогольных напитков с уникальными органолептическими характеристиками.

Установлена необходимость дифференцированной термической обработки для древесины обоих видов с целью извлечения и новообразования экстрактивных компонентов. Отмечено, что максимальное количество ароматических компонентов экстрагируется из обоих видов древесины при температуре 180–240°C. Максимальным содержанием экстрактивных компонентов обладает древесина дуба *Q-220*. В то же время, максимальным содержанием ароматических альдегидов (93,8 %) относительно общего содержания экстрактивных компонентов обладает древесина груши *Pyr-220*.

Установлена тесная зависимость показателя «сиреневый альдегид/ванилин» от температуры обработки и вида древесины при 180–240°C (98 %). Данный показатель может быть использован в дальнейшем в качестве показателя, характеризующего вид древесины и степень ее обработки для последующего анализа выдержанных алкогольных напитков.

Сравнительный анализ букета и вкуса, сообщаемых экстрактивными компонентами белорусской древесины дуба и груши, позволяет их использовать при производстве различных групп алкогольной продукции с отличительными органолептическими характеристиками.

Перспективы использования другого белорусского вида древесины семейства Розоцветных (сливы), помимо яблони и груши, в сравнении с древесиной дуба для целей производства алкогольной продукции, будут приведены в следующих исследованиях.

Список использованных источников

1. Урсул, О.Н. Сравнительный анализ технологического потенциала белорусской древесины яблони и дуба для производства алкогольной продукции / О.Н. Урсул, Т.М. Тананайко // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2016. — № 4 (34). — С. 172–177.
2. Урсул, О.Н. Оценка технологического потенциала древесины отечественных пород в производстве выдержанной алкогольной продукции / О.Н. Урсул, С.В. Ризевский // Молодежь в науке — 2014: Приложение к журналу «Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі» в пяти частях, ч. 5-я, Серия аграрных наук. — Минск. — 2015. — С. 172–177.
3. Изучение динамики компонентного состава выдержанной винодельческой продукции и перспектив использования древесины белорусского происхождения с целью разработки элитной национальной алкогольной продукции: отчет о НИР (заключ.) : 65.13.21, 65 / РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»; рук. Т.М. Тананайко; исполн.: О.Н. Урсул [и др.]. — Минск, 2014. — 408 с. — № ГР 20121405.

4. Разработка научно-практических основ получения и применения экстрактов термообработанной древесины ряда лиственных растений для коррекции органолептических характеристик алкогольной продукции: отчет о НИР (заключ.) : 65.47, 65.49 / РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»; рук. Т.М. Тананайко; исполн.: О.Н. Урсул [и др.]. — Минск, 2015. — 426 с. — № ГР 20111481.
5. Influence of wood heat treatment, temperature and maceration time on vanillin, syringaldehyde, and gallic acid contents in oak wood and wine spirit mixtures / R. Gimenes Martines [et al.] // *American J. of Enology. And Viticulture.* — 1996. — № 47. — P. 441–446.
6. Modelisation of heat treatment of Portuguese oak wood (*Quercus pyrenaica* L.). Analysis of the behaviour of low molecular weight phenolic compounds / S. Canas [et al.] // *Ciencia of Technol. Vitiv.* — 2000. — Vol. 15. — P. 75–94.
7. Optimisation of accelerated ageing of grape marc distillate on a micro-scale process using a Box–Behnken design: influence of oak origin, fragment size and toast level on the composition of the final product / R. Rodriguez-Solana [et al.] // *Australian Journal of Grape and Wine Research.* — 2017. — Vol. 23. Iss. 1. — P. 5–14.
8. Influence of combined hydro-thermal treatments on selected properties of Turkey oak (*Quercus cerris* L.) wood / L. Todaro [et al.] // *J. of Wood Sci. Technol.* — 2012. — Vol. 46, № 1. — P. 563–578.
9. Process for preparing an oak wood extract and distillate: US 5 356 641, U.S. Cl. 426/52, Int. Cl. A 23 L 1/0534 / Bowen [et al.]; assignee Indopco Inc. Quest, International Flavors & Food, Ingredients Company, Md. — № 58,706; filed on 10.05.1993; pub. date 18.10.1994 // Patent application publication. — 1994. — P. 1–6.
10. Исследование кинетики набухания древесины вишни и сливы в водно-спиртовых растворах и в воде / И.В. Новикова [и др.] // *Производство спирта и ликероводочных изделий.* — 2012. — № 2. — С. 16–17.
11. Changes in low molecular weight phenolic compounds in Spanish, French and American oak woods during natural seasoning and toasting / E. Cadahia [et al.] // *J. Agric. Food Chem.* — 2001. — Vol. 49. — P. 1790–1798.
12. Experimental and theoretical studies of the thermal degradation of a phenolic dibenzodioxocin lignin model / Ch. Gardrat [et al.] // *J. of Wood Sci. Technol.* — 2013. — Vol. 47, № 1. — P. 27–41.
13. Аксенов, П.А. Отбор дуба для использования его древесины в виноделии: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01 / П.А. Аксенов; ФГБОУ ВПО «Московский госуд. ун-т леса». — Москва, 2012. — 24 с.
14. Intraspecific variation of European oak wood thermal stability according to radial position / J. Hamada [et al.] // *J. of Wood Sci. Technol.* — 2017. — Vol. 51, Iss. 4. — P. 785–794.
15. Perrez-Coello, M.S. Determination of volatile compounds in hydroalcoholic extracts of French and American oak wood / M.S. Perrez-Coello, J. Sanz, M.D. Cabezudo // *American Journal of Enology and Viticulture.* — 1999. — Vol. 50(2). — P. 162–165.
16. Кононов, Г.Н. Химия древесины и ее основных компонентов / Г.Н. Кононов. — Москва: МГУЛ, 1999. — 247 с.
17. Браунс, Ф.Э. Химия лигнина / Ф.Э. Браунс. — Москва: Лесная пром-ть, 1964. — 864 с.
18. Volatile composition analysis by solid-phase microextraction applied to oak wood used in cooperage (*Quercus pyrenaica* and *Quercus petraea*): effect of botanical species and toasting process / A.M. Jordao [et al.] // *J. of Wood Sci.* — 2006. — Vol. 52. — P. 514–521.
19. Ризевский, С.В. Получение и анализ экстрактов термообработанной древесины лиственных пород растений для использования в виноделии / С.В. Ризевский, О.Н. Урсул, В.П. Курченко // Тезисы докладов 78-ой научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов «Технология органических веществ», Минск, 3–13 февраля 2014 г. // УО БГТУ; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. — Минск. — 2014. — С. 47.
20. Alternative woods for aging distillates — an insight into their phenolic profiles and antioxidant activities / R.R. Madrera [et al.] // *J. of Food Sci. Biotechnol.* — 2012. — Vol. 19, № 4. P. 1129–1134.

References

1. Ursul O.N. Comparative analysis of the technological potential of Belarusian apple and oak wood for the production of alcohol products / O.N. Ursul, T.M. Tananaiko // *Food industry: science and technology*. — 2016. — No. 4 (34). — pp. 90–98.
2. Ursul O.N. Estimation of technological potential of wood of domestic breeds in the production of aged alcoholic products / O.N. Ursul, S.V. Rizewski // *Youth in Science — 2014: Supplement to the journal «Vesci Natsynyannaya Akademiiii Navuk Belarusi» in five parts, part 5, Series of Agricultural Sciences*. — Minsk. — 2015. — pp. 172–177.
3. Study of the dynamics of the component composition of aged wine products and the prospects for the use of timber of Belarusian origin for the purpose of developing elite national alcohol products: report on research (conclusion): 65.13.21, 65 / RUE «NPC NAS of Belarus for Food»; hands. T.M. Tananaiko; Exec.: O.N. Ursul [and others]. — Minsk, 2014. — 408 p. — No. GR 20121405.
4. Development of scientific and practical principles for obtaining and applying extracts of heat-treated wood of a number of deciduous plants for correction of organoleptic characteristics of alcohol products: report on research (conclusion): 65.47, 65.49 / RUE «NPC NAS of Belarus for Food»; hands. T.M. Tananaiko; Exec.: O.N. Ursul [and others]. — Minsk, 2015. — 426 p. — No. GR 20111481.
5. Influence of wood heat treatment, temperature and maceration time on vanillin, syringaldehyde, and gallic acid contents in oak wood and wine spirit mixtures / R. Gimenes Martines [et al.] // *American J. of Enology. And Viticulture*. — 1996. — № 47. — pp. 441–446.
6. Modelisation of heat treatment of Portuguese oak wood (*Quercus pyrenaica* L.). Analysis of the behaviour of low molecular weight phenolic compounds / S. Canas [et al.] // *Ciencia of Technol. Vitiv*. — 2000. — Vol. 15. — pp. 75–94.
7. Optimisation of accelerated ageing of grape marc distillate on a micro-scale process using a Box–Behken design: influence of oak origin, fragment size and toast level on the composition of the final product / R. Rodríguez-Solana [et al.] // *Australian Journal of Grape and Wine Research*. — 2017. — Vol. 23. Iss. 1. — pp. 5–14.
8. Influence of combined hydro-thermal treatments on selected properties of Turkey oak (*Quercus cerris* L.) wood / L. Todaro [et al.] // *J. of Wood Sci. Technol*. — 2012. — Vol. 46, № 1. — pp. 563–578.
9. Process for preparing an oak wood extract and distillate: US 5 356 641, U.S. Cl. 426/52, Int. Cl. A 23 L 1/0534 / Bowen [et al.]; assignee Indopco Inc. Quest, International Flavors & Food, Ingredients Company, Md. — № 58,706; filed on 10.05.1993; pub. date 18.10.1994 // Patent application publication. — 1994. — pp. 1–6.
10. Investigation of the swelling kinetics of cherry and plum wood in water-alcohol solutions and in water / I.V. Novikova [et al.] // *Production of alcohol and alcoholic beverages*. — 2012. — № 2. — pp. 16–17.
11. Changes in low molecular weight phenolic compounds in Spanish, French and American oak woods during natural seasoning and toasting / E. Cadahia [et al.] // *J. Agric. Food Chem*. — 2001. — Vol. 49. — pp. 1790–1798.
12. Experimental and theoretical studies of the thermal degradation of a phenolic dibenzodioxocin lignin model / Ch. Gardrat [et al.] // *J. of Wood Sci. Technol*. — 2013. — Vol. 47, № 1. — pp. 27–41.
13. Aksenov P.A. Selection of oak for the use of its wood in winemaking: author's abstract. dis. ... cand. agricultural sciences: 06.03.01 / P.A. Aksenov; FGBOU HPE “Moscow State University. un-t of the forest” — Moscow, 2012. — 24 p.
14. Intraspecific variation of European oak wood thermal stability according to radial position / J. Hamada [et al.] // *J. of Wood Sci. Technol*. — 2017. — Vol. 51, Iss. 4. — pp. 785–794.
15. Perrez-Coello M.S. Determination of volatile compounds in hydroalcoholic extracts of French and American oak wood / M.S. Perrez-Coello, J. Sanz, M.D. Cabezudo // *American Journal of Enology and Viticulture*. — 1999. — Vol. 50(2). — pp. 162–165.
16. Kononov G.N. Chemistry of wood and its main components / G.N. Kononov. — Moscow: MGUL, 1999. — 247 p.

17. Browns F.E. Chemistry of lignin / F.E. Browns. — Moscow: Forest Industry, 1964. — 864 p.
18. Volatile composition analysis by solid-phase microextraction applied to oak wood used in cooperage (*Quercus pyrenaica* and *Quercus petraea*): effect of botanical species and toasting process / A.M. Jordao [et al.] // J. of Wood Sci. — 2006. — Vol. 52. — pp. 514–521.
19. Rizewski S.V. Preparation and analysis of extracts of heat-treated hardwood for use in winemaking / S.V. Rizewski, O.N. Ursul, V.P. Kurchenko // Theses of reports of the 78th scientific and technical conference of faculty, researchers and graduate students “Technology of organic substances”, Minsk, February 3 – 13, 2014 // UB BSTU; Seldom: I.M. Zharsky [and others]. — Minsk. — 2014. — p. 47.
20. Alternative woods for aging distillates — an insight into their phenolic profiles and antioxidant activities / R.R. Madrera [et al.] // J. of Food Sci. Biotechnol. — 2012. — Vol. 19, № 4. — pp. 1129–1134.

Благодарности

Исследования, описанные в данной работе, были проведены в рамках заданий №№ 20110505 и 20141481 Государственной программы научных исследований «Инновационные технологии в АПК» на 2011–2015 гг. (подпрограмма 9.5 «Процессы и аппараты пищевых производств») совместно с БГУ, Министерством образования.

Acknowledgments

The research described in this work was carried out within the framework №№ 20110505 and 20141481 of State Program of Scientific Research “Innovative Technologies in the Agroindustrial Complex” for 2011–2015 (subprogram 9.5 “Processes and Apparatuses of Food Production”) in cooperation with BSU, the Ministry of Education.

Информация об авторах

Урсул Ольга Николаевна — кандидат технических наук, старший научный сотрудник — руководитель группы по винодельческой и пивобезалкогольной отраслям отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: vino@belproduct.com

Тананайко Татьяна Михайловна — кандидат технических наук, доцент кафедры биотехнологии и биоэкологии учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (ул. Свердлова, 13, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: tananajko65@gmail.com

Information about the authors

Ursul Volha Nikolaevna — Ph.D., Senior Researcher — team leader for winemaking, beer and soft drinks industry of technology of alcoholic and non-alcoholic beverages department RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs NAS of Belarus” (29 Kozlova str., Minsk, Republic of Belarus). E-mail: vino@belproduct.com

Tananaika Tatsiana Mikhailovna — Ph.D., assistant professor of the Department of Biotechnology and Bioecology of educational institution “Belarusian State Technological University” (13 Sverdlova str., Minsk, Republic of Belarus). E-mail: tananajko65@gmail.com

УДК 664.641.19 (470.62)

Поступила в редакцию 05.03.2018
Received 05.03.2018**О.Л. Вершинина¹, В.В. Гончар¹, Ю.Ф. Росляков¹, В.К. Кочетов²**¹*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный технологический университет»,
г. Краснодар, Российская Федерация*²*ОАО «Кондитерский комбинат Кубань», г. Тимашевск, Российская Федерация***ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРОШКА ИЗ КЛУБНЕЙ ТОПИСОЛНЕЧНИКА
ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ СОРТОВ ПЕЧЕНЬЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО
НАЗНАЧЕНИЯ**

Аннотация: Статья посвящена разработке новых сортов печенья функционального назначения с использованием порошка, полученного из клубней тописолнечника. Представлен химический состав клубней тописолнечника. Разработана технология получения порошка из клубней тописолнечника. Обоснована целесообразность его использования при создании новых сортов печенья функционального назначения. Установлена рациональная дозировка порошка, полученного из клубней тописолнечника. Разработаны новые сорта печенья функционального назначения из пшеничной муки на сахаре-песке с использованием 7 % порошка, полученного из клубней тописолнечника и 5 % сорбита или фруктозы.

Ключевые слова: клубни тописолнечника, химический состав, новые сорта печенья, рациональная дозировка, функциональное назначение

O.L. Vershinina¹, V.V. Gonchar¹, YU.F. Roslyakov¹, V.K. Kochetov²¹*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”,
Krasnodar, Russian Federation*²*OJSC OAO «Confectionery works Kuban», Timashevsk, Russian Federation***USE OF THE POWDER FROM THE TUBERS OF SUNCHOKE
TO CREATE NEW TYPES OF FUNCTIONAL COOKIES**

Abstract: The article is devoted to the development of new varieties of functional cookies using a powder derived from tubers of sunchoke. The chemical composition of tubers of sunchoke is presented. The technology of powder production from tubers of sunchoke is developed. The expediency of its use in the elaboration of new types of functional cookies is justified. A rational dosage of powder obtained from tubers of sunchoke is established. The new varieties of cookies of functional use are developed: the flour, granulated sugar, 7 % of the powder obtained from the tubers of sunchoke, and 5 % sorbitol or fructose.

Keywords: tubers of sunchoke, chemical composition, new varieties of cookies, rational dosage, functional purpose

Мониторинг структуры ассортимента и качества продукции кондитерского производства указывает на необходимость разработки новых сортов мучных кондитерских изделий массового спроса, диетического, лечебно-профилактического и функционального назначения [1].

Существенная роль в нивелировании недостаточной обеспеченности населения микронутриентами традиционно отводится обогащению пищевых продуктов, и в первую очередь мучных кондитерских изделий, ценными биологически активными пищевыми веществами [1, 5, 6, 7, 8]. Поэтому создание мучных кондитерских изделий так называемого «здорового» ассортимента актуально. Разработанные новые отечественные технологии экологически безопасных кондитерских изделий позволят обеспечить население России новыми сортами полезной продукции, снизить риск появления различного рода заболеваний, повысить процент выздоровления людей при минимальном использовании традиционных лекарств.

Учитывая то, что мучные кондитерские изделия в России являются ежедневно потребляемыми продуктами питания, наибольший оздоровительный эффект может прогнозироваться при обогащении эссенциальными компонентами питания именно данной группы продуктов, что может обеспечить массовый лечебно-профилактический эффект.

Перспективным направлением развития кондитерской промышленности является создание новых ресурсосберегающих технологий и ассортимента мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности на основе использования нетрадиционного растительного сырья [5, 6, 8].

Использование нетрадиционного растительного сырья в производстве мучных кондитерских изделий позволяет расширить их ассортимент, снизить расход дорогостоящего сырья (сахара и муки), повысить пищевую ценность изделий за счёт внесения белоксодержащих и других добавок и на их основе улучшить структурно-механические свойства теста, снизить технологические потери, повысить потребительские качества мучных кондитерских изделий и продлить срок их хранения [1, 5, 8].

Актуальным на сегодняшний день является использование диетических пищевых волокон в продуктах питания, поскольку они обладают широким спектром действия на организм человека. Инулин и олигофруктоза — растворимые диетические волокна являются избирательными стимуляторами роста и энергетическими субстратами для бифидобактерий, что, в свою очередь, подавляет рост ряда вредных штаммов микроорганизмов. Инулин влияет на биологическую усвояемость кальция и магния, на снижение уровня холестерина и липидов в сыворотке крови. Инулин и олигофруктоза не повышают уровень глюкозы в крови, поскольку их гликемический индекс практически равен нулю. Наилучшим источником инулина и олигофруктозы является тописолнечник — гибрид топинамбура и подсолнечника. Он имеет следующий химический состав (в %): вода — 75,2; протеин — 2,6; жир — 0,5; клетчатка — 6,6; БЭВ — 13,7; зола — 3,0 [2].

Промышленная переработка клубней тописолнечника предусматривает получение из них порошка, который используется в отдельных пищевых технологиях, однако данные по применению его в производстве мучных кондитерских изделий ограничены. Использование инулинсодержащего сырья в технологиях мучных кондитерских изделий позволит расширить ассортимент продуктов профилактического назначения диабетического действия, что является актуальным в настоящее время. Порошок, полученный из клубней тописолнечника, способен придать диетические свойства готовым изделиям, улучшить их качество, снизить энергетическую ценность и интенсифицировать биотехнологические процессы при их производстве [3].

Объект наших исследований — порошок, полученный из клубней тописолнечника, для получения которого клубни тописолнечника подвергали мойке при температуре воды от 40 °С до 50 °С, затем нарезали кусочками размером по 10–15 мм, сушили в поле СВЧ до влажности около 20 % и затем досушивали конвективным способом до остаточной влажности 5 %, после чего подвергали криоизмельчению в жидком азоте с получением порошка [4].

Для того чтобы подобрать оптимальные способы приготовления печенья проводились эксперименты в лабораторных условиях. Выпечку осуществляли по следующим вариантам.

Контролем служила рецептура сдобного песочного-выемного печенья «Ванильное»:

- ♦ образец 1 — контроль (печенье сдобное «Ванильное»);
- ♦ образец 2 — изделие с внесением 5 % тописолнечника вместо сахара;
- ♦ образец 3 — изделие с внесением 7 % тописолнечника вместо сахара;
- ♦ образец 4 — изделие с внесением 10 % тописолнечника вместо сахара;

Исследования качества муки пшеничной высшего сорта показали, что её влажность составляла 13,3 %, количество клейковины — 38,8 г, качество клейковины исследуемой муки относилось ко 2-ой группе (удовлетворительно крепкая), показания ИДК — 39,0 ед.пр. Остальные показатели соответствовали требованиям стандарта.

Тесто замешивали периодическим способом. В ёмкость загружали размягченное сливочное масло, сахарную пудру и перемешивали до однородной консистенции. Затем добавляли рецептурное количество меланжа, меда, сгущенного молока и воды с растворенными в ней содой и углеаммонийной солью, перемешивали, в последнюю очередь добавляли муку и порошок тописолнечника и снова перемешивали. Пласт теста раскатывали на доске до толщины слоя теста 4,5–5 мм. Тесто формовали металлическими выемками. Выпечку производили при температуре среды пекарной камеры 200 °С в течение 3–6 мин.

Показатели качества печенья, выпеченного с разным количеством порошка, полученного из клубней тописолнечника, представлены в табл. 1.

По данным табл. 1 установлено, что по мере увеличения дозировки порошка тописолнечника в печенье, пористость изделий становится более развитой и равномерной (из-за повышенного газообразования, вызываемого взаимодействием содержащихся в порошке органических кислот и двууглекислым натрием). Цвет изделий становится ярче, интенсивней — поскольку, фруктоза, содержащаяся в тописолнечнике, активно участвует в реакции меланоидинообразования. Увеличение

дозировки порошка до 10 % уменьшает разрыхленность, хрупкость и рассыпчатость готовых изделий. Исходя из этого была выбрана оптимальная дозировка порошка — 7 %.

Т а б л и ц а 1. Влияние дозировки порошка из клубней тописолнечника на показатели качества печенья

Table 1. Effect of the dosage of sunchoke tubers powder on the quality indicies of cookies

Наименование показателей	Значение показателей качества печенья с добавлением порошка тописолнечника, % к муке			
	0	5	7	10
Влажность, %	6,3	6,2	6,15	6,05
Щелочность, град.	1,3	1,3	1,2	1,2
Намокаемость, %	156	169	171	176
Поверхность	Шероховатая с мелкими трещинами, коричневая		Шероховатая с небольшими трещинами светло-коричневая	Шероховатая с мелкими трещинами коричнево-серая
Вид в изломе	Светлое, с желтоватым оттенком, хрупкое, рассыпчатое	Светлое, желтовато-коричневое, хрупкое, рассыпчатое	Светло-коричневое, с сероватым оттенком, мало рассыпчатое, мягкое	Коричневое, с серым оттенком, плохо разрыхленное
Вкус, запах	Сладкое, без постороннего вкуса и запаха	Сладкое, с легким привкусом тописолнечника	Сладкая, со сладким послевкусием и сильным привкусом тописолнечника	

С возрастанием дозировки порошка из клубней тописолнечника увеличивается пористость печенья, что влечёт за собой повышение намокаемости. Щелочность снижается за счет содержания в порошке органических кислот. Уменьшение влажности в опытных образцах объясняется более низкой, по сравнению с сахарозой, влагоудерживающей способностью порошка тописолнечника.

На следующем этапе исследовали возможность замены 100 и 50 % сахара-песка в рецептуре печенья с 5 % порошка тописолнечника на сорбит или фруктозу. Один кг сахара-песка заменяли на один кг сорбита или 0,67 кг фруктозы.

Показатели качества печенья представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2. Физико-химические и органолептические показатели качества печенья с 5 % порошка из клубней тописолнечника, приготовленного с использованием различных подслащающих веществ

Table 2. Physical, chemical and organoleptic indicies of cookies quality with 5 % of sunchoke tubers powder cooked with different dulcifying substances

Наименование показателей	Значения показателей для печенья, приготовленного на:				
	сахаре-песке	смеси сорбита и сахара-песка	сорбите	смеси фруктозы и сахара-песка	фруктозе
	в дозировке, %				
	100	50:50	100	50:50	100
Влажность, %	6,3	5,8	5,6	7,1	8,5
Щёлочность, град	1,3	1,4	1,5	1,1	1,1
Содержание сахара, % на СВ	29,4	—	2,9	—	20,0
Поверхность	Шероховатая с небольшими трещинами				
	светло-коричневая			коричневая	
Вид в изломе	желтовато-коричневый			светло-коричневый	
Состояние	хрупкое, рассыпчатое	менее хрупкое, рассыпчатое		рассыпчатое, мягкое	нерассыпчатое, мягкое
Вкус, запах	сладкий	менее сладкий, со слабым привкусом тописолнечника			

При использовании фруктозы с увеличением ее дозировки происходит увеличение влажности и мягкости готовых изделий, затемнение мякиша и уменьшение сладкого вкуса, отмечено наличие легкого горьковатого привкуса.

Использование сорбита вместо сахара-песка делает печенье менее сладким и рассыпчатым, придает сероватый оттенок поверхности, уменьшает содержание усвояемых углеводов в готовых изделиях в 10 раз по сравнению с контролем на сахар-песке.

В изделиях с сорбитом и фруктозой из-за менее выраженного сладкого вкуса сильнее ощущается привкус топинамбурчика.

В результате исследований определены максимальные дозировки порошка, полученного из клубней топинамбурчика, в зависимости от используемого подслащивающего вещества. Так при введении в рецептуру сахара-песка максимальная дозировка порошка, полученного из клубней топинамбурчика — 7 % к массе муки, а при использовании сорбита или фруктозы — 5 %.

Разработаны новые сорта печенья функционального назначения из пшеничной муки на сахар-песке с использованием 7 % порошка, полученного из клубней топинамбурчика и 5 % сорбит или фруктозы.

Список использованных источников

1. Хлебобулочные, макаронные и кондитерские изделия нового поколения — изд. 2-е, переработ. и доп. / Ю.Ф. Росляков, О.Л. Вершинина, В.В. Гончар; под ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.Ф. Рослякова. — Краснодар: Изд. ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2014. — 184 с.
2. Варламова, К.А. Топинамбур и топинамбурчик — проблемы возделывания и использования / К.А. Варламова, А.Р. Борова // Топинамбур и топинамбурчик проблемы возделывания и использования: Тез. докл. — Одесса : Маяк, 1991. — С. 6–9.
3. Росляков, Ю.Ф. Мука из топинамбурчика — новый вид дополнительного сырья для производства хлебобулочных изделий / Ю.Ф. Росляков, О.Л. Вершинина, В.В. Гончар // Научные труды КубГТУ, № 4. — 2015.
4. Способ производства хлебобулочного изделия : патент РФ № 2436312 / О.И. Квасенков, Ю.Ф. Росляков, В.В. Гончар ; опубл. 20.12.2011.
5. Росляков, Ю.Ф. Научные основы разработки хлебобулочных изделий функционального назначения / Ю.Ф. Росляков, О.Л. Вершинина, В.В. Гончар // Хлебопекарное и кондитерское производство. — 2009. — № 8. — С. 34–36.
6. Гончар, В.В. Использование порошка из клубней топинамбура в технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий / В.В. Гончар, О.Л. Вершинина, Ю.Ф. Росляков // Хлебопродукты. — 2013. — № 10. — С. 46–47.
7. Способ получения крекера : патент РФ № 2248708, МПК7 А 21Д13/08./ Н.В. Ходус, И.Б. Красина, Ю.Ф. Росляков, А.М. Осипов ; опубл. 03.12.2002.
8. Росляков, Ю.Ф. Перспективные исследования технологий хлебобулочных изделий функционального назначения / Ю.Ф. Росляков, О.Л. Вершинина, В.В. Гончар // Известия вузов. Пищевая технология. — 2010. — № 1. — С. 123–124.

References

1. Bakery, pasta and confectionery products of new generation. — ed. 2-e reprocessing. and DOP. / Roslyakov Yu.F., Vershinin O.L., Gonchar V.V.; ed. d-RA tekhn. Sciences, prof. Yu.F. Roslyakova. — Krasnodar: Publishing House. FGBOU VPO “Kuban state University”, 2014. — 184 p.
2. Varlamova K.A., Borova A. R. A.P. Jerusalem Artichoke and Topolanek — problems of cultivation and use // Artichoke and Topolanek problems of cultivation and utilization: proc. Dokl. — Odessa: Mayak, 1991. — P. 6–9.
3. Roslyakov Yu.F., Vershinin O.L., Gonchar V.V. Flour their toplaneka — a new form of additional raw materials for the production of bakery products // proceedings of the Kuban state University, № 4, 2015.

4. Kvasenkov O.I., Roslyakov Yu.F., Gonchar V.V. Method of production of bakery products. Patent RF, no. 2436312, 2011.
5. Roslyakov Yu.F., Vershinin O. L., Gonchar V.V. Scientific bases of development of bakery products of a functional purpose // Bakery and confectionery production. 2009. no. 8. P. 34–36.
6. Gonchar V.V., Vershinina O.L., Roslyakov Yu.F. Using the powder from tubers of Jerusalem artichoke in the technology of bakery and pastry // Labpro equipment. 2013. no. 10. С. 46–47.
7. Khodus N.V., Krasina I.B., Roslyakov Yu.F., Osipov A.M. A method of producing a cracker. Patent RF, no. 2248708, 2012.
8. Roslyakov Yu.F., Vershinin O.L., Gonchar V.V. Prospective studies of technologies of bakery products functional purpose // Izvestiya vuzov. Food technology, 2010. — no. 1. — P. 123–124.

Информация об авторах

Вершинина Ольга Львовна — кандидат технических наук, доцент кафедры технологии зерновых, хлебных, пищевкусовых и субтропических продуктов ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» (350072, Россия, Краснодар, ул. Московская, 2). E-mail: vershinina1964@mail.ru

Гончар Виктория Викторовна — кандидат технических наук, доцент кафедры технологии зерновых, хлебных, пищевкусовых и субтропических продуктов ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» (350072, Россия, Краснодар, ул. Московская, 2). E-mail: artemgonchar15@mail.ru

Росляков Юрий Федорович — доктор технических наук, профессор кафедры технологии зерновых, хлебных, пищевкусовых и субтропических продуктов ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» (350072, Россия, Краснодар, ул. Московская, 2). E-mail: lizaveta_ros@mail.ru

Кочетов Владимир Кириллович — доктор технических наук, генеральный директор ОАО «Кондитерский комбинат Кубань» (352700, Россия, Тимашевск, ул. Гибридная, 2). E-mail: kond_kub@mail.ru

Information about authors

Vershinina Olga Lvovna — Cand. tech. Sci., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technology of Grain, Bread, Food and Subtropical Products, FGBOU VO «Kuban State Technological University» (350072, Russia, Krasnodar, Moskovskaya st. 2). E-mail: vershinina1964@mail.ru

Gonchar Viktoria Viktorovna — Cand. tech. in Sci., Associate Professor, Chair of Technology of Grain, Bread, Food and Subtropical Products, FGBOU VO «Kuban State Technological University» (350072, Russia, Krasnodar, Moskovskaya st., 2). E-mail: artemgonchar15@mail.ru

Roslyakov Yuri Fedorovich — Dr. Tech. professor, professor of the department of technology of cereals, bread, food and subtropical products, FGBOU VO «Kuban State Technological University» (350072, Russia, Krasnodar, Moskovskaya st., 2). E-mail: lizaveta_ros@mail.ru

Kochetov Vladimir Kirillovich — doctor of technical sciences, General Director of OJSC «Confectionery Works Kuban» (352700, Russia, Timashevsk, Hybridnaya str., 2). E-mail: kond_kub@mail.ru

Ф.И. Субоч¹, Е.З. Ловкис²

¹РУП «Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь

²РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,
г. Минск, Республика Беларусь

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ПОДКОМПЛЕКСОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация: В статье излагается инновационный тип развития подкомплексов функционального назначения пищевой промышленности. Определена значимость инновационной деятельности подкомплексов в аспекте усиления национальной продовольственной конкурентоспособности. Важнейшими характеристиками подкомплексов функционального назначения являются эффективность и конкурентоспособность, отражающие состояние и закономерности их развития, которые в совокупности образуют единый процесс воспроизводства. Приведенные выше качественные признаки, позволяют научно — обосновано вести исследование процессов, способов и закономерностей по формированию подкомплексов функционального назначения.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, подход, кластер, продуктовый подкомплекс, конкурентоспособность

F.I. Suboch¹, E.Z. Lovkis²

¹RUE «The Institute of System Research in Agroindustrial Complex of NAS of Belarus»,
Minsk, Republic of Belarus

²Scientific-Practical Center for Foodstuffs NAS of Belarus, RUE, Minsk, Republic of Belarus

INNOVATIVE DEVELOPMENT OF SUBCOMPLEXES FOR THE FUNCTIONAL PURPOSE OF THE FOOD INDUSTRY

Abstract: The article describes an innovative type of development of subcomplexes for the functional purpose of the food industry. The significance of innovation activity of sub-sets in the aspect of strengthening national food competitiveness was determined. The most important characteristics of subcomplexes of functional purpose are efficiency and competitiveness, reflecting the state and patterns of their development, which together constitute a single process of reproduction. The above qualitative characteristics allow researching the processes, methods and regularities in the formation of subcomplexes of a functional purpose.

Keywords: agro-industrial complex, approach, cluster, foodstuffs subcomplex, competitiveness

В современных условиях в инновационном развитии пищевой промышленности кластерный подход создает дополнительные возможности для разъяснения представлений о «конкурентоспособной кластерообразующей платформе», а также применения к исследованию платформы инструментов цифровой экономики. Актуальность темы исследования обусловлена следующими обстоятельствами.

В теоретическом отношении проблема поиска ресурсов *кластерной организации подкомплексов функционального назначения в аспекте обеспечения национальной продовольственной конкурентоспособности* в современных условиях качественно изменяется благодаря глубоким и взаимосвязанным преобразованиям, инициированным на различных уровнях организации пищевой промышленности в аспекте инструментов цифровой экономики. В качестве средств программного обеспечения кластерной организации подкомплексов функционального назначения применяются математические методы и модели решения задач, алгоритмы обработки данных, инструментальные средства моделирования бизнес-процессов и соответствующих данных, проектирования информационных систем, разработки программ, собственно программные продукты, разнообразные информационные ресурсы, технические средства обработки данных.

Программный продукт при кластерной организации работы подкомплексов функционального назначения позволяет консолидировать мощности предприятий пищевой промышленности в единую информационную структуру, которая становится динамичной — за счет возможности увеличения технологических и технических мощностей без остановки производственного процесса; отказоустойчивой — за счет универсальной взаимозаменяемости производств и управляемой — за счет доступной и компромиссной системы управления.

В продовольственном комплексе агропромышленного производства в составе продуктовых подкомплексов, тесно связанных между собой, т.к. конечная продукция одних подкомплексов используется в качестве сырья в других подкомплексах, особое место отводится зерновому, молочному, мясному, сахарному, масложировому, спиртовому, кондитерскому и др. Между отдельными продуктовыми подкомплексами, и внутри них между сферами и отраслями существует множество экономических отношений.

Сложившаяся форма хозяйственных взаимоотношений сельскохозяйственных товаропроизводителей, организаций хранения, переработки, торговли, посреднических структур и инфраструктурных звеньев не способствует повышению конкурентоспособности продукции. Локализация обозначенных и многих других проблемных вопросов в развитии любого продуктового подкомплекса, и при этом его адаптация к новым экономическим обстоятельствам по усилению продовольственной конкурентоспособности, требуют решения ряда теоретико-методологических, аналитических и практических задач, вызывают объективную необходимость в разработке нового «тренда» кластерной организации подкомплексов функционального назначения.

Функциональный подход предполагает исследование структуры продуктового подкомплекса в контексте определенной последовательности основных стадий процесса производства продукции для обеспечения различных групп населения адаптированным питанием, способствующим сохранению здоровья, профилактике заболеваний и поддержанию активного долголетия. Отраслевая структура подкомплекса оценивается степенью участия хозяйствующих субъектов, относящихся к различным отраслям и сферам деятельности.

Однако более объективную характеристику продуктового подкомплекса дает его функционально-отраслевая структура, включающая в себя систему функционирования отраслей, сгруппированных по видам деятельности, отражающих содержание определенного типа агропромышленного производства и обладающих способностью произвести и реализовать достаточный объем продукции для обеспечения различных групп населения адаптированным питанием, способствующим сохранению здоровья.

Важно отметить, что в современных условиях развития цифровой экономики сферы агропромышленного комплекса существенно «деформируются». Итак, ввиду многоцелевой функциональной направленности продуктового комплекса число отраслей, входящих в его состав, может быть различным. В связи с этим меняется содержание и «наполняемость» подкомплекса, а, следовательно, и его функциональное назначение.

Приоритетность сферы подкомплекса характеризуют такие показатели, как объем производства продукции, стоимость основных средств, численность занятых в производстве работников и т.д. Но в этой связи важен вопрос не только об объемных показателях отдельной сферы или отрасли, а об оптимальной их структуре функциональному назначению. Классификационная группа «По количеству включенных сфер» позволяет рассматривать подкомплекс как двухсферный, трехсферный, четырехсферный, пятисферный и т.д.; с включением или без включения производственной, финансовой, маркетинговой или социальной инфраструктуры.

По территориальному признаку продуктовый подкомплекс АПК может быть межгосударственным, национальным, региональным, межхозяйственным. Совокупность отраслей, охватывающих весь технологический цикл агропромышленного производства, логистику, реализацию конечной продукции на территории страны составляет национальный продуктовый комплекс; на территории отдельного региона — региональный. В настоящее время особое значение приобретает вопрос межгосударственного агропромышленного взаимодействия, и, прежде всего, развития интеграционных процессов на постсоветском пространстве между государствами, входящими в Евразийский экономический союз.

Особенности функционирования продуктового подкомплекса

В контексте реализации стратегического приоритета этого формирования — *кластерной организации подкомплексов функционального назначения*, необходимо эффективно использовать возможности и ресурсы АПК стран-участниц, в связи с чем, продуктовый подкомплекс можно классифицировать как межгосударственный. Изложенные теоретические аспекты, затрагивающие сущностное, содержатель-

ное и структурное описание продуктового подкомплекса, позволяют также сконцентрировать внимание на его специфических особенностях (отличительных признаках) и базовых функций.

Можно заключить, что, во-первых, сложившаяся функционально – отраслевая структура продуктового комплекса не в полной мере способствует реализации общих принципов развития агропромышленных формирований; во-вторых, организационно — экономический механизм, каждого из технологически связанных между собой участников подкомплекса, обособлен, функционирует изолированно и не ориентирован на общий синергетический результат (эффект) финансово — хозяйственной деятельности. Эти веские доказательства говорят об утрате доминирующего положения отраслевого подхода в АПК и его продуктовых вертикалях в аспекте усиления национальной продовольственной конкурентоспособности.

Таким образом, необходим новый импульс в научных исследованиях, во-первых, направленный на разработку методических и практических рекомендаций по совершенствованию организационной и управленческой структур продуктового комплекса; во-вторых, способный объективно сформировать рациональный и эффективный подход к многоотраслевому взаимодействию участников агропромышленных формирований в современных условиях развития инструментов цифровой экономики, а также в условиях новой агропромышленной политики производства продукции для обеспечения различных групп населения адаптированным питанием, способствующим сохранению здоровья, профилактике заболеваний и поддержанию активного долголетия.

В нашем случае программное обеспечение кластерной организации подкомплексов функционального назначения, приводящее к появлению нового уровня конкурентоспособности, означает еще и появление других экономических явлений, требующих для их описания нового понятийно-категориального аппарата. Применение информационных технологий сегодня стало универсальной, «кроссплатформенность» — использование одной операционной системы позволяет охватывать максимальное количество сегментов рынка; «оптимизация» — использование инновационных технологий позволяет добиваться снижения затрат; «цифровая экономика» — новейшая информационная технология, создающая для построения масштабируемых и высокопроизводительных информационных систем, позволяющая компаниям эффективно оптимизировать затраты по производству.

Переход к цифровым вычислениям в плане кластерообразующей платформы — это смена стратегии, которая включает в себя полное переосмысление роли ИТ в кластерной организации агропромышленного комплекса. Это связано с тем, что быстрые темпы изменения информационной среды приводят к аналогичным ускорениям изменения роли программного обеспечения кластерной организации подкомплексов функционального назначения.

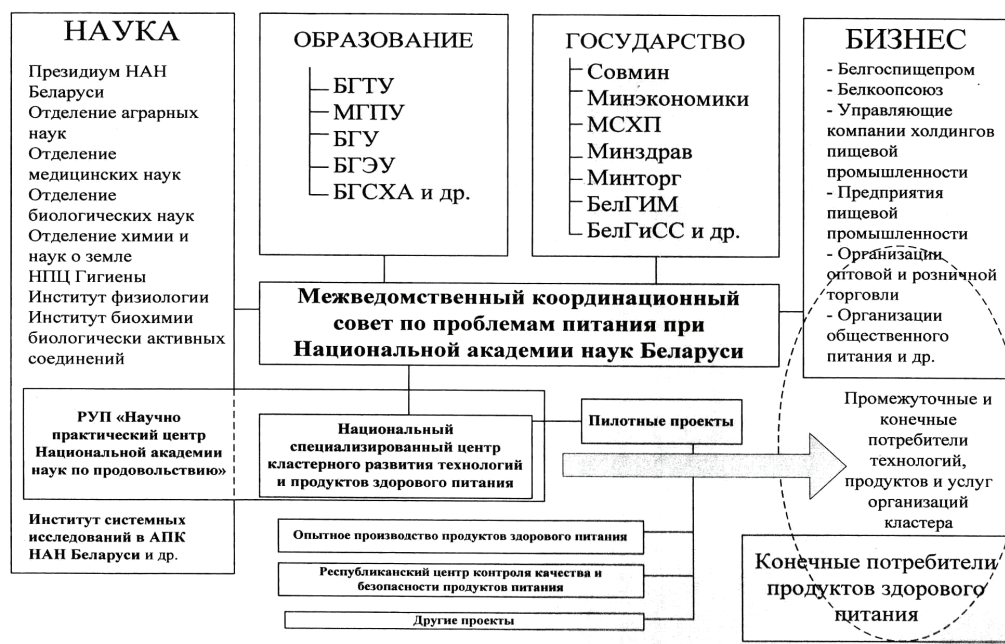


Рис. Структура национального кластера технологий и продуктов здорового питания
Fig. Structure of the national cluster of technology and healthy products

Нами сформулирована общая концепция *подкомплекса функционального назначения* как социально-экономического субъекта, взаимодействующего с различными рынками, в которой подкомплекс рассматривается как единая конкурентоустойчивая кластерообразующая платформа. Концепция управления конкурентоустойчивостью продовольственного подкомплекса акцентирует внимание на понимании цели, которую необходимо ставить выше пространства деятельности агропромышленного комплекса и трактовать ее как надцель в таком виде: всегда устойчиво сохранять конкурентоспособность, быть конкурентоустойчивым, гибко используя для этого складывающиеся условия и адаптируясь к ним, используя конкурентные преимущества цифровой экономики (рис. 1).

Предложенная концепция развития кластера подкомплексов функционального назначения нацелена на ускорение развития регионального агропромышленного комплекса, повышение конкурентоспособности продуктов, привлечение инвестиций для достижения долгосрочных конкурентных преимуществ. На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы и заключения.

1. В продовольственном комплексе агропромышленного производства в составе продуктовых подкомплексов, тесно связанных между собой, т.к. конечная продукция одних подкомплексов используется в качестве сырья в других подкомплексах, особое место отводится зерновому, молочному, мясному, сахарному, масложировому, спиртовому, кондитерскому.

2. Функциональный подход предполагает исследование структуры продуктового подкомплекса в определенной последовательности основных стадий процесса производства продукции. Однако более объективную характеристику продуктовому подкомплексу дает его функционально-отраслевая структура, включающая в себя систему функционирования отраслей, сгруппированных по видам деятельности, отражающих содержание определенного типа агропромышленного производства и обладающих способностью произвести и реализовать достаточный объем продукции для обеспечения различных групп населения адаптированным питанием, способствующим сохранению здоровья, профилактике заболеваний и поддержанию активного долголетия.

3. Кластерообразующая платформа, генерируя инновационные изменения, создает в агропродовольственной системе внутренний источник развития и перехода АПК в новое качественное состояние. В данной связи актуальным является создание кластерообразующих платформенных условий, стимулирующих замкнутый процесс создания инновационных продуктов от идеи, становления компетенций, специализированного взаимодействия, организационных и финансовых решений до применения механизмов цифровой экономики.

4. Современное производство демонстрирует устойчивые тенденции кластерной организации АПК, будь то объединение нескольких независимых производств (или этапов производства) в один сложный производственный комплекс или добавление новых процессов к уже существующей совокупности. В настоящее время существует ряд хорошо изученных способов проектирования объединенных систем, когда между интегрируемыми системами существует стабильный интерес, исходный код каждого из включенных в интеграцию. В то же время в случаях, когда возможности разработчика объединенной системы каким-либо образом ограничены, использование стандартных средств интеграции не всегда возможно. Именно эти осложненные обстоятельства формируют предметную область реализации идеи: *«Программный продукт кластерной организации подкомплексов функционального назначения»*. Сказанное свидетельствует о необходимости ввести в научный оборот определение *«конкурентоустойчивые кластерообразующие платформы подкомплексов функционального назначения продовольственной системы»*, как новых форм разделения труда, ориентированных на инновационное развитие за счет базовых технологий нового технологического уклада с использованием инструментов цифровой экономики.

Список использованных источников

1. Субоч, Ф.И. Конкурентоспособность кластерной продовольственной системы / Ф. Субоч // Аграрная экономика. — 2017. — № 5. — С. 2–15.
2. Субоч, Ф.И. Цепочка добавленных ценностей кластерообразующих платформ / Ф. Субоч // Аграрная экономика. — 2017. — № 9. — С. 2–20.
3. Субоч, Ф.И. «Облачные» технологии в ареале кластерообразующих платформ / Ф. Субоч // Аграрная экономика. — 2017. — № 11. — С. 2–19.
4. Сидоренко, О.В. Формирование и развитие хозяйственных взаимоотношений в системе зерно-продуктового подкомплекса / О.В. Сидоренко // Аграрная Россия. — 2014. — №6. — С. 21–25.

5. Мохначев, С.А. Управленческие решения по повышению конкурентоустойчивости регионально-го вуза на рынке образовательных услуг / С.А. Мохначев, И.С. Любимов // Вестник Тюменско-го гос. ун-та. 2006. № 7. — С. 15–16.
6. Гарус, Е.З. Инновационная модель организационной структуры контроля качества, сертификации и достижения целевой конкурентоспособности продовольственных товаров / Е.З. Гарус, М.И. Запольский // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2015. — № 4 (30). — С. 42–46.

References

1. Suboch F.I. Konkurentosposobnost klasternoy prodovolstvennoy sistemy / F. Suboch // Agrarnaya ekonomika. — 2017. — № 5. — pp. 2–15.
2. Suboch F.I. Tseepochka dobavlenyih tsennostey klasteroobrazuyuschih platform / F. Suboch // Agrarnaya ekonomika. — 2017. — № 9. — pp. 2–20.
3. Suboch F.I. «Oblachnyie» tehnologii v areale klasteroobrazuyuschih platform / F. Suboch // Agrarnaya ekonomika. — 2017. — № 11. — pp. 2–19.
4. Sidorenko O.V. Formirovanie i razvitie hozyaystvennyih vzaimootnosheniy v sisteme zernoproduktovogo podkompleksa / O.V. Sidorenko // Agrarnaya Rossiya. — 2014. — № 6. — pp. 21–25.
5. Mohnachev S.A. Upravlencheskie resheniya po povyisheniyu konkurentoustoychivosti regionalnogo vuza na rynke obrazovatelnyh uslug / S.A. Mohnachev, I.S. Lyubimov // Vestnik Tyumenskogo gos. un-ta. 2006. № 7. — pp. 15–16.
6. Garus E.Z. Innovatsionnaya model organizatsionnoy strukturyi kontrolya kachestva, sertifikatsii i dostizheniya tselevooy konkurentosposobnosti prodovolstvennyih tovarov / E.Z. Garus, M.I. Zapolskiy // Pischevaya promyshlennost: nauka i tehnologii. — 2015. — № 4 (30). — pp. 42–46.

Информация об авторах

Субоч Фадей Иванович — кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник РУП «Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь (ул. Казинца, 103, 220108, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: agreconst@mail.belpak.by

Ловкис Елена Зеноновна — кандидат экономических наук, РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: lovkiss_ez@list.ru

Information about authors

Suboch Fadey Ivanovich — PhD in Engineering sciences, leading researcher of the RUE «The Institute of System Research in Agroindustrial Complex of NAS of Belarus» (103, Kazintsa str., 220108, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: agreconst@mail.belpak.by

Lovkis Helena Zenonovna — PhD in Economic sciences, RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., Minsk 220037, Belarus) E-mail: lovkiss_ez@list.ru

УДК 664.692.5

Поступила в редакцию 18.12.2017
Received 18.12.2017**В.Я. Груданов, А.Б. Торган, А.И. Григель***Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь***ВЫРАВНИВАНИЕ ДАВЛЕНИЯ И СКОРОСТИ ВЫПРЕССОВЫВАНИЯ
ТЕСТА В КРУГЛЫХ МАТРИЦАХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Аннотация: В статье показано новое направление в развитии теории предпочтительных чисел. Предложена современная классификация рядов предпочтительных чисел, содержащая основной ряд предпочтительных чисел с применением последовательности Фибоначчи. На основе геометрической теории чисел построены математические модели матрицы для производства макаронных изделий, в которых использованы закономерности рядов предпочтительных чисел и дано их расчетное обоснование в виде конкретных примеров. Использование закономерности рядов предпочтительных чисел позволило выровнять давление и скорости выпрессовывания теста. Разработаны практические рекомендации по выбору основных геометрических и конструктивных размеров матриц.

Ключевые слова: теория предпочтительных чисел, геометрическая теория чисел, математическая модель, макаронная матрица, давление теста, скорости выпрессовывания теста

V.J. Grudanov, A.B. Torgan, A.I. Grigel*Educational institution “The Belarusian State Agrarian Technical University”,
Minsk, Republic of Belarus***THE ALIGNMENT OF PRESSURE AND SPEED OF DOUGH EXTRUDING
IN THE ROUND MATRIX FOR THE PRODUCTION OF MACARONI**

Abstract: The article shows a new direction in the development of the preferred number theory. A modern classification of the series of preferred numbers is suggested using the Fibonacci sequence. Based on the geometric number theory, mathematical models for the production of pasta have been developed, using the patterns of preferred numbers and their calculated justification in case studies. The use of a pattern of preferred numbers allows aligning the pressure and velocity of the spreading test. Practical recommendations for the selection of basic geometric and structural dimensions of the matrices have been made.

Keywords: preferred number theory, geometric number theory, mathematical model, pasta matrix, test pressure, dough extruding speed

*Numbers do not rule the world but they
show how to manage the world.
I. Goethe*

*«Миром правят числа, все в мире — есть Число»
Пифагор*

Введение. На предприятиях пищевой промышленности, общественного питания и торговли перерабатывается, хранится, транспортируется и реализуется большое количество самых разнообразных пищевых продуктов и кулинарных изделий, что в свою очередь обуславливает создание и эксплуатацию разнотипного технологического оборудования, отличающегося между собой не только функциональным назначением, но и конструктивным оформлением рабочих органов. Рабочие органы технологического оборудования определяют такие основные его характеристики как качество обработки сырья, производительность и энергетические затраты.

Это значительно усложняет выработку единых подходов и методов конструирования технологического оборудования, затрудняет, а в ряде случаев и делает невозможным, создание единой взаимосвязанной системы машин и аппаратов.

Таким образом, встает необходимость создания новой концепции в подходах и принципах конструирования энергосберегающих, малоинерционных и компактных технологических машин и аппаратов.

Для ее создания возможно использовать такие фундаментальные законы природы, как принцип «золотой» пропорции и закономерности системы предпочтительных чисел, основанной на свойствах последовательности чисел Фибоначчи.

Предварительные сведения. Предпочтительные числа. Предпочтительные числа устанавливают взаимосвязь в параметрах деталей и узлов, размеры продукции и сооружений, мощность, грузоподъемность, массовые характеристики, геометрические размеры и т.п. [1, 2].

Впервые в СССР общесоюзный стандарт на числа был разработан и издан в 1956 г. (ГОСТ 8032-56), а затем переиздан в 1984 г. — ГОСТ 8032-84 взамен стандарта Совета Экономической Взаимопомощи - СТ СЭВ 3981-83.

Известные ряды предпочтительных чисел основаны на принципе геометрической прогрессии. Согласно определению, предпочтительные числа — система параметрических десятичных рядов чисел, построенных по геометрической прогрессии со знаменателем $q = \sqrt[n]{10}$, где $n = 5, 10, 20, 40, 80$ — номера рядов безграничных как в большую, так и в меньшую сторону и обладающих свойствами, которые позволяют применять их при выборе основных и базовых размеров, параметров и характеристик изделий. Значения знаменателей геометрических прогрессий рядов R5, R10, R20, R40 и R80 приведены в табл. 1.

В соответствии со стандартом ГОСТ 8032-84 ряды предпочтительных чисел подразделяются на основные, дополнительные, выборочные, составные, приближенные, производные и специальные.

Т а б л и ц а 1. Новые основные ряды предпочтительных чисел

Table 1. New basic series of preferred numbers

Существующие ряды предпочтительных чисел	$q = \sqrt[n]{10}$, где $n = 5, 10, 20, 40, 80$
R5	1,585
R10	1,259
R20	1,122
R40	1,059
R80	1,029

Однако определение знаменателей геометрической прогрессии по формуле $q = \sqrt[n]{10}$ не имеет достаточно полного научного обоснования. По этой причине некоторые ученые и специалисты считают использование рядов предпочтительных чисел в конструировании технических устройств неправомерным. Но если обратиться к теории чисел и конкретно к научным трудам итальянского математика Леонардо Пизанского (Фибоначчи), мы увидим, что существует теоретическая взаимосвязь между основными рядами предпочтительных чисел, «золотой» пропорцией и последовательностью Фибоначчи, которая заключается в том, что значение знаменателей геометрических прогрессий основных рядов можно определить по формуле [10, 11]:

$$q_n = \sqrt[n]{\Phi}, \quad (1)$$

где q_n — значение знаменателя геометрической прогрессии n -го основного ряда предпочтительных чисел; $\Phi = 1,618\dots$ — значение «золотой» пропорции (сечения); n — целые числа 1, 2, 4, 8 и 16.

При использовании формулы $q_n = \sqrt[n]{\Phi}$ получаем новый ряд предпочтительных чисел: 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610 и т.д., который совпадает с последовательностью Фибоначчи.

Эта последовательность чисел, описанная итальянским математиком в XIII веке, начинается с двух единиц, а каждое следующее число равно сумме двух предыдущих. Частное от деления любого числа последовательности на предшествующее ему число будет стремиться к Φ , давая все более точное значение для каждого следующего числа последовательности: $1/1=1$; $2/1=2$; $3/2=1,5$; $5/3=1,666\dots$; $8/5=1,6$; $13/8=1,625$; $21/13=1,615348\dots$; $34/21=1,61904\dots$; $55/34=1,61764\dots$; $89/55=1,61818\dots$; $144/89=1,61747\dots$; т.е. $\Phi=1,6180339887\dots$ Здесь важно отметить, что определение основных рядов предпочтительных чисел по формуле $q_n = \sqrt[n]{\Phi}$ даст более точные значения знаменателей геометрической прогрессии рядов R5, R10, R20, R40 и R80 (табл. 2).

Таблица 2. Существующие ряды предпочтительных чисел
Table 2. Existing rows of preferred numbers

Новые ряды предпочтительных чисел	$q_n = \sqrt[n]{\Phi}$, где $n = 1, 2, 4, 8, 16$
R1	1,618
R2	1,272
R4	1,128
R8	1,062
R16	1,031

Для практических расчетов приближенное значение Φ с точностью до пяти десятичных знаков после занятой вполне достаточно, т.е. $\Phi = 1,61803$. Отметим, что $(\Phi)^2 = 2,618$, $\sqrt{\Phi} = 1,272$, $\sqrt[4]{\Phi} = 1,128$, $1,272 \cdot \Phi = 2,06$ и $\frac{\Phi}{2,06} = 0,786$. С учетом вышеизложенного, классификация рядов предпочтительных чисел представлена на рис. 1 [5, 6].

Из представленной классификации видно, что новые основные ряды предпочтительных чисел практически полностью совпадают с основными рядами предпочтительных чисел по стандарту ГОСТ 8032-84, но при этом значение знаменателей геометрических прогрессий является более точным, что дает основание для достижения технического совершенства нового устройства [7, 8, 9].

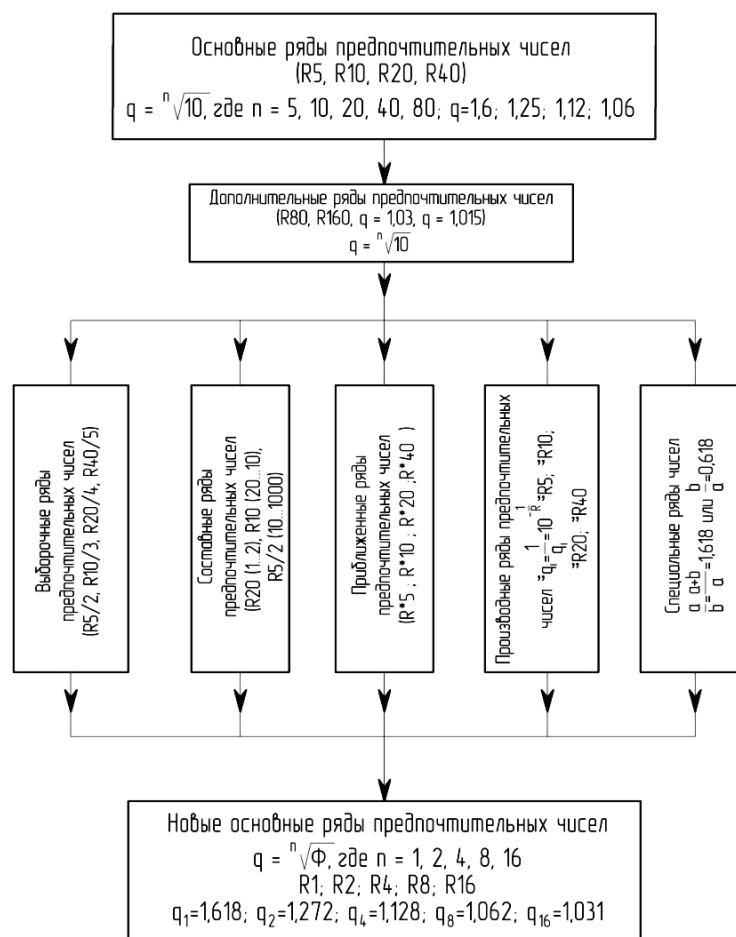


Рис. 1. Современная классификация рядов предпочтительных чисел
Fig. 1. Modern classification of series of preferred numbers

В дальнейшем будет показано, как новые ряды предпочтительных чисел можно использовать в построении математической модели матрицы для производства макаронных изделий, с целью оптимизации конструктивных и технологических параметров.

Существенным недостатком прессования на шнековых макаронных прессах является неравномерность выпрессовывания макаронных изделий по плоскости и высоте матрицы, что приводит к увеличению отходов в виде обрезков (до 20 %) и снижению производительности.

Неравномерность скоростей формования макаронных изделий по сечению матрицы является нерешенной проблемой, как в отечественной, так и в зарубежной практике. Известно несколько способов частичного устранения неравномерности формования по зонам матрицы:

- ♦ применение устройств конусно-цилиндрической формы;
- ♦ использование колосников или тормозящих решеток, устанавливаемых на диск матрицы;
- ♦ выполнение формующих отверстий различной высоты: с изменением высоты формующих отверстий изменяется и противодействие (чем больше высота, тем выше сопротивление и меньше скорость истечения теста).

Оптимизировать конструктивные и технологические параметры матриц целесообразно по следующим направлениям:

- ♦ выравнивание давления теста в колодцах по плоскости рабочей поверхности диска матрицы;
- ♦ выравнивание гидравлического сопротивления в формующих каналах (скорость выпрессовывания) по радиусу диска;
- ♦ выравнивание коэффициента уплотнения (сжатия) теста по высоте каналов формующих механизмов матрицы, при этом наибольший положительный эффект дает использование в конструкции матрицы закономерностей «золотой» пропорции, основанных на предпочтительных числах. Покажем это на конкретных конструкциях матриц — на новых технических решениях.

Выравнивание давления теста по плоскости рабочей поверхности матрицы. Построение математической модели. Матрица — перфорированная перегородка, которая является главным рабочим элементом узла прессования. Основная характеристика матрицы — пропускная способность, которая определяется отношением площади живого (проходного) сечения всех отверстий к общей площади, при этом особое значение имеет характер расположения отверстий:

- ♦ по вершинам равносторонних треугольников;
- ♦ по вершинам квадратов;
- ♦ по концентрическим окружностям и др.

Принимаем концентрическое расположение отверстий (колодцев) с целью выравнивания давления тестовой массы по плоскости рабочей поверхности (скорости выпрессовывания). Сущность модели поясняется чертежом — на рис. 2 показан общий вид матрицы для производства макаронных изделий [3].

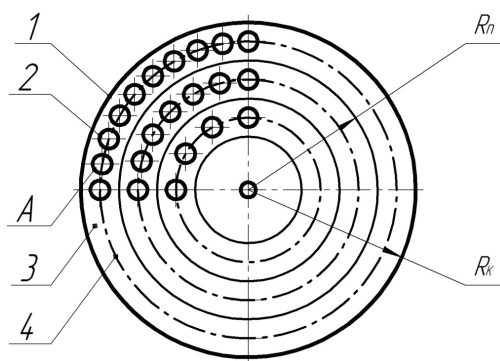


Рис. 2. Схема матрицы по патенту РБ № 7401 на изобретение
Fig. 2. Diagram of the matrix for the patent for invention of the Republic of Belarus No. 7401

Матрица для производства макаронных изделий содержит цилиндрический корпус 1 с колодцами 2, установленные внутри последних, вкладыши со сквозными формующими отверстиями, сгруппированными в гнезда. Колодцы 2 по площади матрицы расположены в условных кольцах 3 на концентрических окружностях 4, при этом наружные радиусы условных колец определены по формуле:

$$R_n = (0,786)^n R_k, \quad (2)$$

где R_n — наружный радиус n -го условного кольца; R_k — радиус корпуса матрицы; n — порядковый номер условного кольца, считая от радиуса корпуса матрицы; 0,786 — коэффициент пропорциональности, при этом количество колодцев 2 на каждой концентрической окружности 4 каждого условного кольца 3 вычислено по уравнению

$$Z_{n+1} = \left[\frac{Z_n}{1,618} \right], \quad (3)$$

где Z_n — количество колодцев на n -м условном кольце; Z_{n+1} — количество колодцев на $(n+1)$ -м условном кольце; 1,618 — коэффициент пропорциональности, а площадь матрицы можно определить по формуле:

$$S_m = \frac{D_m^2}{\sqrt{\Phi}}, \quad (4)$$

где D_m — диаметр корпуса матрицы; $\Phi = 1,618$.

Устройство работает следующим образом. Устройство работает следующим образом. Уплотненное макаронное тесто с помощью шнека, преодолевая сопротивление матрицы, продавливается сквозь формирующие отверстия вкладышей, установленных в колодцах 2 корпуса 1 матрицы посредством запрессовки.

Происходит формирование теста, т.е. получение сырых макаронных изделий заданной формы, которая определяется профилем формирующих отверстий.

Выполнение условия $R_n = (0,786)^n R_k$ обеспечивает пропорциональное увеличение площади рабочей поверхности матрицы по мере увеличения радиуса расположения колодцев 2. Выполнение условия $Z_{n+1} = \left[\frac{Z_n}{1,618} \right]$ обеспечивает пропорциональное увеличение живого сечения рабочей поверхности корпуса 1 матрицы по мере увеличения радиуса расположения колодцев 2 на концентрических окружностях 4 условных колец 3.

Таким образом, в результате соблюдения уравнений (2), (3) и (4) достигается одинаковое значение пропускной способности матрицы и одновременное выравнивание давления тестовой массы по всей площади рабочей поверхности матрицы. Это гарантирует более качественное формирование сырья, снижение при этом потерь клейковины, выравнивание скорости прессования по площади матрицы, увеличение производительности матрицы и макаронного пресса в целом и, следовательно, повышение эффективности работы устройства.

Для подтверждения вышеизложенного приведем конкретный пример.

Пример 1.

Начальные условия:

D_m — диаметр корпуса матрицы, $D_m = 350$ мм ($R_m = 175$ мм),

d_0 — диаметр колодцев, $d_0 = 18$ мм,

Z_1 — количество колодцев на первом от оси корпуса матрицы условном кольце, $Z_1 = 34$.

Решение.

1. Рабочую поверхность матрицы условно делим на четыре кольца, т.е. $n=4$. Определяем наружные радиусы условных колец:

$$R_1 = (0,786) \times R_k = 0,786 \times 175 = 137,55 \text{ мм} \quad R_2 = (0,786)^2 \times R_k = 108,114 \text{ мм}$$

$$R_3 = (0,786)^3 \times R_k = 84,978 \text{ мм} \quad R_4 = (0,786)^4 \times R_k = 66,793 \text{ мм}$$

1.1. Определяем количество колодцев на каждой концентрической окружности каждого условного кольца:

$$Z_1 = 34; \quad Z_2 = \left[\frac{Z_1}{1,618} \right] = 21; \quad Z_3 = \left[\frac{Z_2}{1,618} \right] = 13; \quad Z_4 = \left[\frac{Z_3}{1,618} \right] = 8$$

1.2. Определяем пропускную способность каждого условного кольца по формуле:

$$K_1 = \frac{f_0 \cdot Z_1}{\pi(R_k^2 - R_1^2)} = \frac{\pi r_0^2 \cdot Z_1}{\pi(R_k^2 - R_1^2)} = \frac{34 \cdot 3,14 \cdot 81}{(175)^2 - (137,55)^2} = 0,7387; \quad K_2 = \frac{21 \cdot 3,14 \cdot 81}{(137,55)^2 - (108,12)^2} = 0,7386$$

$$K_3 = \frac{13 \cdot 3,14 \cdot 81}{(108,12)^2 - (84,97)^2} = 0,7397; \quad K_4 = \frac{8 \cdot 3,14 \cdot 81}{(84,97)^2 - (66,79)^2} = 0,7375,$$

где f_0 — площадь колодца матрицы, мм²; r_0 — радиус колодца, мм.

Из расчетов следует, что $K_1 = K_2 = K_3 = K_4$. Пропускная способность всех условных колец одинаковая, т.е. происходит увеличение площади живого сечения условных колец пропорционально увеличению общей площади рабочей поверхности матрицы.

Отсюда следует, что и скорости движения отдельных слоев теста через матрицу одинаковые. Следовательно, движение потока теста стабилизируется по всей площади матрицы, и, как следствие, имеет место увеличение производительности матрицы и улучшение качества формования. Таким образом, эффективность работы такого устройства в целом повышается.

Выравнивание скорости выпрессовывания по высоте формирующих механизмов матрицы. Построение математической модели. Сущность модели поясняется чертежом: на рис. 3, а показана принципиально-конструктивная схема матрицы для прессования вермишели, на рис. 3, б — вид А формирующего отверстия перфорации с высотой ступеней, уменьшающейся по ходу движения теста в сторону выходной формирующей щели [4].

Матрица для прессования вермишели содержит плоский перфорированный диск 1 определенной толщины, отверстия перфорации 2 выполнены ступенчато по толщине матрицы, их диаметр и высота ступеней 3 уменьшаются по ходу движения теста в сторону выходной формирующей щели. Матрица имеет четыре ступени, считая от формирующей щели.

- R_M — наружный радиус диска 1 матрицы;
- $d_{щ}$ — диаметр формирующей щели;
- d_2 — диаметр отверстия во второй ступени;
- d_3 — диаметр отверстия в третьей ступени;
- d_n — диаметр отверстия в n -ой ступени;
- $H_{щ}$ — высота формирующей щели (она же первая ступень);
- H_2 — высота второй ступени;
- H_3 — высота третьей ступени;
- H_n — высота n -ой ступени (она же четвертая ступень).

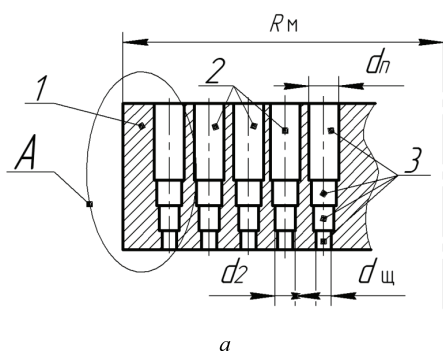


Рис. 3. Схема матрицы по патенту РБ № 13323 на изобретение

Fig. 3. Diagram of the matrix for the patent for invention of the Republic of Belarus No. 13323

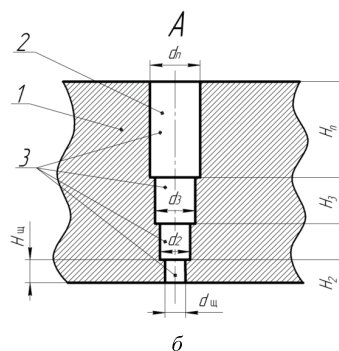


Рис. 3. Вид А на рис.3
Fig. 3. Kind A on a fig. 3

В данной модели матрицы площадь отверстий определяется соотношением

$$S_{отв} = \frac{d_n^2}{\sqrt{\Phi}}, \quad (5)$$

где d_n^2 — диаметр отверстия; $\Phi = 1,618$,

а диаметр отверстий в ступенях определяется по формуле:

$$d_n = (1,128)^{n-1} \cdot d_{щ}, \quad (6)$$

где d_n — диаметр отверстия в n -ой ступени; $d_{щ}$ — диаметр отверстий формирующей щели; n — количество ступеней, считая от формирующей щели; 1,128 — коэффициент пропорциональности, а высота отверстий в ступенях вычисляется по уравнению:

$$H_n = (1,128)^{n-1} \cdot H_{щ}, \quad (7)$$

где H_n — высота отверстий в n -ой ступени; $H_{щ}$ — высота отверстий формирующей щели.

Устройство работает следующим образом. Уплотненное макаронное тесто с помощью шнека (не показан), преодолевая сопротивление матрицы, продавливается сквозь формирующие отверстия 2 корпуса 1 матрицы посредством запрессовки.

Происходит формование теста, т.е. получение сырых макаронных изделий заданной формы, которая определяется профилем формующих отверстий.

Использование уравнений (5), (6) и (7) позволяет в данной конструкции матрицы получить равенство гидравлического сопротивления во всех ступенях по ходу движения теста. Это гарантирует более качественное формование сырья, снижение при этом потерь клейковины, выравнивание скорости прессования по высоте матрицы, увеличение производительности матрицы и макаронного пресса в целом и, следовательно, повышение эффективности работы устройства.

Для подтверждения вышеизложенного приведем конкретный пример.

Пример 2.

Принимаем:

$d_{\text{ш}}$ — диаметр отверстий формующей щели, $d_{\text{ш}} = 5,5$ мм;

$H_{\text{ш}}$ — высота отверстий формующей щели, $H_{\text{ш}} = 7$ мм.

Решение.

1. Рабочую поверхность отверстия перфорации условно делим на четыре ступени, т.е. $n = 4$. Определяем диаметр отверстия в каждой ступени, начиная от выходной формующей щели:

$$h_{\text{ср}} = 1,618h_{\text{ср}} = 1,618 \cdot 3 = 4,854 \text{ мм}; \quad h_{\text{ш}} = 2,618h_{\text{ср}} = 2,618 \cdot 3 = 7,854 \text{ мм}.$$

$$d_n = (1,128)^{n-1} \cdot d_{\text{ш}}; \quad d_1 = 1,128^0 \cdot d_{\text{ш}} = 1,128^0 \cdot 5,5 = 5,5 \text{ мм}; \quad d_2 = 1,128 \cdot d_{\text{ш}} = 1,128 \cdot 5,5 = 6 \text{ мм};$$

$$d_3 = 1,128^2 \cdot d_{\text{ш}} = 1,128^2 \cdot 5,5 = 7 \text{ мм}; \quad d_4 = 1,128^3 \cdot d_{\text{ш}} = 1,128^3 \cdot 5,5 = 8 \text{ мм}.$$

2. Определяем высоту формующих отверстий:

$$H_n = (1,128)^{n-1} \cdot H_{\text{ш}}; \quad H_1 = 1,128^0 \cdot H_{\text{ш}} = 1,128^0 \cdot 7 = 7 \text{ мм}; \quad H_2 = 1,128 \cdot H_{\text{ш}} = 1,128 \cdot 7 = 8 \text{ мм};$$

$$H_3 = 1,128^2 \cdot H_{\text{ш}} = 1,128^2 \cdot 7 = 9 \text{ мм}; \quad H_4 = 1,128^3 \cdot H_{\text{ш}} = 1,128^3 \cdot 7 = 10 \text{ мм}.$$

3. Определяем линейное гидравлическое сопротивление в каждой ступени:

$$\Delta P_n = \lambda_n \frac{H_n}{d_n} \cdot \frac{W^2}{2g},$$

где $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3$ — коэффициент гидравлического трения; $W_1 = W_2 = W_3$ — скорость теста; g — ускорение свободного падения;

$$\Delta P_1 = \frac{H_1}{d_1} = \frac{7}{5,5} = 1,3; \quad \Delta P_2 = \frac{H_2}{d_2} = \frac{8}{6} = 1,3; \quad \Delta P_3 = \frac{H_3}{d_3} = \frac{9}{7} = 1,3; \quad \Delta P_4 = \frac{H_4}{d_4} = \frac{10}{8} = 1,3.$$

Из расчетов следует, что $\Delta P_1 = \Delta P_2 = \Delta P_3 = \Delta P_4$. Гидравлическое сопротивление всех ступеней одинаковое, что стабилизирует движение теста через матрицу, тем самым повышает качество формования и производительность матрицы, а, следовательно, повышает эффективность работы устройства.

Практическое внедрение. Новые технические решения использованы при изготовлении опытной партии формующих механизмов, которые были установлены в итальянских матрицах фирмы Lanclucci. В настоящее время на филиале «Боримак» УП «Борисовский комбинат хлебопродуктов» ОАО «Минскоблхлебпром» эти матрицы работают в технологической линии для производства короткорезанных макаронных изделий (рис. 4).

Заводские испытания показали, что опытные образцы матриц обеспечивают высокое качество полуфабрикатов при снижении количества отходов и увеличении производительности линии на 10–15 %. Ниже приведены рекомендации по выбору основных геометрических и конструктивных параметров матриц (табл. 3).

Из табл. 3 следует, что если наружный диаметр матрицы — предпочтительное число, а площадь отверстий определяется по формуле

$$S_{\text{отв}} = \frac{d_n^2}{\sqrt{\Phi}}, \tag{8}$$

то в этом случае достигается максимальная (наибольшая) взаимосвязь всех параметров между собой. Кроме того, в соответствии с ГОСТ 8032-56, в рядах, начиная с R10, находится число 3,15, приблизительно равное π , т.е. длины окружности и площади круга примерно равны предпочтительным числам, а ряд R40 включает предпочтительные числа 3000, 1500, 750 и 375, представляющие собой синхронные частоты вращения валов электродвигателей в оборотах в мин.

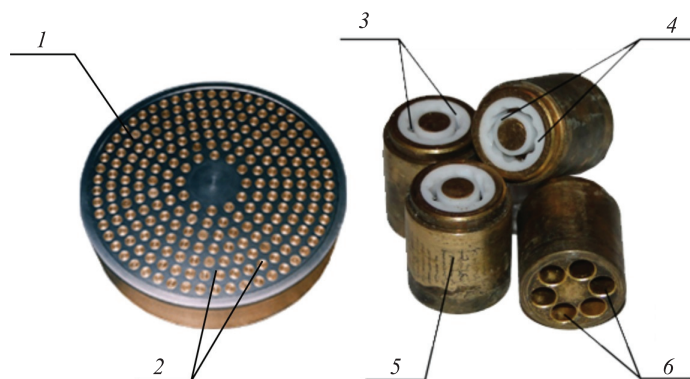


Рис. 4. Общий вид матрицы и формующих механизмов
Fig. 4. The General view of matrix and pilchard mechanisms

Таблица 3. Рекомендации по выбору основных геометрических и конструктивных размеров матрицы

Table 3. Recommendations for choosing the basic geometric and structural dimensions of the matrix

Площадь отверстий	Наружный диаметр матрицы, мм	Диаметры отверстий, длина щели, ширина щели, высота щели, мм	Ряды предпочтительных чисел	Количество отверстий в матрицах, шт.
$S_{\text{отв}} = \frac{d^2}{\sqrt{\Phi}}$, где $\Phi = 1,618$ d — диаметр отверстия	123	1,272		113
	156	1,618	R1 $q_1 = 1,618$	144
	199	2,058		233
	253	4,242	R2 $q_2 = 1,272$	377
	321	5,396		425
	409	6,081	R4 $q_4 = 1,128$	540
	520	8,728		609
	662	11,092	R8 $q_8 = 1,061$	775

Заключение. Для совершенствования важнейших параметров рабочих органов (матриц) прессов для производства макаронных изделий предложен методологический метод, основанный на использовании теории предпочтительных чисел. Показано новое направление в развитии теории предпочтительных чисел, составлена современная классификация, включающая в себя геометрическую теорию чисел, предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел. Предложена современная классификация рядов предпочтительных чисел, содержащая основной ряд предпочтительных чисел с применением последовательности Фибоначчи, получена новая формула для определения знаменателей геометрических прогрессий рядов предпочтительных чисел. Разработаны модели матриц, в которых использованы закономерности рядов предпочтительных чисел и дано их расчетное обоснование в виде конкретных примеров, выработаны практические рекомендации по выбору основных геометрических и конструктивных размеров матриц.

Список использованных источников

1. Бухштаб, А.А. Теория чисел / А.А. Бухштаб. — М.: Просвещение, 1966. — 384 с.
2. Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел : ГОСТ 8032-84 (СТ СЭВ 3961-83). Введ. 01.07.85. -М.: Изд-во стандартов, 1987 — 19 с.
3. 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.
4. Матрица для производства макаронных изделий: пат. 12618 Респ. Беларусь : МПК А21С3/00 (2006) / Груданов В.Я., Бренч А.А., Флексер Р.В. ; дата публ. 30.12.2008.
5. Воробьев, Н.Н. Числа Фибоначчи / Н.Н. Воробьев. - М.: Наука, 1969. — 216 с.
6. Васютинский, Н.А. Золотая пропорция / Н.А. Васютинский.- М.: Мол. Гвардия, 1990. — 123 с.
7. Иванус, А.И. Код да Винчи в бизнесе или гармоничный менеджмент по Фибоначчи / А.И. Иванус. — М.: Ленанд, 2005.- 104 с.

8. *Фернандо, К.* Золотое сечение. Математический язык красоты: пер. с англ. / К. Фернандо. — М.: Де Агостини, 2013. — 160 с.
9. *Вайтехович П.Е.* Моделирование и оптимизация технологических процессов и оборудования / П.Е. Вайтехович, В.С. Францкевич. — Мн.: БГТУ, 2014 — 268 с.
10. *Груданов, В.Я.* Основы инженерного творчества / В.Я. Груданов. — Мн.: Изд. центр БГУ, 2005. — 299 с.
11. *Груданов, В.Я.* «Золотая» пропорция в инженерных задачах / В.Я. Груданов. — Могилев, МГУ им. А.А. Кулешова, 2006. — 288 с.

References

1. Buchstab A.A. Teoriychisel [NumberTheory]. Moscow: Education, 1966. 384 p.
2. Predpochtitelnye chisla i ryadi predpochtitelnykh chisel [Preferred numbers and preferred number]: GOST 8032-84 (ST SEV 3961-83). Introduced. 7.1.85. M.: Publishing House of Standards, 1987. 19 p.
3. 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.
4. Matrica dlya proizvodstva makaronnykh izdeliy [Matrix for the production of pasta]: US Pat. 12618 Rep. Belarus: A21S3 IPC / 00 (2006) / V.J. Grudanov, A.A. Brench, R.V.Flexer ; publ date. 30.12.2008.
5. Vorobyov N.N. Chisla Fibonachi [Numbers Fibonacci]. Moscow: Nauka, 1969. 216 p.
6. Vasyutinskiy N.A. Zolotaya proporcija [Golden Ratio]. Moscow: Mol. Guard, 1990. 123 p.
7. Ivanus A.I. Kod da Vinchi v biznese ili garmonichniy menedgment po Fibonachi [The Da Vinci Code in a business or balanced management Fibonacci]. Moscow: LENAND, 2005. 104 p.
8. Fernando K. Zolotoe sechenie. Matematicheskii yazyk krasoti [Golden Section. Mathematical Beauty language: Per. from English]. Moscow: De Agostini, 2013. 160 p.
9. Vaytehovich P.E. Modelirovanie i optimizaciya tekhnologicheskikh procescov i oborydovaniy [Modelling and optimization of technological processes and equipment]. Minsk: Baltic State Technical University, 2014. 268 p.
10. Grudanov V.Y. Osnov inženernogo tvorchestva [Fundamentals of engineering creativity]. Minsk: Ed. Center BSU, 2005. 299 p.
11. Grudanov V.Y. “Zolotaya” proporcija v inženernikh zadachakh [„Golden“ proportion in the engineering tasks]. Mogilev, Moscow State University A.A. Kuleshov, 2006. 288 p.

Информация об авторах

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

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

Григель Алексей Иосифович — магистрант кафедры технологий и технического обеспечения процессов переработки сельскохозяйственной продукции учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (220124, г. Минск, пр-т Независимости, 99, Республика Беларусь). E-mail: alex_10.92@mail.ru

Information about the authors

Grudanov Vladimir Yakovlevich — D. Sc. (Engineering), Professor, Professor of the Department of Technology and Technical supply of the processes of agricultural products processing of educational institution “Belarusian State Agrarian Technical University” (99, Nezavisimosti ave., 220124, Minsk, Republic of Belarus).

Torhan Anna Borisovna — Ph. D, (Engineering), Assistant Professor of the Department of technology and technical supply of the processes of agricultural products processing of educational institution “Belarusian State Agrarian Technical University” (99, Nezavisimosti ave., 220124, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: anechkat@tut.by

Grigel Alexey Iosifovich — master graduate student of the Department of technology and technical supply of the processes of agricultural products processing of educational institution “Belarusian State Agrarian Technical University” (99, Nezavisimosti ave., 220124, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: alex_10.92@mail.ru

Ю.Ф. Росляков, В.В. Вербицкий

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный технологический университет»,
г. Краснодар, Российская Федерация*

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВЛАЖНОГО ЗЕРНА ЖИДКИМ КОНСЕРВАНТОМ

Аннотация: Устройство для обработки влажного зерна жидким консервантом содержит вертикальную контактную камеру со средствами загрузки, распределения и выгрузки зерна в непрерывном потоке и, по меньшей мере, один распылитель жидкого консерванта, размещенный в нижней части камеры. Распылитель выполнен в виде соединенного с источником ультразвука стержневого концентратора продольных колебаний с выпуклой торцевой поверхностью и охватывающей его с зазором полой втулки для подачи в полость камеры жидкого консерванта. Распылитель содержит также за торцевой поверхностью концентратора электретный диффузор. Средство распределения зерна выполнено так же электретным. Электреты диффузора и средства распределения выполнены разнополюсными.

Устройство предназначено для обработки влажного зерна жидким консервантом, например, пропионовой кислотой, в сочетании с электрообработкой и ультразвуковым облучением.

Устройство позволяет снизить расход консерванта, повысить надежность стерилизации и увеличить срок безопасного хранения влажного зерна.

Ключевые слова: влажное зерно, устройство, жидкий консервант, стерилизация, электретный диффузор, ультразвуковое облучение

Yu.F. Roslyakov, V.V. Verbitsky

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”,
Krasnodar, Russian Federation*

THE DEVICE FOR TREATMENT OF GRAIN WITH A LIQUID PRESERVATIVE

Abstract: The device for treatment of grain with a liquid preservative contains a vertical contact chamber with means of loading, distribution and unloading of grain in a continuous flow and at least one preservative sprayer placed in the lower part of the chamber. The sprayer is constructed as a rod concentrator of longitudinal oscillations with a convex end surface and hollow sleeve embracing it with a gap for supply of a liquid preservative into the camera cavity which is connected to the ultrasound source. The sprayer contains an electret diffuser behind the end surface of the concentrator. Means of distribution of grain is also electret. The electret of the diffuser and the distribution means are multipolar.

The device is designed for processing grain with liquid preservative in combination with electrical processing and ultrasonic irradiation.

The device allows reducing the consumption of liquid preservative and increasing the reliability of grain sterilization.

Keywords: grain, device, liquid preservative, sterilization, electret diffuser, ultrasonic irradiation

В период массовой уборки зерновых культур на большинстве элеваторов Российской Федерации наблюдается нехватка зерносушилок, чтобы просушить все поступающее зерно в потоке, что может привести к большим потерям, связанным с самосогреванием и порчей влажного свежубранного зерна. Данная проблема может быть успешно решена за счет временной консервации поступающего на элеваторы свежубранного зерна и последующей его сушки после завершения уборки урожая. Для консервации влажного зерна жидкими консервантами используют различные устройства.

Известно устройство для обработки влажного зерна жидким консервантом, содержащее вертикальную контактную камеру со средствами загрузки, распределения и выгрузки зерна в непрерывном

потоке и один распылитель жидкого консерванта, размещенный в нижней части камеры и выполненный в виде форсунки [1]. Недостатками этого устройства являются высокий расход консерванта и слабая стерилизация зерна.

Так же известно устройство для обработки влажного зерна жидким консервантом, например, пропионовой кислотой, содержащее вертикальную контактную камеру со средствами загрузки, распределения и выгрузки зерна в непрерывном потоке и два распылителя, размещенные в нижней части камеры симметрично ее оси и выполненные в виде форсунок [2, 3]. Это устройство обладает несколько меньшим расходом консерванта за счет более равномерного распределения его в массе зерна.

Применение установок с использованием комбинированных приемов, предусматривающих одновременное охлаждение, подсушку и обработку влажного зерна жидкими консервантами является более эффективным, но достаточно сложным в техническом исполнении способом [4, 5, 6, 7].

Существенное снижение расхода и более равномерное внесение жидкого консерванта в зерную массу достигается в установке со шнековым транспортером, оснащенной паровыми камерами и распылительными соплами Лавала [8]. Однако, применение данного типа устройств ограничено конструктивными особенностями камеры смешения, выполненной в виде шнека.

Техническим результатом использования разработанного нами устройства [9] является снижение расхода жидкого консерванта, например, пропионовой кислоты, повышение надежности стерилизации и увеличение срока безопасного хранения влажного зерна. Результат достигается тем, что в данном устройстве для обработки влажного зерна жидким консервантом, содержащем вертикальную контактную камеру со средствами загрузки, распределения и выгрузки зерна в непрерывном потоке и по меньшей мере один распылитель жидкого консерванта, размещенный в нижней части камеры выполнен в виде соединенного с источником ультразвука стержневого концентратора продольных колебаний с выпуклой торцевой поверхностью, охватывающей его с зазором полый втулки с каналом подачи жидкого консерванта и электретного диффузора, размещенного за торцевой поверхностью концентратора. А средство распределения зерна выполнено из электретного материала, при этом электреты диффузора и средства распределения зерна выполнены разнополюсными. Это позволяет снизить расход консерванта за счет повышения равномерности его распределения в массе зерна, повысить надежность стерилизации и увеличить срок безопасного хранения влажного зерна за счет увеличения вероятности уничтожения и кислоторезистентных форм микроорганизмов.

Схема устройства представлена на рис. 1, а на рис. 2 изображен распылитель жидкого консерванта.

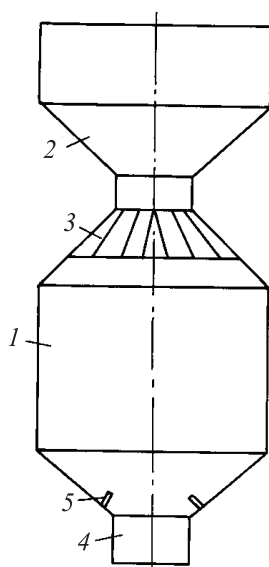


Рис. 1. Схема устройства для обработки зерна жидким консервантом

Fig. 1. Scheme of device for grain processing by liquid preservative

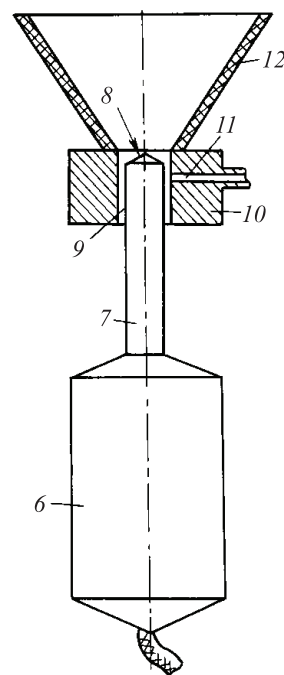


Рис. 2. Распылитель жидкого консерванта

Fig. 2. Liquid preservative sprayer

Разработанное устройство для обработки влажного зерна жидким консервантом, например, пропионовой кислотой, содержит вертикальную контактную камеру 1, средство загрузки 2, средство распределения зерна 3, выполненное из электретенного материала, средство выгрузки зерна 4, работающие в непрерывном потоке, и, по меньшей мере, один (на чертеже два) распылитель жидкого консерванта 5. Последний содержит источник ультразвука 6, соединенный с ним стержневой концентратор продольных колебаний 7 с выпуклой торцевой поверхностью 8, охватывающую концентратор 7 с зазором 9 полую втулку 10 с каналом подачи жидкого консерванта 11 и электретенный диффузор 12, размещенный за выпуклой поверхностью 8. Причем, электретенные средства распределения зерна 3 и диффузора 12 выполнены разнополюсными.

При работе устройства зерно средством загрузки 2 подают в камеру 1 на средство распределения зерна 3, при контакте с которым поток зерна распределяется равномерно по сечению камеры 1, а каждая зерновка приобретает статический электрический заряд. Одновременно в камеру 1 противотоком зерну распылителями 5 подают дисперсный поток жидкого консерванта, например, пропионовой кислоты. Для этого по каналу 11 во втулке 10 в зазор 9 на боковую поверхность колеблющегося от источника 6 ультразвука стержневого концентратора 7 продольных колебаний подают жидкий консервант, например, пропионовую кислоту в струйном режиме. Под действием разрежения, возникающего у торцевой выпуклой поверхности 8 концентратора 7 жидкий консервант (пропионовая кислота) перемещается по зазору 9, достигает поверхности 8 и распыляется с нее широким тонкодисперсным факелом. Факел дисперсного жидкого консерванта (пропионовой кислоты) проходит через диффузор 12, приобретает статический электрический заряд противоположного потенциала и поступает в камеру 1. При взаимодействии потоков зерна и жидкого консерванта под действием сил электростатического притяжения зарядов противоположных потенциалов частицы аэрозоля жидкого консерванта (пропионовой кислоты) притягиваются к поверхностям зерновок и оседают на них. В результате каждого такого взаимодействия заряд зерновки снижается до полного исчезновения, что приводит к саморегулированию равномерности распределения жидкого консерванта в массе зерна. Одновременно дисперсный поток жидкого консерванта (пропионовой кислоты) передает зерновкам энергию ультразвуковых колебаний. В результате поверхностная микрофлора каждой зерновки подвергается комбинированному воздействию химической, электростатической и ультразвуковой обработки. Их комбинация приводит к увеличению вероятности уничтожения в том числе и кислоторезистентной микрофлоры, то есть повышает надежность стерилизации и увеличивает срок безопасного хранения влажного зерна. Обработанное таким образом зерно выводится из камеры 1 средством выгрузки зерна 4 и поступает на хранение, например, в силос.

Предлагаемое устройство позволяет снизить расход жидкого консерванта, повысить надежность стерилизации и увеличить срок безопасного хранения влажного зерна.

Список использованных источников

1. *Росляков, Ю.Ф.* Исследование и разработка способа консервирования влажного зерна риса пропионовой кислотой: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М.: МТИПП, 1977. — 24 с.
2. *Буряк, Е.С.* Биохимическое обоснование и разработка способа химического консервирования риса-зерна оптимальной технологической влажности. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Краснодар, КПИ, 1987. — 24 с.
3. *Росляков, Ю.Ф.* Теоретические и прикладные основы консервации зерна риса: Дис. в виде науч. докл. ... д-ра техн. наук. — Москва: МГУПП, 1997. — 68 с.
4. Способ подготовки и переработки зерна: патент № 2088332 RU, МПК6 В02В5/00, А23В9/26 / Ю.Ф. Росляков, В.В.Вербицкий, Т.Н. Прудникова, Н.В. Ильчишина ; опубл. 06.07.1995.
5. Установка для послеуборочной обработки зерна: патент № 2084119 RU, МПК6 А01F25/08 / В.В. Вербицкий, Росляков Ю.Ф., Т.Н. Прудникова, Н.В. Ильчишина ; опубл. 06.07.1995.
6. Устройство для послеуборочной обработки зерна: патент № 2081552 RU, МПК6 А01F25/00, А23В9/32, А23L3/3589 / Ю.Ф. Росляков, О.И. Квасенков, В.В. Вербицкий, Н.В. Ильчишина ; опубл. 09.10.1995.
7. Способ подготовки зерна к хранению: патент на изобретение № 2110909 RU, МПК6 А01F25/00, А23В9/32 / Ю.Ф. Росляков, О.И. Квасенков ; опубл. 20.05.1998.

8. Установка для консервации зерна пропионовой кислотой: патент № 2081600 RU, МПК6 А23В9/32 / Ю.Ф. Росляков, О.И. Квасенков ; опубл. 20.06.1997.
9. Устройство для обработки зерна пропионовой кислотой: патент № 2081601 RU, МПК6 А23В009/32, А23L003/3589 / Ю.Ф. Росляков, О.И. Квасенков ; опубл. 23.09.1997.

References

1. Roslyakov Yu.F. Issledovaniye i razrabotka sposoba konservirovaniya vlazhnogo zerna risa propionovoy kislotoy: Avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk [Research and development the method of preservation of wet grain rice propionic acid] — Moscow, 1977. — 24 p.
2. Buryak E.S. Biokhimicheskoye obosnovaniye i razrabotka sposoba khimicheskogo konservirovaniya risa-zerna optimalnoy tekhnologicheskoy vlazhnosti. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [Biochemical rationale and a method for the chemical preservation of rice grain optimum process moisture]. Krasnodar, 1987. — 24 p.
3. Roslyakov Yu.F. Theoretical and practical bases of preservation of rice grain: Dis. in the form of scientific. Report ... d-ra tekhn. nauk [Theoretical and practical bases of preservation of rice grain]. — Moscow, 1997. — 68 p.
4. Roslyakov Yu.F., Verbitskiy V. V., Prudnikova T.N., Ilchishina N. V. Sposob podgotovki i pererabotki zerna [Method of preparation and grain processing]. Patent RF, 1995.
5. Verbitskiy V.V., Roslyakov Yu.F. Prudnikova T.N., Ilchishina N.V. Ustanovka dlya posleuborochnoy obrabotki zerna [Installation for post-harvest grain handling]. Patent RF no 2084119, 1995.
6. Roslyakov Yu.F., Kvasenkov O.I., Verbitskiy V.V., Ilchishina N.V. Ustroystvo dlya posleuborochnoy obrabotki zerna [Device for post-harvest grain handling]. Patent RF no 2081552, 1995.
7. Roslyakov Yu.F., Kvasenkov O.I. Sposob podgotovki zerna k khraneniyu [The method of preparing grain for storage] Patent RF no 2110909, 1998.
8. Roslyakov Yu.F., Kvasenkov O.I. Ustanovka dlya konservatsii zerna propionovoy kislotoy [The Installation for preservation of grain with propionic acid]. Patent RF no 2081600, 1997.
9. Roslyakov Yu.F., Kvasenkov O.I. Ustroystvo dlya obrabotki zerna propionovoy kislotoy [Device for processing grain with propionic acid]. Patent RF no № 2081601, 23.09.1997.

Информация об авторах

Росляков Юрий Федорович — доктор технических наук, профессор кафедры технологии зерновых, хлебных, пищевкусовых и субтропических продуктов ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» (350072, Россия, Краснодар, ул. Московская, 2). E-mail: lizaveta_ros@mail.ru

Вербицкий Владимир Васильевич — кандидат технических наук, доцент кафедры наземного транспорта и механики ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» (ФГБОУ ВО «КубГТУ»), доцент (ул. Московская, 2, 350072 г. Краснодар, Краснодарский край, Россия). E-mail: vladimirverbitsky2010@gmail.com

Information about authors

Roslyakov Yuri Fedorovich — Dr. Tech. professor, professor of the department of technology of cereals, bread, food and subtropical products, FGBOU VO «Kuban State Technological University» (350072, Russia, Krasnodar, Moskovskaya st., 2). E-mail: lizaveta_ros@mail.ru

Verbitsky Vladimir Vasilievich — Ph.D. (technical), associate Professor, the Department of land transport and mechanics,

Kuban State Technological University KubSTU (Moskovskaya st., 2, 350072, Krasnodar, Krasnodar region, Russia). E-mail: vladimirverbitsky2010@gmail.com

УДК 621.646.973

Поступила в редакцию 22.02.2018
Received 22.02.2018**З.В. Ловкис, С.И. Корзан***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,
г. Минск, Республика Беларусь*

ВЛИЯНИЕ ШИРИНЫ ЛОПАСТИ НА РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС РОТОРНОГО НАГРЕВАТЕЛЯ

Аннотация: Разработка и внедрение в пищевую промышленность современных высокопроизводительных и эффективных устройств для обеззараживания жидкостей, в частности воды питьевой, является актуальным направлением научных исследований. В настоящее время во всем мире ведутся активные исследования по изучению свойств гидродинамических нагревателей и применению их в различных сферах деятельности. В статье описаны теоретические исследования движения жидкости в гидродинамическом нагревателе, используемого для подготовки и улучшения качества питьевой воды. Установлено: принцип действия устройства основано на преобразовании механической энергии, подведенной к ротору, в энергию вихревого движения жидкости. Основная диссипация энергии в устройстве происходит в области бокового зазора, а тепловыделение в нем можно увеличить за счет увеличения окружной скорости лопастей ротора и расхода жидкости в рабочей полости.

Ключевые слова: вода, пастеризация, нагрев, роторный нагреватель, канал, ширина лопасти, мощность, масса ротора

Z.V. Lovkis, S.I. Korzan*RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,
Minsk, Republic of Belarus*

THE LOAD WIDTH INFLUENCE ON THE WORKING PROCESS OF A ROTARY HEATER

Abstract: The development and introduction to the food industry of modern high-performing and efficient devices for the disinfection of liquids, in particular drinking water, is an actual line of scientific research. At present, active research is being carried out all over the world on the properties of hydrodynamic heaters and their application in various fields of activity. The paper describes theoretical studies of fluid motion in a hydrodynamic heater used to prepare and improve the quality of drinking water. It is established that the principle of operation of the device is based on the conversion of the mechanical energy supplied to the rotor into the energy of the vortex motion of the liquid. The basic dissipation of energy in the device occurs in the region of the side gap, and the heat release in it can be increased by increasing the circumferential speed of the rotor blades and the flow of liquid in the working cavity.

Keywords: water, pasteurization, heating, rotary heater, channel, blade width, power, rotor mass

Введение. Вода является одним из основных продуктов питания взрослых и детей, основным материалом клеток живого организма и участвует во многих биологических процессах. От качества воды зависит здоровье каждого человека. Проявление различных инфекционных заболеваний связано с качеством питьевой воды. Предъявляемые требования к воде, потребляемой человеком, характеризуются жесткими параметрами [1]. Для исключения причин, вызывающие инфекционные заболевания, производят обеззараживание воды — уничтожение бактерий, вирусов, спор [2].

Начало исследований по обеззараживанию жидкостей путем нагрева положено основателем пастеризации Луи Пастером более 100 лет назад. Один из способов обеззараживания является пастеризация — процесс однократного нагрева жидких продуктов или веществ до 60 °С в течение 60 мин или нагрева до температуры 70–80 °С в течение 30 мин [3, 4]. Для осуществления данного процесса, применяют пастеризаторы, которые подразделяются по способу воздействия на продукт: косвенного и прямого теплового воздействия. В аппаратах косвенного теплового воздействия нагрев продукта производится промежуточным теплоносителем. Аппараты прямого воздействия на продукт осуществляют нагрев его без промежуточного теплоносителя. Среди этой группы пастеризаторов особый интерес представляют гидродинамические нагреватели [5, 6].

В настоящее время существует ряд конструкций, в которых используется метод гидродинамического нагрева жидкости. Их условно можно разделить на три основных типа:

- ♦ устройства, в которых нагрев происходит только за счет жидкостного трения при ее относительном движении в узком зазоре между поверхностями;
- ♦ устройства, в которых нагрев происходит за счет гидродинамической кавитации;
- ♦ устройства, в которых нагрев происходит за счет трения так и за счет интенсивной турбуликации [7–9].

Одним из основных преимуществ гидродинамического нагревателя по сравнению с другими нагревательными установками является то, что в нем не образуется накипь.

Процессы, протекающие в рабочей полости гидродинамического нагревателя подобны процессам, протекающим в гидромуфтах в режиме стопроцентного торможения вторичного вала и в гидротормозах, поэтому для анализа работы нагревателя можно применить методики расчета гидродинамических передач, с соответствующими поправками на особенности рабочего процесса и форму рабочей полости [10].

Цель данных исследований проведение анализа влияния ширины лопастей на поверхности ротора на рабочий процесс роторного нагревателя.

Основная часть. Для анализа влияния ширины лопастей на рабочий процесс роторного нагревателя, рассмотрим характеристики экспериментальной гидромуфты при различной ширине рабочей части лопасти по данным Б.А. Гавриленко [11], которые приведены на рис. 1.

Как видно из кривых (рис. 1) с увеличением ширины лопасти, передаваемый муфтой момент увеличивается, это связано с увеличением циркуляции (расхода). При работе устройства на стоповом режиме, можно наблюдать, что не всегда на этом режиме момент максимальный. При достаточно большой ширине лопасти (от 13,5 мм и более), начиная с некоторой величины скольжения, момент, передаваемой гидромуфтой, снижается. Это объясняется увеличением потерь трения при значительном увеличении относительной скорости движения жидкости в лопастном канале.

Несмотря на то, что формы рабочих полостей роторного нагревателя и гидромуфты отличаются, можно утверждать, что с увеличением ширины лопасти при сохранении всех остальных размеров увеличивается расход жидкости в лопастной системе. Это приведет к пропорциональному увеличению гидравлической мощности роторного нагревателя. Мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения в зазоре, остается постоянной, т. к. она не зависит от расхода (при ширине лопасти во много раз большей величины зазора).

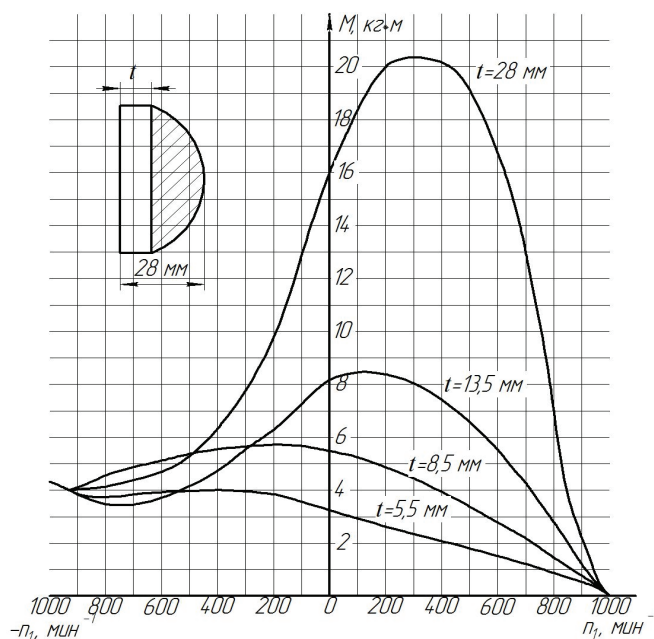


Рис. 1. Зависимость момента от частоты вращения гидромуфты при различной ширине рабочей части лопастей

Fig. 1. The dependence of the torque on the frequency of rotation of the hydraulic clutch with a different width of the working part of the blades

Величина гидравлических потерь пропорциональна гидравлической мощности

$$N_r = \eta_r N_H = \eta_r \rho g H_t Q_{л}, \quad (1)$$

где η_r — гидравлический КПД нагревателя; N_H — гидравлическая мощность, Вт; ρ — плотность жидкости, кг/м³; g — ускорение свободного падения, м/с²; H_t — теоретический напор, создаваемый нагревателем, м; $Q_{л}$ — расход жидкости в лопастном канале нагревателя, м³/с.

При постоянной частоте вращения ротора тепловыделение в зазоре можно выразить в долях от гидравлической мощности

$$N'_r = \beta \rho g H_t Q_{л}, \quad \text{при } n = \text{const}, \quad (2)$$

где β — коэффициент пропорциональности.

При изменении ширины лопасти коэффициент ρ изменится обратно пропорционально изменению ширины лопасти, т.к. при росте гидравлической мощности, потери на трение в зазоре остаются постоянными.

С учетом выражений (1) и (2) определим тепловой КПД нагревателя как

$$\eta_{\text{теп}} = \frac{\beta \rho g H_t Q_{л} + \eta_r \rho g H_t Q_{л}}{\beta \rho g H_t Q_{л} + \rho g H_t Q_{л}} = \frac{\beta + \eta_r}{\beta + 1}. \quad (3)$$

Расход жидкости в рабочей полости нагревателя можно определить, как

$$Q_{л} = w b r_s, \quad (4)$$

где w — относительная скорость жидкости в лопасти, м/с; b — ширина лопасти, м; r_s — радиус кривизны лопасти, м.

Пусть ширина лопасти увеличилась в n раз, причем все остальные размеры остаются постоянными. Тогда площадь поперечного сечения канала, и расход жидкости в нем увеличится в n раз.

Мощность гидравлических потерь определится через предыдущие величины как

$$N_{r1} = \eta_r N_H = m \eta_r \rho g H_t Q_{л}, \quad (5)$$

а мощность потерь на трение в боковом зазоре останется без изменений.

С учетом изменений тепловой КПД нагревателя ($\eta_{\text{теп}1}$) будет равен

$$\eta_{\text{теп}1} = \frac{\beta \rho g H_t Q_{л} + m \eta_r \rho g H_t Q_{л}}{\beta \rho g H_t Q_{л} + n \rho g H_t Q_{л}} = \frac{\beta + m \eta_r}{\beta + n}. \quad (6)$$

Определим при каких условиях выполняется условие

$$\frac{\eta_{\text{теп}1}}{\eta_{\text{теп}}} > 1. \quad (7)$$

Подставим формулы (3) и (6) в выражение (7)

$$\frac{\beta + m \eta_r}{\beta + n} \cdot \frac{\beta + 1}{\beta + \eta_r} = \frac{\beta^2 + m \eta_r + \beta(m \eta_r + 1)}{\beta^2 + m \eta_r + \beta(\eta_r + n)} > 1. \quad (8)$$

Очевидно, что условие (8) может существовать при выполнении условия

$$\frac{m \eta_r + 1}{\eta_r + n} > 1. \quad (9)$$

Тогда уравнение (9) может быть преобразовано

$$n(\eta_r - 1) > \eta_r - 1. \quad (10)$$

Гидравлический КПД (η_r) всегда меньше единицы. Следовательно, неравенство (10) верно при условии, что $n < 1$, т.е. тепловой КПД нагревателя растет с уменьшением ширины лопасти.

Приведенные исследования показывают, что максимальный тепловой КПД будет у роторных нагревателей, тепловыделение у которых происходит только за счет трения, и, что оптимальной формой ротора является диск с установленными по окружности штифтами. Подобные конструкции

применяются в гидравлических тормозах. Вся энергия движущейся жидкости в таких тормозах преобразуется в тепло. Однако известно, что у дисковых гидроагрегатов энергоемкость значительно ниже, чем у лопастных, представляющих собой несколько измененную гидромуфту с заторможенным вторичным валом. Так по данным Б.А. Гавриленко при одинаковой мощности и числе оборотов диаметр дискового гидротормоза на 62 % больше диаметра лопастного. Это связано со значительно меньшим объемом жидкости, вовлекаемым в циркуляцию.

Таким образом, увеличение ширины лопасти приводит к снижению теплового КПД и к повышению тепловыделения за счет увеличения циркуляции жидкости в лопастном канале.

Увеличению тепловыделения способствует также увеличение диаметра ротора, как это видно из формулы

$$N = M\omega = \lambda_N \rho \omega^3 D^5, \quad (11)$$

где λ_N – коэффициент пропорциональности, называемый коэффициентом мощности.

Формулу (11) можно представить в следующем виде

$$N_t = \lambda_{N_t} \rho \omega^3 D^4 b, \quad (12)$$

где b – ширина лопасти, м.

В формуле (12) предполагается, что все линейные размеры нагревателя, за исключением его ширины изменяются пропорционально диаметру. При этом масса нагревателя будет определяться как

$$m = \alpha \rho_m D^2 b, \quad (13)$$

где α – коэффициент пропорциональности, учитывающий форму ротора и статора; ρ_m – плотность материала, из которого изготовлен нагреватель, кг/м³; m – масса нагревателя, кг; D – диаметр ротора, м.

Отношение массы нагревателя к тепловыделению будет иметь следующий вид

$$\frac{m}{N_t} = \frac{\alpha \rho_m}{\lambda_{N_t} \rho \omega^3 D^2}, \quad (14)$$

где N_t – мощность нагревателя, Вт; λ_{N_t} – коэффициент пропорциональности; ρ – плотность жидкости, кг/м³; ω – угловая скорость ротора, рад/с.

Полученная зависимость отношения массы нагревателя к тепловыделению (14), показывает, что при увеличении диаметра ротора тепловыделение растет быстрее, чем его масса, а при изменении ширины лопасти тепловыделение в нагревателе и его масса растут одинаково.

Закключение. Анализ показал, что изменять тепловыделение при сохранении формы рабочей полости предпочтительнее за счет изменения диаметра ротора при пропорциональном изменении всех остальных размеров.

Так как форма рабочей полости нагревателя в опытной установке отличается от формы лопастного канала гидромуфт, окончательный выводы о выборе величины ширины лопасти можно будет сделать после экспериментального определения характера диссипации энергии в нагревателе.

Список использованных источников

1. Об утверждении Санитарных норм и правил «Требования к питьевой воде, расфасованной в емкости», Гигиенического норматива «Требования к безопасности питьевой воды, расфасованной в емкости» и признании утратившим силу постановления Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 29 июня 2007 г. № 59; постановления Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 15 декабря 2015 г. № 123.
2. Корзан, С.И. Конструктивные особенности роторного нагревателя / С.И. Корзан // Молодежь в науке — 2017: сборник материалов Международной конференции молодых ученых, Минск, 30 октября — 2 ноября 2017 г.: в 2 ч. / Нац. акад. наук Беларуси. Совет молодых ученых ; редкол.: В.Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. — Минск, 2017. Ч. 1. — С. 238–243.
3. Пастеризация [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Пастеризация>. — Дата доступа 21.02.18.

4. Ловкис, З.В. Гидродинамический нагрев жидкости / З.В. Ловкис, С.И. Корзан // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2017. — № 3. С. 73–79.
5. Краснова, А.Ю. Совершенствование процесса пастеризации молока в установке с гидродинамическим нагревателем : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / А.Ю. Краснова. Зерноград, 2008. — 185 с.
6. Лебедько, Д.А. Обоснование процесса работы и параметров установки для пастеризации молока гидродинамическим воздействием в условиях АПК : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Д.А. Лебедько. Зерноград, 2017. — 167 с.
7. Устройство для стерилизации (пастеризации) продукта: пат. 316216 FR: МПК C02F1/48 / Р. Ангюе, Р. Вандер; дата публ.: 18.04.1968.
8. Frederick, J. Economic Benefits of Utilizing Controlled Cavitation Technology for Black Liquor Oxidation and Heating / J. Frederick, D. Armstead, S. Lien, W. Schmidl, B. Kazem // TAPPI Journal. — 2002. — Январю. — P. 1–10.
9. Устройство для коагуляции жидких продуктов: а. с. 1161060: МПК A23C3/02 / В.Е. Заушицин, В.И. Фомин, А.Х. Терсков, Г.И. Проценко; дата публ.: 15.06.1985.
10. Ашуралиев, Э.С. Обоснование параметров и повышение эффективности функционирования гидродинамического нагревателя жидкости сельскохозяйственного назначения : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Э.С. Ашуралиев. Ростов-на-Дону, 2002. — 165 с.
11. Гидравлический привод / Б.А. Гавриленко [и др.] — М.: Машиностроение, 1968. — 503 с.

References

1. Ob utverzhenii Sanitarnykh norm i pravil «Trebovaniya k pit'evoy vode, rasfasovannoj v emkosti», Gigienicheskogo normativa «Trebovaniya k bezopasnosti pit'evoy vody, rasfasovannoj v emkosti» i priznaniu utrativshim silu postanovleniya Ministerstva zdavoohraneniya Respubliki Belarus' ot 29 iyunya 2007 g. № 59: postanovleniya Ministerstva zdavoohraneniya Respubliki Belarus' ot 15 dekabrya 2015 g. № 123 [On the Approval of Sanitary Norms and Regulations “Requirements for drinking water, packed in a container”, Hygienic Standard “Requirements for safe drinking water bottled in a container” and the revocation of Resolution No. 59 of the Ministry of Health of the Republic of Belarus dated June 29, 2007: resolutions of the Ministry of the Republic of Belarus of December 15, 2015, no. 123].
2. Korzan S.I. Konstruktivnyie osobennosti rotnogo nagrevatelya [Design features of the rotary heater]. Molodezh v nauke — 2017: sbornik materialov Mezhdunarodnoy konferentsii molodyih uchenyih, Minsk, 30 oktyabrya — 2 noyabrya 2017 g.: v 2 ch. [Young People in Science - 2017: Proceedings of the International Conference of Young Scientists, Minsk, October 30 — November 2, 2017: at 2 pm]. Minsk. 2017. pp. 238–243.
3. Pasterizatsiya (Pasteurization) Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Пастеризация> (accessed 21 February 2018).
4. Lovkis Z.V., Korzan S.I. Gidrodinamicheskij nagrev zhidkosti [Hydrodynamic heating of a liquid]. Pischevaya promyshlennost: nauka i tehnologii = Food industry: science and technology, 2017, no. 3, pp. 73–79.
5. Krasnova A.YU. Sovershenstvovanie processa pasterizatsii moloka v ustanovke s gidrodinamicheskim nagrevatelem [Krasnova, A. Yu. Perfection of the milk pasteurization process in a unit with a hydrodynamic heater]. Zernograd, 2008. 185 p.
6. Lebed'ko D.A. Obosnovanie processa raboty i parametrov ustanovki dlya pasterizatsii moloka gidrodinamicheskim vozdeystviem v usloviyah APK [Lebedko, DA Justification of the operation process and plant parameters for milk pasteurization by hydrodynamic action in agroindustrial complex conditions]. Zernograd, 2017. 167 p.
7. Angyue R., Vander R., e.a. Ustroystvo dlya sterilizatsii (pasterizatsii) produkta [Device for sterilization (pasteurization) of the product]. Patent FR, no. 316216, 1968.
8. Frederick J. Economic Benefits of Utilizing Controlled Cavitation Technology for Black Liquor Oxidation and Heating / J. Frederick, D. Armstead, S. Lien, W. Schmidl, B. Kazem // TAPPI Journal. — 2002. — Январю. — P. 1–10.

9. Zaushitsin V.E., Fomin V.I., Terskov A.H., Protsenko G.I., e.a. Ustroystvo dlya koagulyatsii zhidkih produktov [Device for coagulation of liquid products]. Certificate of authorship, no. 1161060, 1985.
10. Ashuraliev E.S. Obosnovanie parametrov i povyshenie ehffektivnosti funkcionirovaniya gidrodinamicheskogo nagrevatelya zhidkosti sel'skohozyajstvennogo naznacheniya [Ashuraliev E.S. Substantiation of parameters and increase of efficiency of functioning of hydrodynamic liquid heater of agricultural purpose]. Rostov-na-Donu, 2002. 165 p.
11. Gavrilenko V.A. Gidravlicheskiy privod [Unidade hidrбulica]. Moscow. Engenharia месvница, 1968. 503 p.

Информация об авторах

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

Корзан Сергей Иванович — младший научный сотрудник РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: seroga.korzanmc@mail.ru

Information about the authors

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

Korzan Sergey Ivanovich — junior researcher of RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., Minsk 220037, Republic of Belarus). E-mail: seroga.korzanmc@mail.ru

Х.М. Элькаиб, В.Н. Леонтьев

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСТРАКТОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ЛИВИИ, ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ОТ МИКРОБНОЙ ПОРЧИ

Аннотация: В работе представлены результаты исследований экстрактов лекарственных растений, произрастающих в Ливии, по содержанию и идентификации флавоноидов, а также антимикробной активности по отношению к бактериям рода *Pseudomonas*, вызывающих порчу пищевых продуктов. Показано, что наивысшей антибактериальной активностью обладает водно-спиртовой экстракт ладанника шалфеелистного (*Cistus salviifolius*), в первую очередь, за счет содержащегося в нем кемпферол-3-β-D-глюкопиранозид. Из водно-спиртового экстракта ладанника шалфеелистного (*Cistus salviifolius*) с помощью Sephadex-LH60 выделена активная фракция, содержащая кемпферол-3-β-D-глюкопиранозид. Показано антимикробное действие активной фракции на образцах говядины, свинины, мяса птицы и рыбы, инфицированных бактериями *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas fluorescens* или спонтанно развивающейся микробиотой.

Ключевые слова: пищевые продукты, микробная контаминация, лекарственные растения, экстракты, бактерии *Pseudomonas aeruginosa* и *Pseudomonas fluorescens*, ладанник шалфеелистный (*Cistus salviifolius*), кемпферол-3-β-D-глюкопиранозид

H.M. Elkaib, V.N. Leontiev

Educational institution “Belarusian State Technological University”,
Minsk, Republic of Belarus

LIBYAN MEDICINAL PLANTS EXTRACTS APPLICATION IN FOOD PROTECTION FROM MICROBIAL SPOILAGE

Abstract: The results of Libyan medicinal plants extracts study in terms of flavonoids content, identification and antimicrobial activity against food spoilage bacteria *Pseudomonas* are presented in this work. It has been shown that aqueous ethanol extract of Sage-leaved Rockrose (*Cistus salviifolius*) possesses the highest antibacterial activity, primarily due to it kempeferol-3-β-D-glucopyranoside contain. Active fraction with kempeferol-3-β-D-glucopyranoside was isolated from Sage-leaved Rockrose (*Cistus salviifolius*) aqueous ethanol extract with the use of Sephadex-LH60. The active fraction antimicrobial effect has been demonstrated on beef, pork, poultry and fish samples co-inoculated with *Pseudomonas aeruginosa* bacteria, *Pseudomonas fluorescens* or spontaneously grown microbiota.

Keywords: food products, microbial contamination, medicinal plants, extracts, *Pseudomonas aeruginosa* and *Pseudomonas fluorescens* bacteria, Sage-leaved Rockrose (*Cistus salviifolius*), kempeferol-3-β-D-glucopyranoside

Введение. Микробная контаминация пищевых продуктов является основной причиной порчи продовольствия [1, 2]. Среди микроорганизмов, вызывающих порчу пищевых продуктов, доминирующими являются бактерии рода *Pseudomonas* [3, 4].

Для сохранения пищевых продуктов применяют охлаждение, консервирование, соление, копчение и др. методы. Препятствуют микробной контаминации эфирные масла пряно-ароматических растений [5]. В последние годы с целью расширения арсенала средств наблюдается интерес к лекарственным растениям в качестве источников веществ, угнетающих рост микроорганизмов [6, 7]. К таким веществам относятся полифенольные соединения [8], эфирные масла [9], алкалоиды [10], дубильные вещества [11] и др. Накопление таких веществ, называемых вторичными метаболитами, в лекарственных растениях существенным образом зависит от климатических условий. В связи с этим лекарственные растения, произрастающие в Ливии, являются богатым источником биологически активных веществ. Для исследований были отобраны следующие растения: пажитник греческий (*Trigonella foenum-graecum* L), чабрец головчатый (*Thymus capitatus* L), ромашка аптечная (*Matricaria chamomilla* L),

шалфей лекарственный (*Salvia officinalis* L), ладанник шалфеелистный (*Cistus salviifolius*), отвары и настои которых в народной и официальной медицине многих стран применяются в качестве антисептических средств [12, 13, 14, 15].

Целью настоящей работы явился поиск лекарственного растения, произрастающего в Ливии и содержащего флавоноид — лютеолин-7-О-β-D-глюкопиранозид или флавоноид — кемпферол-3-β-D-глюкопиранозид, обуславливающих антимикробную активность по отношению к бактериям рода *Pseudomonas*, а также изучение возможности использования экстракта этого растения для защиты пищевых продуктов от микробной порчи.

Для решения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи: идентифицировать флавоноиды в экстрактах лекарственных растений методом хромато-масс-спектрометрии, выбрать лекарственное растение, экстракт которого максимально угнетает рост и развитие бактерий рода *Pseudomonas*, выделить и идентифицировать бактерии рода *Pseudomonas*, вызывающие порчу пищевых продуктов, изучить антимикробные свойства экстракта лекарственного растения на образцах пищевых продуктов.

Методы. Хромато-масс-спектрометрический анализ водно-спиртовых экстрактов лекарственных растений для идентификации флавоноидов [16, 17] при помощи хромато-масс-спектрометра (Waters, США) с использованием колонки BDS HYPERSIL C₁₈ 250×4,6 мм, 5 мкм (Thermo Electron Corporation, США). Регистрацию хроматографического разделения осуществляли с помощью диодно-матричного детектора в диапазоне длин волн 200–700 нм и масс-детектора с электроспреей ионизацией (ESI). В качестве подвижной фазы использовали систему ацетонитрил:вода с 1 % муравьиной кислоты в соотношении 20:80 в изократическом режиме при скорости элюирования 1 мл/мин.

Антибактериальную активность водно-спиртовых экстрактов лекарственных растений определяли методом лунок в питательной агаризованной среде, засеянной суточными культурами *Pseudomonas aeruginosa* или *Pseudomonas fluorescens*. Появление прозрачных зон вокруг лунок свидетельствовало об антибактериальной активности экстракта. По среднему диаметру зон делали вывод об уровне антибактериальной активности.

Для фракционирования и последующей гидрофобной гель-хроматографии использовали Sephadex-LH60 [18]. Экстракт ладанника шалфеелистного (*Cistus salviifolius*) в 50 %-ном этиловом спирте на фильтре Шотта с гелем Sephadex-LH60 разделяли на две фракции. Фракция I свободно проходила через гель, а фракцию II элюировали из геля 96 %-ным этиловым спиртом. Гель-хроматографию проводили на колонке 2,5×40 см с Sephadex-LH60 при скорости элюирования 0,2 мл/мин.

Результаты. Хромато-масс-спектрометрические исследования водно-спиртовых экстрактов пажитника греческого (*Trigonella foenum-graecum* L), чабреца головчатого (*Thymus capitatus* L), ромашки аптечной (*Matricaria chamomilla* L), шалфея лекарственного (*Salvia officinalis* L), ладанника шалфеелистного (*Cistus salviifolius*) позволили идентифицировать флавоноиды, представленные в таблице.

Лютеолин-7-О-β-D-глюкопиранозид и кемпферол-3-β-D-глюкопиранозид обнаружены в экстрактах шалфея лекарственного (*Salvia officinalis* L) и ладанника шалфеелистного (*Cistus salviifolius*) соответственно. Только для этих флавоноидов описана антимикробная активность по отношению к бактериям рода *Pseudomonas* [19, 20].

Исследования антибактериальной активности показали, что наиболее высокий ингибирующий эффект по отношению к бактериям рода *Pseudomonas* наблюдался у водно-спиртового экстракта ладанника шалфеелистного (*Cistus salviifolius*), поэтому все дальнейшие работы проводили с последним.

На рис. 1 представлена хроматограмма активной фракции I на колонке с гелем Sephadex-LH60.

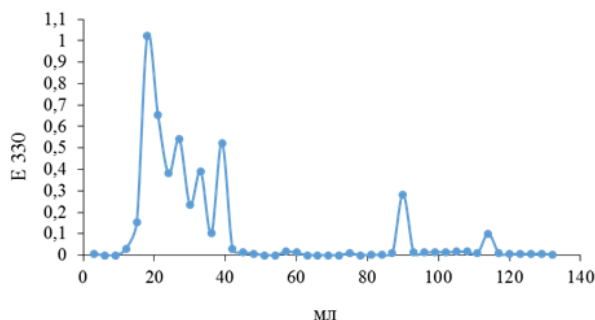


Рис. 1. Профиль элюирования компонентов активной фракции I
Fig. 1. The elution profile of the active fraction I components

Хроматографический пик с объемом выхода 90 мл принадлежит кемпферол-3-β-D-глюкопиранозиду (соответствует объему выхода стандартного образца кемпферол-3-β-D-глюкопиранозид). Таким образом, данная методика может быть использована для препаративного выделения кемпферол-3-β-D-глюкопиранозид из фракции I экстракта ладанника шалфеелистного (*Cistus salviifolius*).

Кемпферол-3-β-D-глюкопиранозид при анализе методом тонкослойной хроматографии на пластинках с силикагелем в элюирующей системе изопропиловый спирт:гексан:уксусная кислота 10:1:0,5 имеет пятно с $R_f = 0,53$. Пятно с таким же значением R_f присутствует на хроматограмме раствора фракции I и на хроматограмме исходного экстракта ладанника шалфеелистного (*Cistus salviifolius*), но отсутствует на хроматограмме раствора фракции II.

Таблица. Идентификация флавоноидов в экстрактах отобранных лекарственных растений
Table. Identification of flavonoids in extracts of selected medicinal plants

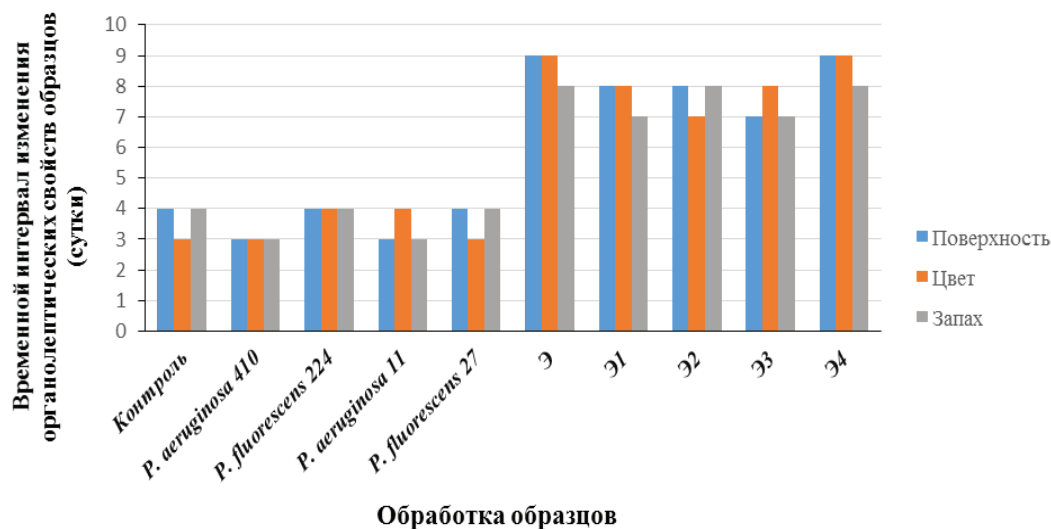
Лекарственное растение	Время удерживания, мин	Ионы, m/z	Идентифицированные флавоноиды
Пажитник греческий (<i>Trigonella foenum-graecum</i> L)	7,10	[M+H] ⁺ , 449,49	Ориентин
	6,33	[M-H, O+H] ⁺ , 431,54	Изоориентин
	9,56	[M+H] ⁺ , 433,52	Витексин
	10,23	[M-H, O+H] ⁺ , 415,51	Изовитексин
Чабрец головчатый (<i>Thymus capitatus</i> L)	21,98	[M+H] ⁺ , 447,58; [M-glu+H] ⁺ , 271,68	Байкалин
	12,41	[M+H] ⁺ , 463,54	Скутелларин
	41,66	[M+H] ⁺ , 289,62	Эриодиктиол
Ромашка аптечная (<i>Matricaria chamomilla</i> L)	9,40	[M+H] ⁺ , 465,65	Кверцимеритрин
	34,63	[M+H] ⁺ , 177,53	Герниарин
Шалфей лекарственный (<i>Salvia officinalis</i> L)	11,26	[M+H] ⁺ , 463,61	Лютеолин-7-O-глюкуронид
	19,89	[M+H] ⁺ , 609,62; [M-2glu+H] ⁺ , 301,70	Диосмин
	21,98	[M+H] ⁺ , 447,58; [M-glu+H] ⁺ , 271,68	Байкалин
Ладанник шалфеелистный (<i>Cistus salviifolius</i>)	15,58	[M+H] ⁺ , 449,82 ; [M-glu+H] ⁺ , 287,78	Кемпферол-3-β-D-глюкопиранозид

Анализ антибактериальной активности кемпферол-3-β-D-глюкопиранозид, фракций I и II методом лунок в питательной агаризованной среде, засеянной суточными культурами *Pseudomonas aeruginosa* и *Pseudomonas fluorescens*, показал, что активностью обладают кемпферол-3-β-D-глюкопиранозид и фракция I.

Для оценки эффективности защиты пищевых продуктов от микробной контаминации с помощью раствора активной фракции I экстракта ладанника шалфеелистного (*Cistus salviifolius*) использовали штаммы бактерий рода *Pseudomonas*, выделенные нами из испорченных пищевых продуктов [21]. Кусочки рыбы, говядины, свинины и мяса птицы массой 2 г помещали в чашки Петри и инфицировали бактериями *Pseudomonas aeruginosa* 11, *Pseudomonas aeruginosa* 410, *Pseudomonas fluorescens* 27 и *Pseudomonas fluorescens* 224 и обрабатывали раствором активной фракции I экстракта ладанника шалфеелистного (*Cistus salviifolius*). Затем чашки Петри с образцами помещали на хранение при 4 °C (9 сут.) и 30 °C (5 сут.).

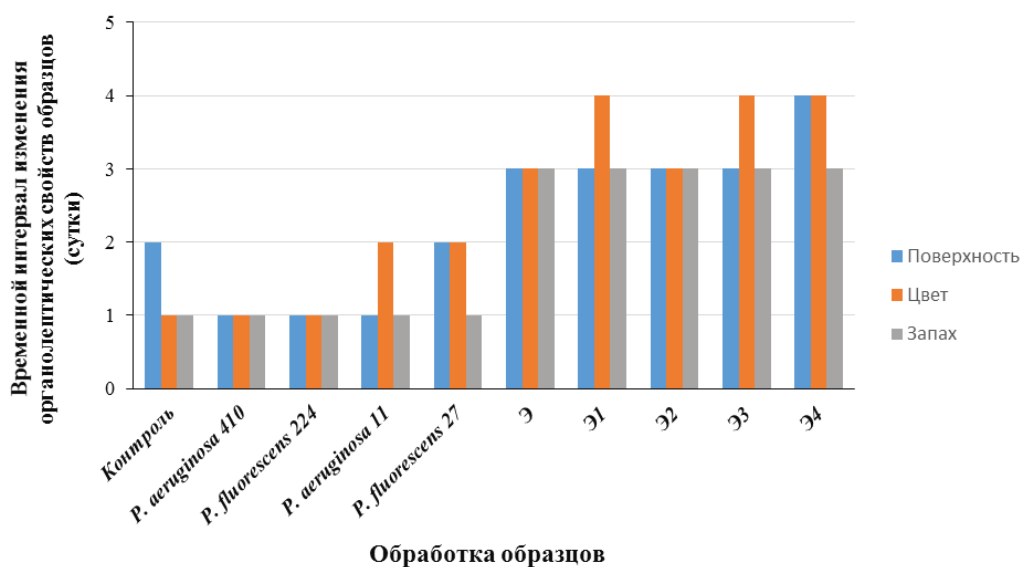
Образцы ежедневно анализировали по характеру поверхности, цвету и запаху. Определяли временные интервалы, в течение которых изменялись органолептические свойства. Результаты, отражающие изменение органолептических свойств образцов после обработки суспензиями бактерий и раствором активной фракции I экстракта ладанника шалфеелистного (*Cistus salviifolius*), представлены на рис. 2–9.

Как видно из представленных результатов на рис. 2–9, при инфицировании образцов говядины, свинины, мяса птицы и рыбы, бактериями *P. fluorescens*, *P. aeruginosa* или спонтанно развивающейся микробиотой (контроль) изменения состояния поверхности наблюдали на третьи сутки при инкубировании при 4 °C, и на первые — вторые при 30 °C. Запах у образцов появлялся на третьи сутки при 4 °C и на первые сутки при 30 °C. Изменения цвета образцов наблюдали на третьи — четвертые сутки при 4 °C и на первые — вторые сутки при 30 °C. Применение раствора активной фракции I экстракта ладанника шалфеелистного обеспечивало защиту образцов от микробной порчи в 1,75–4 раза при 4 °C и в 1,5–4 раза при 30 °C.



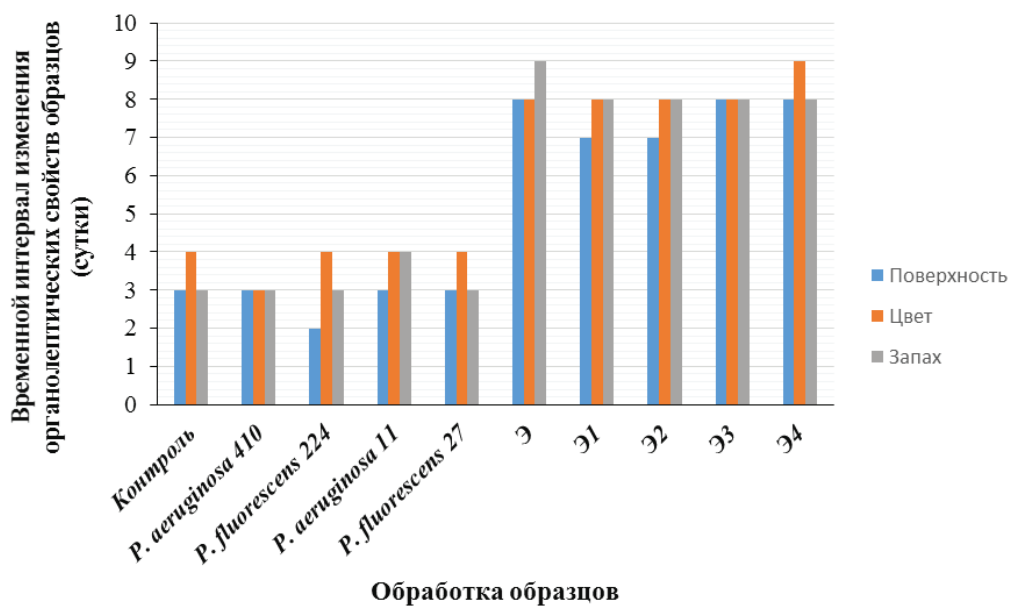
Э – фракция I, Э₁ – фракция I+*P. fluorescens* 224, Э₂ – фракция I+*P. aeruginosa* 410, Э₃ – фракция I+ *P. fluorescens* 27, Э₄ – фракция I+ *P. aeruginosa* 11

Рис. 2. Изменение органолептических свойств образцов говядины после обработки суспензиями бактерий и раствором активной фракции I экстракта ладанника шалфеелистного (при 4 °C):
 Fig. 2. Change in the organoleptic properties of beef samples after treatment with bacterial suspensions and a solution of the active fraction I of an extract of shalfeelian cantaloupe (at 4 °C)



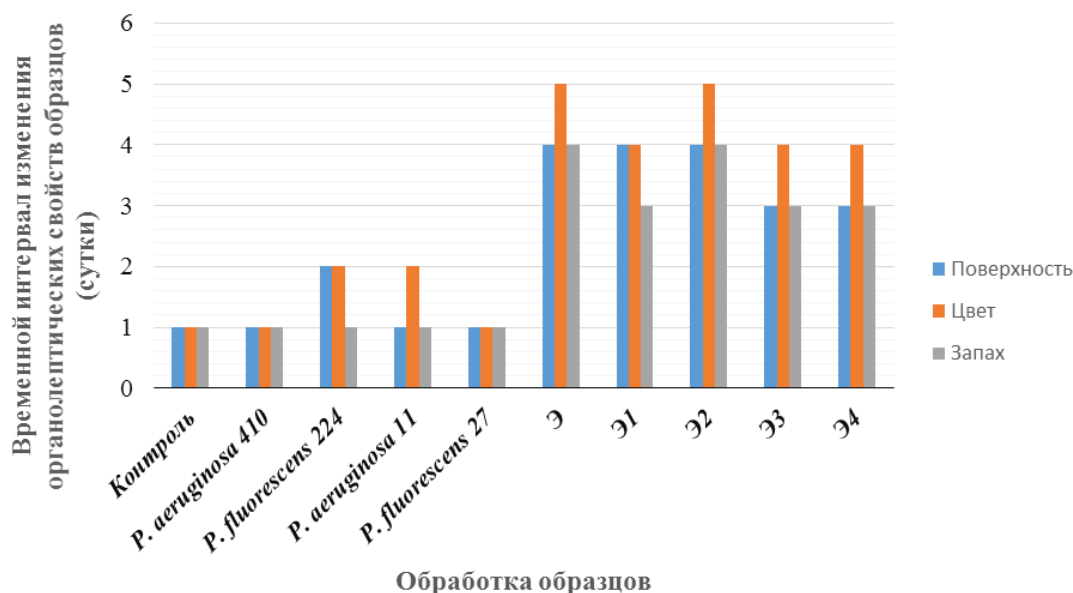
Э – фракция I, Э₁ – фракция I+*P. fluorescens* 224, Э₂ – фракция I+*P. aeruginosa* 410, Э₃ – фракция I+ *P. fluorescens* 27, Э₄ – фракция I+ *P. aeruginosa* 11

Рис. 3. Изменение органолептических свойств образцов говядины после обработки суспензиями бактерий и раствором активной фракции I экстракта ладанника шалфеелистного (30 °C)
 Fig. 3. Change in the organoleptic properties of beef samples after treatment with bacterial suspensions and a solution of the active fraction I of an extract of shalfeelian cantaloupe (at 30 °C)



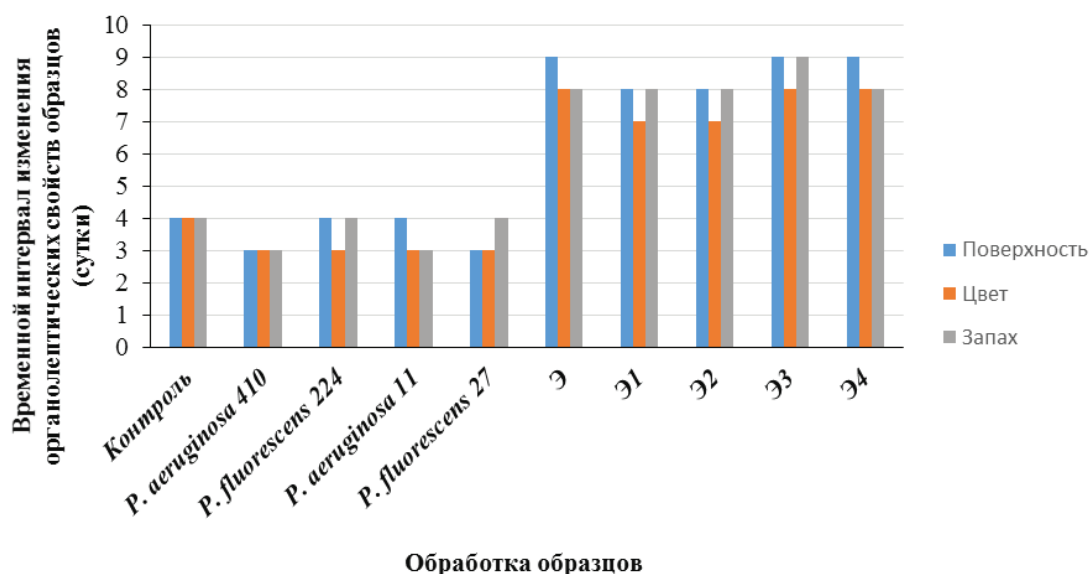
Э – фракция I, Э₁ – фракция I+*P. fluorescens* 224, Э₂ – фракция I+*P. aeruginosa* 410,
Э₃ – фракция I+ *P. fluorescens* 27, Э₄ – фракция I+ *P. aeruginosa* 11

Рис. 4. Изменение органолептических свойств образцов свинины после обработки суспензиями бактерий и раствором активной фракции I экстракта ладанника шалфеелистного (при 4 °С)
Fig. 4. Change in the organoleptic properties of pork samples after treatment with bacterial suspensions and a solution of the active fraction I of an extract of shalfeelian cantaloupe (at 4 °C)



Э – фракция I, Э₁ – фракция I+*P. fluorescens* 224, Э₂ – фракция I+*P. aeruginosa* 410,
Э₃ – фракция I+ *P. fluorescens* 27, Э₄ – фракция I+ *P. aeruginosa* 11

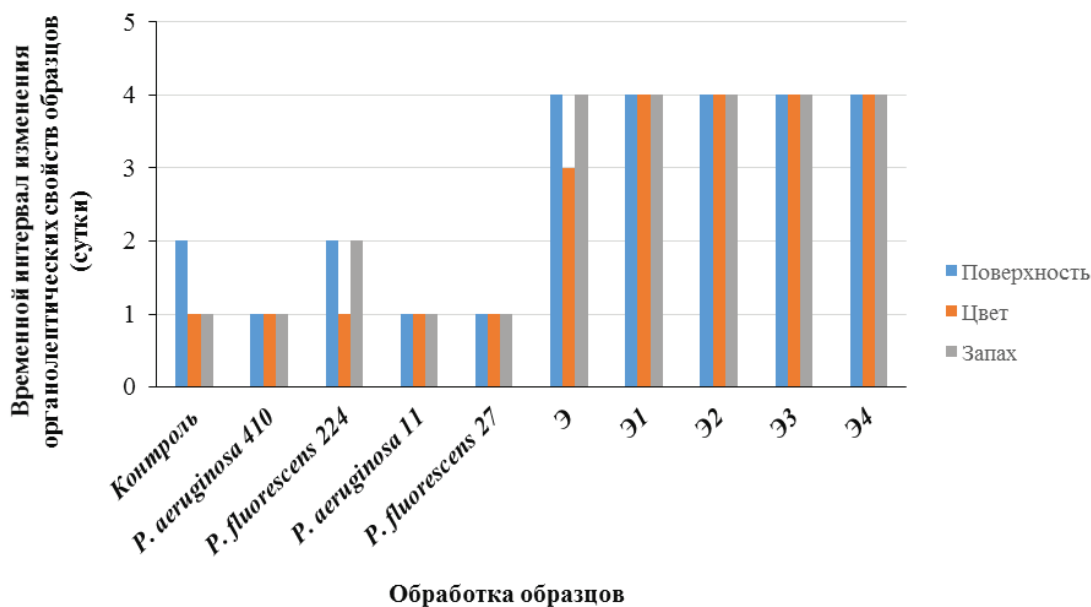
Рис. 5. Изменение органолептических свойств образцов свинины после обработки суспензиями бактерий и раствором активной фракции I экстракта ладанника шалфеелистного (30 °С)
Fig. 5. Change in the organoleptic properties of pork samples after treatment with bacterial suspensions and a solution of the active fraction I of an extract of shalfeelian cantaloupe (at 30 °C)



Э — фракция I, Э1 — фракция I+*P. fluorescens* 224, Э2 — фракция I+*P. aeruginosa* 410, Э3 — фракция I+ *P. fluorescens* 27, Э4 –фракция I+ *P. aeruginosa* 11

Рис. 6. Изменение органолептических свойств образцов мяса птицы после обработки суспензиями бактерий и раствором активной фракции I экстракта ладанника шалфеелистного (при 4°C)

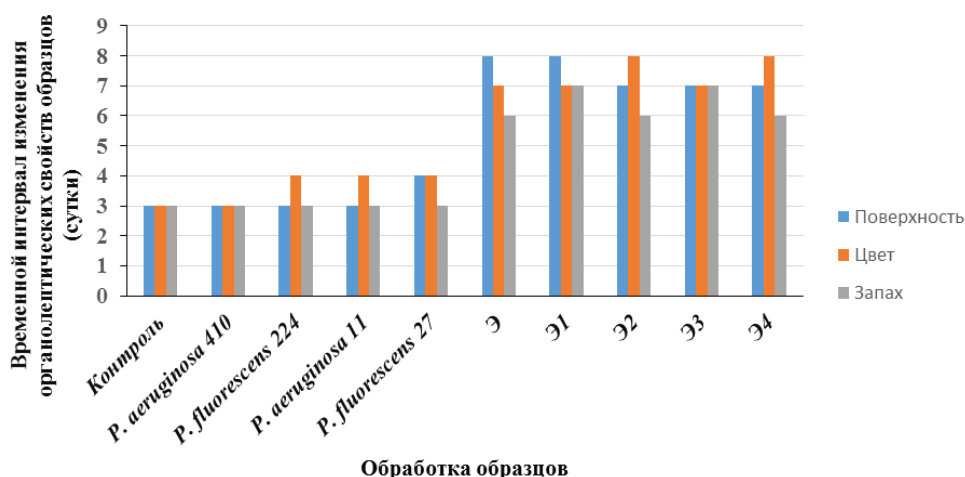
Fig. 6. Change in the organoleptic properties of poultry samples after treatment with bacterial suspensions and a solution of the active fraction I of an extract of shalfeelian cantaloupe (at 4°C)



Э — фракция I, Э1 — фракция I+*P. fluorescens* 224, Э2 — фракция I+*P. aeruginosa* 410, Э3 — фракция I+ *P. fluorescens* 27, Э4 –фракция I+ *P. aeruginosa* 11

Рис. 7. Изменение органолептических свойств образцов мяса птицы после обработки суспензиями бактерий и раствором активной фракции I экстракта ладанника шалфеелистного (30 °С)

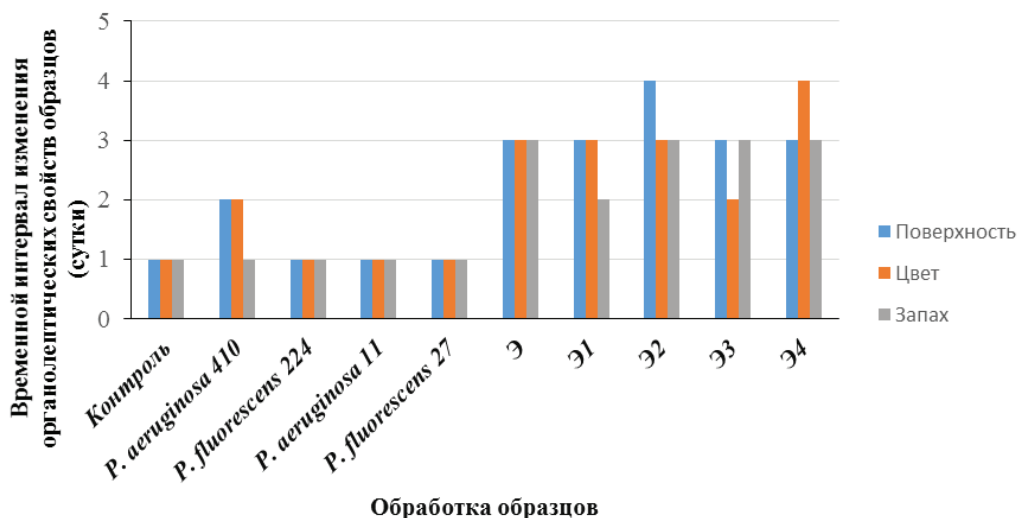
Fig. 7. Change in the organoleptic properties of poultry samples after treatment with bacterial suspensions and a solution of the active fraction I of an extract of shalfeelian cantaloupe (at 30°C)



Э – фракция I, Э₁ – фракция I+*P. fluorescens* 224, Э₂ – фракция I+*P. aeruginosa* 410,
Э₃ – фракция I+ *P. fluorescens* 27, Э₄ – фракция I+ *P. aeruginosa* 11

Рис. 8. Изменение органолептических свойств образцов рыбы после обработки суспензиями бактерий и раствором активной фракции I экстракта ладанника шалфеелистного (при 4 °С)

Fig. 8. Change in the organoleptic properties of fish samples after treatment with bacterial suspensions and a solution of the active fraction I of an extract of shalfeelian cantaloupe (at 4 °C)



Э – фракция I, Э₁ – фракция I+*P. fluorescens* 224, Э₂ – фракция I+*P. aeruginosa* 410,
Э₃ – фракция I+ *P. fluorescens* 27, Э₄ – фракция I+ *P. aeruginosa* 11

Рис. 9. Изменение органолептических свойств образцов рыбы после обработки суспензиями бактерий и раствором активной фракции I экстракта ладанника шалфеелистного (при 30 °С)

Fig. 9. Change in the organoleptic properties of fish samples after treatment with bacterial suspensions and a solution of the active fraction I of an extract of shalfeelian cantaloupe (at 30 °C)

Таким образом, выполненные исследования показали высокую эффективность раствора активной фракции I экстракта ладанника шалфеелистного в защите образцов говядины, свинины, мяса птицы и рыбы от микробной порчи. Активная фракция I экстракта ладанника шалфеелистного может быть использована для создания препарата, предназначенного для защиты пищевых продуктов от микробной порчи.

Список использованных источников

1. Леонтьев, В.Н. Порча пищевых продуктов: виды, причины и способы предотвращения / В.Н. Леонтьев, Х.М. Элькаиб, А.Э. Эльхедми // Труды БГУ, Т. 8, ч. 1 : сб. ст. / Белорус. гос. ун-т. — Минск, 2013. — С. 125–130.
2. Блекберн, К. де В. Микробиологическая порча пищевых продуктов / К. де В. Блекберн (ред.). — пер. с англ. — СПб. : Профессия, 2008. — 784 с.
3. Бороздина, И.Б. Сравнительная характеристика бактерий рода *Pseudomonas* при культивировании на искусственных питательных средах / И.Б. Бороздина // Вестник ВГУ, № 2 : сб. ст. / Воронеж. гос. ун-т. — Воронеж, 2010. — С. 67–71.
4. Эльхедми, А.Э. Бактериофаги бактерий рода *Pseudomonas* для защиты белоксодержащих продуктов от микробной контаминации: дис. ... канд. биол. наук : 03.02.03 / А.Э. Эльхедми. — Минск, 2017. — 98 л.
5. Иоргачева, Е.Г. Потенциал лекарственных, пряно-ароматических растений в повышении качества пшеничного хлеба / Е.Г. Иоргачева, Т.Е. Лебедеко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2014. — Т. 2, № 12. — С. 101–108.
6. Дудчик, Н.В. Антимикробные свойства биологически активных веществ растений и методы их оценки / Н.В. Дудчик, В.В. Шевляков. — Минск : Республиканский институт высшей школы, 2014. — 165 с.
7. Van Wyk, В.-Е. Medicinal plants of the world / В.-Е. Van Wyk, М. Wink. — Wallingford : Centre for Agriculture and Biosciences International, 2017. — 520 p.
8. Антибактериальная активность полифенольных соединений, выделенных из растений семейств, *Geraniaceae* и *Rosaceae* / В.С. Никитина [и др.]. // Прикладная биохимия и микробиология. — 2007. — Т. 43, № 6. — С. 705–712.
9. Kalemба, D.A.A.K. Antibacterial and antifungal properties of essential oils / D.A.A.K. Kalemба, А. Kunicka // Current medicinal chemistry. — 2003. — Vol. 10, № 10. — P. 813–829.
10. Харько, И.А. Антимикробная активность лекарственного растительного сырья, содержащего изохинолиновые алкалоиды / И.А. Харько [и др.]. // Достижения фундаментальной, клинической медицины и фармации : материалы 72 науч. сес. сотр. ун-та, Витебск, 25–26 января 2017 г. / Витебск. гос. мед. ун-т. — Витебск, 2017. — С. 310–312.
11. Antibacterial action of several tannins against *Staphylococcus aureus* / Н. Akiyama [et al.]. // Journal of antimicrobial chemotherapy. — 2001. — Vol. 48, № 4. — P. 487–491.
12. Пастушенков, Л.В. Лекарственные растения. Использование в народной медицине и в быту / Л.В. Пастушенков, А.Л. Пастушенков, В.Л. Пастушенков. — Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2012. — 464 с.
13. Rios, J.L. Medicinal plants and antimicrobial activity / J.L. Rios, М.С. Recio // Journal of ethnopharmacology. — 2005. — Vol. 100, iss. 1–2. — P. 80–84.
14. Носов, А.М. Лекарственные растения официальной и народной медицины / А.М. Носов. — Москва : Эксмо, 2005. — 800 с.
15. Indian medicinal herbs as sources of antioxidants / S. S. Ali [et al.]. // Food Research International. — 2008. — Vol. 41, iss. 1. — P. 1–15.
16. Хромато-масс-спектрометрический анализ эвкалипта прутовидного (*Eucalypti viminalis* Labill) с использованием различных способов пробоподготовки / Л.В. Павлова [и др.]. // Аналитика и контроль. — 2013. — Т. 17, № 3. — С. 304–313.
17. Идентификация и количественное определение основных биологически активных веществ травы пустырника с помощью ВЭЖХ-масс-спектрометрии / А.А. Жогова [и др.]. // Химико-фармацевтический журнал. — 2014. — Т. 48, № 7. — С. 35–40.
18. Identification and structure–activity relationship of gallotannins separated from *Galla chinensis* / L.V. Pavlova [et al.]. // LWT-Food Science and Technology. — 2009. — Vol. 42, iss. 7. — P. 1289–1295.
19. Mary, S.J. Antibacterial activity of kaempferol–3-O-glucoside / S.J. Mary, А. J. Merina // International journal of scientific research. — 2014. — Vol. 3, iss. 5. — P. 46–47.

20. Antimicrobial activities of phenolic containing extracts of some tropical vegetables / S.O. Salawu // African Journal of Pharmacy and Pharmacology. — 2011. — Vol. 5, iss. 4. — P. 486–492.
21. Элькаиб, Х.М. Характеристика бактерий рода *Pseudomonas* выделенных из различных пищевых продуктов, молекулярно-генетические и биотехнологические основы получения и применения синтетических и природных биологически активных веществ / Х.М. Элькаиб, В.Н. Леонтьев // Молекулярно-генетические и биотехнологические основы получения и применения синтетических и природных биологически активных веществ : материалы Международной научно-практической конференции (20–23 сентября 2017 г.) / БГУ, СКФУ, САФУ; сост.: В. П. Курченко, А.Д. Лодыгин. — Минск — Ставрополь : Белорусский государственный университет, Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. — С. 286–291.

Reference

1. Lyeontyev V.N., Elkaib Kh.M., Elhyedmi A.E. Porcha pishcheyvykh produktov: vidu, prichiny i sposoby pryedotvrashchyneniya. Trudy BGU, 2013, tom 8, chast. 1, pp. 125–130.
2. Kliv Dye V. Blekbirn. Mikrobiologichyeskaya porchi pishcheyvykh produktov. [woodhead publishing limited] kyembridzh, 2008, 784 p.
3. Borozdina N.B. Sravnityelnaya kharakteristika bakteryiy roda *Pseudomonas* pri kultivirovani na iskusstvyennykh pitatyelnykh sryedakh, Vvestnik VGU, 2010, № 2, pp. 67–71.
4. Elkhiedmi, A.E.A. Bakteryiofagi bakteryiy roda *Pseudomonas* dlya zashchity byeloksodyerzhashchikh produktov ot mikrobnoy kontaminatsii: dis. kond. biol. nauk. Minsk, 2017. 98 p.
5. Iorgachyeva Ye.G., Lyebyedyenko T.Ye. Potyentsial lyekarstvyennykh, pryano-aponatichyeskikh rastyenyi v povyshenii kachyevstva pchyenichnogo khliba. Vostochno-Yevropeyskiy zhurnal pyeryedovykh tyekhnologiy, 2014, tom 2, № 12, pp. 101–108.
6. Dudchik N.V., Chyevlyakov V.V. Antimikrobnyye svoystvye biologichyeshki aktivnykh vyeshchystv hastenyi I myetody ikh otsyenyki [Ryepublikanskiy institut vysshchey shkoly], Minsk, 2014, 165 p.
7. Van Wyk B.E., Michael W. Medicinal plants of the world [Centre for Agriculture and Biosciences International]. Wallingford, 2017, 520 p.
8. Nikitina V.S., Kuzmina L.Yu., Melentiev A.I., Shendel' G.V. Antibaktyerial'naya aktivnjst' polifyenol'nykh soyedynenyi, vydyelyenykh iz rastyenyi cyevyeystv, *Geraniaceae* i *Rosaceae*, prikladnaya biokhimiya i vikrobiologiya, 2007, tom 43, № 6, pp. 705–712.
9. Kalembe D.A.A.K., Kunicka A., Antibacterial and antifungal properties of essential oils, Current medicinal chemistry, 2003, vol. 10, № 10, pp. 813–829.
10. Kharkov I.A., Moisyeyev A.M., Zhyelyeznya, N.V., Moisyeyev D.V., Antibaktyerial'naya aktivnjst' lyekarstvyennogo rastiyel'nogo syr'ya, sodyerzhashcheygo izjkinokinovyye alkaloidy, dostizhyeniya fundamental'noy, klinichyeskoy myeditsiny i farmatsii: matyerialy 72-y nauch. syes. sotr. un-ta, yanv. Vitebsk, 2017, pp. 310–312.
11. Akiyama H., Fujii K., Yamasaki O., Oono T., Iwatsuki K. Antibacterial action of several tannins against *Staphylococcus aureus*, Journal of antimicrobial chemotherapy, 2001, vol. 48, № 4, pp. 487–491.
12. Pastushyenko L.V. Lyekarstvyennyye rastyeniya. Ispolzovaniye v narodnoy myeditsinye [BKHV-Pyetyerburg]. Sankt-Pyetyerburg, 2012, 30 p.
13. Rios J.L., Recio M.C. Medicinal plants and antimicrobial activity. Journal of ethnopharmacology, 2005, vol. 100, iss. 1–2, pp. 80–84.
14. Nosov A.M. Lyekarstvyennyye rastyeniya ofitsialnoy i narodnoy myeditsiny [Eksmo]. Moskva, 2005, 800 p.
15. Ali S.S., Kasaju N., Luthra A., Singh A., Sharanabasava H., Sahu A., Bora U. Indian medicinal herbs as sources of antioxidants. Food Research International, 2008, vol. 41, № 1, pp. 1–15.
16. Pavlova L.V., Platonov I.A., Novikova E.A., Nikitchenko N.V. Khromato-mass-spyektromyetrychyeskiy analiz evkalipta prutovidnogo (*Eucalypti viminalis* Labill) s ispolzovaniyem razkichnekh sposbov probopodgotovki. analitika i kontrol', 2013, tom 17, № 3, pp. 304–313.
17. Zhogova A.A., Pyerova I.B., Samylina I.A., Ellyer K.I., Ramyenskaya G.V. Idyentifikatsiya i kolichyestvyennoye opryedyeleniye osnovnekh biologichyeshki aktifnekh vyeshchystv travy pustyrnika

- s pomoshch'yu VEZhKh-mass-spyektrometrii. Himiko-farmatsyevticheskiy zhurnal, 2014, том 48, № 7, pp. 35–40.
18. Pavlova L.V., Platonov I.A., Novikova E.A., Nikitchenko N.V. Identification and structure – activity relationship of gallotannins separated from *Galla chinensis*. LWT-Food Science and Technology, 2009, vol. 42, iss. 7, pp. 1289–1295.
 19. Mary S.J., Merina A.J. Antibacterial activity of kaempferol–3-O-glucoside, international journal of scientific research, 2014, vol. 3, № 5, pp. 46–47.
 20. Salawu S.O., Ogundare A.O., Ola-Salawu B.B., Akindahunsi A.A. Antimicrobial activities of phenolic containing extracts of some tropical vegetables, African Journal of Pharmacy and Pharmacology, 2011, vol. 5, № 4, pp. 486–492.
 21. Elkaib Kh.M., Lyeontyev V.N. kharakteristika bakteriy roda *Pseudomonas* vydyekyennekh iz razlichnykh pishcheyvykh produktov, molyekulyarno-gyenyeticheskiye i biotyekhnologichyieskiye osnovy poluchyeniya i primyenyeniya sintyetycheskikh i prirodnikh bnologichyieski aktivnykh vyeshchyectv: matyerialy mezhdunarodnoy nauchno-praktichyieskiy konfyeryentaii, Minsk, 2017, pp. 286–291.

Информация об авторах

Элькаиб Хоссам Мохамед — магистр биологических наук, стажер кафедры биотехнологии и биоэкологии учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: хусам83@mail.ru

Леонтьев Виктор Николаевич — кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедрой биотехнологии и биоэкологии учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: leontiev@belstu.by

Information about the authors

Elkaib Hossam Mohamed — Master of Biological Sciences, intern of the Department of Biotechnology and Bioecology of the educational institution “Belarusian State Technological University” (13a Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: хусам83@mail.ru

Leontiev Viktor Nikolaevich — PhD (Chemistry), Assistant professor, Head of the Department of Biotechnology and Bioecology of the educational institution “Belarusian State Technological University” (13a Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: leontiev@belstu.by

Н.А. Шелегова, И.П. Овсянникова, Т.В. Урбанович, А.Н. Моргунов

Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия», г. Могилев, Республика Беларусь

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО И СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В МОДЕЛИРОВАНИИ РЕЦЕПТУРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ И ЭКСПЕРТИЗЕ КАЧЕСТВА НОВОЙ ВИНОДЕЛЬЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Аннотация: Одним из перспективных направлений пищевой промышленности является расширение ассортимента винодельческой продукции за счет разработки новых оригинальных рецептур традиционных напитков. К таким напиткам можно отнести группу глнтвейнов. Целью исследований является разработка оригинальных рецептур глнтвейнов на основе фруктово-ягодных и виноградных виноматериалов, полученных с использованием плодов и ягод, произрастающих на территории Республики Беларусь. При моделировании рецептур новых напитков определялось оптимальное количественное сочетание компонентов купажей в целях получения изделий с наиболее гармоничными органолептическими свойствами. С целью подбора оптимальных композиций напитков производилась их экспертная оценка, включающая в себя следующие виды работ: формирование группы экспертов, подготовка экспертных анкет, опрос экспертов, обработка полученных результатов и их математический анализ, а именно вычисление степени согласованности мнений экспертов, коэффициента конкордации, распределение Пирсона и статистики Фридмана.

Ключевые слова: моделирование, рецептуры, винодельческая продукция, эксперты, статистика, ранжирование, согласованность

N.A. Shelegova, I.P. Ovsyannikova, T.V. Urbanovich, A.N. Morgunov

Educational institution “Mogilev state University of food”, Mogilev, Republic of Belarus

THE USE OF MEANS OF ECONOMIC-MATHEMATICAL AND STATISTICAL ANALYSIS IN THE SIMULATION OF COMPOUNDING COMPOSITIONS AND THE EXAMINATION OF THE QUALITY OF NEW WINE PRODUCTS

Abstract: The aim of the research is to develop original recipes for mulled wine based on fruit-berry and grape wine materials, produced using fruits and berries that grow on the territory of the Republic of Belarus. The optimal quantitative combination of blending components in order to obtain products with the most harmonious organoleptic properties was determined in the simulation of new beverage formulations. With the aim of selecting the optimal compositions of drinks produced their expert evaluation, which includes the following activities: the formation of the group of experts, preparation of expert questionnaires, a survey of experts processing of the obtained results and their mathematical analysis, namely the calculation of the degree of consistency of experts, coefficient of concordance, the Pearson statistics distribution and Friedman.

Keywords: modeling, formulations, wine products, experts, statistics, ranking, consistency

Одна из важнейших задач общества в настоящее время — удовлетворение потребностей населения в высококачественных продуктах питания и напитках. Одним из перспективных направлений при решении этих задач является расширение ассортимента винодельческой продукции за счет разработки новых оригинальных рецептур традиционных напитков.

Винный напиток с использованием натурального сырья — это готовый винодельческий продукт с объемной долей этилового спирта от 9,0 % до 20,0 %, содержащий не менее 5 % плодового или виноградного виноматериала, произведенный с добавлением или без добавления этилового ректификованного спирта из пищевого сырья, ректификованного виноградного или ректификованного плодового спирта, плодово-ягодного спиртованного и концентрированного сока, сахаросодержащих веществ, натуральных ароматизирующих и натуральных вкусовых веществ [1].

К таким напиткам можно отнести группу глнтвейнов. Это напитки, которые рекомендуется употреблять исключительно в горячем виде, за счет чего они являются «сезонными», обладают согреваю-

щим действием в холодное время года. Традиционно в основе глинтвейнов — виноградные сухие или полусухие вина, а также ряд пряно-ароматических растений (корица, гвоздика и т.д.).

Целью исследований является разработка оригинальных рецептов глинтвейнов на основе фруктово-ягодных и виноградных виноматериалов, полученных с использованием плодов и ягод, произрастающих на территории Республики Беларусь.

Для обоснования целесообразности разработки новых рецептов глинтвейнов, на предварительном этапе работы проводилось маркетинговое исследование, которое позволило определить отношение потенциальных потребителей к традиционным винным напиткам группы «Глинтвейны» и установить готовность потребителей к расширению рецептурной линейки этих напитков.

Кроме того, проводимое маркетинговое исследование позволило установить предпочтения потребителей при выборе сырья для новых рецептов глинтвейнов.

Установлено, что целесообразно использование в рецептурах новых глинтвейнов такого сырья, как черная смородина, клюква, клубника.

В качестве пряно-ароматических компонентов в рецептурах новых глинтвейнов предполагается использование не только корицы и гвоздики, но и липового цвета, мяты перечной, тимьяна.

Целесообразность выбора указанного ассортимента плодово-ягодного и пряно-ароматического сырья была подтверждена на этапе изучения его химического состава и нативных свойств.

Таким образом, в составах новой винодельческой продукции полуфабрикаты на основе черносмородинового, клюквенного и клубничного соков, с добавлением корицы, гвоздики, мяты и тимьяна в виде настоев.

При моделировании рецептов глинтвейнов определялось оптимальное количественное сочетание компонентов купажей в целях получения изделий с наиболее гармоничными органолептическими свойствами.

С целью подбора оптимальных композиций глинтвейнов предварительно были приготовлены две композиции, содержащие выбранные полуфабрикаты виноделия в различных комбинациях, далее производилась их экспертная оценка, включающая в себя следующие виды работ: формирование группы экспертов (фокус-группы), подготовка экспертных анкет, опрос экспертов, обработка полученных результатов и их математический анализ.

Созданной фокус-группой было проведено ранжирование образцов глинтвейнов по органолептическим свойствам, выполнена математическая обработка полученных данных (степень согласованности мнений экспертов, коэффициент конкордации, распределение Пирсона и статистика Фридмана), которая позволила наиболее точно выявить образцы с наилучшими показателями и убедиться в достоверности экспертной оценки.

При органолептических испытаниях новой винодельческой продукции перед дегустаторами было поставлено задание: расположить образцы в порядке улучшения их органолептических свойств.

Для этого экспертам предлагают проранжировать (упорядочить) параметры в порядке возрастания важности, то есть минимальный ранг $a_{ij} = 1$ получает наименее удачный образец, следующий, наименее гармоничный из оставшихся, получает ранг $a_{ij} = 2$ и так далее.

Наиболее качественному образцу присваивается ранг n .

Степень согласованности мнений экспертов характеризуется коэффициентом конкордации W , который определяют по формуле:

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

где S — сумма квадратов отклонений суммы рангов каждого объекта экспертизы от среднеарифметического рангов; n — число экспертов; m — число образцов.

Сумму квадратов отклонений суммы рангов каждого объекта экспертизы от среднеарифметического рангов определяют следующим образом:

$$S = \sum_{i=1}^n (a_i - t)^2,$$

где a_i — сумма рангов i -го образца; t — среднее значение суммы рангов.

Коэффициент конкордации показывает, насколько мнения экспертов согласованы между собой, может принимать значения от 0 (при отсутствии согласованности) до 1 (при полном единодушии), и если этот показатель $W > 0,60$, согласованность считается хорошей.

Существенность значения коэффициента конкордации устанавливают при помощи критерия χ^2_w (распределение Пирсона):

$$\chi^2_w = \frac{12 \cdot S}{[m \cdot n \cdot (m+1)]},$$

Значение χ^2_w сравнивают с табличным при заданном уровне значимости $\alpha = 0,05$ и числе степеней свободы $f = m - 1$. При $\chi^2_w > \chi^2_{\alpha}(f)$ степень согласия между экспертами не вызывает сомнения.

Результаты оценки образцов глинтвейна композиции № 1 экспертной группой, состоящей из пяти человек, представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. Результаты ранжирования образцов глинтвейна композиции № 1 по органолептическим свойствам
Table 1. The results of the ranking samples of mulled wine composition № 1 of organoleptic properties

Номер образца	Номер эксперта					Сумма рангов	$ a_i - t $	$ a_i - t ^2$
	1	2	3	4	5			
1.1	1	1	1	1	1	5	10	100
1.2	2	2	2	4	2	12	3	9
1.3	5	4	5	5	5	24	9	81
1.4	3	5	3	2	3	16	1	1
1.5	4	3	4	3	4	18	3	9
						$\Sigma = 75$		$\Sigma = 200$

Среднее значение суммы рангов:

$$t = \frac{5 \cdot (5+1)}{2} = 15.$$

Определяем коэффициент конкордации:

$$W = \frac{12 \cdot 200}{[5^2 \cdot (5^3 - 5)]} = 0,8.$$

Значение распределения Пирсона:

$$\chi^2_w = \frac{12 \cdot 200}{[5 \cdot 5 \cdot (5+1)]} = 16.$$

Табличным значением χ^2_{α} при числе степеней свободы $f = m - 1 = 5 - 1 = 4$ является 9,5. Следовательно, $\chi^2_w > \chi^2_{\alpha}(f)$ и степень согласия между экспертами не вызывает сомнения.

Среднее значение суммы рангов:

$$t = \frac{5 \cdot (5+1)}{2} = 15.$$

Определяем коэффициент конкордации:

$$W = \frac{12 \cdot 224}{[5^2 \cdot (5^3 - 5)]} = 0,9.$$

Результаты оценки образцов глинтвейна композиции № 2 экспертной группой, состоящей из пяти человек, представлены в табл. 2.

Значение распределения Пирсона:

$$\chi^2_w = \frac{12 \cdot 224}{[5 \cdot 5 \cdot (5+1)]} = 17,92.$$

Таблица 2. Результаты ранжирования образцов глнтвейна композиции № 2 по органолептическим свойствам
Table 2. The results of the ranking samples of mulled wine composition № 2 of organoleptic properties

Номер образца	Номер эксперта					Сумма рангов	a _i - t	a _i - t ²
	1	2	3	4	5			
2.1	1	1	1	2	1	6	9	81
2.2	2	2	2	1	2	9	6	36
2.3	3	3	3	4	3	16	1	1
2.4	5	5	4	5	5	24	9	81
2.5	4	4	5	3	4	20	5	25
						Σ = 75		Σ = 224

Табличным значением χ^2_a при числе степеней свободы $f = m - 1 = 5 - 1 = 4$ является 9,5. Следовательно, $\chi^2_w > \chi^2_a(f)$ и степень согласия между экспертами, как и в предыдущем случае, не вызывает сомнения.

При дальнейшей статистической обработке данных поставлена задача вычислить, существует ли разница между сравниваемыми образцами напитков, если дегустаторы давали целостную оценку качеству напитка.

Если бы все исследуемые образцы были бы одинаковыми, то суммы рангов для напитков также были бы одинаковы и равны средней сумме рангов (15).

В качестве статистического показателя, характеризующего степень различия между образцами напитков, выбирается величина, называемая статистикой Фридмана. Она равна:

$$F_R = \left[\left(\frac{12 \cdot \sum_{i=1}^n a_i^2}{m \cdot n \cdot (n+1)} \right) - 3 \cdot m \cdot (n+1) \right].$$

Величина F_R имеет χ^2 распределение с $(n - 1)$ степенями свободы.

Если $F_R > \chi^2_{n-1}$, то принимается альтернативная гипотеза о наличии существенных различий в органолептических свойствах образцов.

Результаты ранжирования образцов глнтвейна композиции № 1 представлены в табл. 3.

Статистика Фридмана ранжирования глнтвейна композиции № 1 равна:

$$F_R = \left[\left(\frac{12 \cdot 1325}{5 \cdot 5 \cdot (5+1)} \right) - 3 \cdot 5 \cdot (5+1) \right] = 16.$$

Таблица 3. Ранг образцов глнтвейна композиции № 1
Table 3. The rank of mulled wine samples of the composition № 1

Номер образца	Номер эксперта					Сумма рангов	Квадрат суммы рангов
	1	2	3	4	5		
1.1	1	1	1	1	1	5	25
1.2	2	2	2	4	2	12	144
1.3	5	4	5	5	5	24	576
1.4	3	5	3	2	3	16	256
1.5	4	3	4	3	4	18	324
						Σ = 75	Σ = 1325

Табличным значением χ^2 при числе степеней свободы $f = n - 1 = 5 - 1 = 4$ и заданном уровне значимости $\alpha = 0,05$ является 9,5. Следовательно, $F_R > \chi^2_a(f)$ и существует значительная разница в свойствах образцов глнтвейна композиции № 1.

Результаты ранжирования образцов глнтвейна композиции № 2 представлены в табл. 4.

Статистика Фридмана ранжирования глнтвейна композиции № 2 равна:

$$F_R = \left[\left(\frac{12 \cdot 1349}{5 \cdot 5 \cdot (5+1)} \right) - 3 \cdot 5 \cdot (5+1) \right] = 17,92.$$

Таблица 4. Ранг образцов глинтвейна композиции № 2
Table 4. The rank of mulled wine samples of the composition № 2

Номер образца	Номер эксперта					Сумма рангов	Квадрат суммы рангов
	1	2	3	4	5		
2.1	1	1	1	2	1	6	36
2.2	2	2	2	1	2	9	81
2.3	3	3	3	4	3	16	256
2.4	5	5	4	5	5	24	576
2.5	4	4	5	3	4	20	400
						$\Sigma = 75$	$\Sigma = 1349$

Табличным значением χ^2 при числе степеней свободы $f = n - 1 = 5 - 1 = 4$ и заданном уровне значимости $\alpha = 0,05$ является 9,5. Следовательно, $F_R > \chi^2_\alpha(f)$ и существует значительная разница в свойствах образцов глинтвейна композиции № 2 [2, 3].

В результате проведения экспертной оценки новой винодельческой продукции установлено, что напитки обладают хорошими потребительскими свойствами, характеризуются приятным гармоничным вкусом и букетом.

Экспертами проведено ранжирование образцов по органолептическим свойствам, выполнена математическая обработка полученных данных, которая позволила наиболее точно выявить образцы винных напитков с наилучшими показателями и убедиться в достоверности органолептической оценки.

Окончательным результатом научно-исследовательской работы стала разработка рецептур новой винодельческой продукции — глинтвейнов.

Согласно СТБ 1695–2006 «Вина плодовые крепленые марочные, улучшенного качества и специальной технологии и виноматериалы плодовые крепленые марочные, улучшенного качества и специальной технологии обработанные. Общие технические условия» [4] напитки могут быть отнесены к группе вин «Вина плодовые крепленые ароматизированные специальной технологии», поэтому окончательная разработка рецептур осуществлялась расчетным путем исходя из требований к данной группе вин по содержанию спирта, сахара и кислоты.

Принимая во внимание наброд спирта, кислотность и величину остаточного сахара в натуральных полусухих виноматериалах, а также крепость пряно-ароматического компонента в рецептуры вносился сахарный сироп концентрацией 65,8 % и вода питьевая, соответствующая требованиям СанПиН 10-124 РБ 99 «Правила установления контролируемых показателей качества питьевой воды и составления рабочей программы производственного контроля качества питьевой воды» [5]. Разработанные рецептуры прошли апробацию в условиях производства, по результатам которой получили подтверждение соответствия физико-химических показателей требованиям СТБ 1695–2006 «Вина плодовые крепленые марочные, улучшенного качества и специальной технологии и виноматериалы плодовые крепленые марочные, улучшенного качества и специальной технологии обработанные. Общие технические условия»

Список использованных источников

1. Винодельческая промышленность. Термины и определения: СТБ 1650-2008. — Введ. 12.09.2008. — Минск : Госстандарт: Белорус. Гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2008. — 23 с.
2. Лисьев, В.П. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие <http://www.knigafund.ru/authors/41607/> В.П. Лисьев. — Евразийский открытый институт, 2010 г. — 220 с.
3. Шелегова, Н.А. Экспертная оценка органолептических показателей слабоалкогольных напитков / Н.А. Шелегова, Е.М. Моргунова, С.Л. Масанский // Сб. науч. тр. // Донецкий национальный университет экономики и торговли им. М.Туган-Барановского. — Донецк, 2010. — Т.1: Обладнання та технології харчових виробництв. — С. 294–299.
4. Вина плодовые крепленые марочные, улучшенного качества и специальной технологии и виноматериалы плодовые крепленые марочные, улучшенного качества и специальной технологии обработанные. Общие технические условия: СТБ 1695–2006. — Введ. 13.12.2006. — М. : Госстандарт : Изд-во Научно-производственное республиканское унитарное предприятие «Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации» (БелГИСС), 2006. — 12 с.
5. Правила установления контролируемых показателей качества питьевой воды и составления рабочей программы производственного контроля качества питьевой воды: СанПиН 10-124 РБ 99. — Введ. 01.01.2000. — 12 с.
6. Шелегова, Н.А. Формирование экспертных комиссий для экспертизы крепких алкогольных напитков / Н.А. Шелегова, Т.В. Урбанович // Актуальные вопросы права, образования и психоло-

гии: сборник научных трудов / Учреждение образования «Могилевский институт Министерства внутренних дел», 2017. — С. 100.

7. Научно-практическое моделирование оригинальных напитков с оптимизацией значащих факторов / Н.А. Шелегова [и др.] // Стратегия развития индустрии гостеприимства и туризма: материалы конференции Международной научной конференции 15 января — 15 апреля 2017 года / Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, Орел, 2017. — С. 57.

References

1. Wine industry. Terms and definitions: STB 1650-2008. — J. 12.09.2008. — Minsk: State Standard: Belarusian State Institute of standardization and certification, 2008. — 23 p.
2. *Lishev, V. P.* Probability Theory and mathematical statistics: textbook / V. P. Lishev. — Eurasian open Institute, 2010-220С.
3. *Shelegova, N.* Expert evaluation of the organoleptic characteristics of alcoholic beverages / N. Shelegova, E. M. Morgunova, S. L. Masanskii // Proc. scientific. Tr. // Donetsk national University of Economics and trade. M. Tugan-Baranovsky. — Donetsk, 2010. — Vol. 1. — pp. 294–299.
4. Wines fruit fortified vintage, improved quality and special technology and wine materials fruit fortified vintage, improved quality and special technology processed. General specifications: STB 1695-2006. — 13.12.2006. — М.: State standard: publishing house of Scientific production Republican unitary enterprise «Belarusian state Institute of standardization and certification» (BelGISS), Gosstandart., 2006. 12 p.
5. Rules of establishment of the controlled indicators of quality of drinking water and drawing up the working program of production control of quality of drinking water: SanPiN 10-124 RB 99. — 01.01.2000. 12 p.
6. *Shelegova, N. A.* Formation of expert commissions for the examination of alcoholic beverages / T. V. Urbanovich // Actual issues of law, education and psychology: collection of scientific papers / educational institution «Mogilev Institute of the Ministry of internal Affairs», 2017. — P. 100.
7. *Shelegova, N.* Scientific and practical modeling of original drinks with optimization of significant factors / A. Yu. Bolotko, I. P. Ovsyannikova, T. V. Urbanovich / Strategy of hospitality and tourism industry development: proceedings of the conference of the International scientific conference January 15 — April 15, 2017 / Oryol state University. I. S. Turgenev, Orel, 2017. — P. 57.

Информация об авторах

Шелегова Наталья Анатольевна — кандидат технических наук, доцент кафедры товароведения и организации торговли учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия» (пр. Шмидта, 3, 212027, г. Могилев, Республика Беларусь). E-mail: Shelegova.natasha@yandex.ru

Овсянникова Инна Поликарповна — старший преподаватель кафедры информатики и автоматизации технологических процессов и производств учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия» (пр. Шмидта, 3, 212027, г. Могилев, Республика Беларусь). E-mail: mailto:Shelegova.natasha@yandex.ru policarpovna@mail.ru

Урбанович Татьяна Валерьевна — магистрант учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия» (пр. Шмидта, 3, 212027, г. Могилев, Республика Беларусь). E-mail: keisi93@mail.ru

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

Information about authors

Shelegova Natalia Anatolievna — Ph.D. (Engineering) educational institution “Mogilev State University of Food” (Shmidt Ave, 3, 212027, Mogilev, Republic of Belarus). E-mail: Shelegova.natasha@yandex.ru

Ovsyannikova Inna Polikarpovna — Lecturer educational institution “Mogilev State University of Food” (Schmidt Ave, 3, 212027, Mogilev, Republic of Belarus). E-mail: policarpovna@mail.ru

Urbanovich Tatiana Valerievna — graduate student educational institution “Mogilev State University of Food” (Shmidt Ave, 3, 212027, Mogilev, Republic of Belarus). E-mail: keisi93@mail.ru

Morgunov Artem Nikolaevich — postgraduate educational institution “Mogilev State University of Food” (Shmidt Ave, 3, 212027, Mogilev, Republic of Belarus). E-mail mti67@rambler.ru

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

Обращаем Ваше внимание, что с 2018 года изменяются требования для авторов научных статей в журнале «Пищевая промышленность: наука и технологии». Статьи, не соответствующие новым требованиям, не принимаются к печати и возвращаются авторам на доработку.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

В журнале публикуются статьи о результатах проведенных научных исследований в области пищевой промышленности. Оригинальность текста рукописи должна составлять не менее 80% (статьи проходят проверку по системе Антиплагиат).

Статья предоставляется в редакцию в распечатанном виде в двух экземплярах и в электронном. Электронный вариант статьи должен быть набран в программе WORD for Windows с расширением .docx, шрифт текста – Times New Roman, размер кегля – 12 пт).

СТРУКТУРА СТАТЬИ:

Научная статья объемом около 40 000 знаков (10-16 стр.), включая таблицы и рисунки, должна иметь следующие элементы:

МЕТАТЕКСТОВЫЕ ДАННЫЕ:

- ♦ Индекс УДК;
- ♦ Инициалы и фамилия авторов (на русском и английском языке);
- ♦ Название статьи (на русском и английском языке). Название статьи должно отражать основную идею выполненного исследования, быть по возможности кратким;
- ♦ Полное наименование учреждений, где работают авторы, с указанием города и страны (на русском и английском языке), адрес электронной почты каждого автора;
- ♦ Аннотацию (на русском и английском языке) объемом 200-250 слов, кратко отражающую содержание статьи;
- ♦ Ключевые слова (5-10), отражающие основные термины и понятия, используемые в статье (на русском и английском языке);

ОСНОВНОЙ ТЕКСТ СТАТЬИ

- ♦ В статье должны быть четко обозначены актуальность, научная значимость, результаты исследования и выводы.
- ♦ Текст статьи должен быть структурированным и разбит на следующие части: Введение, Материалы и методы исследований, Результаты и их обсуждение, Выводы.
- ♦ Весь иллюстративный материал должен быть представлен в виде отдельного файла (форматы: .psd, .jpg, .tif (.tiff) с разрешением не менее 300 dpi), диаграммы в Excel.
- ♦ Диаграммы и графики предоставляются в цветном или черно-белом варианте с возможностью редактирования в отдельных файлах в программе, в которой они были созданы (предпочтительно MS EXCEL). Ширина диаграммы (графика) с учетом подписей и указателей – не более 150 мм. Наличие исходных числовых данных (таблиц MS EXCEL), на основании которых построены диаграммы, обязательно. Подписи в диаграмме (графике) (наименования осей, значений данных и др.) должны быть выполнены гарнитурой Times New Roman кеглем 10 пунктов; название рисунка – гарнитурой Times New Roman кеглем 12 пунктов.
- ♦ Все рисунки и таблицы, должны быть пронумерованы и сопровождаться названиями или подписными подписями (на русском и английском языке).

Пример:

Рис. 1. Русский текст подписи

Fig. 1. English text

Таблица 2. Название на русском языке

Table 2. English text

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- ♦ Список использованной литературы (не менее 20 ссылок) составляется по мере упоминания и оформляется в соответствии с требованиями Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь). Ссылки в тексте оформляются порядковым номером в квадратных скобках.
- ♦ Затем приводится список цитированных источников в романском алфавите, озаглавленный как References. Он составляется в порядке, полностью идентичном русскоязычному варианту с аналогичной нумерацией и помещается после списка литературы на кириллице.
- ♦ References должен быть оформлен согласно следующим правилам:

Авторы (транслитерация), название статьи в транслитерированном варианте [перевод названия статьи на английский язык в квадратных скобках], название русскоязычного источника (транслитерация) [перевод названия источника на английский язык -или существующая английская версия названия журнала], через запятую город, издательство на английском языке, год, количество страниц (для журнала: год, номер, страницы).

Пример: Avtor A.A., Avtor B.B., Avtor C.C. Nazva-nie stat'i [Title of article]. Zaglavie jurnala [Title of Journal], 2012, vol. 10, no. 2, pp. 49-54 (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ О ФИНАНСИРОВАНИИ (при наличии) дается на русском и английском языках под заголовками «Благодарности», «Acknowledgments».

Пример:

The research described in this publication was made possible in part by Award No. RUX0-000013-PZ-06 of the U.S. Civilian Research & Development Foundation for the Independent States of the Former Soviet Union (CRDF) and of Ministry of Education of Russian Federation.

Исследования, описанные в данной работе, были проведены в рамках проекта RUX0-000013-PZ-06, поддерживаемого совместно Американским фондом гражданских исследований и развития (АФГИР), Министерством образования РФ и правительством Республики Карелия.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Фамилия, имя, отчество (полностью), ученая степень, ученое звание (при наличии); должность, место работы с указанием почтового адреса, контактная информация (телефон, e-mail).

Решение о принятии статьи к опубликованию принимается редколлегией после рецензирования.

Материалы для публикации принимаются по адресу: редакция журнала «Пищевая промышленность: наука и технологии», ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь; e-mail: aspirant@belproduct.com