

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 14
№3(53)
2021

РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

Основан в 2008 году

Выходит 4 раза в год

Адрес редакции:

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

Редакция не несет ответственности
за возможные неточности по вине авторов.

Мнение редакции может не совпадать
с позицией автора

Отпечатано в типографии

УП «ИВЦ Минфина»

Подписано в печать 14.09.2021.

Формат 60×84/8. Бумага офсетная.

Гарнитура NewtonС. Печать офсетная.

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

Тираж 100 экз. Заказ 359.

ЛП № 02330/89 от 3 марта 2014 г.

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

Учредитель

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

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

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

Подписные индексы:

для индивидуальных подписчиков 01241

для ведомственный подписчиков 012412



FOOD INDUSTRY: SCIENCE AND TECHNOLOGIES

Vol. 14, №3(53) 2021

Founder:

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

Editor-in-Chief:

Lovkis Zenon Valentinovich – Chief Researcher of the Administration of the Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food", Honored Scientist of the Republic of Belarus, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Technical Sciences, Professor

Editorial Board:

Shepshchev Aleksandr Anatolievich – Deputy Editor-in-Chief - Deputy General Director for Scientific Work of the Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food", PhD of Technical Sciences

Akulich Aleksandr Vasilievich – Vice-Rector for Scientific Work of the educational institution "Belarusian State University of Food and Chemical Technologies", Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Inventor of the Republic of Belarus (with his consent)

Gusakov Gordey Vladimirovich — Director of the Republican Unitary Enterprise "Institute of the Meat and Dairy Industry", PhD of Economical Sciences (with his consent)

Zhakova Kristina Ivanovna – Scientific Secretary of the Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food", PhD of Technical Sciences

Kolosovskaya Larisa Stanislavovna – director of the research and production republican subsidiary unitary enterprise "Beltekhnokhleb" (with her consent)

Lisitsyn Andrei Borisovich – Scientific Director of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center for Food Systems named after V.I. V.M. Gorbатов", Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor (with his consent)

Meleshchenya Aleksey Victorovich – General Director of the Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food", PhD of Economical Sciences, Associate Professor

Margunova Alena Mikhailauna – Deputy General Director for Standardization and Quality of Food Products of the Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food", PhD of Technical Sciences, Associate Professor

Petyushev Nikolay Nikolaevich – Head of the Department of Technologies for Production of Root and Tuber Crops and New Technique of the Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food", PhD of Technical Sciences

Roslyakov Yuriy Fedorovich – Head of the Department of Technology of Bakery, Pasta and Confectionery Production of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Technological University", Doctor of Technical Sciences, Professor (with his consent)

Savenkova Tatsiana Valentinovna – Director of the Research Institute of Quality, Safety and Technologies of Specialized Food Products of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian University of Economics. G.V. Plekhanov”, Doctor of Technical Sciences, Professor (with her consent)

Sharshunov Vyacheslav Alekseevich – Professor of the Department of Machines and Apparatus for Food Production of the Educational Institution "Belarusian State University of Food and Chemical Technologies", Honored Scientist of the Republic of Belarus, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Technical Sciences, Professor (with his consent)

Mironova Natalya Pavlovna – executive editor, head of the postgraduate course of the department of scientific and technical information of the republican unitary enterprise "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food"

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. 14
№3(53)
2021

**PEER-REVIEWED SCIENTIFIC
AND TECHNICAL JOURNAL**

FOOD INDUSTRY: SCIENCE AND TECHNOLOGIES

The Journal was founded in 2008

Issued four times a year

Address of the Editorial Office:

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

Printed at UE "IVC Minfina"

It is sent of the press 14.06.2021

Format 60x84/8. Offset paper.

NewtonC type. Offset printing.

Printed pages 1,16.

Publisher's signatures 12,80.

Circulation 100 copies. Order 359.

LP № 02330/89 of 3 March 2014

17, Kalvaryiskaya str., Minsk 220004

Founder

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

Registered in Ministry of Information of the
Republic of Belarus

(Registration Certificate № 530 of July 2009)

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

Subscription indexes

For individuals 01241

For legal entities 012412

СОДЕРЖАНИЕ

Зенон Валентинович Ловкис: ученый, преподаватель, руководитель (к 75-летию со дня рождения)	6
Герасенко А. В. Инвестиционные и инновационные стратегии хозяйствующих субъектов концерна «Белгоспищепром» на 2021–2027 годы	9
Моргунова Е. М., Шугаева Т. В., Гершончик К. Н. Технологические аспекты разработки кондитерских изделий с использованием полиолов	19
Зубковская О. Л., Юденко О. Н., Рабчонок Н. Р., Кулагова Е. П. Влияние дрожжей на формирование сортовых особенностей яблочных натуральных вин.....	32
Кулагова Е. П., Пушкарь А. А., Юденко О. Н., Зубковская О.Л. Совершенствование биосинтеза этилового спирта при сбраживании яблочного суслу, полученного на базе инновационных решений по переработке вторичных сырьевых ресурсов.....	41
Никулина О. К., Колоскова О. В., Яковлева М. Р., Дымар О. В. Применение электродиализа для очистки диффузионного сока в сахарном производстве	51
Калтович И. В. Рациональные дозировки использования эмульсий из коллагенсодержащего сырья в составе мясных изделий с различной степенью измельчения мясного сырья.....	62
Лилишенцева А. Н., Боровая К. В. Фальсификация цитрусовых соков	71
Моргунова Е. М., Павловская Л. М., Сафронова Д. А., Дробилина Т. И. Влияние уплотнителей на сохранение структуры фруктов и овощей консервированной продукции	79
Колосовская Л. С., Севастей Л. И., Пашук С. В., Бируля И. С. Специализированные хлебобулочные изделия для коррекции нутриентного дисбаланса у детей школьного возраста	89
Григель А. И. Особенности технологии производства низкобелковых продуктов питания	98

CONTENTS

Zenon Valentinovich Lovkis: Scientist, Professor, Director (on the 75th Anniversary of his birth).....	6
Gerasenko A. V. Investment and innovation strategies of business entities of the «Belgospisheprom» concern for 2021-2027	9
Marhunova A. M., Shugaeva T. V., Gershonchik K. N. Technological aspects of development confectionery products' with polyols	19
Zubkouskaya O. L., Yudzenka O. N., Rabchonak N. R., Kulagova E. P. The influence of yeast on the formation of varietal characteristics of apple natural wines	32
Kulagova E. P., Pushkar A. A., Yudenko O. N., Zubkouskaya O. L. Improvement of ethyl alcohol biosynthesis when fermenting apple wort, obtained on the basis of innovative solutions for processing secondary raw materials	41
Nikulina O. K., Koloskova O. V., Yakovleva M. R., Dymar O. V. Application of electrodialysis for purification of diffusion juice in sugar production	51
Kaltovich I. V. Rational dosages for use of emulsions from collagen-containing raw materials in meat products with different degree of meat raw material grinding	62
Lilishentseva A. N., Borovaya K. V. Falsification of citrus juices.....	71
Morgunova E. M., Pavlovskaya L. M., Safronova D. A., Drobilina T. I. The influence of seals on the preservation of the structure of fruits and vegetables of canned products.....	79
Kolosovskaya L. S., Sevastey L. I., Pashuk S. V., Birulya I. S. Specialized bakery products for correction of nutrient imbalance in school-age children	89
Grigel A. I. Features of the production technology low-protein foods.....	98

**ЗЕНОН ВАЛЕНТИНОВИЧ ЛОВКИС:
УЧЕНЫЙ, ПРЕПОДАВАТЕЛЬ, РУКОВОДИТЕЛЬ
(К 75-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)**



5 октября отмечает свой юбилей Зенон Валентинович Ловкис — известный ученый в области теории гидравлики и гидропривода, техники и технологий процессов возделывания, уборки и переработки сырья в системе агропромышленного комплекса, а также контроля качества и безопасности пищевых продуктов, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, заслуженный деятель науки Беларуси.

З.В. Ловкис родился в 1946 г. в деревне Можейки Поставского района Витебской области. В 1961 г. окончил Яревскую восьмилетнюю школу и поступил учиться в Городокский техникум механизации и электрификации сельского хозяйства. После окончания техникума был направлен по распределению в колхоз им. Мичурина Поставского района, где проработал до августа 1966 г. в должности инженера-механика хозяйства

В 1966 г. З.В. Ловкис поступил в Московский институт инженеров сельскохозяйственного производства им. В.П. Горячкина. Здесь молодой учёный начал заниматься научно-исследовательской деятельностью, активно участвовал в общественной жизни института, занимаясь комсомольской и партийной работой. Окончив институт в 1971 г., З.В. Ловкис по рекомендации совета факультета был направлен для продолжения учебы в аспирантуру. Будучи аспирантом кафедры «Гидравлика и гидравлические машины» он с интересом занимался научными исследованиями, общественно-организационной и педагогической работой. В 1975 г. защитив кандидатскую диссертацию, посвященную изучению гидравлических систем регулирования, получил ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.20.01.

В 1974–1982 гг. Зенон Валентинович работал в Московском институте инженеров сельскохозяйственного производства им. В.П. Горячкина ассистентом, старшим преподавателем, доцентом. Продолжая заниматься наукой в области гидравлических приводов, он начал работу по созданию лаборатории, руководил исследованиями молодых аспирантов. За годы, проведенные здесь, в школе великих ученых В.П. Горячкина, В.А. Желиговского, В.Н. Болтинского, им была выстроена своя основа научных и образовательных принципов, создана серьезная теоретическая база, столь необходимая каждому исследователю.

Переехав в 1982 г. в Минск, З.В. Ловкис продолжил работу в Белорусском институте механизации сельского хозяйства, впоследствии переименованном в Белорусский аграрный технический университет, где на протяжении 16 лет занимал разные должности: доцента, заведующего кафедрами теории механики и механизмов и гидравлики и гидравлических машин. За время работы в университете Зенон Валентинович организовал отраслевую научно-исследовательскую лабораторию «Гидроприводы сельскохозяйственной техники».

На основе научных исследований технологий и процессов взаимодействия активных рабочих органов с сельскохозяйственными средами, проводимых под его руководством, были разработаны новые машины и механизмы с гидроприводом активных рабочих органов. Среди них картофелеу-

борочные комбайны КПК-2–01, КПК-3, внедренные в серийное производство в 1987 г.; серия машин для обработки почв, приспособления для интенсификации рыхления клубненосного пласта, локального внесения удобрения, сепараторов и др. За разработку и освоение серийного производства картофелеуборочных комбайнов КПК-3 (КПК-2–01) З.В. Ловкис в числе других авторов был удостоен специальной премии Совета Министров СССР за высокоэффективную разработку.

В 1990 г. по инициативе и под руководством З.В. Ловкиса была создана кафедра гидравлики и гидравлических машин, разработана вся учебная документация, рабочие программы, учебные пособия, подготовлена лабораторная база.

В этом же году З.В. Ловкис защитил докторскую диссертацию по проблеме интенсификации процессов взаимодействия регулируемых рабочих органов с сельскохозяйственной средой, в том же году ему было присвоено ученое звание профессора.

В 1997 г. З.В. Ловкис, имеющий большой опыт научно-педагогической и организационной работы, был переведен для дальнейшей работы в Министерство сельского хозяйства и продовольствия на должность начальника Главного управления образования и кадров. Курируя работу 4 аграрных вузов, 30 техникумов и колледжей, Института управления АПК, Центрального и областных учебных центров, он внес существенный вклад в совершенствование системы аграрного образования и подготовки кадров в Республике Беларусь. В этот период институты открывали новые специальности и становились университетами, совхозы-техникумы — колледжами, совершенствовалась учебная база, организовывались опытные производства, мини-фермы.

В 2000 г. З.В. Ловкис был приглашен на работу во вновь созданный концерн «Белгоспищепром». Являясь начальником Главного управления науки, образования, кадров и сертификации продукции концерна «Белгоспищепром», он за короткий период времени организовал открытие ряда специализаций, ранее отсутствующих в вузах Республики Беларусь, а также подготовку кадров для белорусских предприятий в Москве.

В 2001 г. он назначается генеральным директором РУП «Белорусский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт пищевых продуктов». Перед З.В. Ловкисом стояла сложная задача по созданию НИИ, который бы являлся научной и практической базой для развития пищевой промышленности республики. Инициативный, трудолюбивый и целеустремленный, он активно включился в новую для себя сферу деятельности, начав создавать институт с обустройства выделенного здания и помещений, с оснащения исследовательских лабораторий современными приборами и оборудованием, внедрения новых исследовательских технологий и подготовки научных кадров.

В 2006 г. Зенон Валентинович возглавил РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию», созданный во исполнение Указа Президента Республики Беларусь от 18 апреля 2006 г. №242 о создании научно-практических центров. Во многом благодаря личным и профессиональным качествам З.В. Ловкиса Центр за короткое время стал ведущим научно-исследовательским учреждением пищевой индустрии республики. Был сформирован коллектив специалистов, способный успешно решать поставленные задачи. Для кадрового обеспечения и укрепления научного потенциала организации открыта аспирантура по пяти специальностям, а также создан совет по защите диссертаций. Рост показателей предприятия сопровождался развитием материально-технической базы, внедрением компьютерных технологий.

Под руководством З.В. Ловкиса на базе Центра создана система достижения качества продуктов питания Республики Беларусь, в структуру которой вошли Республиканский контрольно-испытательный комплекс по качеству и безопасности продуктов питания, Национальный технический комитет «Продовольственное сырье и продукты его переработки» (ТК ВУ16), орган по сертификации продукции и Центральные дегустационные комиссии.

Под его научным руководством подготовлен и успешно выполнен ряд прикладных и фундаментальных научных проектов международных и государственных научно-исследовательских программ «Агропромкомплекс — возрождение и развитие села», «Агропромкомплекс — эффективность и качество», государственной программы импортозамещения, Президентской программы «Дети Беларуси», «Продовольственная безопасность»; «Рациональное питание», «Инновационные технологии в АПК», Научно-технические программы «Инновационные биотехнологии», «Пищевые технологии», «Детское питание. Качество и безопасность», научно-технических программ Союзного государства «Отходы» и «Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура», 7-ой рамочной программы Евросоюза, ряда отраслевых и региональных программ и т.д.

При непосредственном участии З.В. Ловкиса разработаны оригинальные технологии комплексной переработки растительного сырья, созданы новые виды техники и оборудования: гамма моечных машин, резательные машины, формовочные машины, насосная установка для высокотемпературных сред. На предприятиях республики внедрены технологии получения модифицированных крахмалов, спирта, продуктов питания и напитков функционального назначения, натуральных вин, новых продуктов из отходов производства ликероводочной, картофельной продукции, плодов и ово-

шей. Он инициировал и организовал ряд проектов и заданий, направленных на обеспечение полноценного и функционального питания для детей, беременных женщин, пожилых людей, профилактики заболеваний.

Особое внимание на протяжении всей своей научно-педагогической деятельности профессор Ловкис уделяет подготовке научных кадров. Ученики Зенона Валентиновича трудятся по всей Беларуси и за рубежом. Под его научным руководством защищено 2 докторские и 30 кандидатских диссертаций. Входил в состав совета по защите диссертаций в Белорусском государственном аграрном университете, а также в состав экспертного совета Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь. С 2007 г. является председателем Совета по защите диссертаций К 01.55.01, с 2008 г. — главным редактором рецензируемого научно-технического журнала «Пищевая промышленность: наука и технологии».

Зенон Валентинович является автором более 700 научных трудов, среди которых 50 книг и учебных пособий, более 130 патентов на изобретения.

Научная и организационно-управленческая деятельность Зенона Валентиновича отмечена многочисленными благодарностями и Почетными грамотами ряда министерств и ведомств. В 2006 г. за успешное выполнение заданий по развитию народного хозяйства награжден медалью «За трудовые заслуги». В 2013 г. за многолетнюю научно-исследовательскую деятельность, разработку и внедрение результатов научных исследований в производство Указом Президента Республики Беларусь Ловкису З.В. присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Республики Беларусь».

В 2015 г. и 2020 г. в составе коллективов авторов присуждена Премия Национальной академии наук Беларуси за цикл работ «Модифицированные крахмалы для народного хозяйства» (2015 г.) и цикл работ «Комплексная система достижения качества и безопасности пищевой продукции» (2020 г.). В 2019 году награжден орденом Почета.

Зенону Валентиновичу присущи лучшие человеческие качества: высокая работоспособность и компетентность руководителя, организованность и самодисциплина, внимание и уважение к людям. Большое внимание он уделяет повышению профессионального уровня, основательно изучает и вводит в практику лучший зарубежный и отечественный опыт работы по научному обеспечению развития пищевой промышленности.

Сегодня рядом с ним растет новое поколение представителей науки. Ученики и коллеги Зенона Валентиновича поддерживают высокий авторитет своего учителя и созданной им школы.

Поздравляем Зенона Валентиновича с юбилеем, желаем ему крепкого здоровья, долгих лет жизни, благополучия, новых творческих свершений на благо белорусской науки и в подготовке научной молодой смены!

П.П. КАЗАКЕВИЧ, *Заместитель Председателя Президиума Национальной академии наук Беларуси, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор технических наук, профессор*

В.В. АЗАРЕНКО, *академик-секретарь Отделения аграрных наук Национальной академии наук Беларуси, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор технических наук, доцент*

А.В. МЕЛЕЩЕНЯ, *генеральный директор РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», кандидат экономических наук, доцент*

УДК 338. 439:332.146
[https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-3\(53\)-9-18](https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-3(53)-9-18)

Поступила в редакцию 15.07.2021
Received 15.07.2021

А. В. Герасенко

*Белорусский государственный концерн пищевой промышленности «Белгоспищепром»,
г. Минск, Республика Беларусь*

ИНВЕСТИЦИОННЫЕ И ИННОВАЦИОННЫЕ СТРАТЕГИИ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ КОНЦЕРНА «БЕЛГОСПИЩЕПРОМ» НА 2021-2027 ГОДЫ

Аннотация. В статье рассмотрены направления инвестиционно-инновационного развития одной из крупнейших холдинговых структур Республики Беларусь — Белорусского государственного концерна «Белгоспищепром» — на период до 2027 года. Внутренний рынок пищевой продукции Беларуси характеризуется высоким уровнем присутствия мировых транснациональных корпораций. Для сохранения устойчивых позиций на рынке концерн проводит постоянную и целенаправленную работу по модернизации действующих производств, строительству новых заводов, внедрению новых современных технологий в области производства пищевой продукции, в том числе разработанных специалистами РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». В этой связи возрастает роль эффективной инвестиционной политики, которая предопределяет инвестиционные и инновационные стратегии организаций, входящих в состав концерна «Белгоспищепром».

Ключевые слова: стратегия, инвестиции, инновации, транснациональные корпорации, технологические уклады.

A. V. Gerasenko

Belarusian State Food Industry Concern “Belgospishcheprom”, Minsk, Republic of Belarus

INVESTMENT AND INNOVATION STRATEGIES OF BUSINESS ENTITIES OF THE «BELGOSPISCHEPROM» CONCERN FOR 2021-2027

Annotation. The article is devoted to the directions of investment and innovative development of one of the largest holding structures of the Republic of Belarus - the Belarusian State Concern «Belgospishcheprom» for the period up to 2027. The domestic food market in Belarus is characterized by a high level of presence of world transnational corporations, so the concern has to carry out constant and purposeful work to carry out in-depth modernization of existing production facilities, build new factories based on the introduction of the best technologies in the field of food production. In this regard, the role of an effective investment policy is increasing, which predetermines the investment and innovation strategies of the organizations that are part of the Belgospishcheprom concern.

Key words: strategy, investment, innovation, transnational corporations, technological structures.

Введение. Концерн «Белгоспищепром» как сложная интегрированная структура, включающая организации алкогольной, кондитерской, сахарной, масложировой, консервно-овощесушильной, пивоваренной и табачной отраслей, функционирует в условиях острой конкуренцию с крупнейшими мировыми транснациональными корпорациями.

Среди основных конкурентов в кондитерской отрасли выступают «Roshen», холдинг «Объединенные кондитеры», ТНК (Mondelez, Nestle); в пивоваренной отрасли — ОАО «Пивоваренная компания Аливария» (Carlsberg), ОАО «Лидское пиво» (Olvi), ЗАО «Бобруйский бровар» (Группа компаний Oasis); в табачной — «Джапан Табакко Интернэшнл», «Бритиш Американ Табакко» и «Филип Моррис Интернэшнл»; в масложировой — «Эфко»; в детском питании — «Nestle» и др.

Однако и в условиях высокой конкуренции на рынке Республики Беларусь с представителями мировых транснациональных корпораций, выпускающими продовольственные товары, продукция организаций концерна «Белгоспищепром» занимает существенный сегмент отечественного рынка и активно поставляется на экспорт.

Эффективная работа организаций концерна сложилась благодаря продуманной инвестиционной политике концерна «Белгоспищепром», как направляющей силы инвестиционных и инновационных стратегий хозяйствующих субъектов.

Цель исследования — выявить важнейшие направления инвестиционных и инновационных стратегий организаций, входящих в состав концерна, на 2021–2027 годы, а также определить системные факторы, влияющие на эффективность инвестиционной политики концерна.

Результаты и их обсуждение. Изучением сущности инвестиционной политики занимались такие авторы, как В. А. Богомолов [1, с. 96–97], Н. Н. Кудимов [2, с. 22], В. Я. Горфинкель и Б. Н. Чернышева [3, с. 444], Е. Э. Головчанская и Н. А. Водопьянова [4, с. 20], Н. В. Киселева, Т. В. Боровикова, Г. В. Захарова [5, с. 404] и ряд других.

Более широко в литературе представлены определения понятия инновационная политика, исследование которой проводили А. В. Барышева [6, с. 115], В. Г. Медынский [7, с. 38], Е. Е. Вершигора и А. В. Неверов [8, с. 466], В. С. Балабанов, М. Н. Дудин, Н. В. [Лясникова 9, с. 85] и др.

Обобщение полученных результатов позволяет рассматривать инвестиционную политику как совокупность нормативно-правовых актов, приоритетов инвестиционных вложений, организационно-экономических механизмов отбора, финансирования и контроля за реализацией инвестиционных проектов в рамках принятой стратегии инвестиционно-инновационного развития, а также факторов внутренней среды хозяйствующих субъектов и внешнего воздействия.

Концерн «Белгоспищепром» осуществляет общее курирование организаций, входящих в его состав, по виду экономической деятельности относящихся к секции СА «Производство продуктов питания, напитков и табачных изделий» (подсекция «Производство пищевых продуктов, напитков и табачных изделий», группы «Переработка и консервирование фруктов и овощей», «Производство напитков», «Производство табачных изделий»; подклассы: производство рафинированных масел и жиров, производство маргарина, производство крахмалов и крахмалопродуктов, производство сахара, производство какао, шоколада и сахаристых кондитерских изделий, производство чая и кофе, производство пряностей и приправ, производство дрожжей, производство детского питания и диетических пищевых продуктов, включая фруктовые и овощные). В состав концерна входит 42 организации [10].

Эффективность деятельности Белорусского государственного концерна пищевой промышленности «Белгоспищепром», обеспечение высоких темпов его развития, повышение конкурентоспособности и выполнение социальной миссии во многом определяются проводимой инвестиционной политикой и напрямую зависят от эффективности использования инвестиционных ресурсов.

На протяжении последних 6 лет, с 2015 по 2020 год, как по концерну «Белгоспищепром», так и по секции «Производство продуктов питания, напитков и табачных изделий» в целом, наблюдалась цикличная динамика освоения инвестиций в основной капитал (рис. 1).

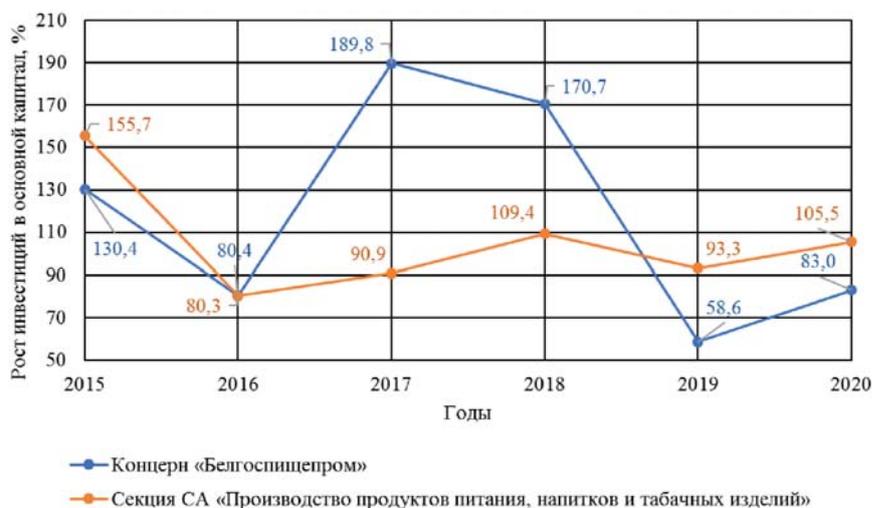


Рис. 1. Темпы роста инвестиций в основной капитал по секции СА и по концерну «Белгоспищепром» за 2015–2020 годы

Fig. 1. Growth rate of investments in fixed assets by SA subsection and by Belgospishcheprom concern for 2015-2020 years

Примечание: составлено автором на основании данных управления научно-технического развития, капитального строительства и инвестиций и [11–16].

По концерну наблюдался рост объема инвестиций в 2015, 2017 и 2018 годах, отрицательная в 2016, 2018 и 2019 годах. По республике в целом (по секции «Производство продуктов питания, напитков и табачных изделий») в 2015, 2018 и в 2020 годах наблюдался рост инвестирования, а в 2016, 2017, и 2019 годах уменьшение объемов инвестирования.

Всего по республике за 2015–2020 годы было направлено в инвестиции по секции «Производство продуктов питания, напитков и табачных изделий» 6011,4 млн рублей, по концерну — 982,8 млн рублей, что составляет 16,3 % от общего объема инвестиций секции СА.

Анализ рис. 1 свидетельствует о более плавной динамике освоения инвестиций по секции СА в целом, чем по концерну «Белгоспищепром», однако суммарный темп роста за 6 лет по концерну выше, 165,2 процента к 122,4 процента республики.



Рис. 2. Диаграмма освоения инвестиций по концерну «Белгоспищепром» и по секции СА за 2015-2020 годы, млн руб.

Fig. 2. Diagram of investment development for the Belgospisheprom concern and for the SA subsection by years for 2015-2020, million rubles

Примечание: составлено автором на основании данных управления научно-технического развития, капитального строительства и инвестиций и [11–16]

Если проанализировать вклад инвестиций концерна в пищевую отрасль, то наибольшим он был в 2017 и 2018 годах и составлял 31,0 процент и 28,5 процента соответственно. Учитывая значительное снижение инвестиционной активности концерна в 2019 и 2020 годах, удельный вес инвестиций концерна в 2020 году составил лишь 9,8 % в общереспубликанском объеме инвестирования в пищевой промышленности, что является негативным моментом работы отраслей концерна, поскольку республика в 2020 году показала рост на уровне 105,5 процента.

Освоение инвестиций в основной капитал обусловлено ежегодным проведением организациями концерна углубленной модернизации, а отдельные организации концерна являются флагманами отраслей республики, крупнейшими и единственными в своем роде. С другой стороны, в условиях отсутствия ежегодного доводимого Правительством Республики Беларусь концерну «Белгоспищепром» планового задания по освоению инвестиций в основной капитал (с 2013 года), вложение инвестиций стало не самоцелью, а предметной и целенаправленной работой в рамках проводимой концерном инвестиционной политики.

Что касается видения концерном своих ближайших перспектив инвестиционного и инновационного развития, разработанных при участии РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», то важнейшими направлениями совершенствования инвестиционной политики в 2021-2027 годах в разрезе важнейших отраслей будут являться следующие:

1. В кондитерской и масложировой отраслях перспективным является создание продукции:

- ♦ позиционируемой как пищевая продукция «здорового питания»: с использованием натуральных компонентов и исключением (минимизацией) искусственных ингредиентов; с пониженным содержанием жира, с пониженным содержанием сахара (или без сахара), с пониженной

энергетической ценностью; обогащенная витаминами, минералами, экстрактами; с добавлением биологически активных и иных полезных компонентов, обладающих функциональными свойствами);

- ♦ для целевых групп населения: в зависимости от физиологических особенностей и функционального состояния организма, возраста, физической активности, образа жизни, региона проживания и других особенностей (продукция «для перекуса на ходу», для сухого пайка военнослужащих, для детей, беременных женщин, пожилых людей, вегетарианцев, для спортивного питания, диабетического питания, для людей, страдающих непереносимостью лактозы, глютена и т.д.); майонезная продукция на растительном сырье для вегетарианцев, для детей школьного возраста и др.

В данном направлении могут разрабатываться изделия как с повышенным содержанием макро- и микронутриентов (белка, витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон и пребиотиков, полиненасыщенных жирных кислот, витаминоподобных веществ и т.д.), так и со сниженным содержанием отдельных пищевых веществ (белка и (или) определенных аминокислот, жира, глютена, соли, легкоусвояемых углеводов) и калорий;

- ♦ продукции, представляющей собой соединение смежных категорий кондитерских изделий («конфета-печенье», «вафля-карамель», «зефир-печенье-конфета» и др.).

2. К перспективным направлениям развития масложировой отрасли следует отнести:

- ♦ совершенствование технологии переработки растительных масел и жиров на основании изучения влияния технологических режимов на образование опасных контаминантов – 3-мсрд (3-монохлорпропан-1,2-диол) и глицидиловых эфиров жирных кислот, а также организацию контроля содержания указанных контаминантов в растительных маслах и жирах в процессе их производства и обращения на рынке республики;

- ♦ совершенствование и внедрение инновационных технологий модификации масел и жиров с использованием современных методов гидрогенизации, фракционирования и переэтерификации, что позволит получить масложировую продукцию с требуемой функциональностью;

- ♦ использование биотехнологических и физических методов воздействия на сырье с целью повышения выхода масла и его качества с сохранением исходных физиологически активных компонентов.

3. В производстве пищевого концентрата можно выделить следующие направления инновационного развития:

- ♦ создание ассортимента специализированных концентратных продуктов для целевых групп населения (для сухого пайка военнослужащих и др.) и продуктов для «здорового» питания, в т.ч. обогащенных микронутриентами, на основе натурального растительного сырья с высокой пищевой ценностью (особое внимание при разработке такого рода продукции будет уделено формированию определенных качественных характеристик, в частности в диабетическом, диетическом лечебном и профилактическом питании);

- ♦ разработка технологии производства сушеных продуктов питания и полуфабрикатов на базе микроволновой вакуумной сушки с целью получения продуктов более высокого качества;

- ♦ создание производства первых и вторых обеденных блюд быстрого приготовления с использованием отечественного зернового сырья, прошедшего специальную термическую обработку по прогрессивным технологиям;

- ♦ усовершенствование применяемых технологий подготовки исходных сырьевых компонентов (мойка, чистка, сушка, дозирование, смешивание) с целью снижения потерь, сохранения исходных свойств сырья, увеличения срока годности готовых продуктов.

4. К перспективным направлениям инновационного развития организаций, осуществляющих производство алкогольной продукции, можно отнести следующие:

- ♦ разработка и внедрение прогрессивных технологий глубокой переработки и утилизации послеспиртовой барды (с получением высокопротеиновых кормовых смесей, биогаза и др.), направленных на ресурсосбережение и экологизацию производства;

- ♦ внедрение новых и совершенствование применяемых технологий, в т.ч. с использованием элементов VI технологического уклада (нанотехнологии и др.);

- ♦ выпуск инновационной продукции с улучшенными потребительскими характеристиками за счёт использования технологических процессов (режимов), ранее не применяемых при ее производстве, использования сырья, ранее не применяемого в организации, применения новых видов упаковки, улучшающих потребительские свойства продукции и др. (спиртные напитки из отечественного зернового сырья с выдержкой в дубовой таре (типа виски) и др.).

5. Основными направлениями в развитии инноваций в производстве пивоваренной продукции являются:

- ♦ развитие производства безалкогольного пива;
- ♦ развитие производства натуральных слабоалкогольных напитков брожения;
- ♦ дальнейшее расширение производства крафтового пива.

6. Инновационное развитие организаций, осуществляющих производство консервированной продукции, будет реализовано в следующих направлениях:

- ♦ развитие узкоспециализированных наименований продукции, направленных на решение различных проблем со здоровьем, а также обогащенных витаминами и микроэлементами;
- ♦ совершенствование технологических приемов производства, направленное на улучшение качества выпускаемых продуктов за счет применения щадящих методов обработки с максимальным сохранением пищевой ценности сырья (соки прямого отжима с минимальной термической обработкой, ферментированные плоды и овощи без добавления консервантов, замороженные овощные смеси, подготовленные овощи-полуфабрикаты, в т.ч. в вакуумной упаковке, консервы без добавления сахара и др.);
- ♦ производство натуральной и органической продукции.

7. К перспективным направлениям научно-технического и инновационного развития картофелеперерабатывающей отрасли следует отнести:

- ♦ разработку новых и усовершенствование применяемых технологий производства картофельных полуфабрикатов высокой степени готовности (для системы общественного питания и для использования в домашнем хозяйстве) с целью сокращения трудозатрат, экономии сырья и повышения качества готового продукта;
- ♦ разработку и внедрение в производство диетических пюре на основе картофеля и других корнеклубнеплодов с пониженным гликемическим индексом (продукты персонализированного питания для диабетиков и людей, склонных к ожирению);
- ♦ расширение производства быстрозамороженного натурального картофеля (гарнирный картофель типа «фри») и организацию производства новых видов замороженных полуфабрикатов из картофеля: французского картофеля (в виде шариков), формованных быстрозамороженных продуктов (драники, бабки, клецки).

8. К числу приоритетных направлений инновационного развития крахмальной отрасли можно отнести разработку технологий и организацию производства модифицированных крахмалов с повышенной степенью молекулярной гидролиза для различных отраслей промышленности.

В качестве факторов, способствующих развитию отрасли пищевой промышленности на 2021–2027 годы (сильные стороны и возможности), можно отметить следующие:

- ♦ проведенная модернизация обеспечивает необходимый технический и технологический уровень организаций курируемых отраслей, входящих в состав концерна;
- ♦ производимые товары являются конкурентоспособными по качеству на внутреннем и внешних рынках;
- ♦ потенциал развития курируемых видов деятельности (отраслей) и созданные производственные мощности позволяют удовлетворить потребность внутреннего рынка в основных продуктах питания и увеличить их экспортные поставки;
- ♦ по отдельным отраслям и видам продукции имеются возможности их развития за счет импортозамещения, так как велика зависимость внутреннего рынка от импорта;
- ♦ проводится работа по диверсификации экспорта, созданы собственные субъекты товаропроводящей сети за рубежом для продвижения продукции на экспорт;
- ♦ кадровый потенциал и уровень заработной платы позволяет повышать производительность труда за счет интенсификации, совершенствования систем мотивации.

В это же время имеется ряд системных факторов, сдерживающих развитие вида деятельности (слабые стороны и угрозы):

- ♦ производимые товары по конкурентоспособности на внутреннем и внешних рынках проигрывают конкурентам по ценовому фактору, ввиду более высокой себестоимости (стоимости сырья и энергоносителей);
- ♦ финансирование проведенной модернизации преимущественно за счет заемных средств, а также привлечение кредитных ресурсов для финансирования текущих потребностей привело к значительной закредитованности организаций. За 2020 год организациями концерна уплачено начисленных процентов по кредитам и займам в сумме 103 млн рублей, что составляет 17 % прибыли, полученной от реализации. Среднемесячное погашение процентов составляет 8,6 млн рублей. На погашение основного долга по кредитам и процентам за 2015–2020 гг. направлено 1861,9 млн рублей;
- ♦ отрицательное влияние на конечный финансовый результат оказывают курсовые разницы от переоценки валютных обязательств и активов, списанное сальдо по которым за 2020 год составляет «минус» 68,9 млн рублей;

♦ просроченная дебиторская задолженность организаций торговли за отгруженную продукцию на 1 февраля 2021 г. перед организациями концерна составила 56,6 млн рублей.

Концерном «Белгоспищепром» разработана отраслевая программа развития пищевой промышленности на 2021–2025 годы с учетом приоритетных направлений инвестиционной политики и в соответствии с принципами, направлениями отраслевой политики и механизмами ее реализации, определенными Концепцией государственной отраслевой политики, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 20 октября 2018 г. № 752 «О государственной отраслевой политике» [17].

Цель Программы — обеспечение гарантированного и устойчивого снабжения населения страны безопасным и качественным продовольствием.

Гарантией ее достижения является стабильность внутренних источников продовольственных и сырьевых ресурсов, а также наличие необходимых резервных фондов.

Задачи Программы следующие:

♦ повышение эффективности работы пищевой промышленности путем освоения новых востребованных рынком продуктов на основе увеличения загрузки производственных мощностей преимущественно отечественным сырьем;

♦ создание устойчивых сырьевых зон, в том числе для обеспечения нужд государственного заказа;

♦ повышение конкурентоспособности выпускаемой продукции путем создания новых ее видов, инновационной и импортозамещающей продукции, улучшения качества и снижения затрат;

♦ рост производительности труда как основа повышения конкурентоспособности пищевой промышленности и достойного уровня заработной платы работников путем повышения отдачи от вкладываемых инвестиций и внедрения инноваций;

♦ переход к международным и европейским стандартам;

♦ наращивание эффективного экспорта продовольствия как драйвера экономического роста;

♦ освобождение от непрофильных активов.

Реализация задач Программы обеспечивается за счет комплекса мероприятий по инвестиционно-инновационному развитию, которое будет реализовано в следующих направлениях:

♦ разработка технологий и организация производства пищевых продуктов с заданными свойствами;

♦ создание и внедрение в производство технологий изготовления продуктов питания, ориентированных на определенные группы населения;

♦ внедрение ресурсосберегающих технологий и создание производств безотходного и ресурсосберегающего типа;

♦ внедрение новых и совершенствование применяемых технологий, в т.ч. с использованием элементов V и VI технологических укладов.

Перечень важнейших инвестиционных проектов, запланированных к реализации в 2021–2027 годах, приведен в табл. 1.

Таблица 1. Перечень перспективных и значимых для развития отрасли инвестиционных проектов, в сахарной отрасли планируемых к реализации в 2021-2027 годах

Table 1. List of promising and significant for the development of the industry investment projects in the sugar industry planned for implementation in 2021-2027

№ п/п	Наименование проекта	Срок реализации, годы	Объем инвестиций, млн рублей
Сахарная отрасль			
1	Строительство жомосушки с использованием низкопотенциальной тепловой энергии на ОАО «Слуцкий сахарорафинадный комбинат»	2019-2024	41,2
2	Установка линии по формированию бумажных пакетов вместимостью 1 кг на ОАО «Городейский сахарный комбинат»	2022	3,3
3	Установка вертикального кристаллизатора утфеля на ОАО «Городейский сахарный комбинат»	2022	5,4
4	Установка центрифуги на ОАО «Городейский сахарный комбинат»	2022	1,4
5	Очистка существующих карт полей фильтрации для охлаждения конденсата с прокладкой 2 трасс трубопроводов на ОАО «Городейский сахарный комбинат»	2022	0,7
6	Внедрение схемы вывода сиропа на хранение с последующей переработкой на ОАО «Городейский сахарный комбинат»	2023	20,0

Продолжение табл. 1

№ п/п	Наименование проекта	Срок реализации, годы	Объем инвестиций, млн рублей
Кондитерская отрасль			
7	Приобретение линии по производству кондитерских изделий методом отливки на СОАО «Коммунарка»	2022-2023	8,2
8	Замена существующей линии по производству конфет типа «Трюфель» на современный комплекс оборудования с полным циклом автоматизации с заменой парка заверточных автоматов на СП ОАО «Спартак»	2022-2023	2,1
9	Замена существующей линии по производству конфет типа «Грильяж» на современный комплекс оборудования с полным циклом автоматизации с заменой парка заверточных автоматов на СП ОАО «Спартак»	2022-2023	3,1
10	Замена существующей линии по изготовлению пралиновых конфет из двух пралиновых масс или одной пралиновой массы с карамелью с заменой парка заверточных автоматов на СП ОАО «Спартак»	2022-2024	21,1
11	Организация инновационного производства кондитерских изделий с установкой линии на ПТУП «Красный пищевик — Славгород»	2017-2023	35,0
12	Приобретение поточно-механизированной линии для производства вафли на ОАО «Кондитерская фабрика «Слодыч»	2023-2024	4,3
13	Приобретение поточно-механизированной линии по производству сухих завтраков на ОАО «Кондитерская фабрика «Слодыч»	2024-2025	4,2
Пивоваренная отрасль			
14	Расширение отделения карамельных и цветных солодов 2 этапа на ОАО «Белсолод»	2024-2025	5,3
15	Проект «Специальные солода»: создание цеха производства ржаного, пшеничного солодов 6 тыс. в год на ОАО «Белсолод»	2024-2025	15,9
16	Строительство блочно-модульной водогрейной котельной на отходах производства солода на ОАО «Белсолод»	2021-2023	6,7
Алкогольная отрасль			
17	Реконструкция спиртового производства в филиале «Ивацевичский спиртзавод» открытого акционерного общества «Брестский ликеро-водочный завод «Белалко» с увеличением мощностей по производству и внедрением технологии по переработке послеспиртовой барды по схеме строительства объекта «под ключ»	2019-2024	42,1
18	Реконструкция филиала «КПП «Полесье» ОАО «Гомельский ликеро-водочный завод «РАДАМИР» с внедрением комплексной технологии переработки послеспиртовой барды в сухие кормовые продукты и увеличением производственных мощностей	2021-2027	65,0
19	Реконструкция спиртового производства и очистных сооружений ОСП «Уречский спиртзавод» ОАО «МИНСК КРИСТАЛЛ» — управляющая компания холдинга «МИНСК КРИСТАЛЛ ГРУПП» со строительством цеха по переработке послеспиртовой барды для получения сухих кормов	2024-2027	70,2
20	Приобретение оборудования для розлива и упаковки вина в упаковку Tetra Pak на ОАО «Минский завод игристых вин»	2021-2025	5,3
Отрасль детского питания			
21	Инновационный проект «Создание производства пастеризованных фруктовых консервов для детского питания по инновационной технологии с применением щадящих режимов обработки местного сырья, выращенного в том числе в собственной сырьевой зоне на ОАО «Гамма вкуса»	2020-2028	6,4
Прочие отрасли			
22	Производство табачной смеси для реализации на ОАО «Гродненская табачная фабрика «Неман»	2021-2023	2,8
23	Строительство типографии по ул. Автомобильная, 13 ОАО «Гродненская табачная фабрика «Неман»	2021-2022	71,3
24	Производство нетабачных никотиносодержащих изделий на ОАО «Гродненская табачная фабрика «Неман»	2022	11,0

Окончание табл. 1

№ п/п	Наименование проекта	Срок реализации, годы	Объем инвестиций, млн рублей
25	Приобретение высокоскоростных роторных таблетующих прессов на ОАО «Мозырьсоль»	2021-2023	9,3
26	Модернизация автоматизированной системы учета энергопоток на ОАО «Мозырьсоль»	2024-2025	3,0
27	Модернизация АСУТП цеха № 5 «Котельная» на ОАО «Мозырьсоль»	2021-2024	6,00
28	Модернизация АСУТП отделения выпаривания на ОАО «Мозырьсоль»	2022-2024	4,0
29	Визуализация технологического процесса вакуум-выпарных установок №1-3 с частичной автоматизацией на ОАО «Мозырьсоль»	2023-2024	3,0
30	Организация производства по розливу питьевой воды на территории на ОАО «Лидапищеконцентраты», включая строительство водозаборного сооружения (скважины)	2021-2022	2,4
31	Строительство картофелехранилища на ОАО «Машпищепрод»	2022-2023	4,0
ВСЕГО ПО ПРОЕКТАМ			483,7

Примечание: составлено автором на основании данных управления научно-технического развития, капитального строительства и инвестиций

Всего согласно Программе в 2021–2027 годах планируется реализовать 31 важнейший инвестиционный проект на общую сумму инвестиций 483,7 млн рублей.

Индикаторами выполнения Программы являются:

- ♦ удельный вес продовольственных товаров отечественного производства в объеме розничного товарооборота на внутреннем рынке не менее 85 % к 2025 году;
- ♦ рост объемов производства в сопоставимых ценах (ИФО) за 2021–2025 гг. — не менее 105 %;
- ♦ рост производительности труда по валовой добавленной стоимости в 2025 году к 2020 году — не менее 107,8 %, по выручке от реализации продукции — 118,6 %;
- ♦ рост экспорта продукции в 2025 году по отношению к 2020 году — 104,6 %;
- ♦ положительное сальдо внешней торговли товарами (услугами) в 2025 году — 15 млн долларов США.

Заключение. Инвестиционная политика — совокупность нормативно-правовых актов, приоритетов инвестиционных вложений, организационно-экономических механизмов отбора, финансирования и контроля за реализацией инвестиционных проектов в рамках принятой стратегии инвестиционно-инновационного развития, а также факторов внутренней среды хозяйствующих субъектов и внешнего воздействия.

Всего по республике за 2015–2020 годы было направлено в инвестиции 6011,4 млн рублей, в том числе концерном «Белгоспищепром» — 982,8 млн рублей, что составляет 16,3 процента и является значительным объемом в удельном весе ко всем перерабатывающим организациям Республики Беларусь.

Факторами, способствующими развитию отраслей, являются: проведенная модернизация обеспечивает необходимый технический и технологический уровень организаций курируемых отраслей, входящих в состав концерна; производимые товары являются конкурентоспособными по качеству на внутреннем и внешних рынках; потенциал развития курируемых видов деятельности (отраслей) и созданные производственные мощности позволяют удовлетворить потребность внутреннего рынка в основных продуктах питания и увеличить их экспортные поставки; по отдельным отраслям и видам продукции имеются возможности их развития за счет импортозамещения; проводится работа по диверсификации экспорта, созданы собственные субъекты товаропроводящей сети за рубежом для продвижения продукции на экспорт; кадровый потенциал и уровень заработной платы позволяет повышать производительность труда за счет его интенсификации, совершенствования систем мотивации.

К системным факторам, оказывающим отрицательное влияние на эффективность инвестиционной политики концерна относятся следующие: Неконкурентоспособность производимых товаров на внутреннем и внешнем рынках по ценовому фактору ввиду более высокой себестоимости (стоимости сырья и энергоносителей); значительная закредитованность организаций ввиду финансирования

модернизации преимущественно за счет заемных средств; влияние на конечный финансовый результат курсовых разниц от переоценки валютных обязательств и активов; просроченная дебиторская задолженность организаций торговли за отгруженную продукцию.

Важнейшие приоритетные направления совершенствования инвестиционной политики концерна «Белгоспищепром» определены в разработанной отраслевой программе развития пищевой промышленности на 2021-2025 годы, в том числе конкретные инвестиционные проекты.

Список использованных источников

1. *Богомолов, В. А.* Экономическая безопасность: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям экономики и управления / [В.А. Богомолов и др.]; под ред. В.А. Богомолова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2009. — 295 с.
2. *Кудимов, Н. Н.* Инвестирование реального сектора экономики: источники и государственная политика. — М., 2002. — 260 с.
3. *Горфинкель, В. Я.* Инновационный менеджмент: учебник / под ред. проф. В.Я. Горфинкеля, проф. Б.Н. Чернышевой — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Вузовский учебник, 2009. — 464 с.
4. *Головчанская, Е. Э.* Государственная инвестиционная политика в аспекте ее социально-экономической направленности: монография / Е.Э. Головчанская, Н.А. Водопьянова; Волг. гос. пед. ун-т. — Волгоград: Волг. гос. пед. ун-т; Волг. науч. изд-во, 2010. — 180 с.
5. *Инвестиционная деятельность: Учебное пособие / Н.В. Киселева, Т.В. Боровикова, Г.В. Захарова [и др.]; Под ред. Г.П. Подшиваленко и Н.В. Киселевой. — М.: КНОРУС, 2005. — 432 с.*
6. *Барышева, А. В.* Инновационный менеджмент: учебное пособие / под ред. д.э.н., проф. А. В. Барышевой. — 3-е изд. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2009. — 384 с.
7. *Медынский, В. Г.* Инновационный менеджмент: учебник / В.Г. Медынский. — М.: ИНФРА-М, 2009. — 295 с.
8. *Вершигора, Е.Е.* Менеджмент : учебное пособие / Е.Е. Вершигора, А.В. Неверов. — Минск : Амалфея, 2008. — 496 с.
9. *Балабанов, В.С.* Инновационный менеджмент : учебное пособие для студентов вузов / В. С. Балабанов, М. Н. Дудин, Н. В. Лясников. — Москва : Элит : Наука и образование, 2008. — 245 с.
10. Вопросы Белорусского государственного концерна пищевой промышленности «Белгоспищепром» [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 02.11.2000 г., №1683 // КонсультантПлюс. Россия / ЗАО «КонсультантПлюс». — М., 2020.
11. Использование инвестиций в основной капитал : статистический бюллетень : январь-декабрь 2015 г. — Мн.: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2016. — 94 с.
12. Использование инвестиций в основной капитал : статистический бюллетень : январь-декабрь 2016 г. — Мн.: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2017. — 76 с.
13. Использование инвестиций в основной капитал : статистический бюллетень : январь-декабрь 2017 г. — Мн.: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2018. — 79 с.
14. Использование инвестиций в основной капитал : статистический бюллетень : январь-декабрь 2018 г. — Мн.: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2019. — 74 с.
15. Использование инвестиций в основной капитал : статистический бюллетень : январь-декабрь 2019 г. — Мн.: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2020. — 76 с.
16. Использование инвестиций в основной капитал : статистический бюллетень : январь-декабрь 2020 г. — Мн.: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2021. — 77 с.
17. <http://www.government.by/upload/docs/fileee357c3e43699fca.PDF>

References

1. Bogomolov V.A. Economic security: textbook. manual for university students studying in the specialties of economics and management. M. : UNITI-DANA, 2009. 295 p.
2. Kudimov N.N. Investing in the real sector of the economy: sources and state policy M., 2002 . 260 p.
3. Gorfinkel V.Ya., Chernysheva B.N. Innovation management: Textbook / Ed. prof. V. Ya. Gorfinkel, prof. B.N. Chernysheva. 2nd ed., Revised. and add. M. : University textbook, 2009 . 464 p.
4. Golovchanskaya E.E., Vodopyanova, N.A. State investment policy in the aspect of its socio-economic orientation: monograph / E.E. Golovchanskaya, N.A. Vodopyanova; Volg. state ped. un-t. - Volgograd: Volga. state ped. un-t; Volg. scientific. publishing house, 2010. 180 p.
5. Kiseleva N.V., Borovikova T.V., Zakharova G.V. and others. Investment activity: Textbook. Moscow, 2005. 432 p.

6. Barysheva A.V. Innovation management: Textbook / Ed. Doctor of Economics, prof. A. V. Barysheva. - 3rd ed. Moscow, Publishing and trade corporation «Dashkov and K», 2009. 384 p.
7. Medynsky V.G. Innovation Management: A Textbook. Moscow, INFRA-M Publ., 2009. 295 p.
8. Verhigora E.E., Neverov A.V. Management: study guide. Minsk, Amalfeya Publ., 2008. 496 p.
9. Balabanov V.S., Dudin M. N., Lyasnikov N. V. Innovation management: a textbook for university students. Moscow, Elite: Science and Education, 2008 . 245 p.
10. Questions of the Belarusian State Concern of the Food Industry «Belgospisheprom» [Electronic resource]: Resolution of the Council of Ministers of the Republic. Belarus, 02.11.2000, No. 1683 // ConsultantPlus. Russia / CJSC «ConsultantPlus». — Moscow, 2020.
11. Use of investments in fixed assets: statistical bulletin: January-December 2015 — Minsk, National Statistical Committee of the Republic of Belarus, 2016 . 94 p.
12. Use of investments in fixed assets: statistical bulletin: January-December 2016 — Minsk, National Statistical Committee of the Republic of Belarus, 2017 . –76 p.
13. Use of investments in fixed assets: statistical bulletin: January-December 2017 — Minsk, National Statistical Committee of the Republic of Belarus, 2018 . 79 p.
14. Use of investments in fixed assets: statistical bulletin: January-December 2018 — Minsk, National Statistical Committee of the Republic of Belarus, 2019 . 74 p.
15. Use of investments in fixed assets: statistical bulletin: January-December 2019 — Minsk, National Statistical Committee of the Republic of Belarus, 2020 . 76 p.
16. Use of investments in fixed assets: statistical bulletin: January-December 2020 — Minsk, National Statistical Committee of the Republic of Belarus, 2021 . 77 p.
17. <http://www.government.by/upload/docs/fileee357c3e43699fca.PDF>

Информация об авторе

Герасенко Александр Владимирович — начальник управления правовой и кадровой работы концерна «Белгоспищепром», концерн «Белгоспищепром» (ул. Аранская, 6, 220006, г. Минск, Республика Беларусь), E-mail: gerasenko@bgp.by

Information about authors

Gerassenko Alexander Vladimirovich — head of the department of legal and personnel work of the concern «Belgospisheprom», concern «Belgospisheprom» (st. Aranskaya, 6, 220006, Minsk, Republic of Belarus), E-mail: gerasenko@bgp.by

УДК 664.149
https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-3(53)-19-31

Поступила в редакцию 02.08.2021
Received 02.08.2021

Е. М. Моргунова, Т. В. Шугаева, К. Н. Гершончик

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

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИОЛОВ

Аннотация: В статье обоснована актуальность разработки кондитерских изделий со сниженным содержанием легкоусвояемых углеводов и пониженной калорийностью, в том числе пригодных для диабетического питания. Проведен сравнительный анализ технологических и физиологических свойств подсластителей (полиолов), показавший перспективность использования сорбита, ксилита, мальтита и мальтитного сиропа для изготовления батончиков-мюсли без добавления сахара, в т.ч. пригодных для диабетического питания. Изучены процессы термообработки сиропов с данными подсластителями, подобраны уравнения регрессии, позволяющие определить содержание сухих веществ в сиропе при определенной температуре или установить температуру, до которой необходимо уваривать сироп для достижения требуемого содержания сухих веществ. Изучено влияние подсластителей на динамическую вязкость сиропов и прочность готовых батончиков. Проведено определение массовой доли общего сахара (в пересчете на сахарозу), по результатам которого разработанные изделия отнесены к специализированной продукции диабетического питания. На основании комплексного анализа полученных результатов определен оптимальный подсластитель (мальтитный сироп) и разработаны рецептуры батончиков-мюсли без добавления сахара «Злаки с малиной», «Злаки с фундуком», «Злаки с черникой».

Ключевые слова: подсластители, полиолы, сорбит, ксилит, мальтит, мальтитный сироп, батончики-мюсли без добавления сахара, реологические характеристики.

A. M. Marhunova, T. V. Shugaeva, K. N. Gershonchik

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

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF DEVELOPMENT CONFECTIONERY PRODUCTS' WITH POLYOLS

Abstract: The article substantiates the relevance of the development of confectionery products with a reduced content of easily digestible carbohydrates and content of calories', including those suitable for diabetic nutrition. A comparative analysis of the technological and physiological properties of sweeteners (polyols) was carried out and showed the prospects of using sorbitol, xylitol, maltitol and maltitol syrup for the manufacture of musli-bars without added sugar, including those suitable for diabetic nutrition. The processes of heat treatment of syrups with sweeteners are studied, regression equations are selected that allow determining the dry matter content in the syrup at a certain temperature or setting the temperature to which it is necessary to boil the syrup to achieve the required dry matter content. The influence of sweeteners on the dynamic viscosity of syrups and the strength of bars is studied. The determination of the mass fraction of total sugar (in terms as sucrose) was carried out, according to the results of which the developed products were classified as specialized products of diabetic nutrition. The complex analysis allowed to determine the optimal sweetener and, based on the results obtained, developed recipes for musli-bars without added sugar: «Cereals with raspberries», «Cereals with hazelnuts», «Cereals with blueberries».

Key words: sweeteners, polyols, sorbitol, xylitol, maltitol, maltitol syrup, musli-bars without added sugar, rheological characteristics.

Введение. В Беларуси, как и во всем мире, остро стоит проблема ежегодного увеличения заболеваемости сахарным диабетом [1 - 7]. Кроме того, растет число лиц с избыточным весом и ожирением. Эти заболевания вызваны в первую очередь нарушением структуры питания (регулярное пот-

ребление избыточного количества легкоусвояемых углеводов и жиров, при дефиците жизненно необходимых макро- и микронутриентов — пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ) и малоподвижным образом жизни [8, 9].

Кондитерские изделия пользуются стабильным потребительским спросом, в связи с чем актуальными являются исследования по разработке кондитерских изделий со сниженным гликемическим откликом, уменьшенной концентрацией легкоусвояемых углеводов и калорийностью, повышенным содержанием пищевых волокон, т.е. адаптированных по составу и пищевой ценности к потребностям организма людей, страдающих сахарным диабетом и имеющих избыточный вес [10, 11]. Следовательно, актуальной задачей является расширение ассортимента специализированных кондитерских изделий на основе современных подсластителей [12].

Цель работы — изучение влияния подсластителей на формирование показателей качества батончиков-мюсли без добавления сахара.

Методы исследований. В работе использовали стандартные и специальные методы исследований: массовую долю влаги сиропов определяли по стандартной методике, указанной в [13]; динамическую вязкость сиропов определяли на вискозиметре коаксиально-цилиндрического типа «Reolab QC». Интервал температур, в котором проводились измерения, выбран с учетом режимов формования; предел прочности батончиков-мюсли определяли на анализаторе текстуры «Brookfield СТ3» путем измерения предельного усилия нагружения подвижного инструмента в виде пластины, обеспечивающей разрушение батончика-мюсли, помещенного на уголки опоры [14], определение органолептических показателей качества батончиков-мюсли — по [15].

Результаты исследований и их обсуждение. Основным традиционным сырьем, которое обуславливает сладкий вкус кондитерских изделий является сахар (сахароза). При производстве кондитерских изделий сахар выполняет роль не только носителя сладкого вкуса, но также и структурообразователя. Так, при производстве карамели сахар способствует образованию аморфной структуры, помадных конфет — кристаллической структуры, мармелада на пектине — студнеобразной структуры, пастилы, зефира, маршмеллоу — пенообразной структуры и коагуляционно-кристаллизационной структуры кексов, пряников [16].

Рекомендуемый уровень суточного потребления сахарозы составляет 65 г [17]. Чрезмерное ее употребление способствует развитию гипергликемии, усиленному выбросу инсулина в кровь, истощению инсулинового аппарата, ведет к развитию сахарного диабета. Увеличенное количество сахарозы, которое поступает в организм человека, не может полностью депонировать в виде гликогена и превращаться в триглицерид, что способствует развитию жировой ткани, увеличению содержания холестерина в крови и развитию ряда тяжелых сердечно-сосудистых заболеваний. Приведенные негативные свойства сахарозы вызывают необходимость ее замены, при этом актуальным является сохранение традиционных органолептических характеристик кондитерских изделий [16].

На первом этапе провели анализ сырьевых компонентов, обладающих потенциалом для замены сахара.

В настоящее время роль заменителей сахара выполняют низкокалорийные объемные подсластители (сахарные спирты (полиолы), гидрогенизированные гидролизаты крахмала), высокоинтенсивные подсластители (аспартам, сахарин, сукралоза и др.), а также натуральные сырьевые ингредиенты (полидекстроза, инулин, олигофруктоза и др.).

Полиолы являются редуцированной формой сахаров, в промышленных условиях получаемых из соответствующих сахаридов путем каталитической гидрогенизации (за исключением эритрита, получаемого ферментацией глюкозы). При гидрогенизации фруктозы получается маннит, ксилозы — ксилит, мальтозы — мальтит, лактозы — лактит, а гидрогенизация глюкозного сиропа дает гидрогенизированный гидролизат крахмала.

Полиолы представляют собой неферментируемые слизистой кишечника, неперевариваемые, плохо усваиваемые углеводы, в связи с чем они являются субстратом для сахаролитических и ацидогенных (кислотообразующих) микроорганизмов толстой кишки, снижают энергетическую ценность пищевой продукции. Полиолы не ферментируются бактериями полости рта, следовательно, предотвращается образование кислоты и снижения значения рН, в связи с чем снижается риск возникновения кариеса.

Сахарные спирты не обладают редуцирующими свойствами, так как альдегидная группа сахара редуцирована до спирта, из-за чего они не вступают в реакцию Майяра. Полиолы в своем большинстве устойчивы к действию кислот и способны выдерживать длительное воздействие высоких температур.

Кроме того, некоторые виды полиолов наряду с функцией подсластителей выполняют функцию влагоудерживающих агентов, другие — обеспечивают снижение активности воды, регулирования процесса кристаллизации [18, 19].

Основные технологические свойства углеводов и подсластителей приведены в табл. 1. [18].

Таблица 1. Основные технологические свойства углеводов и подсластителей
Table 1. The main technological properties of carbohydrates and sweeteners

Наименование углеводов и подсластителей	Молекулярная масса	Относительная сладость	Растворимость в воде при 25 °С, г / 100 мл	Теплота растворения, кал / г	Относительная влажность для начала водопоглощения при 20 °С, %	Пороговое слабительное действие, г / сут	Энергетическая ценность*, ккал / г
Сахароза	342	100	185	–4,3	84	–	4,0
Эритрит	122	60–70	61	–43,9	90	Сильное	0
Ксилит	152	100	200	–36,6	85	50	2,4
Сорбит	182	60	235	–26,5	65	50	2,4
Маннит	182	50	22	–28,9	90	20	2,4
Мальтит	344	90	175	–5,5	89	100	2,4
Лактит	344	40	140	–13,9	85	20–50	2,4
Изомальт	344	40–50	39	–9,4	85	50	2,4

*Значения, принятые в странах Евразийского экономического союза (далее — ЕАЭС)

Молекулярная масса подсластителей влияет на структуру, консистенцию и функциональные свойства готового изделия. Использование подсластителей с молекулярной массой близкой к сахарозе позволит получить изделие с характеристиками, аналогичными продукции на сахарозе [19].

Из данных табл. 1 следует, что молекулярная масса сахарных спиртов варьирует в широком диапазоне — от очень низкой у эритрита (122) до 600 у мальтитных сиропов. Молекулярная масса мальтита, лактита и изомальта одинакова (344) и близка к сахарозе (342).

Степень и профиль сладости являются одним из основных факторов в восприятии вкуса и качества продукции без добавления сахара, обусловлены молекулярной массой и структурой подсластителя.

Из данных табл. 1 следует, что степень сладости полиолов (за исключением ксилита, мальтита) гораздо ниже сахарозы.

Ксилит — самый сладкий из полиолов, степень и профиль сладости которого эквивалентны сахарозе [19, 20].

Кроме того, степень и профиль сладости близкие к сахарозе, отсутствие горечи, сильного охлаждающего эффекта и неприятного металлического привкуса характерно для мальтита [21].

Растворимость сахарных спиртов влияет на восприятие сладости в готовом изделии. Изделия на основе высокорастворимых сахарных спиртов характеризуются быстрым началом ощущения сильной сладости, на основе плохо растворимых сахарных спиртов — слабой, но дольше ощущаемой сладостью [19].

Эритрит, изомальт, маннит характеризуются самой низкой растворимостью, в связи с чем быстро кристаллизуются при пересыщении растворов. Их применение целесообразно в изделиях с низким содержанием влаги, низкой гигроскопичностью и быстрой кристаллизацией. Наиболее сходными с сахарозой свойствами растворимости обладают мальтит, сорбит, лактит и ксилит [19].

По сравнению с сахарозой у полиолов отрицательная теплота растворения больше, за исключением мальтита (–5,5 кал / г), у которого она примерно равна сахару (–4,3 кал / г). Растворение кристаллических форм полиолов в воде происходит с поглощением тепла, в связи с чем при употреблении изделий, в которых подсластители находятся в кристаллическом виде, возникает «охлаждающий эффект».

Медленное всасывание полиолов обуславливает их меньшую калорийность по сравнению сахаром. На территории стран ЕАЭС энергетическая ценность всех полиолов независимо от их вида принята 2,4 ккал / г (за исключением эритрита, калорийность которого 0) [16].

О пригодности использования подсластителей в диабетическом питании следует судить по величине их гликемического индекса, который отражает гликемическую реакцию организма на углевод. Гликемический индекс представляет собой величину от 0 до 100, которая ранжирует углеводы по степени повышения уровня глюкозы в крови после употребления данного продукта [22]. Низким ГИ считаются значения от 0 до 55, средним — 56 - 69, высоким — 70 и выше [19].

В табл. 2 представлены величины гликемического индекса и реакция на инсулин для различных углеводов и подсластителей [19].

Таблица 2. Величины гликемического индекса и реакция на инсулин для различных углеводов подсластителей
Table 2. The values of the glycemic index and the reaction to insulin for various carbohydrates sweeteners

Наименование углеводов и подсластителей	Гликемический индекс, г-экв глюкозы / 100 г	Инсулиновый отклик, г-экв глюкозы / 100 г	Реакция на инсулин
Глюкоза	100	100	Высокая
Сахароза	68	45	Средняя
Эритрит	0	2	Очень низкая
Ксилит	12	11	Очень низкая
Сорбит	9	11	Очень низкая
Маннит	0	0	Очень низкая
Мальтит	45	27	Низкая
Лактит	5	4	Очень низкая
Изомальт	9	6	Очень низкая
Мальтитный сироп:	48	35	Низкая
- с высоким содержанием мальтита;			
- со средним содержанием мальтита;	53	41	Низкая
- обычный;	52	44	Низкая
- высокополимеризованный	36	31	Очень низкая

Бактерии полости рта не вырабатывают ферменты, необходимые для расщепления сахарных спиртов, организм человека также. В желудочно-кишечном тракте полиолы всасываются медленно, для их метаболизма не требуется инсулин. Поэтому они могут применяться для изготовления кондитерских изделий диabetического питания. Вместе с тем, неполное усвоение и медленное всасывание полиолов при определенном уровне их потребления может привести к нарушению осмотического баланса и (или) их ферментации бактериями в нижних отделах желудочно-кишечного тракта с ощущением дискомфорта в виде метеоризма и диареи, что обусловлено чрезмерным одноразовым употреблением полиолов, при этом степень послабляющего действия полиолов зависит от их типа.

Пороговые значения суточного потребления полиолов указаны в табл. 1 [18]. На слабительное действие сахарных спиртов влияют индивидуальная реакция, возраст, микробиота толстой кишки, пол, состояние здоровья, прием лекарственных препаратов и др. Длительное употребление сахарных спиртов способствует адаптации организма и улучшению переносимости [19].

Данные табл. 1 свидетельствуют, что наибольшая способность оказывать слабительное действие свойственна лактиту и манниту.

Следует отметить, что к аналогичным побочным эффектам может привести чрезмерное употребление пищевых волокон, простых сахаров (сахарозы, фруктозы).

В соответствии с [16] маркировка кондитерских изделий, изготовленных с применением подсластителей, должна содержать информацию следующего содержания:

«Содержит подсластители. При чрезмерном употреблении могут оказывать слабительное действие», а также «Предельно допустимый уровень потребления подсластителей» (при его наличии).

С учетом растворимости, степени сладости, предельно допустимого уровня потребления особый интерес представляет изучение сорбита, ксилита и мальтита с целью изготовления батончиков-мюсли без добавления сахара, пригодных для диabetического питания.

Сорбит — полиол, получаемый путем каталитической конверсии D-глюкозы. Изготавливается в виде кристаллического порошка или сиропа с содержанием сухих веществ 70 %, высоко гигроскопичен, хорошо растворим в воде, устойчив в отношении кислот и нагревания [18, 19].

Сорбит (сорбитовый сироп) характеризуется способностью поглощать или выделять влагу медленнее, чем изменяется относительная влажность воздуха, начинает поглощать влагу при относительной влажности воздуха около 65 %. Для предотвращения поглощения влаги готовые изделия должны быть герметично упакованы [19].

Кристаллический сорбит полиморфен, то есть он может существовать в разных кристаллических формах. Наиболее стабилен полиморф γ , температура плавления которого составляет около 98–99 °С. Полиморфы α и β очень гигроскопичны, из-за чего их применение ограничено. Под действием влаги и теплоты эти нестабильные формы превращаются в стабильную γ -форму [18].

Сорбит слабо всасывается в желудочно-кишечном тракте и поступает в кровоток благодаря пассивной абсорбции [19, 24].

Ксилит — полиол, получаемый путем каталитической гидрогенизации ксилозы, сырьем для его изготовления является источник гемицеллюлозы (початки кукурузы, древесные опилки). Ксилит — самый сладкий из всех полиолов, хорошо растворим в воде, оптически неактивен, гигроскопичен — быстро поглощает влагу при относительной влажности выше 80 %, однако менее гигроскопичен по сравнению с сорбитом. Растворы ксилита термоустойчивы и выдерживают температуры порядка 200 °С. Вязкость ксилита ниже, чем у сахарозы и других полиолов. Смесь ксилита и сорбита в соотношении 60 : 40 или мальтита и ксилита в соотношении 80 : 20 благодаря синергизму имеет ту же сладость, что и сахароза.

В производстве сахарных кондитерских изделий ксилит чаще всего используют в производстве жевательной резинки без сахара [18, 19].

Мальтит — полиол, продукт гидрогенизации мальтозы, получаемой путем гидролиза крахмала, изготавливают в виде кристаллического порошка или в виде мальтитного сиропа.

Профиль сладости и ее степень (90 %) близки к сахарозе, негигроскопичен.

Сиропа на основе гидрогенизированного гидролизата крахмала и мальтитные сиропа изготавливают путем гидрогенизации глюкозных сиропов (или гидролизатов крахмала). Данные сиропа представляют собой смесь сахарных спиртов с разной длиной цепи, состав которых определяется типом исходного глюкозного сиропа. При гидрогенизации глюкозных сиропов глюкоза превращается в сорбит, мальтоза — в мальтит и т. д. во всем спектре присутствующих в данном глюкозном сиропе полимеров глюкозы. Состав сиропов на основе гидрогенизированного гидролизата крахмала (далее ГГК-сиропа) зависит от длины цепи или степени полимеризации присутствующих сахаров. Одной из категорий ГГК-сиропов являются мальтитные сиропа, получаемые путем гидрогенизации высокомальтозного сиропа, в которых должно содержаться не менее 50 % мальтита (в пересчете на сухое вещество).

ГГК-сиропа с низкой средней молекулярной массой более гигроскопичны, чем сиропа с более высокой средней молекулярной массой. Вязкость ГГК-сиропов с более высокой средней молекулярной массой выше, в связи с чем они увеличивают стабильность готовых изделий.

При нагревании, особенно в кислых условиях, ГГК-сиропа могут гидролизироваться до глюкозы и сорбита [18].

На следующем этапе изучили влияние подсластителей на формирование показателей качества батончиков-мюсли без добавления сахара.

Батончики-мюсли — кондитерские изделия, изготовленные из злаковых хлопьев и взорванных круп, жареных дробленых ядер орехов, масличных семян, сушеных фруктов, соединенных сиропом на основе различных углеводов.

В литературных источниках присутствуют лишь единичные публикации, относящиеся к технологии производства батончиков-мюсли, предназначенных для диабетического питания, поэтому целесообразным является проведение научных исследований в данной области.

На рынке Республики Беларусь батончики-мюсли, позиционируемые как продукты без добавления сахара, представлены импортной продукцией на мальтозе, фруктозе, глюкозе, однако эти углеводы являются сахарами и не пригодны для диабетического питания. Кроме того, данные изделия имеют достаточно высокую стоимость.

В литературе отсутствуют данные о совместном применении подсластителей. Интерес представляет изучение влияния мальтита, мальтитного сиропа, сорбита, ксилита и их смесей на технологические процессы изготовления и качество батончиков-мюсли.

Так как сироп является обязательным полуфабрикатом при изготовлении батончиков-мюсли, то на первом этапе изучили процессы термообработки сиропов: провели три серии экспериментов по матрице планирования, приведенной в табл. 3.

Таблица 3. Матрица планирования эксперимента
Table 3. Experiment planning Matrix

№	Наименование и содержание подсластителей в сиропе, %		
	Мальтит	Мальтитный сироп	Сорбит
1	100	0	0
2	0	100	0
3	0	0	100
4	50	50	0
5	0	50	50
6	50	0	50
7	33,3	33,3	33,3

В первой использовали мальтит, мальтитный сироп, сорбит, во второй – мальтит, мальтитный сироп, ксилит, в третьей — мальтитный сироп, ксилит, сорбит.

Приготовление сиропа для батончиков-мюсли без добавления сахара осуществляли следующим образом. В чашку из нержавеющей стали вносили кристаллические подсластители и воду (в количестве 30 % от массы подсластителей), растворяли подсластители при нагревании, затем, если предусмотрено, добавляли мальтитный сироп, перемешивали и термически обрабатывали до 140 °С. Начиная с 100 °С через каждые 5 °С отбирали пробы сиропа, в которых определяли содержание сухих веществ рефрактометрическим методом. Кривые зависимости содержания сухих веществ от температуры обработки в сиропах на подсластителях по отдельности представлена на рис. 1, их смеси — на рис. 2.

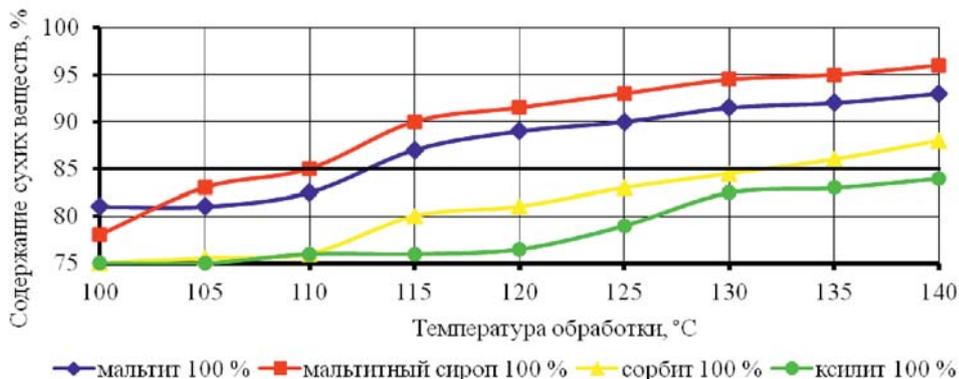


Рис. 1. Кривые зависимости содержания сухих веществ от температуры обработки в сиропах на подсластителях

Fig. 1. Curves of the dependence of the dry matter content on the processing temperature in sweetener syrups

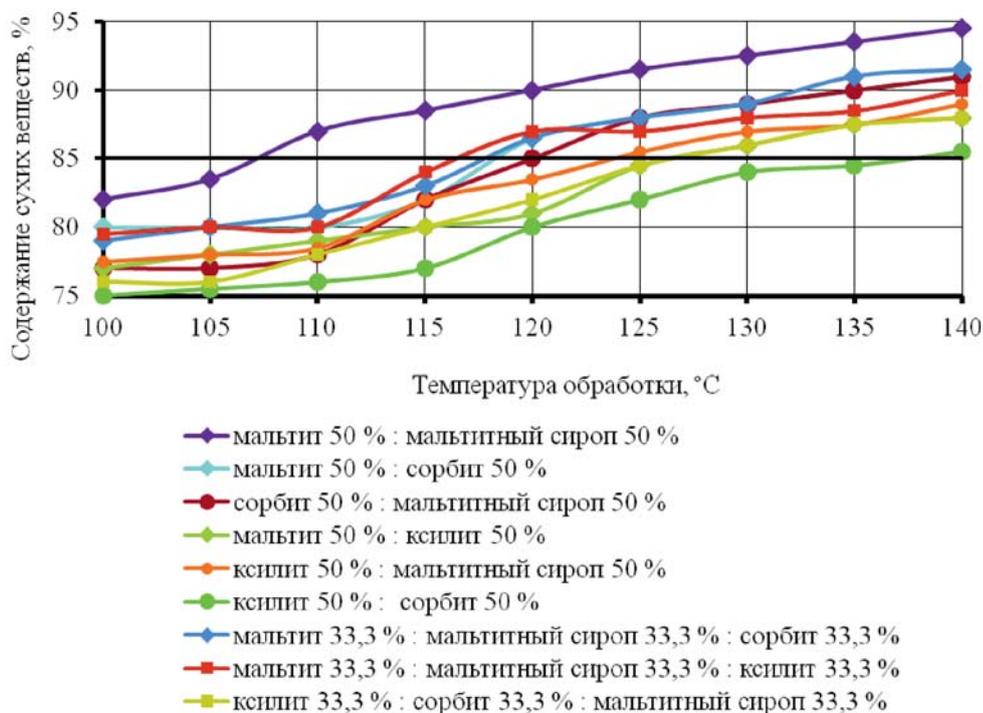


Рис. 2. Кривые зависимости содержания сухих веществ от температуры обработки в сиропах различного состава

Fig. 2. Curves of the dependence of the dry matter content on the processing temperature in syrups of various compositions

Как видно из рис. 1, 2, при увеличении температуры содержание сухих веществ увеличивается, однако динамика этого процесса отличается в зависимости от используемого подсластителя.

Анализ процесса термообработки позволил установить, что для достижения 85 % сухих веществ сироп на мальтите необходимо уварить до 113 °С. Использование мальтитного сиропа позволяет снизить температуру термообработки сиропа до 110 °С. Использование сорбита требует увеличения температуры тепловой обработки сиропа до 132 °С, при уваривании до 140 °С в сиропе из ксилита достигается только 84 % сухих веществ. Замена мальтитом и мальтитным сиропом благодаря синергизму позволяет снизить температуру термообработки сиропа до 107 °С. Благодаря высокой термостабильности мальтита, мальтитного сиропа, ксилита, сорбита, сиропы, приготовленные на их основе, при тепловой обработке не темнеют.

Подобраны уравнения регрессии, описывающие зависимость содержания сухих веществ в сиропе от температуры уваривания:

$$Y = b_0 + b_1 \times X, \quad (1)$$

где Y — содержание сухих веществ, %; X — температура, °С; b_0, b_1 — коэффициенты уравнения регрессии.

В табл. 4 представлены значения коэффициентов для уравнения (1).

Таблица 4. Значения коэффициентов уравнения регрессии (1), описывающего зависимость содержания сухих веществ в сиропах от температуры
Table 4. The values of the coefficients of the regression equation (1) describing the dependence of the dry matter content in syrups on temperature

Наименование и содержание подсластителей в сиропе, %				Значения коэффициентов		
Мальтит	Мальтитный сироп	Сорбит	Ксилит	b_1	b_0	R^2
100	0	0	0	0,3400	46,644	0,9387
0	100	0	0	0,4333	37,556	0,9124
0	0	100	0	0,3450	39,600	0,9783
0	0	0	100	0,2857	44,000	0,9167
50	50	0	0	0,3133	51,622	0,9622
50	0	50	0	0,3267	45,967	0,9306
0	50	50	0	0,4100	34,911	0,9519
33,3	33,3	33,3	0	0,3467	43,844	0,9759
50	0	0	50	0,3033	45,933	0,9685
0	50	0	50	0,3167	45,167	0,9704
0	0	50	50	0,300	43,944	0,9593
33,3	33,3	0	33,3	0,2883	50,289	0,9211
0	33,3	33,3	33,3	0,3433	40,800	0,9796

Полученные зависимости позволяют определить содержание сухих веществ в данном сиропе при определенной температуре или установить температуру, до которой необходимо уваривать сироп с заданным содержанием сухих веществ.

С целью определения вида подсластителя на следующем этапе изучили зависимость вязкости сиропов от их компонентного состава. Провели три серии экспериментов по матрице планирования, приведенной в табл. 3.

Для исследований изготавливали сахаро-паточно-инвертный сироп (контроль) и сиропы без добавления сахара. Кривые зависимости вязкости сиропов (контроль и сиропы с максимальным содержанием подсластителя) от температуры охлаждения приведены на рис. 3, результаты определения оптимальной вязкости представлены на рис. 4 а, б, в (для первой, второй и третьей серии экспериментов).

Установлено, что вязкость сахаро-паточно-инвертного сиропа (контроль) выше, чем сиропов с использованием подсластителей (рис. 3.) Высокую вязкость сиропам на сахаре придает патока вследствие высокого содержания декстринов [24]. Вязкость сиропа на мальтитном сиропе при температуре 90 °С составляет 0,47 Па·с, что ниже вязкости контроля (0,69 Па·с) на 32 %. Полученные данные позволяют предположить, что батончики-мюсли на мальтитном сиропе будут иметь более мягкую консистенцию. Сироп с дозировкой мальтитного сиропа 100 % имеет значение вязкости более близкое к контролю.

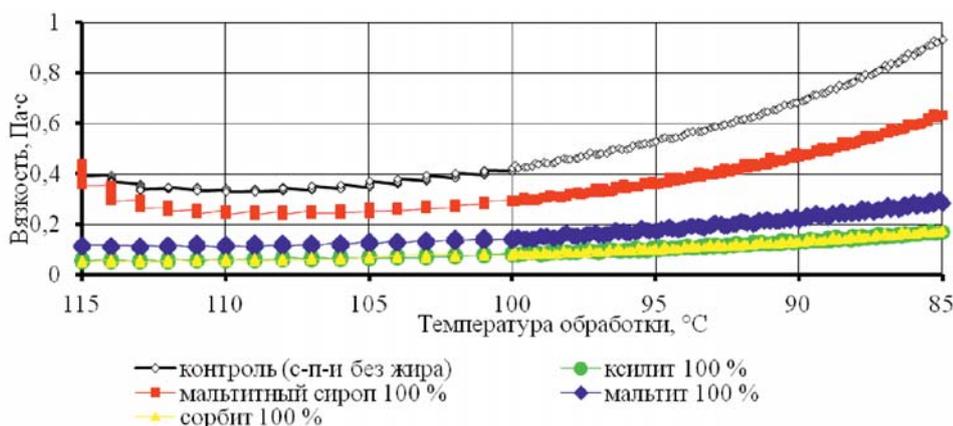


Рис. 3. Кривые зависимости вязкости от температуры в сиропах на подсластителях
 Fig. 3. Curves of the dependence of viscosity on temperature in syrups on sweeteners

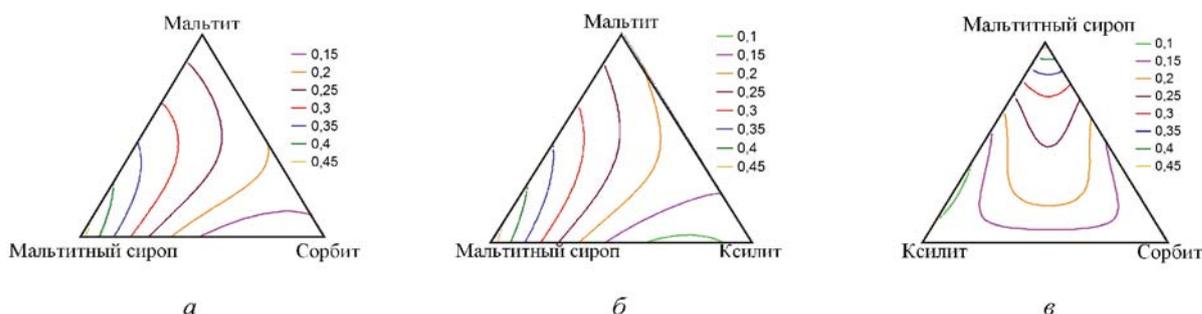


Рис. 4. Контурные кривые поверхности отклика вязкости сиропа
 Fig. 4. Contour curves of the syrup viscosity response surface

Следует отметить, что синергический эффект увеличения вязкости при использовании смеси подсластителей отсутствует (рис. 4). Так, при добавлении мальтита, ксилита и сорбита к мальтитному сиропу вязкость сиропов существенно снижается по сравнению с вязкостью сиропа с максимальным содержанием мальтитного сиропа.

Подобраны уравнения, описывающие зависимость вязкости от вида подсластителя и его содержания:

$$Y = k_1X_1 + k_2X_2 + k_3X_3 + k_{12}X_1X_2 + k_{13}X_1X_3 + k_{23}X_2X_3 + k_{123}X_1X_2X_3, \tag{2}$$

где Y — вязкость, Па·с; X_1, X_2, X_3 — вид и содержание подсластителя в смеси, °С; $k_1, k_2, k_3, k_{12}, k_{13}, k_{23}, k_{123}$ — коэффициенты уравнения регрессии.

В табл. 5 представлены значения коэффициентов для уравнения (2).

На следующем этапе исследований изучили влияние подсластителей на структурно-механические свойства батончиков-мюсли — предел прочности. Для проведения исследований батончики-мюсли готовили из сиропов и смеси сухих компонентов в соотношении 1:1.

Батончики-мюсли, изготовленные с использованием сиропов на основе ксилита, сорбита мальтита, имеют повышенную рассыпчатость, ломкость.

С учетом проведенных исследований для изготовления батончиков-мюсли в качестве альтернативы сахару перспективно использовать мальтитный сироп.

На следующем этапе осуществлялась разработка проектов рецептур батончиков-мюсли с необходимыми показателями качества. Подбор наименований и оптимальных дозировок вкусовых компонентов в батончики-мюсли осуществляли с учетом их влияния на органолептические свойства продукции и содержания в них общего сахара. Потенциалом к использованию при производстве батончиков-мюсли для диабетического питания обладают хлопья и взорванные воздушные зерна злаковых культур, ядра орехов и арахиса, масличные семена, сублимированные ягоды.

Разработаны проекты рецептов батончиков-мюсли («Злаки с фундуком», «Злаки с малиной», «Злаки с черникой», «Злаки с клубникой»). Проведена дегустация импортного («Fitness» (клубника)) и отечественного («Злаки с семенами льна») батончиков-мюсли с применением сахаросодержащего сырья, а также батончиков-мюсли, изготовленных по разработанным проектам рецептов. Результаты органолептической оценки качества, преобразованные в балльные оценки и структурированные в лепестковую диаграмму, представлены на рис. 5.

Таблица 5. Значения коэффициентов уравнения (2), описывающего зависимость содержания вязкости от вида и содержания подсластителя

Table 5. The values of the coefficients of equation (2) describing the dependence of the viscosity content on the type and content of the sweetener

Коэффициенты	Вид сиропа для батончиков-мюсли		
	мальтит : мальтитный сироп : сорбит	мальтит : мальтитный сироп : ксилит	мальтитный сироп : ксилит : сорбит
k_1	0,217595	0,213314	0,471652
k_2	0,469867	0,471214	0,127352
k_3	0,130238	0,131771	0,129595
k_{12}	-0,0100392	-0,00343918	-0,688961
k_{13}	0,116475	-0,00356798	-0,611882
k_{23}	-0,610211	-0,697918	-0,0358823
k_{123}	1,20173	1,08608	3,77079
R^2	99,9969	99,6593	99,9729

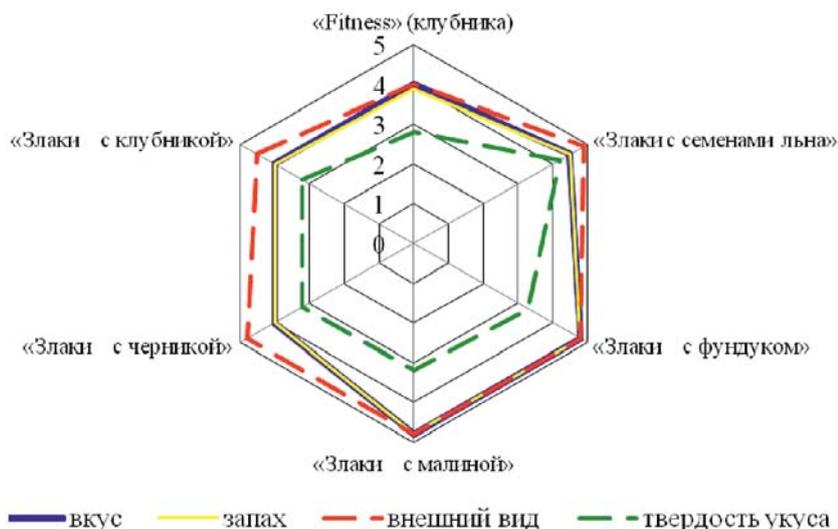


Рис. 5. Балльная оценка органолептических показателей качества батончиков-мюсли
Fig. 5. Score assessment of organoleptic indicators of the quality of muesli bars

Высокую оценку по показателю «Вкус», «Запах», «Внешний вид» получил батончик-мюсли «Злаки с семенами льна» (4,5 - 4,9 балла), а также образцы батончиков-мюсли «Злаки с фундуком», «Злаки с малиной» (по 4,8 балла). Остальные батончики-мюсли по показателям «Вкус» и «Запах» имели более низкую оценку, но не менее 4,0 балла. Согласно органолептической оценке, разработанные батончики-мюсли имеют достаточно мягкую структуру, что отражается в средней балльной оценке по показателю «Твердость укуса» на уровне 3,2 балла. Твердость батончика-мюсли «Злаки с семенами льна» составляет 4,2 балла, что объясняется большим содержанием масличных семян и наличием сахаро-паточно-инвертного сиропа, обладающего большей вязкостью. Минимальное значение твердости укуса имеет батончик-мюсли «Fitness» (клубника) (2,8 балла), кроме того отмечены, рассыпчатость и потеря формы данного батончика при разрезании.

Провели исследования по определению предела прочности батончиков-мюсли, результаты определения предела прочности импортного и отечественного батончиков-мюсли, а также разработанных образцов приведены в табл. 6.

Таблица 6. Структурно-механические свойства батончиков-мюсли
Table 6. Structural and mechanical properties of muesli bars

Вид батончика-мюсли	Предел прочности, кПа
«Fitness» (клубника)	22,9
«Злаки с семенами льна»	65,3
«Злаки с фундуком»	50,2
«Злаки с малиной»	27,8
«Злаки с черникой»	29,8
«Злаки с клубникой»	32,2

Из данных табл. 6 следует, что прочность разработанных батончиков-мюсли с добавлением сублимированных ягод выше импортного образца в 1,2 - 1,4 раза и составляет 28 - 32 кПа, что достаточно для последующего упаковывания.

Требования к продуктам для диабетического питания установлены в нормативной документации. Согласно требованиям [25, 26], в специализированной пищевой продукции диабетического питания гарантированное изготовителем содержание сахаров (сумма моно- и дисахаридов) должно составлять не более 5 г на 100 г для твердой пищевой продукции (т.е. массовая доля сахара в пересчете на сахарозу должна составлять не более 5 %).

Подтверждение соответствия разработанных батончиков-мюсли критериям для продукции диабетического питания было осуществлено в Республиканском контрольно-испытательном комплексе по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». В результате определения массовой доли общего сахара (в пересчете на сахарозу) в батончиках-мюсли без добавления сахара (на примере батончиков-мюсли «Злаки с фундуком», «Злаки с малиной») установлено наличие в них 1,9 % и 2,5 % общего сахара, соответственно. Данные результаты сопоставимы с расчетными значениями, что подтверждает возможность отнесения разработанных изделий к продукции, пригодной для диабетического питания.

В результате исследований разработаны и утверждены в установленном порядке рецептуры батончиков-мюсли без добавления сахара «Злаки с малиной», «Злаки с фундуком», «Злаки с черникой».

Заключение. В результате проведенных исследований подтверждена актуальность разработки батончиков-мюсли, предназначенных для диабетического питания. Изучены процессы термообработки и динамическая вязкость сиропов для изготовления батончиков-мюсли, а также прочность готовых изделий. Обоснован выбор мальтитного сиропа для изготовления батончиков-мюсли диабетического питания.

Разработаны рецептуры батончиков-мюсли с пониженным содержанием легкоусвояемых углеводов на основе мальтитного сиропа, а также овсяных и ячменных хлопьев, ядер фундука, арахиса, семян кунжута, льна, сублимированных ягод.

Установлено, что содержание сахара в разработанных батончиках-мюсли составляет не более 5 %, что соответствует требованиям специализированной пищевой продукции диабетического питания.

Список использованных источников

1. Бандюк, Т.В. Потенциал использования порошка топинамбура в технологии специализированных батончиков-мюсли / Бандюк Т.В., Томашевич С.Е. // Молодежь в науке-2016 : сборник материалов Международной конференции молодых ученых (Минск, 22 - 25 ноября, 2016 г.). В 2 ч. Ч.1. Аграрные науки / Нац. акад. наук Беларуси. Совет молодых ученых; редкол.; В.Г. Гусаков (гл. ред.) [и др]. — Минск : Беларуская навука, 2017. — 534 с.
2. Дорохович, В.В. Мучные кондитерские изделия для больных сахарным диабетом и целиакией / В.В. Дорохович, И.В. Тарасенко, А.Г. Абрамова // Перспективы развития кондитерской промышленности: материалы IV Республиканского научно-практического семинара, 27-28 ноября

- 2014 г., Могилев / редкол. Е.С. Новожилова (отв. ред.) [и др.]. — Могилев: МГУП, 2014. — 79 с. — С. 31-34.
3. Шубина, О.Г. Низкокалорийные продукты как составляющие сбалансированного рациона питания современного человека / О.Г. Шубина, А.А. Кочеткова // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. — 2005. — № 1. — С. 9-13.
 4. Колдина, Т.В. Исследование фруктово-желейных масс изготовленных с использованием сахарозаменителей / Т.В. Колдина, А.А. Вытовтов, Л.И. Кузнецова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». — 2014. — № 3. — С. 88-98.
 5. Конь, И.Я. Использование шоколада, изготовленного на основе сахарозаменителя мальтитола, в питании детей, больных сахарным диабетом 1-го типа: клиничко-лабораторная оценка / И.Я. Конь, Н.Н. Пустограев, Т.Л. Кураева // Вопросы детской диетологии — 2006. — Т. 4, № 4. — С. 68–70.
 6. Крылова, Э.Н. Использование подсластителей при получении молочных масс / Э.Н. Крылова, Т.В. Савенкова, Е.Н. Маврина // Кондитерское производство — 2012. — №6. — С. 6 - 8.
 7. Савенкова, Т.В. Теоретические и практические аспекты создания мучных кондитерских изделий для больных сахарным диабетом 2-го типа / Т.В. Савенкова А.А. Кочеткова, Х.Х. Шараетдинов и др. // Пищевая промышленность. — 2017. — №4. — С. 44 - 48.
 8. Жаббарова, С. К. Влияние сахарозаменителей и подсластителей на безвредность кондитерских изделий / С. К. Жаббарова // Технология продовольственных продуктов. — 2019. — № 2 (59).
 9. ООО «Родиа рус» Мальтит для производства низкокалорийных изделий // Пищевая промышленность. — 2005. — №5. — С. 56 - 57.
 10. Крылова, Э.Н. Технологические аспекты производства молочных конфет без сахара / Э.Н. Крылова, Т.В. Савенкова, Е.Н. Маврина // Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья. : материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию юбилею ГНУ КНИИХП Россельхозакадемии, 23-24 мая 2013 г. / [под общ. ред. Р. И. Шаizzo]. - Краснодар, 2013. - С. 102-105.
 11. Крылова, Э.Н. Фруктово-желейные конфеты без сахара / Э.Н. Крылова, Е.Н. Маврина // Инновационно-технологическое развитие пищевой промышленности - тенденции, стратегии, вызовы : 21-ая Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Василия Матвеевича Горбатова, 6 декабря 2018 г. / Федер. науч. центр пищевых систем им. В. М. Горбатова. - Москва, 2018. - С. 122-123.
 12. Крылова, Э.Н. Подсластители в желейном мармеладе на желатине / Э.Н. Крылова, Е.Н. Маврина, Т.В. Савенкова // Кондитерское производство. — 2016. — №5. — С. 16 - 17.
 13. Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ: ГОСТ 5900-2014. — Введ. 01.11.2016. — М.:СТАНДАРТИНФОРМ, 2014. — 16 с.
 14. Максимов, А. С. Реология пищевых продуктов. Лабораторный практикум / А.С. Максимов, В.Я. Черных. — СПб. : ГИОРД, 2006. — 176 с.
 15. Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей: ГОСТ 5897-90. — Введ. 01.01.92. — Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2010. — 6 с.
 16. Дорохович, А.Н. Сахарозаменители нового поколения низкой калорийности и гликемичности // А.Н. Дорохович, В.В. Дорохович, Н.П. Лазоренко // Продукты & ингредиенты. — 2011. — №6(8). — С. 46-48.
 17. Пищевая продукция в части маркировки: Технический Регламент Таможенного Союза: ТР ТС 022/2011 — Введ. 01.07.2013. — Минск: БелГИСС: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2012. — 18 с.
 18. Гартел, Р.У. Сахарные кондитерские изделия / Р.У. Гартел, Й.Г. фон Эльбе, Р. Хофбергер / пер. с англ. под науч. ред. канд. техн. наук Л.И. Рысейвой. — Спб. : ИД «Профессия», 2019. — 784 с.
 19. Митчелл, Х. Подсластители и сахарозаменители / Х. Митчелл. — Пер. с англ. — СПб.: Профессия, 2010. — 512 с.
 20. Громова, О.А. Сахарозаменители. Вопросы эффективности и безопасности применения / О.А. Громова, В.Г. Ребров // Трудный пациент. — 2007. — №12 - 13. — ТОМ 5. — С. 47-49.
 21. Натуральные и искусственные подсластители. Свойства и экспертиза качества / К.К. Полянский [и др.]. — М.: ДеЛи принт, 2009. — 252 с.
 22. Полуни, Е.Г. О применении полидекстрозы и бетаина в производстве мармеладно-пастильных изделий / Е.Г. Полуни, О.Г. Шубина. — Кондитерское производство. — 2011. — №6. — С. 12-15.
 23. Журавлева, Е.И. Сырье и технология кондитерского производства: Справочник кондитера. Часть 1. / Под. ред. канд. техн. наук Е.И. Журавлевой. — М.: Пищевая промышленность, 1966. — 712 с.

24. Журавлева, Е.И. Технология кондитерского производства / Под общей редакцией канд. техн. наук Е.И. Журавлевой. — ПИЩЕПРОМИЗДАТ, Москва, 1962. — 443 с.
25. Санитарные нормы и правила «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам», утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 21.06.2013 №52.
26. Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов», утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 21.06.2013 № 52.

References

1. Bandyuk T.V., Tomashevich S.E. Potencial ispol'zovaniya poroshka topinambura v tekhnologii specializirovannyh batonchikov-myusli. Molodezh' v nauke-2016 : sbornik materialov Mezhdunarodnoj konferencii molodyh uchenyh (Minsk, 22 - 25 noyabrya, 2016 g.). V 2 ch. CH.1. Agrarnye nauki. Nac. akad. nauk Belarusi. Sovet molodyh uchenyh; redkol.; V.G. Gusakov (gl. red.) [i dr.]. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 2017. 534 p.
2. Dorohovich V.V., Tarasenko I.V., Abramova A.G. Muchnye konditerskie izdeliya dlya bol'nyh saharnym diabetom i celiakiej. Perspektivy razvitiya konditerskoj promyshlennosti: materialy IV Respublikanskogo nauchno-prakticheskogo seminar, 27-28 noyabrya 2014 g., Mogilev. redkol. E.S. Novozhilova (otv. red.) [i dr.]. — Mogilev: MGUP, 2014, pp. 31-34.
3. Shubina O.G., Kochetkova A.A. Nizkokaloriynye produkty kak sostavlyayushchie sbalansirovannogo racionalnogo pitaniya sovremennogo cheloveka. Pishchevye ingredienty, syr'e i dobavki. 2005, no. 1., pp. 9-13.
4. Koldina T.V., Vytovtov A.A., Kuznecova L.I. Issledovanie fruktovo-zhelejnyh mass izgotovlennyh s ispol'zovaniem saharozamenitelej. Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Seriya «Processy i apparaty pishchevyh proizvodstv». 2014, no. 3, pp. 88-98.
5. Kon' I.YA., Pustograev N.N., Kuraeva T.L. Ispol'zovanie shokolada, izgotovlennogo na osnove saharozamenitelya mal'titola, v pitanii detej, bol'nyh saharnym diabetom 1-go tipa: kliniko-laboratornaya ocenka. Voprosy detskoj dietologii, 2006, vol. 4, no. 4, pp. 68-70.
6. Krylova E.N., Savenkova T.V., Mavrina E.N. Ispol'zovanie podslastitelej pri poluchenii molochnyh mass. Konditerskoe proizvodstvo, 2012, no 6, pp. 6-8.
7. Savenkova T.V., Kochetkova A.A., SHarafetdinov H.H. Teoreticheskie i prakticheskie aspekty sozdaniya muchnyh konditerskih izdelij dlya bol'nyh saharnym diabetom 2-go tipa. Pishchevaya promyshlennost, 2017, no.4, pp. 44–48.
8. Zhabbarova S. K. Vliyanie saharozamenitelej i podslastitelej na bezvrednost' konditerskih izdelij. Tekhnologiya prodovol'stvennyh produktov, 2019, no.2 (59), pp. 35-39.
9. ООО «Rodia rus» Mal'tit dlya proizvodstva nizkokaloriynnyh izdelij. Pishchevaya promyshlennost', 2005, no.5, pp. 56–57.
10. Krylova E.N., Savenkova T.V., Mavrina E.N. Tekhnologicheskie aspekty proizvodstva molochnyh konfet bez sahara. Innovacionnye pishchevye tekhnologii v oblasti hraneniya i pererabotki sel'skohozyajstvennogo syr'ya. : materialy III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 20-letnemu yubileyu GNU KNIHP Rossel'hozadademii, 23-24 maya 2013 g. Krasnodar, 2013, pp. 102-105.
11. Krylova E.N., Mavrina E.N. Fruktovo-zhelejnye konfety bez sahara. Innovacionno-tekhnologicheskoe razvitie pishchevoj promyshlennosti - tendencii, strategii, vyzovy : 21-aya Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya, posvyashchennaya pamyati Vasiliya Matveevicha Gorbatova, 6 dekabrya 2018 g. Feder. nauch. centr pishchevyh sistem im. V. M. Gorbatova. Moskva, 2018, pp. 122–123.
12. Krylova E.N., Mavrina E.N., Savenkova T.V. Podslastiteli v zhelejnom marmelade na zhelatine. Konditerskoe proizvodstvo, 2016, no.5, pp. 16–17.
13. Izdeliya konditerskie. Metody opredeleniya vlagi i suhnyh veshchestv: GOST 5900-2014. — Vved. 01.11.2016. M.:STANDARTINFORM, 2014. 16 p.
14. Maksimov A. S., Chernyh V.YA. Reologiya pishchevyh produktov. Laboratornyj praktikum. SPb. GIORD Publ., 2006, 176 p.
15. Izdeliya konditerskie. Metody opredeleniya organolepticheskikh pokazatelej kachestva, razmerov, massy netto i sostavnyh chastej: GOST 5897-90. — Vved. 01.01.92. Minsk, Gosstandart: Belarus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2010. 6 p.
16. Dorohovich A.N., Dorohovich V.V., Lazorenko N.P. Saharozameniteli novogo pokoleniya nizkoj kaloriynosti i glikemichnosti. Produkti & ingredient, 2011, no.6(8), pp. 46-48.
17. Pishchevaya produkcija v chasti markirovki: Tekhnicheskij Reglament Tamozhennogo Soyuz: TR TS 022/2011 — Vved. 01.07.2013. Minsk: BelGISS: Belarus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2012. 18 p.

18. Gartel R.U. fon El'be J.G., Hofberger R. Saharnye konditerskie izdeliya. Spb., ID Professiya Publ., 2019. 784 p.
19. Mitchell H. Podslastiteli i saharozameniteli. SPb., Professiya Publ., 2010. 512 p.
20. Gromova O.A., Rebrov V.G. Saharozameniteli. Voprosy effektivnosti i bezopasnosti primeneniya. Trudnyj pacient, 2007, vol. 5, no.12–13, pp. 47–49.
21. Polyanskij K.K., Rudakov O. B., Podporinova G. K., Khripushin V. V., Verzilina N. D. Natural'nye i iskusstvennye podslastiteli. Svoystva i ekspertiza kachestva. M., DeLi print Publ., 2009. 252 p.
22. Polunin E.G., SHubina O.G. O primeneni polidekstrozy i betaina v proizvodstve marmeladno-pastil'nyh izdelij. Konditerskoe proizvodstvo, 2011, №6, p. 12-15.
23. ZHuravleva E. I. Syr'e i tekhnologiya konditerskogo proizvodstva: Spravochnik konditera. CHast' 1. Moskow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1966. 712 p.
24. ZHuravleva E.I. Tekhnologiya konditerskogo proizvodstva. Moskow, Pishchepromizdat publ., 1962. 443 p.
25. Sanitarnye normy i pravila «Trebovaniya k prodovol'stvennomu syr'yu i pishchevym produktam», utv. postanovleniem Ministerstva zdravoohraneniya Respubliki Belarus' 21.06.2013 №52.
26. Gigienicheskij normativ «Pokazateli bezopasnosti i bezvrednosti dlya cheloveka prodovol'stvennogo syr'ya i pishchevyyh produktov», utv. postanovleniem Ministerstva zdravoohraneniya Respubliki Belarus' 21.06.2013 №52.

Информация об авторах

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

Шугаева Татьяна Вячеславовна — ведущий инженер-технолог отдела технологий кондитерской и масложировой продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: candy@belproduct.com

Гершончик Ксения Николаевна — кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела технологий кондитерской и масложировой продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: candy@belproduct.com

Information about authors

Marhunova Alena Mikhailovna — PhD (Technical) Associate Professor, Deputy General Director for Standardization and Food Quality of the RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food» (220037, Republic of Belarus, Minsk, Kozlova str., 29). E-mail: info@belproduct.com

Shugaeva Tatsiana Viacheslavovna — leading engineer-technologist of the department of technologies of confectionery and fat-and-oil products of RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food» (220037, Republic of Belarus, Minsk, Kozlova str., 29). E-mail: candy@belproduct.com

Gershonchik Ksenia Nikolaevna — Ph.D. (Technical), Senior Researcher of the Department of technologies of confectionery and fat-and-oil products of RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food» (220037, Republic of Belarus, Minsk, Kozlova str., 29). E-mail: candy@belproduct.com

УДК 674:630.886 +663.241/256
https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-3(53)-32-40

Поступила в редакцию 14.06.2021
Received 14.06.2021

О. Л. Зубковская, О. Н. Юденко, Н. Р. Рабчонок, Е. П. Кулагова

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

ВЛИЯНИЕ ДРОЖЖЕЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ СОРТОВЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЯБЛОЧНЫХ НАТУРАЛЬНЫХ ВИН

Аннотация: Брожение является одним из важнейших этапов изготовления фруктовых вин, определяющим формирование их сортовых признаков. Цель работы — исследовать показатели качества сортовых фруктовых вин и установить взаимосвязь между применением различных видов дрожжей и органолептическими характеристиками полученных с их применением вин. Изучено влияние расы дрожжей на сенсорные профили яблочных вин, динамика брожения яблочного сусла, образование продуктов вторичного брожения, определяющих органолептические характеристики яблочных вин. В работе использовали дрожжи вида *Saccharomyces cerevisiae* - Lalvin V-1116, Oenoferm C₂, Франс ЦБ и *Saccharomyces byanus* - Oenoferm Freddo, Fermivin PDM. Для питания винных дрожжей выбрали питательную смесь Максаферм, состоящую из инактивированных дрожжей, тиамина и солей аммония. Показано значительное влияние рас дрожжей на качественный и количественный состав продуктов вторичного брожения, формирование сортовых признаков фруктово-ягодных натуральных вин. Рекомендовано при изготовлении яблочных натуральных вин для формирования сортовых признаков использовать дрожжи Fermivin PDM и Oenoferm Freddo при температуре брожения от 22 °С до 26 °С и дрожжи Франс ЦБ при температуре брожения от 16 °С до 18 °С.

Ключевые слова: яблочное натуральное вино, дрожжи винные, брожение, сенсорный профиль, физико-химические показатели, продукты вторичного брожения.

O. L. Zubkouskaya, O. N. Yudzenka, N. R. Rabchonak, E. P. Kulagova

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

THE INFLUENCE OF YEAST ON THE FORMATION OF VARIETAL CHARACTERISTICS OF APPLE NATURAL WINES

Abstract: Fermentation is one of the most important stages in the production of fruit wines that determines the formation of their varietal characteristics. The purpose of the work is to investigate quality indices of variety fruit wines and establish interrelation between application of different types of yeast and organoleptic characteristics of wines obtained with their application. Influence of yeast race on apple wine sensory profiles, dynamics of apple wort fermentation, formation of secondary fermentation products determining organoleptic characteristics of apple wines has been studied. Yeast species *Saccharomyces cerevisiae* - Lalvin V-1116, Oenoferm C₂, France CB and *Saccharomyces byanus* —Oenoferm Freddo, Fermivin PDM were used in this work. For the nutrition of wine yeast we chose Maxafarm’s nutrient mixture consisting of inactivated yeast, thiamine and ammonium salts. The significant influence of yeast races on the qualitative and quantitative composition of secondary fermentation products, the formation of varietal signs of fruit and berry natural wines was shown. It is recommended to use Fermivin PDM and Oenoferm Freddo yeast at a fermentation temperature from 22 °C to 26 °C and France CB yeast at a fermentation temperature from 16 °C to 18 °C for the production of apple natural wines for the formation of varietal characters.

Key words: apple natural wine, wine yeast, fermentation, sensory profile, physical and chemical indicators, secondary fermentation products.

Введение. Увеличение популярности сортовых фруктово-ягодных натуральных вин делает их производство перспективным направлением в развитии белорусского виноделия. Формирование и развитие сортовых признаков фруктово-ягодных натуральных вин зависит от технологических приемов, применяемых при переработке фруктового сырья и брожении сусла. Процессы брожения, основан-

ные на жизнедеятельности культурных дрожжей рода *Saccharomyces*, в ходе метаболизма которых помимо этилового спирта образуется основная часть летучих компонентов, представляющих собой вторичные и побочные продукты спиртового брожения, имеют большое значение в формировании органолептических свойств фруктово-ягодных вин. В свою очередь качественный и количественный состав вторичных продуктов брожения, формирующих органолептический профиль сортов вин, в значительной степени зависит от применяемой расы дрожжей и ее метаболической активности. Ферментативные системы дрожжей синтезируют сложные эфиры, летучие кислоты, альдегиды и высшие спирты, которые являются фоновыми компонентами аромата и при взаимодействии с терпеновыми спиртами формируют сортовой аромат вина.

В настоящее время на большинстве винодельческих предприятий республики используют в основном активные сухие дрожжи импортного производства, подбор которых для производства сортовых высококачественных вин следует осуществлять с учетом их ферментативной активности по отношению к составу фруктового сусла. Качественный и количественный состав ферментов дрожжей является генетическим признаком, но зависит от состава сусла и технологических факторов [1–7].

В научной литературе недостаточно освещены вопросы влияния расы дрожжей на формирование сортового аромата фруктово-ягодных натуральных вин. Данная тема требует дополнительного изучения.

Цель исследования — определить влияние расы применяемых дрожжей на показатели качества яблочных натуральных вин.

Объекты и методы исследования. Объектами исследований являлись свежеежатый яблочный сок, яблочные натуральные виноматериалы, препараты активных сухих дрожжей вида *Saccharomyces cerevisiae* (Lalvin V-1116, Oenoferm C₂, Франс ЦБ) и *Saccharomyces bayanus* (Oenoferm Freddo, Fermivin PDM).

Для изготовления яблочных натуральных вин использовали свежие яблоки. Сырье измельчали, из яблочной мякоти извлекали сок и направляли на осветление методом отстаивания. В целях предотвращения окислительных процессов сразу после отжима в яблочный сок вносили пиросульфит калия в количестве 1,5 г/дм³, что соответствует 75 мг/дм³ сернистого ангидрида.

В яблочное сусло перед задачей суспензии дрожжей вносили питательную смесь Максаферм, состоящую из инактивированных дрожжей, тиамин и солей аммония. Сухие активные дрожжи гидратировали и вносили в сусло в соответствии с рекомендациями фирм-изготовителей.

С учетом качественного и количественного состава сахаров сока (фруктоза — 61 %, глюкоза — 26 %, сахароза — 13 %) в целях обеспечения требуемого набора (9 %) провели поэтапную шапталлизацию сусла. Внесение сахарозы проводили после сбраживания собственных сахаров сусла (глюкозы и фруктозы) в два этапа для предотвращения угнетения брожения по причине разницы осмотического давления подсахаренного сусла и содержимого в вакуоле дрожжевой клетки.

Брожение сусла (массовая концентрация сахаров 156,8 г/дм³, pH 5,38) проводили при температурах 16–18 °C и 22–26 °C в аэробных условиях с проведением и без проведения аэрации путем перемешивания образцов с доступом кислорода воздуха. После окончания брожения яблочные виноматериалы снимали с осадка, осветляли методом отстаивания, фильтровали и хранили при температуре 10 °C.

Физико-химические показатели объектов исследования определяли с помощью стандартизированных методов анализа [8–12].

Результаты и их обсуждение. Все расы винных дрожжей имеют разную бродильную активность по отношению к сбраживаемому сырью. Мониторинг кинетики брожения различных рас дрожжей показал очень быстрое и бурное сбраживание (дрожжи Oenoferm C₂, Oenoferm Freddo и Fermivin PDM — 1 сутки), более умеренное (дрожжи Франс ЦБ — 2 суток) и слабое (дрожжи Lalvin V 1116 — 3 суток). Различная бродильная активность рас дрожжей сказалась на продолжительности процесса брожения, которая в зависимости от вида дрожжей и температуры брожения составила от 11 до 22 суток (табл. 1).

Таблица 1. Продолжительность спиртового брожения яблочного сусла в зависимости от вида дрожжей и температуры брожения

Table 1. Duration of alcoholic fermentation of apple wort depending on the type of yeast and fermentation temperature

Продолжительность брожения, сут								
При температуре от 22 °C до 26 °C					При температуре от 16 °C до 18 °C			
Oenoferm C ₂	Lalvin V 1116	Oenoferm Freddo	Fermivin PDM	Франс ЦБ	Lalvin V 1116	Oenoferm Freddo	Fermivin PDM	Франс ЦБ
11	22	11	10	11	22	16	16	21

При низких температурах продолжительность брожения яблочного сула увеличилась в 1,5–1,9 раза. При брожении яблочного сула с применением дрожжей Lalvin V 1116 не отмечено влияние температуры на продолжительность брожения. Дрожжи Lalvin V 1116 могут работать в широком диапазоне температур без увеличения продолжительности брожения, однако по продолжительности забраживания и брожения значительно уступают другим дрожжам, используемым для испытаний. Не отмечено влияние на продолжительность сбраживания дополнительной аэрации при брожении сула.

Установлен рост pH в процессе брожения (от 5,38 до 5,83), обусловленный образованием органических кислот в ходе биохимических превращений кислот сула при брожении, и изменением буферности сула вследствие уменьшения количества азотистых веществ и фосфатов, потребляемых дрожжами. Установлена зависимость роста pH от вида применяемых дрожжей и аэрации сула. Максимальный рост pH по окончании брожения отмечен в образцах, сброженных с применением дрожжей Lalvin V 1116 (5,68–5,83), в остальных образцах он составил от 5,40 до 5,64. Аэрация сула обеспечила увеличение pH (от 0,02 до 0,04) за счет снижения образования летучих кислот.

Окислительно-восстановительный потенциал играет большую роль в формировании органолептических свойств вина, определяя интенсивность окисленных тонов. В процессе исследования наблюдалось стабильное снижение окислительно-восстановительного потенциала среды в конце брожения (от 105 до 81 mV в зависимости от образца) за счет уменьшения количества окисленных и накопления восстановительных продуктов. Отмечен рост окислительно-восстановительного потенциала сула вне зависимости от вида дрожжей на 3 сутки брожения (до 115 — 116 mV) в момент максимального роста количества и активности дрожжей. Установлено, что величина снижения окислительно-восстановительного потенциала сула зависит от вида дрожжей и температуры брожения. Так, дрожжи Oenoferm Freddo, Fermivin PDM и Франс ЦБ показали более низкое значение окислительно-восстановительного потенциала сула при температуре брожения от 16 до 18 °С, для окислительно-восстановительного потенциала сула, сбраживаемого дрожжами Lalvin V 1116, влияние температуры не отмечено (табл. 2).

Таблица 2. Динамика окислительно-восстановительного потенциала в процессе брожения яблочного сула
Table 2. Dynamics of the redox potential in the fermentation process of apple wort

Окислительно-восстановительный потенциал яблочного сула, mV																	
До брожения	по завершению брожения с использованием дрожжей																
	Oenoferm C ₂	Lalvin V 1116				Oenoferm Freddo				Fermivin PDM				Франс ЦБ			
	Контроль	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4
105	101	81	86	87	85	95	96	90	88	103	102	89	89	105	104	90	92

Образцы 1.3, 1.4, 2.3, 2.4, 3.3, 3.4, 4.3, 4.4 сбраживали в термостате при температуре от 16 до 18 °С, остальные — при температуре окружающей среды (от 22 до 26 °С).

Брожение проводили в анаэробных условиях с дополнительной аэрацией путем перемешивания образцов с доступом кислорода воздуха (образцы 1.2, 1.4, 2.2, 2.4, 3.2, 3.4, 4.2, 4.4).

Исследование сенсорных профилей яблочных натуральных виноматериалов осуществляли дескрипторно-профильным методом путем построения графических профиллограмм с использованием предварительно выбранных дескрипторов. Интенсивность выбранных дескрипторов оценивали по шкале значимости от 0 до 5.

Для проведения исследований профиля вин с учетом специфики сырья отобрали 6 наиболее значимых дескрипторов, наименование и характеристики которых приведены в табл. 3.

Сенсорные профили яблочных виноматериалов, изготовленные с применением разных рас дрожжей, представлены на рис. 1–5.

Характеристика шести наиболее значимых дескрипторов позволила изучить влияние технологических вспомогательных средств и технологических факторов на качество и формирование заданных органолептических характеристик сортовых яблочных вин.

На основании сравнительного анализа сенсорных профилей яблочных вин проведена оценка влияния технологических приемов брожения яблочного сула на формирование и сохранение сортовых особенностей яблочных виноматериалов. В результате исследований установлены следующие особенности:

1) образцы 2.4, 3.1, 4.1 и 4.2 обладают выраженными сортовыми признаками и отличаются высокими органолептическими характеристиками;

2) дрожжи Oenoferm Freddo способствуют формированию сортовых признаков фруктовых вин при проведении брожения при температуре от 16 до 18 °С, дрожжи Fermivin PDM и Франс ЦБ — при температуре окружающей среды (от 22 до 26 °С);

3) дрожжи Lalvin V 1116 не обеспечивают формирование и развитие сортовых признаков при изготовлении яблочных вин;

4) дополнительная аэрация сула при применении дрожжей Oenoferm Freddo и Франс ЦБ в установленных температурных режимах способствует улучшению органолептических характеристик вин.

Таблица 3. Наименование и характеристика дескрипторов органолептического профиля яблочных натуральных вин

Table 3. Name and characteristics of the descriptors of the organoleptic profile of apple natural wines

Наименование дескриптора	Характеристики
Цвет	Цвет, оттенки, насыщенность
Вкус	
Мягкость	Слабое, короткое, плоское, тяжелое, сладковатое, сухое, равновесное, маслянистое, медовое
Кислотность	Нервное, зеленая кислотность, свежее (питкое), нежное, равновесное, живое, кислое
Аромат	
Интенсивность	Яркий, сильный, умеренный, слабый
Фруктовый	Яблоко
Окисленность	Резкий аромат выветренного вина

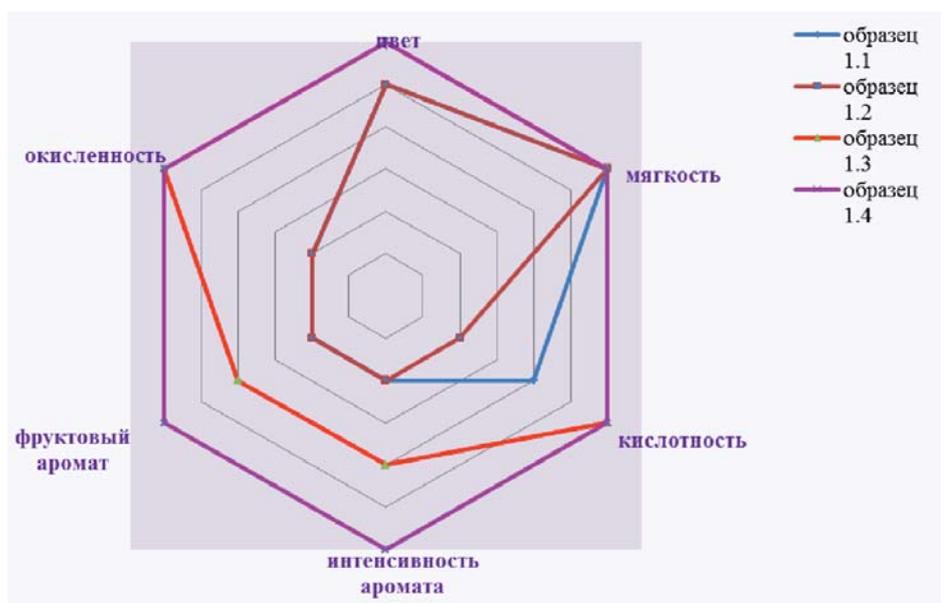


Рис. 1. Сенсорный профиль яблочных вин, изготовленных с применением дрожжей Lalvin V 1116

Fig. 1. Sensory profile of apple wines made with the use of Lalvin V 1116 yeast

В изготовленных образцах яблочных вин были изучены следующие физико-химические показатели: объемная доля этилового спирта, содержание этиловых эфиров, высших спиртов, альдегидов, метилового спирта, органических кислот, сахаров и глицерина.

На основании анализа результатов испытаний натуральных виноматериалов установлена зависимость спиртообразующей способности дрожжей от вида дрожжей, температуры брожения и дополнительной аэрации при проведении брожения яблочного сула в аэробных условиях. Дрожжи Lalvin V 1116, Oenoferm Freddo, Fermivin PDM и Франс ЦБ показали одинаковую спиртообразующую способность, Oenoferm C₂ — более низкую. При брожении при температуре от 16 до 18 °С наброд на 18–40 % превысил показатели, полученные при температуре от 22 до 26 °С. Дополнительная аэрация обеспечила увеличение объемной доли этилового спирта (от 0,1 до 0,7 % в зависимости от вида дрожжей).

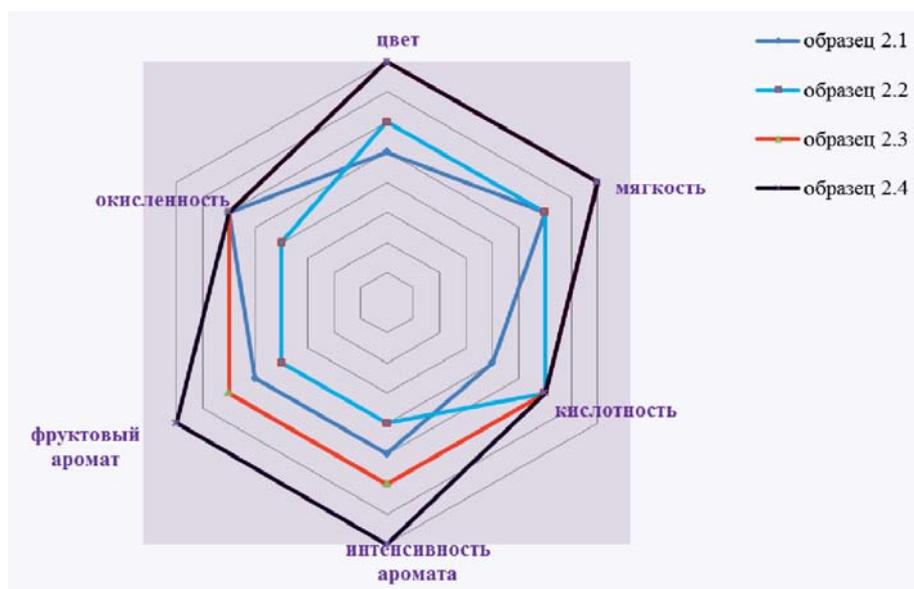


Рис. 2. Сенсорный профиль яблочных вин, изготовленных с применением дрожжей Oenoferm Freddo
 Fig. 2. Sensory profile of apple wines made with the use of Oenoferm Freddo yeast

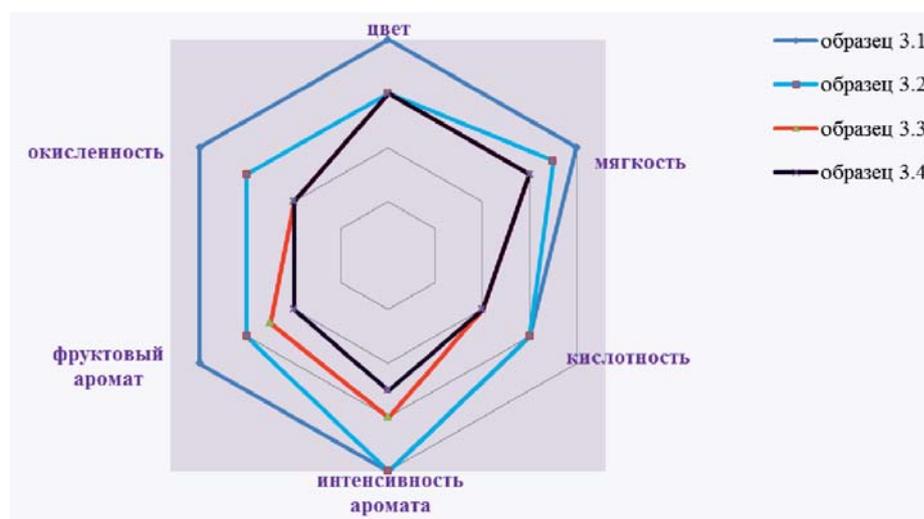


Рис. 3. Сенсорный профиль яблочных вин, изготовленных с применением дрожжей Fermivin PDM
 Fig. 3. Sensory profile of apple wines made with Fermivin PDM yeast

Установлено влияние вида дрожжей и технологических факторов на последовательность и интенсивность сбраживания сахаров. Так, дрожжи Lalvin V 1116, Oenoferm Freddo, Fermivin PDM и Франс ЦБ первой сбродили глюкозу (содержание в виноматериалах 0,5 г/дм³), затем фруктозу (от < 0,5 до 3,7 г/дм³) и сахарозу. Для дрожжей Oenoferm C₂ последовательность сбраживания сахаров следующая: глюкоза, сахароза, фруктоза. Дополнительная аэрация суслу обеспечивает полное сбраживание глюкозы и фруктозы (содержание в виноматериалах в следовых количествах (< 0,5 г/дм³)). Следовательно, и способ шапталлизации суслу следует подбирать в зависимости от последовательности сбраживания сахаров определенной расой дрожжей.

Важным показателем при выборе дрожжей для сортового виноделия является состав вторичных продуктов брожения, к которым относятся альдегиды, высшие спирты и эфиры. По результатам исследований установлено, что при одинаковых условиях протекания процесса количество вторичных продуктов брожения, синтезируемых разными расами дрожжей различалось.

Установлено влияние дрожжей на образование алифатических многоатомных спиртов (глицерина и сорбита) в яблочном вине, влияние температуры и дополнительной аэрации суслу на их синтез

не наблюдалось. Содержание глицерина в опытных образцах составляет 4,2–5,4 г/дм³, сорбита — 3,4–4,7 г/дм³. Максимальное содержание глицерина определено в образцах, изготовленных с применением дрожжей Oenoferm C₂ и Франс ЦБ (от 5 до 5,4 г/дм³), сорбита — Oenoferm C₂, Франс ЦБ и Fermivin PDM (4,5 — 4,7 г/дм³).

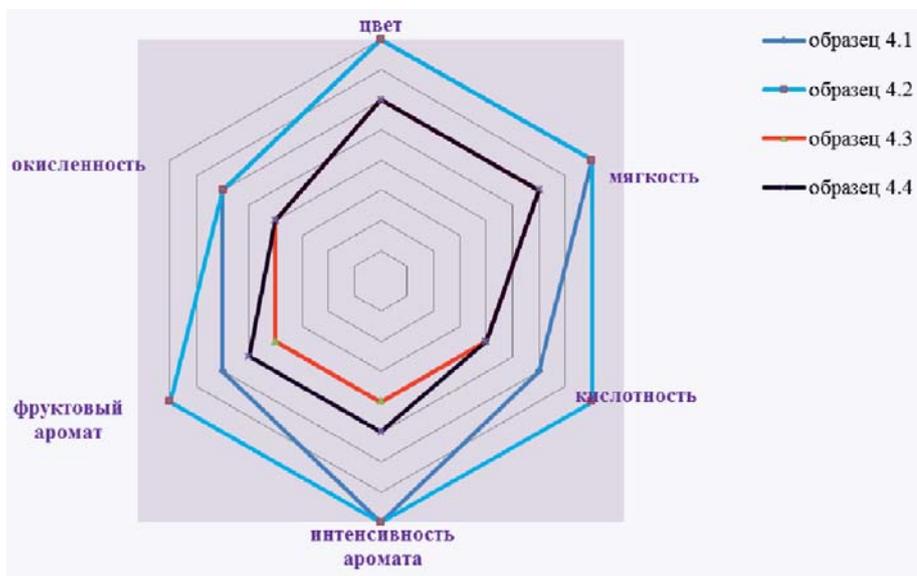


Рис. 4. Сенсорный профиль яблочных вин, изготовленных с применением дрожжей Франс ЦБ
Fig. 4. Sensory profile of apple wines made with the use of yeast France CB

Синтез алифатических одноатомных спиртов (сивушных масел), метилацетата и этилацетата также зависит от вида дрожжей и температуры брожения. При сбраживании сула при температуре от 16 до 18 °С наблюдалось снижение содержания сивушных масел, в основном представленных пропиловым, бутиловым, изобутиловым, амиловым, изоамиловым спиртами, на 15–46 %, отмечено снижение содержания метилацетата и этилацетата для дрожжей Lalvin V 1116 в 3–11 раз, Oenoferm Freddo — 2–3,6 раза, Fermivin PDM — 1,1–3 раза. В отличие от других испытуемых дрожжей применение Франс ЦБ при низких температурах брожения способствовало увеличению в 1,6–1,8 раз содержания метилацетата и этилацетата. Дрожжи Oenoferm C₂, Франс ЦБ, Lalvin V 1116 в ходе метаболизма синтезируют в 1,5–1,7 раза больше сивушных масел, чем дрожжи Fermivin PDM и Oenoferm Freddo, что ухудшает органолептические характеристики виноматериалов.

Не установлено влияние вида тестируемых дрожжей, температуры и дополнительной аэрации сула на образование метилового спирта, содержание которого во всех образцах не превысило 0,07 %. Метиловый спирт является естественным продуктом гидролиза пектиновых веществ, концентрация его во фруктово-ягодных винах не нормируется, однако в связи с его высокой токсичностью следует учитывать способность дрожжей к накоплению метанола.

Показано, что из 7 идентифицированных органических кислот наибольшим изменениям в процессе брожения подвержена яблочная кислота. Ее содержание в сброженном виноматериале снижается на 35–50 %. При этом отмечено увеличение концентрации молочной, лимонной и янтарной кислот. Такое изменение состава органических кислот положительно влияет на органолептические свойства получаемых вин, придавая им мягкость и гармоничность. Установлено, что качественный и количественный состав органических кислот сула зависит от вида дрожжей. В виноматериалах, изготовленных с применением дрожжей Fermivin PDM, не обнаружена молочная кислота. Следовательно, дрожжи Fermivin PDM ингибируют яблочно-молочное брожение.

Заключение. Таким образом, прослеживается зависимость синтеза и содержания в виноматериалах этилового спирта, алифатических одноатомных и многоатомных спиртов, сложных эфиров, сахаров, органических кислот, определяющих качественные показатели вин, от температуры брожения сула, дополнительной аэрации и pH среды.

Оптимальной сбраживающей способностью при температуре от 22 до 26 °С с активным забраживанием сула в течение суток обладают дрожжи Fermivin PDM (продолжительность брожения 10 суток) (образцы 3.1, 3.2), при температуре от 16 до 18 °С — дрожжи Fermivin PDM (образцы 3.3, 3.4) и Oenoferm Freddo (образцы 2.3, 2.4) (продолжительность брожения 16 суток), обеспечившие полное выбраживание яблочного сула в 1,4 раза интенсивнее других дрожжей.

Снижение окислительно-восстановительного потенциала суслу до 87 — 92 mV в ходе брожения суслу при температуре от 16 до 18 °С с применением дрожжей Lalvin V 1116, Oenoferm Freddo, Fermivin PDM и Франс ЦБ (контрольный образец (Oenoferm C2) — 101 mv) положительно сказывается на органолептических характеристиках вина за счет снижения окисленных тонов во вкусе и аромате.

Дополнительная аэрация суслу способствует росту объемной доли этилового спирта от 0,1 до 0,7 %, pH от 0,02 до 0,04 и снижению окислительно-восстановительного потенциала суслу на 2–3 %.

Дрожжи Fermivin PDM и Oenoferm Freddo способствуют формированию сортовых признаков фруктовых вин за счет образования меньшего количества сивушных масел (в 1,5–1,7 раза), этилацетата и метилацетата (в 20–30 раз), ухудшающих органолептические характеристики виноматериалов.

Дрожжи Франс ЦБ, Oenoferm C2 и Fermivin PDM обеспечивают улучшение вкуса яблочных вин за счет увеличения суммарной концентрации алифатических многоатомных спиртов: от 5 до 5,4 г/дм³ глицерина и 4,5–4,7 г/дм³ сорбита.

Дрожжи Fermivin PDM и Oenoferm Freddo способствуют формированию сортовых признаков фруктовых вин и рекомендованы к применению при их изготовлении.

На основании сравнительного анализа сенсорных профилей и физико-химических показателей яблочных виноматериалов проведена комплексная оценка влияния технологических вспомогательных средств и технологических приемов брожения яблочного суслу на формирование и сохранение сортовых особенностей яблочных виноматериалов. Выявлены отличия исследуемых рас сухих активных дрожжей по интенсивности брожения, что обусловлено метаболической активностью дрожжей; установлена высокая эффективность сбраживания сахаров яблочного суслу с применением исследуемых рас дрожжей (Fermivin PDM, Oenoferm Freddo, Франс ЦБ). Исследования показали значительное влияние рас дрожжей на качественный и количественный состав побочных продуктов брожения, органолептические характеристики вин. Каждая раса дрожжей (Fermivin PDM, Oenoferm Freddo, Франс ЦБ) сохраняет ароматические особенности яблочного сырья, при этом создает свой собственный уникальный ароматический профиль вина.

На основании результатов научных исследований даны рекомендации по применению технологических вспомогательных средств на стадии брожения суслу:

- ♦ дрожжи Lalvin V 1116 не рекомендованы к применению при изготовлении сортовых фруктово-ягодных натуральных вин;
- ♦ расы дрожжей Fermivin PDM, Oenoferm Freddo, Франс ЦБ рекомендованы для применения в производстве сортовых фруктово-ягодных вин;
- ♦ дрожжи Fermivin PDM, Oenoferm Freddo, Франс ЦБ обеспечивают снижение интенсивности окисленных тонов в вине за счет стабильного снижения окислительно-восстановительного потенциала среды в конце брожения;
- ♦ раса дрожжей Франс ЦБ формирует сортовые признаки фруктово-ягодных вин при температуре брожения от 22 до 26 °С с проведением дополнительной аэрации. Франс ЦБ целесообразно использовать для сбраживания высококислотного фруктового суслу;
- ♦ дрожжи Fermivin PDM способствуют формированию сортовых признаков фруктово-ягодных натуральных вин при температуре брожения от 22 до 26 °С без проведения дополнительной аэрации. Fermivin PDM ингибирует яблочно-молочное брожение, их нецелесообразно использовать для сбраживания высококислотного фруктового суслу;
- ♦ дрожжи Oenoferm Freddo способствуют формированию сортовых признаков фруктово-ягодных натуральных вин при температуре брожения от 16 до 18 °С с проведением дополнительной аэрации.

Список использованных источников

1. Влияние штамма дрожжей на качество виноградного виноматериала / П. А. Чалдаев [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. — 2018. — № 4 (364). — С. 18 — 21.
2. Панасюк, А. Л. Влияние различных рас дрожжей на качественные показатели и антиоксидантную активность вин из черной смородины / А.Л. Панасюк, С.С. Макаров // Техника и технология пищевых производств. — 2018. — Т. 48. — № 1. — С. 66 — 73.
3. Гержикова, В. Г. Битехнологические основы повышения качества столовых и шампанских виноматериалов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.07 / В.Г. Гержикова. —Ялта, 1997. — 47 с.
4. Долгашева, Д. С. Изучение препаратов активных сухих дрожжей, используемых в виноделии / Д. С. Долгашева, Е. Д. Рожнов, Д. В. Минаков // Технологии и оборудование химической, биотех-

- нологической и пищевой промышленности: материалы XI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием. — М.: ВНИИПБ. — 2018. — С. 461–465.
5. *Иванченко, К. В.* Влияние штаммов дрожжей на качество столовых виноматериалов из винограда сорта Кокур белый / К. В. Иванченко, В. Н. Геок, П.А. Пробейголова // Магарач. Виноградарство и виноделие. — 2019. — № 1 (107). — С. 65–69.
 6. Killer strains of *Saccharomyces*: application for apple wine production / Satora P. [et al.]// J. of the Institute of Brewing . — 2016. — Vol. 122. — P. 412–421.
 7. *Жирова В. В.* Изучение процесса брожения с использованием активных сухих дрожжей для производства столовых вин / В.В. Жирова, М.В. Прилепа, О.Г. Миронова // Вопросы науки: инноватика, техника и технологии. — 2019. — № 1. — С. 132–135.
 8. Винодельческая продукция и винодельческое сырье. Метод определения объемной доли этилового спирта: СТБ 1929-2009 (ГОСТ Р 51653-2000). — Введ. 01.07.2009. — Минск: Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации, 2009. — 10 с.
 9. Водка и спирт этиловый из пищевого сырья. Газохроматографический экспресс-метод определения содержания токсичных микропримесей: СТБ ГОСТ Р 51698-2001. — Введ. 01.11.2002. — Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь: Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации, 2001. — 20 с.
 10. Продукция соковая. Определение сахарозы, глюкозы, фруктозы и сорбита методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: ГОСТ 31669-2012. — Введ. 01.07.2013. — Москва: Федеральный информационный фонд стандартов: ФГУП «Стандартинформ», 2012. — 12 с.
 11. Продукция алкогольная и соковая. Определение содержания углеводов и глицерина методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: ГОСТ 33409-2015. — Введ. 01.07.2017. — Москва: Федеральный информационный фонд стандартов: ФГУП «Стандартинформ», 2012. — 14 с.
 12. Продукция безалкогольная, слабоалкогольная, винодельческая и соковая. Определение содержания органических кислот методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: ГОСТ 33410-2015. — Введ. 01.07.2017. — Москва: Федеральный информационный фонд стандартов: ФГУП «Стандартинформ», 2012. — 14 с.

References

1. Chaldae P. A., Kashaev A. G., Leuchev A. E., Malyskin S. S. The influence of yeast strain on the quality of grape wine material // News of higher educational institutions. Food technology, 2018, no 4 (364), pp. 18–21.
2. Panasyuk A. L., Makarov S. S. The influence of various yeast races on the quality indicators and antioxidant activity of black currant wines. Technique and technology of food production, 2018, vol. 48, no. 1. pp. 66–73.
3. Gerzhikova V. G. Botechnological bases of improving the quality of table and champagne wine materials: abstract. dis of the Doctor of technical Sciences. Yalta, 1997, 47 p.
4. Dolgasheva D. S., Roznov E. D., Minakov D. V. Study of drugs active dry yeast is used in winemaking. Technology and equipment for the chemical, biotech and food industries: proceedings of the XI all-Russian scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists with international participation. Moscow, VNIIPBT publ., 2018, pp. 461–465.
5. Ivanchenko K. V., Geok V. N., Pobegalov P. A. The Influence of yeast strains on the quality of table wine from grapes Kokur white. Magarach. Viticulture and winemaking, 2019, no. 1 (107), pp. 65–69.
6. Satora P. [et al.] Killer strains of *Saccharomyces*: application for apple wine production. J. of the Institute of Brewing, 2016, vol. 122, p. 412–421.
7. Zhirova V. V., Prilepa M. V., Mironova O. G. Studying the fermentation process using active dry yeast for the production of table wines. Voprosy nauki: innovatika, tekhnika i tekhnologii, 2019, no. 1, pp. 132–135.
8. STB 1929-2009 (GOST R 51653-2000) Wine products and wine raw materials. Method for determining the volume fraction of ethyl alcohol.
9. STB GOST R 51698-2001 Vodka and ethyl alcohol from food raw materials. Gas chromatographic express method for determining the content of toxic micro-impurities.
10. GOST 31669-2012 Determination of sucrose, glucose, fructose and sorbitol by high-performance liquid chromatography.

11. GOST 33409-2015 Alcoholic and juice products. Determination of the content of carbohydrates and glycerin by high-performance liquid chromatography.
12. GOST 33410-2015 Non-alcoholic, low-alcohol, wine and juice products. Determination of the content of organic acids by high-performance liquid chromatography.

Информация об авторах

Зубковская Оксана Леонидовна — старший научный сотрудник группы по винодельческой и пивобезалкогольной отраслям отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (220037, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Козлова, 29). E-mail: ksana50z@yandex.by

Рабчонок Наталья Ростиславовна — руководитель группы по винодельческой и пивобезалкогольной отраслям отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (220037, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Козлова, 29). E-mail: rabchonik@mail.ru

Юденко Ольга Николаевна — кандидат технических наук, руководитель группы по винодельческой и пивобезалкогольной отрасли отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (220037, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Козлова, 29).

Кулагова Екатерина Петровна — аспирант, младший научный сотрудник лаборатории микробиологических исследований Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (220037, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Козлова, 29), E-mail: tateka@tut.by

Information about authors

Zubkovskaya Oksana Leonidovna — Senior researcher of the group on wine and beer and non-alcoholic industries of the Department of Technologies of alcoholic and non-alcoholic products, RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (Kozlova st.29, Minsk, 220037, Republic of Belarus). E-mail: ksana50z@yandex.by

Rabchonok Natalia Rostislavovna — Head of the group for wine and beer and non-alcoholic industries of the Department of Technologies of Alcoholic and non-alcoholic Products, RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (Kozlova st.29, Minsk, 220037, Republic of Belarus). E-mail: rabchonik@mail.ru

Yudenko Olga Nikolaevna — Ph.D. (Technical), Head of the Group for Wine and Beer and Non-alcoholic Industry of the Department of Technologies for Alcoholic and Non-alcoholic Products, RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (Kozlova st.29, Minsk, 220037, Republic of Belarus).

Kulagova Ekaterina Petrovna — postgraduate student, junior researcher of the laboratory of microbiological research of the Republican control and testing complex for the quality and safety of food, RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (Kozlova st.29, Minsk, 220037, Republic of Belarus). E-mail: tateka@tut.by

УДК 663.2+663.26
https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-3(53)-41-50

Поступила в редакцию 14.08.2021
Received 14.08.2021

Е. П. Кулагова, А. А. Пушкар, О. Н. Юденко, О. Л. Зубковская

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БИОСИНТЕЗА ЭТИЛОВОГО СПИРТА ПРИ СБРАЖИВАНИИ ЯБЛОЧНОГО СУСЛА, ПОЛУЧЕННОГО НА БАЗЕ ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ

Аннотация: В статье изучено влияние внесения промежуточной фракции фруктового дистиллята в сусло, направляемое на брожение, с целью предотвращения развития посторонней микрофлоры, активации процесса брожения и сокращения потерь безводного этилового спирта в цикле производства фруктовых дистиллятов. Установлены оптимальные технологические режимы брожения яблочного сусла.

Ключевые слова: промежуточная фракция фруктового дистиллята, брожение яблочного сусла, питание для дрожжей, вторичные сырьевые ресурсы, фруктовые дистилляты, крепость, массовая концентрация несброженного сахара в пересчете на инвертный.

Е. P. Kulagova, A. A. Pushkar, O. N. Yudenko, O. L. Zubkouskaya

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

IMPROVEMENT OF ETHYL ALCOHOL BIOSYNTHESIS WHEN FERRYING APPLE WORT, OBTAINED ON THE BASIS OF INNOVATIVE SOLUTIONS FOR PROCESSING SECONDARY RAW MATERIALS

Abstract: The article studies the effect of introducing an intermediate fraction of fruit distillate into the wort sent for fermentation in order to prevent the development of extraneous microflora, activate the fermentation process and reduce the loss of anhydrous ethyl alcohol in the production cycle of fruit distillates. The optimal technological modes of apple wort fermentation have been established.

Key words: intermediate fraction of fruit distillate, fermentation of apple wort, nutrition for yeast, secondary raw materials, fruit distillates, strength, mass concentration of unfermented sugar in terms of invert, titratable acidity.

Введение. Основой инновационного развития экономики является разработка и применение ресурсосберегающих технологий и рациональное использование ресурсов. Актуальность решаемой проблемы заключается в развитии безотходных и малоотходных технологий производств путем научного обоснования глубокой переработки отходов производства дистиллятов и их направленного использования в качестве вторичного сырья.

Выжимки и спиртосодержащие осадки виноделия относят к отходам виноделия при производстве винодельческой продукции. Их использование в качестве вторичных сырьевых ресурсов за счет наиболее полного использования исходного потенциала сырья (выжимок и спиртосодержащих отходов) позволило разработать ресурсосберегающие технологии производства [1].

Экономическая эффективность разработанной технологии заключается в сокращении потерь безводного спирта. Действующая технология производства яблочных (фруктовых и кальвадосных) дистиллятов предусматривает получение трех спиртосодержащих фракций: головной, предназначенной для утилизации на технические цели (до 5 % по безводному спирту), основной и хвостовой. Хвостовая фракция возвращается до 5 раз при перегонке последующих партий сброженных соков (виноматериалов) [2]. Предложенная технология позволяет сократить головную фракцию, предназначенную для утилизации на технические цели, более чем в 5 раз путем отработки технологических

режимов ее получения и направленного использования ее в качестве вторичного сырьевого ресурса в виде промежуточной фракции фруктового дистиллята при сбраживании диффузионных соков с последующей фракционной перегонкой.

Целью данной работы являлось установление оптимальных технологических режимов проведения процесса брожения яблочного суслу с применением диффузионных соков и промежуточной фракции. Для экспериментальных исследований по оптимизации процесса брожения на основании оптимальных технологических режимов экстракции яблочной выжимки был получен экспериментальный образец диффузионного сока и отобрана промежуточная фракция яблочного дистиллята в производственных условиях УП «Иловское».

Материалы и методы исследований. На основании анализа режимов брожения фруктовых материалов, используемых в мировой практике для производства фруктовых дистиллятов, а также производственных условий УП «Иловское», для экспериментальных исследований были выбраны следующие параметры подготовки суслу для брожения:

- ♦ использование внесенных рас дрожжей, направленных на сохранение аромата исходного яблочного сырья. Вид дрожжей — АСД Oenoferm вида *Saccharomyces cerevisiae* производства ERBSLOEN Geisenheim AG: Freddo F3;
- ♦ соотношение сока прямого отжима и диффузионного сока с установленными физико-химическими показателями в пропорции 80:20 (табл.1);
- ♦ спиртование суслу головной фракцией (далее — ГФ) до объемной доли этилового спирта от 0,0 до 0,50 %;
- ♦ внесение сахаросодержащих веществ для обеспечения объемной доли этилового спирта вино-материалов 11 % и питательных веществ для дрожжей;
- ♦ внесение в качестве питания для дрожжей питательного препарата Agro-aid speed от 3,20 до 36,82 г/л.

Т а б л и ц а 1. Физико-химические показатели диффузионного сока и сока прямого отжима
Table 1. Physicochemical indicators of diffusion juice and directly squeezed juice

Показатель	Диффузионный сок	Сок прямого отжима
Массовая доля сухих веществ, г/дм ³	5,94	11,24
Массовая концентрация титруемых кислот, в пересчете на яблочную кислоту, г/дм ³	8,75	12,85
Массовая концентрация сахаров в пересчете на инвертный, г/дм ³	48,2	91,9

Дрожжи Oenoferm Freddo F3 обеспечивают быстрое начало процесса брожения при низких температурах (8–13 °С) с сохранением аромата исходного плодово-ягодного сырья. Выбор этих дрожжей позволит обеспечить брожение суслу в холодный период и сохранить ароматические компоненты яблочного сырья. Данные дрожжи хорошо зарекомендовали себя и широко используются предприятиями республики, в том числе УП «Иловское».

Перед брожением дрожжи реактивировали в подготовленном сусле при температуре 35 °С в течение 15–20 мин до набухания. После самоохлаждения до температуры окружающей среды дрожжевую суспензию добавляли при постоянном перемешивании в подготовленное сусло. В начале брожения температура составила 18,5 ± 1 °С.

В качестве питания для дрожжей использовали питательный препарат Agro-aid speed (производитель ANAX, Германия) состоящий из аминокислот, минералов и витаминов. Как видно, препарат содержит питательные вещества, факторы роста и микроэлементы, которые действуют эффективно и целенаправленно для защиты и восстановления клеток дрожжей до алкогольного брожения, оптимизируют метаболизм и готовят дрожжи к брожению. Оптимальное питание дрожжей обеспечивает надежное выбраживание и высокую долю живых клеток до конца алкогольного брожения [3].

Температуру в ходе брожения поддерживали в пределах 20 ± 1 °С.

С учетом установившейся производственной практики в республике выход сока из 1 тонны яблок в среднем составляет 700–750 дал. Следовательно, выжимок остается в среднем от 250 до 300 кг. При выбранном технологическом режиме экстракции с гидромодулем 1 к 1 и предположительной эффективности извлечения диффузионного сока 50 %, его выход составит 250–300 дал. В зависимости от заданной кислотности вино-материалов допустимое добавление диффузионных соков в сусло, направляемое на брожение, составит от 25 %. Таким образом, соотношение сока прямого отжима и диффузионного в яблочном сусле составит 80:20.

Расчет массовой концентрации сахаров суслу, необходимых для достижения объемной доли этилового спирта в вино-материалах 11 %, осуществляли по формуле 1:

$$C_{\text{сусла}} = \frac{A \cdot 10}{0,589} + 4,0, \quad (1)$$

где $C_{\text{сусла}}$ — массовая концентрация сахаров сусла (в пересчете на инвертный сахар), необходимая для достижения заданной объемной доли этилового спирта виноматериала, г/дм³; A — заданная объемная доля этилового спирта виноматериала, %; 10 — коэффициент пересчета; 0,589 — выход безводного этилового спирта из 1 кг инвертного сахара, дм³; 4,0 — предельное значение сахаров (в пересчете на инвертный) в сброженном виноматериале, г/дм³.

Таким образом, с целью достижения объемной доли этилового спирта виноматериалов 11 % на основании формулы (1) массовая концентрация сахаров сусла должна составить 190,75 г/дм³.

Массовую концентрацию сахаров сока, состоявшего из смеси соков прямого отжима и диффузионного сока, (в пересчете на инвертный сахар), рассчитывали по формуле 2:

$$C_{\text{сока}} = (C_{\text{сок пр. отж.}} \cdot (1 - k) + C_{\text{дс}} \cdot k), \quad (2)$$

где $C_{\text{сок пр. отж.}}$ — массовая концентрация сахаров сока прямого отжима (в пересчете на инвертный сахар), г/дм³; $C_{\text{дс}}$ — массовая концентрация сахаров диффузионного сока (в пересчете на инвертный сахар), г/дм³; k — доля диффузионного сока во фруктовом сусле от суммарного количества соков, %.

Суммарный объем соков (диффузионного сока и сока прямого отжима), необходимых для получения заданного количества фруктового (яблочного) сусла, рассчитывали по формуле 3:

$$V_{\text{сока}} = \frac{V_{\text{сусла}} \cdot \left(1 - \frac{C_{\text{сусла}} \cdot 0,623}{1,05 \cdot 1000} \right)}{1 - \frac{C_{\text{сока}} \cdot 0,623}{1,05 \cdot 1000}}, \quad (3)$$

где $V_{\text{сусла}}$ — объем заданного сусла, дм³; $C_{\text{сусла}}$ — массовая концентрация сахаров сусла (в пересчете на инвертный сахар), г/дм³; $C_{\text{сока}}$ — массовая концентрация сахаров сока, состоящего из смеси соков прямого отжима и диффузионного сока, (в пересчете на инвертный сахар), г/дм³; 1,05 — коэффициент пересчета товарного сахара в инвертный, учитывающий массовую долю сахарозы в товарном сахаре (0,9975) и коэффициент пересчета инвертного сахара в сахарозу (0,95); 0,623 — объем, занимаемый при растворении 1 кг сахара в соке, дм³.

Количество инвертного сахара, необходимого для доведения массовой концентрации сахаров сусла до заданного значения, рассчитывали по формуле 4:

$$m_{\text{инв. сах}} = V_{\text{сусла}} \cdot C_{\text{сусла}} - C_{\text{сока}} \cdot V_{\text{сока}}, \quad (4)$$

Количество товарного сахара для приготовления сусла определяли по формуле 5:

$$m_{\text{тов.сах}} = \frac{m_{\text{инв.сах}}}{1,05}. \quad (5)$$

Объем товарного сахара при его растворении вычисляли по формуле 6:

$$V_{\text{тов.сах}} = \frac{m_{\text{тов.сах}} \cdot 0,623}{1000}. \quad (6)$$

Крепость определяли по СТБ 1929-2009 (ГОСТ Р 51653-2000) [4].

Массовую концентрацию несброженного сахара в пересчете на инвертный определяли по ГОСТ 13192-73 [5]. Метод основан на восстановлении инвертным сахаром окисной формы меди в растворе Фелинга в закисную. Закисную форму меди переводят в окисную с помощью сернистой окиси железа. Образовавшуюся закись железа определяют перманганатометрически.

Массовую концентрацию инвертного сахара X , г/дм³ продукта вычисляют по формуле 7:

$$X = \frac{m \cdot 50 \cdot A}{1000}, \quad (7)$$

где m — масса инвертного сахара, найденная по табл.1 приложения ГОСТа 13192-73 [5], мг; 50 — коэффициент пересчета испытуемого раствора на 1 дм³; A — кратность разбавления продукта; 1000 — коэффициент для перевода мг инвертного сахара в г.

Дополнительно проводили органолептическую оценку полученных фруктовых дистиллятов по ГОСТ Р 53137 [6].

Для оптимизации процесса брожения был спланирован эксперимент с использованием методов математической статистики. Планирование эксперимента и обработку результатов проводили по общепринятым методам на персональном компьютере, используя программный пакет STATISTICA 7.0 (StatSoft Inc.) и учебно-методические пособия [7].

Для оптимизации процесса брожения яблочного сула применяли метод центрального композиционного рототабельного планирования полного факторного эксперимента ПФЭ-23 со звездными точками.

В качестве основных факторов, влияющих на оптимизацию процесса брожения, были выбраны:

X_1 — количество питания для дрожжей, г/л;

X_2 — количество промежуточной фракции в пересчете на безводный спирт, вводимое на стадии брожения, % об.;

X_3 — количество засеваемых дрожжей при постановке на брожение фруктового сула, млн.кл/л.

Пределы варьирования факторов были определены на основании ранее проведенных исследований по изучению процесса брожения фруктового сула (на основе соков прямого отжима и диффузионных соков). Условия проведения центрального композиционного рототабельного планирования приведены в табл. 2.

Таблица 2. Характеристика планирования эксперимента
Table 2. Characteristics of experiment planning

Обозначение фактора	Уровень		«Звездные» точки		Центр эксперимента	Шаг варьирования
	нижний	верхний	нижняя	верхняя		
X_1 , г/л	0,1	0,3	0,03	0,37	0,2	0,1
X_2 , % об.	0,10	0,40	0	0,50	0,25	0,15
X_3 , млн.кл./мл	2,00	6,00	0,64	7,40	4,0	2,00

Количество вносимого питания для дрожжей варьировали от 0,03 до 0,37 г/л. При постановке экспериментальных образцов вносили промежуточную фракцию из расчета достижения заданной объемной доли этилового спирта, в количестве от 0,00 % до 0,50 %. Количество подаваемого посевного материала дрожжей изменяли в пределах от 0,64 до 7,40 млн.кл./мл.

Критериями оценки эффективности протекания процесса брожения яблочного сула под влиянием изменения выбранных факторов являлись крепость виноматериала по окончании процесса брожения за вычетом спирта внесенного с ПФ (Y_{1P} , г/дм³), массовая концентрация несброженного сахара (Y_{2P} , г/дм³).

Эксперименты проводили в соответствии с матрицей планирования, приведенной в табл. 3.

Таблица 3. Матрица планирования многофакторного эксперимента и результаты контроля функций отклика, определяющие эффективность протекания процесса экстракции яблочных выжимок

Table 3. Matrix for planning a multifactorial experiment and the results of control of response functions, which determine the efficiency of the process of extraction of apple pomace

№ опыта	Фактор			Функция отклика Y_1 , %	Крепость, %	Функция отклика Y_2 , г/дм ³
	X_1 , г/л	X_2 , % об.	X_3 , млн.кл/л			
1	0,1	0,4	6,00	11	11,40	2,1
2	0,2	0,25	4,00	11,3	11,55	1,3
3	0,30	0,40	2,00	11,15	11,55	1,4
4	0,20	0,25	0,64	10,65	10,90	2,1
5	0,20	0	4,00	10,85	10,85	2,5
6	0,30	0,10	2,00	10,8	10,90	2,3
7	0,37	0,25	4,00	11,3	11,55	1,12
8	0,10	0,40	2,00	10,9	11,30	1,7
9	0,30	0,40	6,00	11,25	11,65	1,6
10	0,03	0,25	4,00	10,85	11,10	2,7
11	0,20	0,25	7,36	10,75	11,00	1,56
12	0,30	0,10	6,00	10,95	11,05	1,8
13	0,10	0,10	2,00	10,6	10,7	3,9
14	0,10	0,10	6,00	10,7	10,80	3,1
15	0,20	0,50	4,00	11,1	11,60	1,6
16	0,20	0,25	4,00	11,25	11,50	1,3

Каждый опыт дублировали три раза. Среднее значение функций отклика Y_1 , Y_2 по результатам трех параллельных опытов использовали при математической обработке компьютерной системой планирования эксперимента STATGRAPHICS Plus for Windows.

В результате статистической обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии, адекватно описывающие зависимость исследуемых функций отклика от выбранных факторов.

Влияние каждого из варьируемых факторов графически отражали в виде стандартизированной карты Парето и графика главных эффектов отклика.

Результаты исследований. На первом этапе была изучена зависимость крепости полученного фруктового виноматериала (за вычетом спирта внесенного с промежуточной фракцией) от варьируемых факторов проведения процесса брожения фруктового сула.

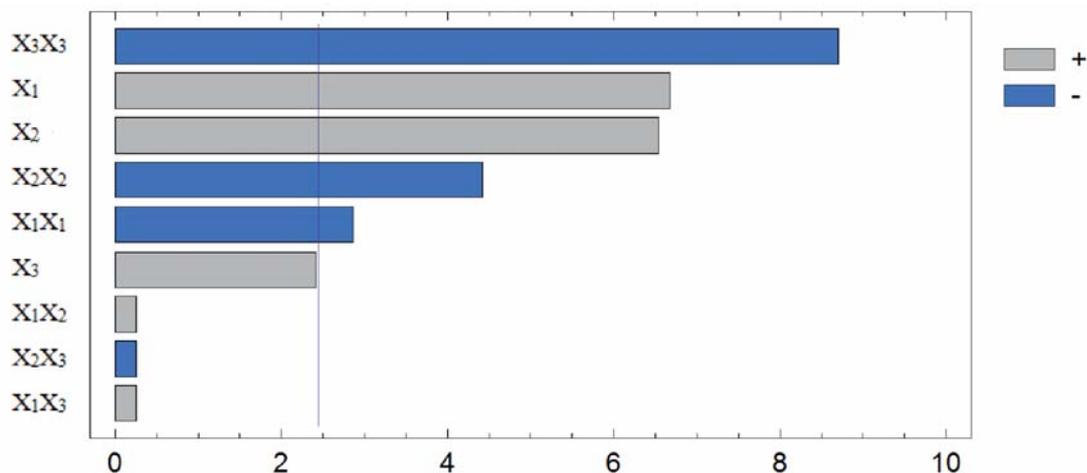


Рис. 1. Карта Парето для показателя крепости полученного фруктового виноматериала (за вычетом спирта внесенного с промежуточной фракцией)

Fig. 1. Pareto map for the strength indicator of the resulting fruit wine material (minus the alcohol introduced with the intermediate fraction)

Стандартизированная карта Парето, изображенная на рис. 1, позволила установить значимые факторы и упростить первоначальный вид уравнения модели. Пересечение стандартизированных эффектов вертикальной линией, которая представляет собой 95%-ю доверительную вероятность, означает, что влияние факторов на функцию отклика статически значимо.

Влияние факторов по степени значимости распределилось в следующем порядке: наибольший эффект на уровень накопления этанола в виноматериале оказывает дозировка вносимого питания для дрожжей; второе по значимости влияние оказывает количество вносимой промежуточной фракции, увеличение содержания которой способствует повышению крепости виноматериала; в рассматриваемом интервале варьирования фактора с увеличением начальной концентрации дрожжевых клеток крепость виноматериала также увеличивается.

Анализ графика главных эффектов для показателя концентрации крепости виноматериала (рис. 2) также подтверждает вышеупомянутый порядок значимости факторов и позволяет локализовать значение фактора «количество засеваемых дрожжей» в диапазоне от 3,5 до 4,5 млн.кл/л, при котором достигается наибольшая крепость виноматериала. Дальнейшее увеличение фактора количество засеваемых дрожжей при проведении процесса брожения нецелесообразно, так как замедляет его и является экономически невыгодным.

В результате статистической обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии:

$$Y_1 = 9,42251 + 3,6271 X_1 + 3,04916 X_2 + 0,41708 X_3 - 6,51621 X_1^2 + 0,416667 X_1 X_2 + 0,03125 X_1 X_3 - 4,46744 X_2^2 - 0,0208333 X_2 X_3 - 0,0494361 X_3^2 \quad (8)$$

Работоспособность модели подтверждается высоким коэффициентом детерминации R — squared, равным 96,61 %.

С целью более детального рассмотрения графических зависимостей функции отклика от варьируемых факторов, установления максимально допустимого внесения промежуточной фракции, не-

обходимого и достаточного расхода питания для дрожжей и оптимальной концентрации дрожжевых клеток вначале процесса спиртового брожения были изучены контурные графики (рис. 3 и 4).

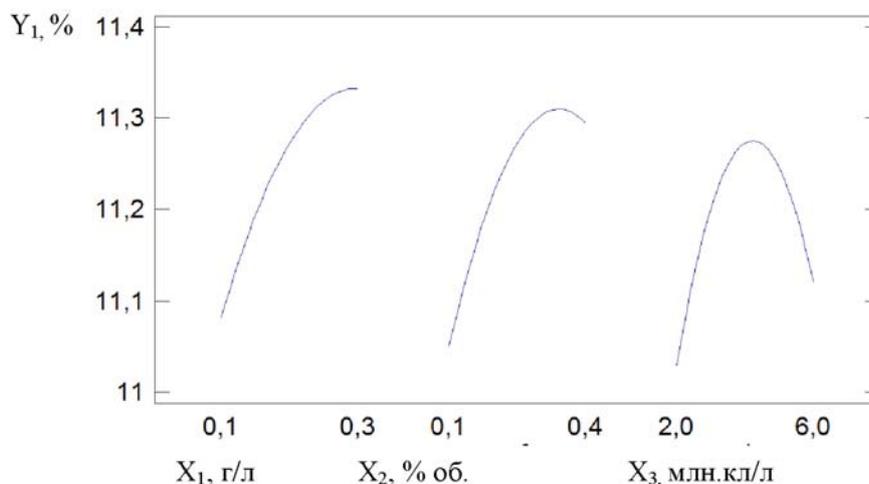


Рис. 2. Главные эффекты отклика для показателя крепости виноматериала
 Fig. 2. The main effects of the response for the indicator of the strength of the wine material

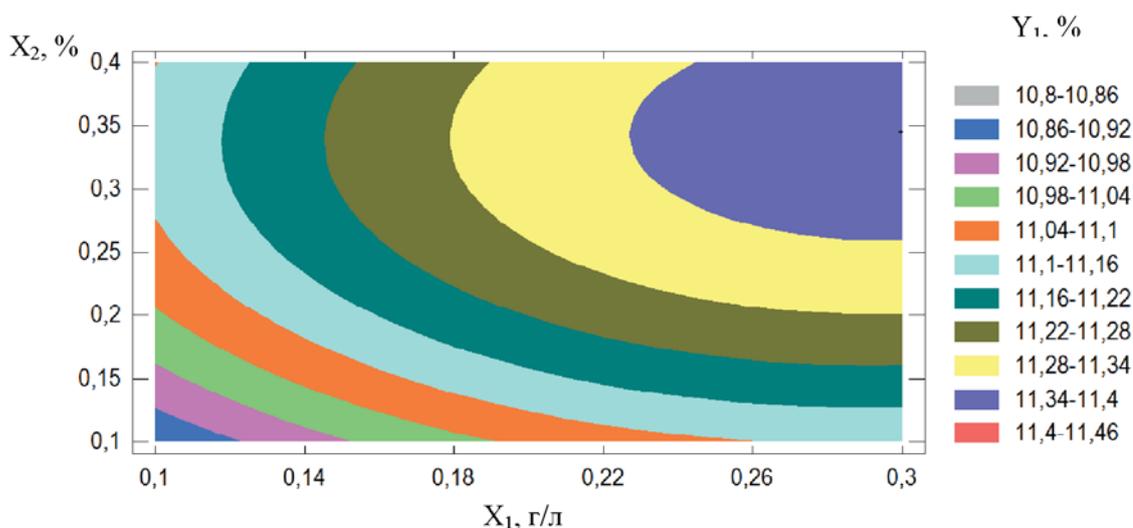


Рис. 3. Контурный график поверхностей отклика для показателя крепости виноматериала, при $X_3 = 4,0$
 Fig. 3. Contour plot of the response surface for the strength index of the wine material at $X_3 = 4,0$

На основании анализа графических зависимостей были установлены области значения факторов, где наблюдаются наилучшие результаты по оптимизации крепости виноматериала в процессе брожения.

Изучение графических зависимостей позволяет утверждать, что для сбраживания фруктового сула с обеспечением наибольшего уровня накопления этилового спирта в виноматериале, оптимальной является начальная концентрация дрожжевых клеток 3,5–4,5 млн. кл./дм³. При данной концентрации дрожжевых клеток максимальные значения крепости зрелой бражки (11,28–11,34 % об.) были достигнуты при расходе протеолитического ферментного препарата 0,19–0,26 г/л. При этих параметрах и стремлении к достижению максимального значения крепости виноматериала, диапазон количества вносимой промежуточной фракции локализуется в пределах от 0,26 до 0,4%.

При этом можно отметить, что применение более широкого диапазона количества вносимой промежуточной фракции, количества дрожжевых клеток и питания для дрожжей приводит к более высокому показателю крепости полученного виноматериала, но ведет к ухудшению его органолептических свойств и себестоимости продукта.

Для уточнения и корректировки полученных оптимальных условий проведения процесса брожения анализировали зависимость массовой концентрации несброженного сахара. Согласно полученным данным, сусло, предназначенное для брожения, сбродило насухо (до массовой концентрации сахаров менее $3,0 \text{ г/дм}^3$) с достижением расчетной объемной доли этилового спирта $11,0 \pm 0,4 \%$.

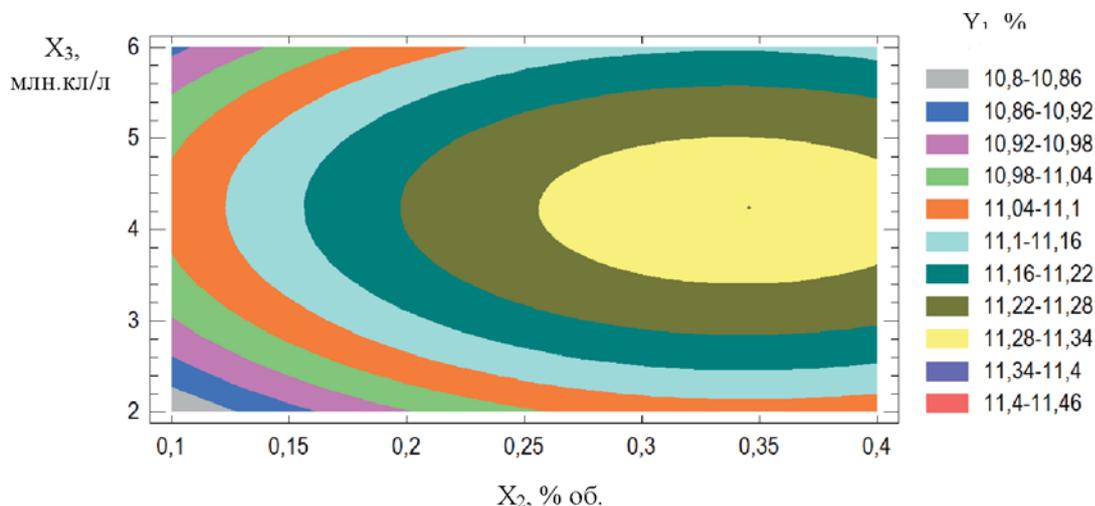


Рис. 4. Контурный график поверхностей отклика для показателя крепости виноматериала, при $X_1 = 0,2$
Fig. 4. Contour plot of the response surface for the strength index of the wine material at $X_1 = 0,2$

Анализ стандартизированной карты Парето, изображенной на рис. 5, позволил установить значимые факторы процесса. Пересечение стандартизированных эффектов вертикальной линией, которая представляет собой 95 %-ную доверительную вероятность, означает, что влияние факторов на функцию отклика статически значимо.

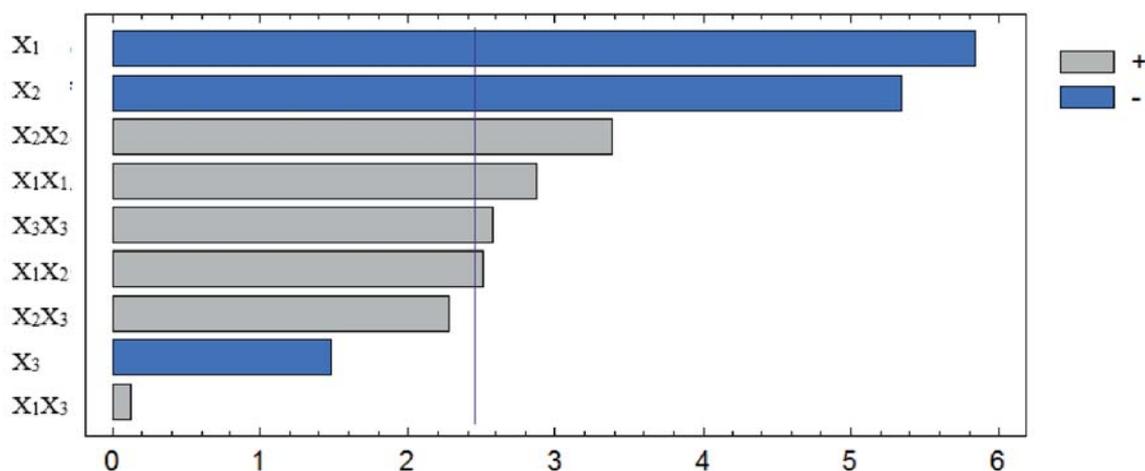


Рис. 5. Карта Парето для показателя массовой концентрации несброженного сахара
Fig. 5. Pareto map for the indicator of the mass concentration of unfermented sugar

Влияние факторов по степени значимости распределилось в следующем порядке: наибольший эффект на показатель массовой концентрации несброженного сахара оказывает количество питания для дрожжей и количество вносимой промежуточной фракции фруктового дистиллята, причем знак «минус» на карте Парето указывает на снижение данного показателя, при увеличении этих факторов, и третье по значимости влияние оказывает количество засеваемых дрожжей, с его повышением показатель массовой концентрации несброженного сахара уменьшается.

Анализ графика главных эффектов для показателя массовой концентрации несброженного сахара (рис. 1.6) также подтверждает вышеупомянутый порядок значимости факторов.

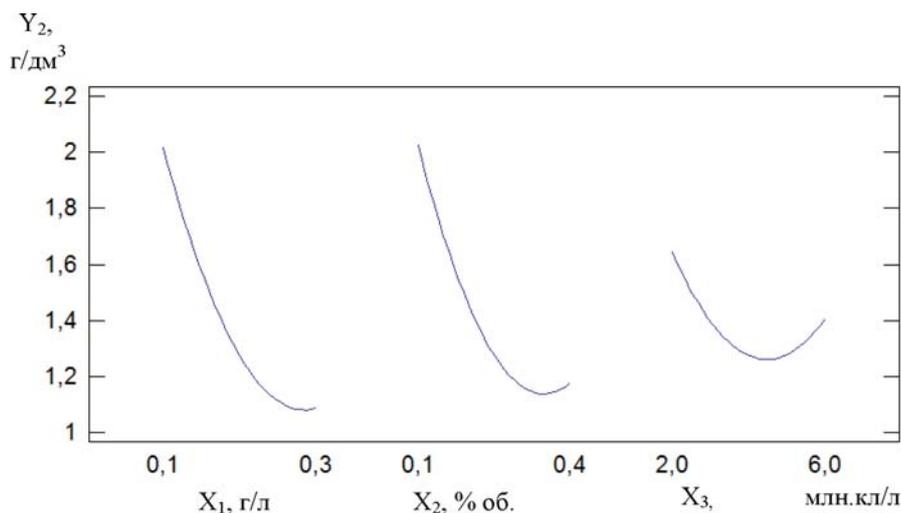


Рис. 6. Главные эффекты отклика для показателя массовой концентрации несброженного сахара
 Fig. 6. Main response effects for the mass concentration index of unfermented sugar

Работоспособность модели подтверждается высоким коэффициентом детерминации R — squared, равным 93,82 %. Полученное значение коэффициента детерминации показывает высокое качество уравнения модели.

В результате статистической обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии:

$$Y_2 = 7,89152 - 20,4158 X_1 - 16,7911 X_2 - 0,769516 X_3 + 27,8396 X_1^2 + 17,5 X_1 X_2 + 0,0625 X_1 X_3 + 14,573 X_2^2 + 0,791667 X_2 X_3 + 0,0625277 X_3^2 \quad (9)$$

Полученное уравнение регрессии позволяет не только предсказать значение функции отклика для заданных условий эксперимента, но и дает информацию о форме поверхности отклика. Исследование этой поверхности необходимо для выбора оптимальных значений количества вносимых дрожжей, питания для дрожжей и промежуточной фракции при осуществлении процесса брожения яблочного дистиллята. С целью детального рассмотрения графических зависимостей функции отклика от варьируемых факторов, и нахождения оптимальных значений был рассмотрен контурный график (рис.7, 8).

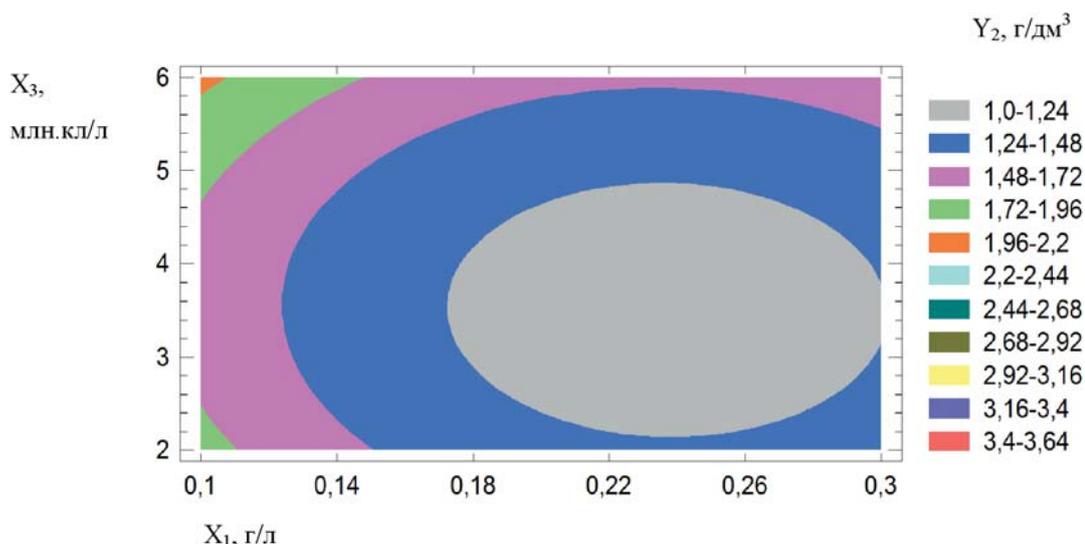


Рис.7. Контурный график поверхностей отклика для показателя массовой концентрации несброженного сахара, при $X_2 = 0,4$

Fig. 7. Contour plot of the response surfaces for the indicator of the mass concentration of unfermented sugar, at $X_2 = 0,4$

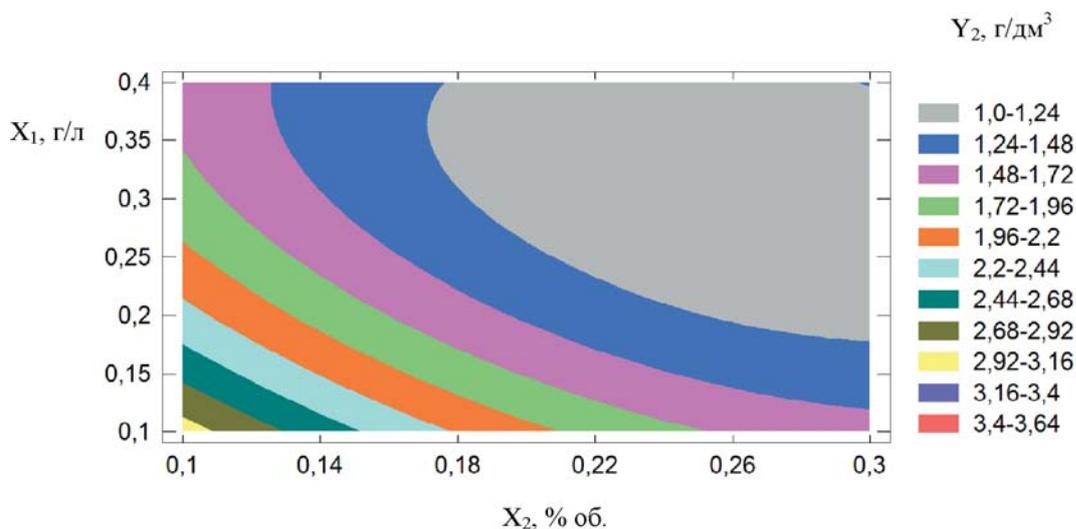


Рис. 8. Контурный график поверхностей отклика для показателя массовой концентрации несброженного сахара, при $X_3 = 4,0$

Fig. 8. Contour plot of response surfaces for the indicator of the mass concentration of unfermented sugar, at $X_3 = 4,0$

Проанализировав полученные графические зависимости с учетом необходимости достижения показателя массовой концентрации несброженного сахара как можно ниже, нами были выбраны следующие рабочие интервалы: питание для дрожжей в диапазоне от 0,2 до 0,4 г/л, количество промежуточной фракции — 0,18-0,4 % об., количество засеваемых дрожжей от 2,2 до 4,8 млн.кл/л.

Заключение. На основании анализа графических зависимостей, учитывая экономическую составляющую и органолептическую оценку полученных образцов виноматериала, были установлены оптимальные параметры проведения процесса брожения фруктового сусле: количество питания для дрожжей в диапазоне от 0,2-0,26 г/л, количество промежуточной фракции в пересчете на безводный спирт, вводимое на стадии брожения в диапазоне от 0,25-0,4 % об., количество засеваемых дрожжей при постановке на брожение фруктового сусле в диапазоне от 3 до 4 млн.кл/л.

Список использованных источников

1. Гладченко, М.А. Разработка биотехнологических способов утилизации отходов виноделия: дис. ... канд. техн. наук: 03.00.23, 05.18.07 / М.А. Гладченко. — Москва, 2001. — 192 л.
2. Сборник предельно допустимых нормативов потерь и отходов, норм расхода сырья при изготовлении винодельческой продукции. — Минск: РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», 2019. — 41 с.
3. Технологическая инструкция по переработке плодов и ягод при изготовлении плодовых и ягодных соков, плодово-ягодных сброженно-спиртованных и спиртованных соков, фруктово-ягодных натуральных и плодовых крепленых вин и обработанных виноматериалов: ТИ ВУ 190239501.9-2.001-2011. — Минск: РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по продовольствию», 2011. — 12 с.
4. Винодельческая продукция и винодельческое сырье. Метод определения объемной доли этилового спирта: СТБ 1929-2009 (ГОСТ Р 51653-2000). — Минск: Госстандарт, 2009. — 16 с.
5. ГОСТ 13192-73 Вина, виноматериалы и коньяки. Метод определения сахаров. — Минск: Госстандарт, 1973. — 12 с.
6. ГОСТ Р 53137 Соки и соковая продукция. Идентификация. Общие положения. — Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии от 18.12.2008. — 26 с.
7. Боровиков, В.П. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов / В.П. Боровиков. — СПб.: С.-Петербург, 2001. — 656 с.

References

1. Gladchenko M. A. Development of biotechnological methods of utilization of wine-making waste: dis. ... Cand. tech. Sciences: 03.00.23, 05.18.07. Moscow, 2001. 192 p.

2. Collection Maximum permissible standards for losses and waste, consumption rates of raw materials in the manufacture of wine products. Minsk, RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food”, 2019. 41 p.
3. ТИ BY 190239501.9-2.001-2011. Technological instruction for the processing of fruits and berries in the manufacture of fruit and berry juices, fruit and berry fermented and alcoholized and alcoholized juices, fruit and berry natural and fruit fortified wines and processed wine materials. - Minsk: RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food”, 2011. 12 p.
4. STB 1929-2009 (GOST R 51653-2000). Wine products and wine raw materials. Method for determining the volume fraction of ethyl alcohol. - Minsk: Gosstandart, 2009. - 16 p.
5. GOST 13192-73. Wines, wine materials and cognacs. Method for the determination of sugars. — Minsk, Gosstandart Publ., 1973. 12 p.
6. GOST R 53137. Juices and juice products. Identification. General Provisions. - Federal Agency for Technical Regulation and Metrology from 18.12.2008. 26 p.
7. Borovikov V. P. STATISTICA: the art of analyzing data on a computer. For professionals. S.-Petersburg, 2001. 656 p.

Информация об авторах

Кулагова Екатерина Петровна — аспирант, младший научный сотрудник лаборатории микробиологических исследований Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (220037, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Козлова, 29), E-mail: tateka@tut.by

Пушкарь Александр Александрович — кандидат технических наук, руководитель производства треонина и триптофана департамента биотехнологического производства ЗАО «БНБК» (222860, Республика Беларусь, Минская область, Пуховичский район, Дукорский с/с, 27) E-mail: trb991@mail.ru

Юденко Ольга Николаевна — кандидат технических наук, руководитель группы по винодельческой и пивобезалкогольной отрасли отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (220037, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Козлова, 29).

Зубковская Оксана Леонидовна — старший научный сотрудник группы по винодельческой и пивобезалкогольной отраслям отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (220037, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Козлова, 29). E-mail: ksana50z@yandex.by

Information about authors

Kulagova Ekaterina Petrovna — postgraduate student, junior researcher of the laboratory of microbiological research of the Republican control and testing complex for the quality and safety of food, «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food» (220037, Republic of Belarus, Minsk, Kozlova st., 29), E-mail: tateka@tut.by

Pushkar Alexander Alexandrovich — Ph.D. (Technical), Head of the threonine and tryptophan production Department of the Biotechnological production Department of BNBC (222860, Republic of Belarus, Minsk region, Pukhovichi district, Dukorsky s / s, 27) E-mail: trb991 @ mail.ru

Yudenko Olga Nikolaevna — Ph.D. (Technical), Head of the Group for Wine and Beer and Non-alcoholic Industry of the Department of Technologies for Alcoholic and Non-alcoholic Products, «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food» (220037, Republic of Belarus, Minsk, Kozlova str., 29).

Zubkovskaya Oksana Leonidovna — Senior researcher of the group on wine and beer and non-alcoholic industries of the Department of Technologies of alcoholic and non-alcoholic products, RUE “Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (Kozlova st.29, Minsk, 220037, Republic of Belarus). E-mail: ksana50z@yandex.by

О. К. Никулина¹, О. В. Колоскова¹, М. Р. Яковлева¹, О. В. Дымар²

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

²Представительство АО «МЕГА» в Республике Беларусь, г. Минск, Республика Беларусь

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗА ДЛЯ ОЧИСТКИ ДИФфуЗИОННОГО СОКА В САХАРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Аннотация. Проведен анализ основных производственных процессов, используемых в сахарной отрасли, и способов повышения эффективности производства. В сахарной промышленности Республики Беларусь используется в основном экстенсивный путь повышения эффективности производства — совершенствование существующей технологической схемы преимущественно без внедрения новых технологий. Этот путь несет низкие риски, но имеет естественные ограничения. В работе рассмотрен альтернативный вариант повышения эффективности сахарного производства, который основан на использовании новых электромембранных технологий, дополняющих традиционную технологическую схему или частично заменяющих ее стадии. Наиболее перспективным и малоисследованным способом обработки продуктов переработки сахарной свеклы с целью повышения эффективности производства является электродиализ. Целью исследования является изучение влияния электромембранной обработки диффузионного сока различной степени очистки на повышение эффективности переработки сахарной свеклы. Приведены результаты модельных испытаний процесса электродиализа в условиях реального производства при установившемся режиме получения сахара на пилотной мембранной установке с катионно-анионным набором мембран. Представлены результаты расчетов, подтверждающие эффективность применения электромембранной обработки в технологии переработки сахарной свеклы.

Ключевые слова: очистка диффузионного сока, мелассообразователи, полупродукты сахарного производства, деминерализация, электродиализ, электромембранные технологии

O. K. Nikulina¹, O. V. Koloskova¹, M. R. Yakovleva¹, O. V. Dymar²

¹RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy
of Sciences of Belarus”, Minsk, Republic of Belarus

²Representative of MEGA a.s. in Republic of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

APPLICATION OF ELECTRODIALYSIS FOR PURIFICATION OF DIFFUSION JUICE IN SUGAR PRODUCTION

Abstract. An analysis of the main production processes used in the sugar industry and ways to improve production efficiency is presented. In the sugar industry of the Republic of Belarus, an extensive way of increasing production efficiency is mainly used — improving the existing technological scheme mainly without introducing new technologies. This path carries low risks, but has natural limitations. The paper considers an alternative option for increasing the efficiency of sugar production, which is based on the use of new electromembrane technologies that complement the traditional technological scheme or partially replace its stages. The most promising and little-studied method of processing sugar beet processing products in order to increase production efficiency is electro dialysis. The aim of the study is to study the effect of electromembrane treatment of diffusion juice of various degrees of purification on improving the efficiency of sugar beet processing. The results of model tests of the electro dialysis process in real production conditions with a steady-state sugar production mode on a pilot membrane installation with a cation-anionic set of membranes are presented. The results of calculations confirming the effectiveness of the use of electromembrane processing in the technology of sugar beet processing are presented.

Keywords: purification of diffusion juice, molasses-forming agents, sugar production intermediates, demineralization, electro dialysis, electromembrane technologies

Введение. Получаемый из свежесочной стружки диффузионный сок содержит помимо сахарозы различные несахара, которые затрудняют проведение технологических процессов. Для снижения количества несахаров, т.е. очистки диффузионного сока, его обрабатывают известью (проводят предварительную и основную дефекацию), диоксидом углерода (процессы I и II сатурации) и диоксидом серы (сульфитация) [1–7].

В настоящее время известно более 100 вариантов схемы углекислотной очистки диффузионного сока. Они отличаются как технологическим, так и аппаратным оформлением. Единой рациональной схемы до сих пор не существует. В этой связи поиск способов оптимизации схемы очистки диффузионного сока — актуальное направление научной работы с целью повышения выхода сахара из единицы сырья, так как позволяет снизить его потери в мелассе [1 — 7].

Базовая схема известково-углекислотной очистки должна включать этапы, позволяющие решить следующие задачи [3]:

1. Обеспечить максимально возможное осаждение высокомолекулярных соединений (ВМС).
2. Обеспечить максимально возможное осаждение анионов кислот, образующих с ионами Ca^{2+} трудно растворимые соли, не удаляемые в процессе очистки и снижающие производительность теплообменной аппаратуры.

Особенностью технологии является то, что чем больше осаждаются указанных ионов из сока, тем больше в нем избыток щелочных металлов калия и натрия. Содержание этих элементов определяет величину натуральной щелочности сока II сатурации — это важный показатель технологических свойств сока, который показывает наличие в нем избыточного реактива, осаждающего Ca^{2+} . Чем выше натуральная щелочность, тем полнее удаление солей кальция из сока [3, 8, 9].

Негативным моментом такого технологического решения является повышение содержания сахара в мелассе и, следовательно, снижение его выхода. Это происходит из-за повышения растворимости сахарозы в присутствии ионов калия и натрия — их высокого мелассообразующего коэффициента [6, 9].

Исходя из вышеописанного, актуальным является поиск способа, позволяющего не только удалять соли кальция, но и снижать содержание мелассообразующих элементов — калия и натрия.

В сахарной отрасли Республики Беларусь используется в основном экстенсивный путь повышения эффективности производства — усовершенствование существующей технологической схемы преимущественно без внедрения новых технологий. Альтернативным путем повышения эффективности сахарного производства является внедрение новых технологий, дополняющих традиционную технологическую схему и/или частично заменяющих ее стадии.

На рис. 1 представлены основные производственные процессы, используемые в Республике Беларусь, и основные производственные процессы, используемые в передовой зарубежной практике [10].

Как видно из рис. 1, за рубежом не применяют сульфитацию растворов, а используют для обесцвечивания сока (сиропа) ионообмен либо ультрафильтрацию. Обработку сока известковым молоком и диоксидом углерода применяют только в качестве предварительной очистки. В некоторых схемах они полностью исключены и заменены мембранными процессами микро- и ультрафильтрации. Как правило, в сахарном производстве зарубежных стран всегда присутствует стадия умягчения и деминерализации сока ионообменом [10].

Сгущение (концентрирование) сока осуществляется либо традиционным выпариванием, либо с помощью более совершенных мембранных процессов — высокоселективной нанофильтрации или обратного осмоса. Кристаллизацию сахара проводят традиционным методом уваривания под разрежением. Для обработки оттеков utfелей II и III кристаллизации иногда используют процесс Квентина, или ионообменное обесцвечивание. На многих зарубежных сахарных заводах из мелассы методом хроматографии извлекают дополнительную сахарозу. По нашей технологии данный сахар учитывается как потери целевого продукта в мелассе [10].

За рубежом широко распространены ионообменные технологии. Их используют для самых разнообразных целей [10]:

1. С помощью ионитов удаляют соли кальция из соков перед их выпариванием для предотвращения накипобразования.

Применение флокулянтов и ингибиторов накипобразования на стадии очистки соков отрицательно влияет на фильтрование сиропов и ухудшает показатели качества сахара. Повсеместное использование антинакипинов препятствует снижению содержания кальциевых солей и способствует увеличению мутности сахара [11].

Образующиеся микрокристаллы карбоната кальция в результате дефлокулирующего действия антинакипинов теряют способность к укрупнению и находятся в сиропе в диспергированном виде, что затрудняет их отфильтровывание и тем самым обуславливает мутность товарного сахара. Альтернативой использования антинакипинов является декальцинация (умягчение) сока II сатурации, которая решает сразу две задачи: предотвращает накипобразование при выпаривании и снижает мутность белого сахара. Одним из способов декальцинации (умягчения) сока является применение ионного обмена по схеме NRS-процесса. Данный способ основан на обмене ионов кальция и магния

на ионы натрия с использованием ионообменных смол в натриевой форме. Основными недостатками данного способа являются низкая обменная емкость и переход в сок ионов натрия, являющихся сильным мелассообразователем [12].

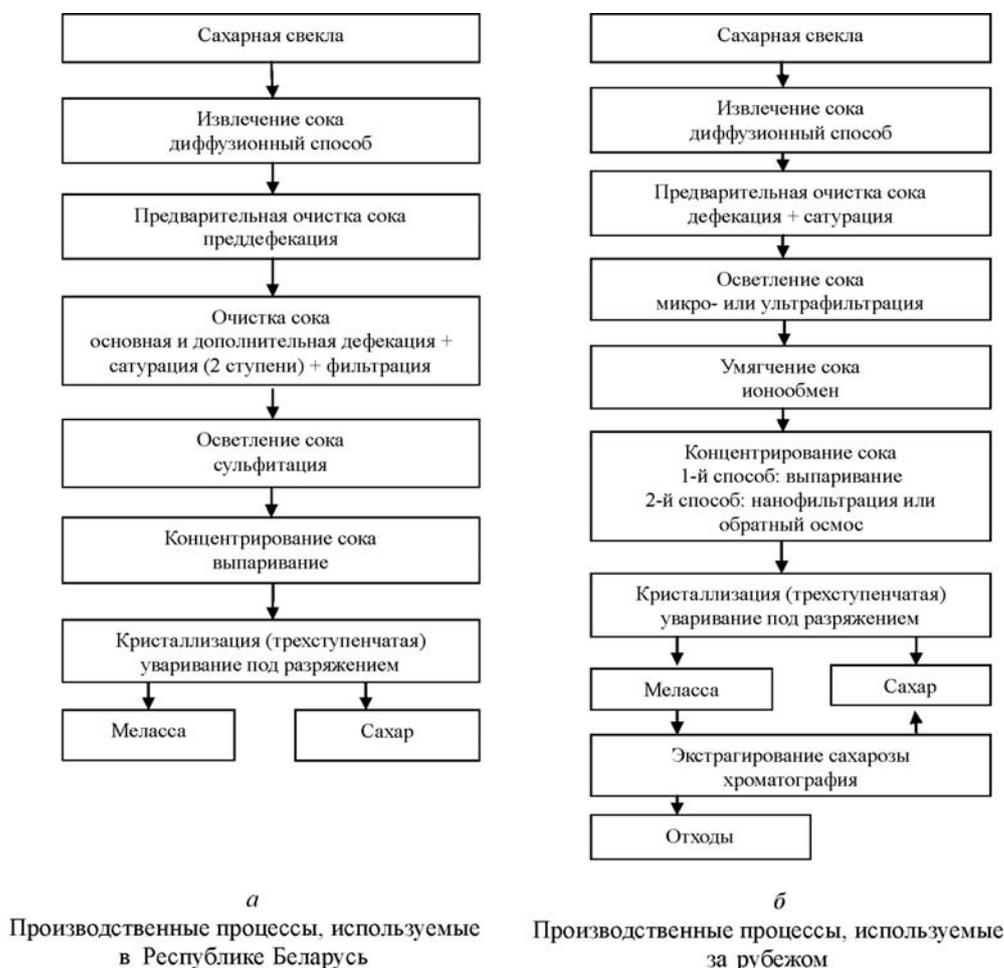


Рис. 1. Основные производственные процессы в сахарной отрасли

Fig. 1. Main production processes in the sugar industry

2. Осуществляют очистку от ионогенных несахаров, подвергая деионизации соки и концентрированные растворы.

Работы, проводимые по применению ионитов для деминерализации сока II сатурации, показали, что в процессе обработки сока ионитами удаляется до 93 % зольных элементов и 90 % азотистых веществ, в результате чего возможно увеличение выхода сахара примерно на 10 % к массе введенного в производство [2]. Однако, несмотря на высокие технологические показатели данной обработки, метод полной деминерализации сока экономически не выгоден в силу высокой стоимости ионитов, большого расхода регенерирующих растворов, сбросов в окружающую среду агрессивных растворов и др. [2]. Вероятно, применение безреагентного способа деионизации позволит увеличить экономическую эффективность.

3. Снижают содержание сахара в мелассе путем замены щелочных катионов на катионы магния и кальция в концентрированных полупродуктах сахарного производства.

Одним из мероприятий, позволяющих снизить чистоту мелассы и как следствие потерь сахара, является замена сильных мелассообразователей, таких как катионы калия и натрия, на менее сильные, например, катионы кальция и магния. Такой способ дает возможность снизить чистоту мелассы на 4 — 5 % и, соответственно, уменьшить потери в ней сахара на 0,4 — 0,5 % к массе свеклы [1, 2, 8].

4. Удаляют красящие вещества из соков или сиропов.

Из производственной практики известно, что сироп хорошего качества («искристый») должен содержать не более 30 мг/л взвешенных веществ. В [6] приводится содержание взвешенных частиц в осветленном сиропе 30-40 мг/л.

5. Дополнительно извлекают сахар из мелассы с помощью ее деионизации или хроматографического разделения.

Метод разделения сахаросодержащих растворов хроматографией относительно новый, но уже широко применяется для извлечения сахарозы из мелассы. Используется специально разработанная компанией Almagamated Sugar (США) технология хроматографии в псевдодвижущемся слое сорбента. Процесс протекает в сорбционных колоннах с неподвижным слоем сорбента (одновалентной ионообменной смолы). Потoki исходного сахаросодержащего раствора и растворителя для элюирования вводят с различных точек. Они двигаются по профилю колонн, создавая профиль концентраций. Процесс совмещает в себе жидкостную экстракцию и хроматографию. Сахароза переходит в экстракт, несахара — в рафинат. Процесс хроматографии наиболее широко используют для обессахаривания мелассы, но существует и технология прямой очистки сахарного сиропа. В процессе разделения удаляется 75–85 % несахаров, 80–95 % ионов, 95 % красящих веществ [10].

Наряду с высоким положительным эффектом существуют и определенные сложности, связанные с применением данной технологии [10]:

- ♦ из раствора должны быть удалены взвешенные вещества и проведена дегазификация во избежание окисления смолы растворенным кислородом;
- ♦ сахаросодержащий раствор должен быть предварительно умягчен, т.к. двухвалентные катионы снижают эффективность разделения.

С целью увеличения выхода сахара в результате снижения его содержания в мелассе были предложены комбинированные схемы, сочетающие известково-углекислотную очистку сока с дальнейшей его обработкой ионообменными смолами [14], которые позволяют значительно увеличить эффект очистки сока, но имеют определенные недостатки [7, 10]:

- ♦ высокий расход реагентов;
- ♦ необходимость частых регенераций ионитов, после которых образуется большое количество агрессивных сточных вод.

Перспективной для изучения является технология, основанная на свойствах мембран, имеющих пористую структуру. Эффективность такой очистки в значительной степени зависит от пор мембраны. Для разделения сахаросодержащих растворов можно использовать четыре основных баромембранных процесса: микрофильтрацию, ультрафильтрацию, нанофильтрацию и обратный осмос. Также интерес для пищевой промышленности представляют ионообменные технологии и, в частности, электродиализ как безреагентная технология снижения концентрации ионов [15 — 17].

Существует два основных направления применения мембранных процессов в производстве сахара [10]:

- ♦ очистка сахаросодержащих растворов (диффузионного сока и сахарного сиропа) от различных примесей;
- ♦ концентрирование очищенного сока, заменяющее процесс выпаривания.

В первом случае для очистки сахаросодержащих растворов используют мембраны с крупным размером пор (микро- и ультрафильтрационные). Во втором случае для концентрирования сока применяют нанофильтрационные и обратноосмотические мембраны с малым размером пор. Микро- и ультрафильтрацию наиболее часто предлагают использовать для осветления и очистки диффузионного сока. При этом, как правило, мутность снижается на 99 %, высокомолекулярные полисахариды (крахмал, декстран) удаляются приблизительно на 50 %. Степень удаления красящих веществ зависит от размера пор мембран и характеристик красящих веществ [2, 10].

Мембранное разделение проводят в режиме тангенциального, т.е. касательного к поверхности мембраны потока фильтруемого раствора. Поток исходного раствора разделяется на два: проходящий через мембрану — фильтрат (пермеат) и текущий над мембраной — концентрат. В каждом из этих потоков в связи с селективностью мембран изменяется состав смеси. Движущая сила мембранных процессов разделения — градиент давления, поэтому их называют баромембранными. Между размерами пор мембраны и градиентом давления существует определенная взаимосвязь: уменьшение размера пор в мембране, приводящее к способности задерживать более мелкие частицы, обуславливает необходимость использования все более высокого давления [10, 18]. При разработке технологий на базе нанофильтрации и обратного осмоса необходимо учитывать собственное высокое осмотическое давление сахарных растворов.

Обработка растворов с помощью мембранных методов позволяет снизить расход реагентов по сравнению с ионообменной подготовкой, однако, требует тщательной подготовки исходного раствора [19].

Схемы, применяющиеся для опреснения морской воды, не применимы для технологии свекло-сахарного производства, так как продукты сахарного производства являются сложными поликомпонентными системами с высоким риском выпадения осадка в виде нерастворимых солей. При фильтровании через мембраны таких растворов на поверхности мембраны образуется осадок или пленка высокомолекулярного вещества, что снижает скорость фильтрования. Кроме того, высокомолекулярные вещества, проникая в поры мембран, закупоривают их, что приводит к снижению скорости

фильтрации и производительности установки. Данные факты являются основными причинами, по которым проведенные в 60-е годы исследования по применению методов мембранной обработки продуктов сахарного производства не нашли применения [2].

Дальнейшие исследования применения мембранных технологий совместно с другими известными методами (известково-углекислотная очистка, иониты) дали определенный положительный результат, однако, повсеместного распространения не получили [2].

В 90-е годы основным объектом исследований очистки мембранной технологией был диффузионный сок, так как именно его очистка мембранными методами представляется наиболее целесообразной. Определенные успехи в этом направлении достигнуты итальянской фирмой Tekchimont, разработавшей способ получения сахара кристаллизацией очищенного при помощи мембранной технологии диффузионного сока [2]. Тем не менее данная технология имеет свои недостатки: энергетические затраты на проведение процесса выше в сравнении с общепринятой технологией, так как предварительно применяется подготовка диффузионного сока, которая включает ультрафильтрацию и обратный осмос [15 — 17].

В последние десятилетия проводились исследования по выявлению возможности использования мембранной технологии для очистки других продуктов сахарного производства: диффузионного сока, очищенного сока, сиропа, растворов мелассы. Интерес к данной технологии состоит в том, что она проводится без добавления химических реагентов [3].

Электродиализная очистка диффузионного сока с помощью ионитовых мембран является прогрессивным и в то же время малоисследованным способом, позволяющим увеличить выход сахара вследствие дополнительной его очистки. При этом используется доступный и экологичный способ регенерации ионообменных частиц — электрическим током. К тому же применение электродиализа в технологии сахарного производства способствует решению задачи безотходной технологии [7].

Электродиализ — процесс переноса ионов через полупроницаемую мембрану под действием электрического поля, который может проходить как по градиенту концентрации, так и против него [20].

Процесс электродиализа представляет собой движение катионов к катоду, а анионов к аноду под действием постоянного электрического тока в растворе [19]. На пути движения ионов устанавливаются ионообменные мембраны, катионная и анионная, пропускающие только один вид ионов, и через поры мембран перемещаются только соответствующие ионы электролитов, а сахароза, являясь электронейтральным веществом, остается в растворе, из которого происходит удаление солей и за счет этого достигается его очистка [3].

Эффективность переноса может изменяться подбором типа мембран и рабочего напряжения [21].

Основными критериями, характеризующими качество полупроницаемых мембран, являются селективность и проницаемость. Возможность задерживать различные ионы пропорциональна величине селективности мембран, а электропроводность зависит от электрических характеристик противоионов и находится в обратно пропорциональной зависимости от толщины мембран [19].

Электродиализ обеспечивает получение продукта высокого качества путем регулирования минерального состава и кислотности до требуемых значений за счет удаления ионогенных соединений. Электродиализ не только обеспечивает корректировку физико-химических показателей, но и значительно улучшает органолептические и технологические характеристики, что облегчает дальнейшие операции вакуумного сгущения, кристаллизации и сушки [22].

Электродиализная очистка может быть включена в классическую технологию производства сахара на одном или нескольких этапах: для первичной очистки сока, для дополнительной очистки сока II сатурации, полусиропа после III корпуса выпарной станции, для обработки клеровки I оттока утфеля I или II кристаллизации и даже клеровки мелассы. С технологической точки зрения целесообразнее удалять несахара в начале технологической схемы, т.е. проводить электродиализную очистку сока, что интенсифицирует работу выпарной установки и продуктового отделения сахарного завода [7].

Исследования в данной области позволяют не только усовершенствовать технологию получения сахара путем использования процесса электродиализа, но и решить ряд технологических проблем и разработать нормативную документацию на ведение процесса деминерализации в сахарном производстве.

Цели и задачи исследования. Целью исследования является изучение влияния электромембранной обработки диффузионного сока различной степени очистки на его химический состав с целью повышения эффективности переработки сахарной свеклы.

Основные задачи исследования:

- 1) изучить изменение содержания ионов калия и натрия, которые являются основными мелассообразователями и увеличивают потери сахарозы и ионов кальция при электромембранной обработке соков;
- 2) изучить изменение технологического качества полупродуктов в процессе электромембранной обработки;
- 3) рассчитать технологические показатели и провести сравнительную оценку технологических схем переработки сахарной свеклы с применением электродиализа.

Методы исследований. Для получения данных о фактических пределах изменения содержания катионов, анионов в полупродуктах сахарного производства и их технологического качества были проведены модельные испытания процесса электродиализа в условиях реального производства при установившемся режиме получения сахара на пилотной мембранной установке с катионно-анионным набором мембран на диффузионных соках, соках I сатурации и сульфитированных соках.

Модельные испытания производились на пилотной мембранной установке ED(R) — Y производства MEGA a.s., Чехия (рис. 1) с катионно-анионным набором мембран.



Рис. 2. Пилотная электродиализная установка ED(R) — Y
Fig. 2. Pilot electrodiolysis unit ED(R) - Y

Расчет материальных потоков сахарного производства в соответствии с [23].

Расчет мелассообразующих коэффициентов и ожидаемых производственных показателей, таких как выход сахара, потери сахара в мелассе, чистота и выход условной мелассы по уравнениям из классического метода П.М. Силина для очищенного сока [24 — 26].

Результаты и их обсуждение. В результате исследований, проведенных научно-исследовательской лабораторией сахарного производства, установлено, что по традиционной технологии содержание зольных элементов диффузионного сока почти не снижается в процессе его очистки, и увеличивается к концу процесса за счет вносимых в сок вспомогательных средств. Минеральные вещества сахарной свеклы в большей степени представлены калием, который составляет 24,5 — 34,7 % зольности полупродуктов, не удаляется в процессе очистки и накапливается в межкристалльных оттеках и мелассе. Содержание натрия в диффузионном соке незначительно, по сравнению с другими катионами, но уже в сульфитированном соке оно увеличивается за счет добавления подщелачивающих реагентов и достигает более 5 %. Катионы кальция составляют 1,5 % от зольности диффузионного сока. Они увеличиваются в соке I сатурации за счет добавления извести на очистку сока и удаляются до получения сульфитированного сока, но их количество остается значительным и влияет на работу теплообменной аппаратуры за счет образования малорастворимых солей с органическими кислотами [27].

Среднеарифметические значения массовых долей щелочных и щелочноземельных металлов, общей зольности до и после деминерализации с использованием электродиализа представлены в табл. 1.

Анализ данных табл. 1 показывает, что после электродиализа определяемая методом сжигания общая зола в полупродуктах сахарного производства ниже предела чувствительности метода определения.

Определенное с помощью атомно-эмиссионного спектрометра остаточное количество катионов калия, натрия и кальция в полупродуктах после электродиализа составляет 0,002–0,006 % к массе полупродуктов (с пределом удаления 0,002 %) и в сумме не превышает 0,015 % к их массе или 4 % к массе исходной зольности. Поэтому при небольшом количестве катионов в исходном полупродукте изменение их содержания в процессе электродиализа не столь значительно, в связи со значениями близкими к пределу обнаружения.

Таблица 1. Изменение минерального состава полупродуктов сахарного производства в процессе электродиализа
Table 1. The change of mineral composition of semi-products of sugar production in the process of electrodiagnosis

Полупродукт сахарного производства	зола, %	калий, %	натрий, %	кальций, %
Диффузионный сок				
Сок	0,4	0,108	0,004	0,007
Дилуат	0,0	0,006	0,002	0,007
Δ	0,4	0,102	0,002	0,000
Сок I сатурации				
Сок	0,4	0,100	0,004	0,055
Дилуат	0,0	0,005	0,002	0,004
Δ	0,4	0,095	0,002	0,051
Сульфитированный сок				
Сок	0,4	0,100	0,016	0,006
Дилуат	0,0	0,002	0,002	0,002
Δ	0,4	0,098	0,014	0,004
Удаление катионов в процессе электродиализа, % к исходному количеству				
Диффузионный сок	100	94,4	50,0	0,0
Сок I сатурации	100	95,0	50,0	93,6
Сульфитированный сок	100	98,5	90,3	66,7

Из табл. 2 следует, что чистота всех соков в результате деминерализации значительно повышается. Снижение содержания сухих веществ происходит в основном за счет снижения количества несахаров, потери же сахарозы в процессе незначительны и наблюдаются при работе с сульфитированным соком. Также наблюдается значительное снижение солей кальция и α -аминного азота в соке I сатурации (93,5 и 95,8 % соответственно) и в меньшей степени в сульфитированном соке (76,5 и 43,8 %). В диффузионном соке снижение содержания α -аминного азота составляет всего 11,9 %, снижения солей кальция не наблюдается, снижение общего количества несахаров 29,3 %, что дает основание считать его обработку малоэффективной по сравнению с другими полупродуктами. Такие результаты делают возможным сделать предположение о том, что кальций в диффузионном соке находится в виде слабодиссоциирующих соединений. Эта гипотеза будет проверена в следующих исследованиях.

Таблица 2. Изменение технологических показателей полупродуктов сахарного производства
Table 2. The change of technological parameters of semi-products of sugar production

Полупродукт сахарного производства	СВ, %	СХ, %	Ч, %	pH	НСХ, %	соли кальция, %	α -аминный азот, %
Диффузионный сок							
Сок	17,75	16,28	91,75	6,6	1,47	0,050	0,042
Дилуат	17,14	16,16	94,32	3,5	0,98	0,050	0,037
Δ	0,61	0,12	+2,57	3,1	0,49	0,000	0,005
Сок I сатурации							
Сок	17,43	15,97	91,60	10,9	1,47	0,077	0,024
Дилуат	16,40	15,88	96,83	8,0	0,52	0,005	0,001
Δ	1,04	0,09	+5,24	2,9	0,95	0,072	0,023
Сульфитированный сок							
Сок	17,44	16,14	92,53	8,9	1,30	0,009	0,016
Дилуат	16,05	15,51	96,66	4,5	0,54	0,002	0,009
Δ	1,39	0,63	+4,13	4,4	0,77	0,007	0,007
Изменение показателей в процессе электродиализа, % к исходному качеству							
Диффузионный сок					29,3	0,0	11,9
Сок I сатурации					64,5	93,5	95,8
Сульфитированный сок					58,8	76,5	43,8

Полученные данные свидетельствуют, что в процессе электродиализа из полупродуктов сахарного производства на 94,4–98,5 % удаляются катионы калия. Катионы натрия на 90,3 % удаляются из сульфитированного сока, вследствие того, что их количество в нем значительно выше, чем в других исследуемых соках. В ходе данных исследований не установлено удаление катионов кальция из диффузионного сока. Из сока I сатурации катионы кальция удаляются на 93,6 %. Эффект декальцикации сульфитированного сока при использовании электродиализа составляет 66,7 %.

Изменения технологических показателей в процессе деминерализации при использовании электродиализа представлены в табл. 2.

Для оценки влияния электромембранной обработки на основании данных табл. 1 и 2 по уравнениям из классического метода П.М. Сирина для очищенного сока рассчитаны основные технологические показатели переработки сахарной свеклы. Результаты расчета технологических показателей переработки сахарной свеклы приведены в табл. 3.

Таблица 3. Расчетные технологические показатели переработки
Table 3. The estimated technological parameters of processing

Полупродукт сахарного производства	Мелассотворный коэффициент, m	Выход сахара, % к м.св.	Содержание сахара в мелассе, % к м.св.	Чистота мелассы, %	Выход условной мелассы, % к м.св.
Сок I сатурации					
Сок	1,00	14,62	1,48	48,5	3,5
Дилуат	0,63	15,77	0,33	37,4	1,0
Δ	0,37	1,15	1,15	11,1	2,5
Сульфитированный сок					
Сок	1,13	14,63	1,47	51,3	3,3
Дилуат	0,58	15,78	0,32	35,9	1,0
Δ	0,55	1,15	1,15	15,4	2,3

Из табл. 3 можно сделать вывод, что применение электродиализа на соке I сатурации и на сульфитированном соке дает одинаковый расчетный эффект снижения содержания сахара в мелассе и повышения выхода сахара за счет этого.

Для проверки данного утверждения был произведен расчет материальных потоков сахарного производства с применением электромембранной обработки сока I сатурации и сульфитированного сока по сравнению с традиционной схемой. Сравнительная оценка основных показателей переработки по результатам расчета материальных потоков в разрезе технологических схем представлена в табл. 4.

Данные табл. 4 согласуются с данными табл. 3: разбежка в значениях составила 0,15 и менее. Из табл. 4 также следует, что схема с применением электродиализа сока I сатурации позволяет снизить расход извести в пересчете на СаО на 0,3 % к массе свеклы, а расход сатурационного газа на 2,14 % к массе свеклы.

Таблица 4. Сравнительная оценка технологических схем переработки
Table 4. Comparative evaluation of technological processing schemes

Технологическая схема	Расход извести (СаО), % к м.св.	Расход сатурационного газа, % к м.св.	Выход сахара, % к м.св.	Содержание сахара в мелассе, % к м.св.	Выход условной мелассы, % к м.св.
Традиционная схема	2,34	9,94	14,57	1,37	3,3
Схема с применением электродиализа сока I сатурации	2,04	7,80	15,62	0,32	1,0
Схема с применением электродиализа сульфитированного сока	2,34	9,94	15,63	0,31	1,1

Заключение. На основании результатов проведения модельных испытаний процесса электродиализа в условиях реального производства при установившемся режиме получения сахара на пилотной мембранной установке с катионно-анионным набором мембран на диффузионных соках, соках I сатурации и сульфитированных соках, расчета прогнозных технологических показателей переработки можно сделать вывод об эффективности применения электромембранной обработки для очистки сока I сатурации и сульфитированного сока: чистота полупродуктов повышается на 4–5 процентных пункта; расчетное содержание сахара в мелассе снижается и, соответственно, расчетный выход сахара повышается более чем на 1 % к массе свеклы; расчетный выход условной мелассы снижается на 1 % к массе свеклы, а ее чистота на 11–15 %.

Произведенные расчеты материальных потоков сахарного производства также свидетельствуют, что схемы с применением электродиализа сока I сатурации или сульфитированного сока являются эффективными, а схема с применением электродиализа сока I сатурации позволяет также снизить расход извести в пересчете на СаО на 0,3 % к массе свеклы, а расход сатурационного газа на 2,14 % к массе свеклы, по сравнению с традиционной схемой очистки диффузионного сока.

Список использованных источников

1. *Бугаенко, И.Ф.* Общая технология отрасли: Научные основы технологии сахара: Учебник для студентов вузов / И.Ф. Бугаенко, В.И. Тужилкин. Ч.1. — СПб.: ГИОРД, 2007. — 512 с.
2. *Бугаенко, И.Ф.* Основы сахарного производства / И.Ф. Бугаенко — М.: Международная Сахарная Компания, 2002. — 357 с.
3. *Бугаенко, И.Ф.* Принципы эффективного сахарного производства / И.Ф. Бугаенко — М.: ООО «Инмашпроект», 2003. — 285 с.
4. Очистка диффузионного сока в сахарном производстве / З.В. Ловкис [и др.]; под общ. ред. З.В. Ловкиса. — Минск: Беларус. навука, 2013. — 232 с. — (Настольная книга производственника).
5. Сапронов, А.Р. Технология сахара песка и сахара рафинада / А.Р. Сапронов, Л.А. Сапронова. — М.: Колос, 1996. — 367 с.
6. *Сапронов, А.Р.* Технология сахарного производства / А.Р. Сапронов — М.: Колос, 1999. — 494 с.
7. Физико-химические процессы сахарного производства / И.С. Гулый и [др.]. — М.: Агропромиздат, 1987. — 264 с.
8. *Bertuzzi, S.* Determinazione a: K, Na, azoto alfa-amminico in zueche-rificio, implecazioni tecnologiche / S. Bertuzzi, N. Zurlecla // Ind saccorif. iral. — 1988. Vol. 81, №4. — P. 135–138.
9. Beziehungen zwieschen den Verhdlnissen einiger Kationen und Anionen in der Zuckergbbe und deren grundlegenden qualitativen Merkmalen / A. Dandar [et al.] // C.I.T.S. — 1996. — S. 931–934.
10. *Поворов, А.А.* Мембранная технология в сахарной промышленности / А.А. Поворов, Р.Г. Давыдова, Ю.В. Фомин // Сахар. — 2003. — №1. — С. 36–43.
11. *Савостин, А.В.* Эффективность антинакипинов при выпаривании соков свеклосахарного производства / А.В. Савостин, В.О. Городецкий // Сахар. — 2014. — №10. — С. 47–50.
12. Повышение качества свекловичного сахара до экспортного уровня / С.М. Петров [и др.] // Сахар. — 2017. — №5. — С. 30–33.
13. *Бобровник, Л.Д.* Роль гидратации в мелассообразовании / Л.Д. Бобровник // Сахар. — 2015. — №6. — С. 54–58.
14. Иониты для глубокой деминерализации и обесцвечивания сока II сатурации / С.Л. Филатов [и др.] // Сахар. — 2011. — №2. — С. 47–49.
15. *Hakimzadeh, V.* The potential of microfiltration and ultrafiltration process in purification of raw sugar beet juice / V. Hakimzadeh, M.A. Razavi Seyed, K. Piroozifard, M. Shahidi // Desalination. — 2006. — №200 (1-3). — P. 520–522.
16. *Hinkova, A.* Membrane filtration in the sugar industry / A. Hinkova, Z. Bubnik, P. Kadlec, V. Pour, H. Ъtarhova // Pap. 27th Conference of the Slovak Society of Chemical Enginnering, Tatranske Matliare, May 22–26, 2000 Chem. Pap. — 2000. — Vol. 54, №6a. — P. 375–382.
17. *Hinkova, A.* Potentials of separation membranes in the sugar industry / A. Hinkova, Z. Bubnik, P. Kadlec, J. Pridal // Journal of Separation Purification Technology. — 2002. — №26. — P. 101–110.
18. *Кудрявцева, Т.Н.* Методы доочистки водопроводной воды г. Волограда / Т.Н. Кудрявцева // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: строительство и архитектура. — 2004. — №4. — С. 143–148.
19. *Дорофеева, Л.И.* Разделение и очистка веществ мембранными, обменными и электрохимическими методами / Л.И. Дорофеева. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. — 111 с.
20. *Дымар, О.В.* Изучение взаимосвязи скорости деминерализации кислой сыворотки от изменения напряжения процесса / О.В. Дымар, М.Р. Яковлева, А. Меркель // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2019. — №3. — С. 74–79.
21. *Ильина, С.И.* Электромембранные процессы: учебное пособие / С.И. Ильина — М.: РХТУ им. Менделеева, 2013. — 57 с.
22. *Дымар, О.В.* Повышение эффективности переработки молочных ресурсов: научно-технологические аспекты / О.В. Дымар. — Минск: Колорград, 2018. — 236 с.
23. *Славянский, А.А.* Расчет материальных потоков сахарного производства как элемента САПР гибкой производственно-технологической системы: Учебное пособие / А.А. Славянский, С.П. Гольденберг, В.И. Тужилкин // Мос. гос. ун-т пищевых производств. — М.: Издательский комплекс МГУПП, 2004. — 112 с.

24. Методы оценки технологических качеств сахарной свеклы с использованием показателей содержания калия, натрия и α -аминного азота, определенных в свекле и продуктах ее переработки / В.Н. Кухар [и др.] // Сахар. — 2019. — № 1. — С. 18–36.
25. Чернявская, Л.И. Методы оценки качества сахарной свеклы как сырья для получения сахара / Л.И. Чернявская // Сахар. — 2006. — № 3. — С. 40–45.
26. Чернявская, Л.И. Методы оценки качества свеклы, основанные на ее лабораторной переработке / Л.И. Чернявская // Сахар. — 2006. — № 4. — С. 19–24.
27. Коррекция минерального состава полупродуктов сахарного производства с использованием электродиализа / О.К. Никулина [и др.] // Пищевая промышленность: наука и технологии. — Том 13. — № 2(48), 2020. — С. 27–35.

References

1. Bugaenko I.F. Obshchepromyshlennyye tekhnologii: Nauchnyye osnovy sakharnoy tekhnologii: Uchebnik dlya studentov vuzov [*General industry technology: Scientific foundations of sugar technology: Textbook for university students*]. St. Petersburg, GIORD, 2007, 512 p. (in Russian).
2. Bugaenko I.F. Osnovy sakharnogo proizvodstva [*Fundamentals of sugar production*]. Moscow, International Sugar Company, 2002, 357 p. (in Russian).
3. Bugaenko I.F. Printsipy effektivnogo proizvodstva sakhara [*The principles of effective sugar production*]. Moscow, Inmashproekt LLC, 2003, 285 p. (in Russian).
4. Lovkis Z.V. Ochistka diffuzionnogo soka pri proizvodstve sakhara [*Purification of diffusion juice in sugar production*]. Minsk, Belaruskaya navuka, 2013, 232 p. (in Russian).
5. Sapronov A.R. Tekhnologiya sakhara i rafinirovannogo sakhara [*Technology of sugar and refined sugar*]. Moscow, Kolos, 1996, 367 p. (in Russian).
6. Sapronov A.R. Tekhnologiya proizvodstva sakhara [*Technology of sugar production*]. Moscow, Kolos, 1999, 494 p. (in Russian).
7. Gulyy I.S. Fiziko-khimicheskiye protsessy sakharnogo proizvodstva [*Physico-chemical processes of sugar production*]. Moscow, Agropromizdat, 1987, 264 p. (in Russian).
8. Bertuzzi S, Zurlecla N. Determinazione a: K, Na, azoto alfa-amminico in zueche-rificio, implecazioni tecnologiche [*Determination of: K, Na, alpha-amino nitrogen in zueche-rificio, technological implecations*]. Ind saccorif. iral., 1988, Vol. 81, no 4, pp. 135–138 (in Italian).
9. Dandar A. Beziehungen zwieschen den Verhältnissen einiger Kationen und Anionen in der Zuckerrübe und deren grundlegenden qualitativen Merkmalen [*Relationships between the proportions of some cations and anions in the sugar beet and their fundamental qualitative characteristics*]. C.I.T.S., 1996, pp. 931–934 (in German).
10. Povorov A.A., Davydova R.G., Fomin Yu.V. Membrannyye tekhnologii v sakharnoy promyshlennosti [*Membrane technology in the sugar industry*]. Sakhar = Sugar, 2003, no. 1, pp. 36–43 (in Russian).
11. Savostin, A.V., Gorodetskiy V.O. Effektivnost' antinakupinov pri vyparivanii sokov sveklosakharnogo proizvodstva [*Efficiency of antiscale in the evaporation of beet sugar juices*]. Sakhar = Sugar, 2014, no. 10, pp. 47–50 (in Russian).
12. Petrov S.M. Povysheniye kachestva sveklovichnogo sakhara do eksportnogo urovnya [*Improving the quality of beet sugar to export level*]. Sakhar = Sugar, 2017, no. 5, pp. 30–33 (in Russian).
13. Bobrovnik L.D. Rol' gidratatsii u patoki [*The role of hydration in molasses*]. Sakhar = Sugar, 2015, no. 6, pp. 54–58 (in Russian).
14. Filatov S.L. Ionity dlya glubokoy demineralizatsii i obestsvechivaniya sokov II saturatsii [*Ionites for deep demineralization and discoloration of juice II saturation*]. Sakhar = Sugar, 2011, no. 2, pp. 47–49 (in Russian).
15. Hakimzadeh V., Razavi Seyed M.A., Piroozifard K., Shahidi M. The potential of microfiltration and ultrafiltration process in purification of raw sugar beet juice. Desalination, 2006, no 200 (1-3), pp. 520–522 (in English).
16. Hinkova A., Bubnik Z., Kadlec P., Pour V., Jbtarhova H. Membrane filtration in the sugar industry. Pap. 27th Conference of the Slovak Society of Chemical Engineering, Tatranske Matliare, May 22–26, 2000 Chem. Pap., 2000, Vol. 54, no 6a, pp. 375–382 (in English).
17. Hinkova A., Bubnik Z., Kadlec P., Pridal J. Potentials of separation membranes in the sugar industry. Journal of Separation Purification Technology, 2002, no 26, pp. 101–110 (in English).
18. Kudryavtseva T.N. Metody doochistki vodoprovodnoy vody g. Volograda [*Methods of post-treatment of tap water in Volgograd*]. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: stroitel'stvo i arkhitektura = Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: construction and architecture, 2004, no4, pp. 143–148 (in Russian).

19. Dorofeeva L.I. Razdeleniye i ochistka veshchestv membrannym, obmennym i elektrokhimicheskim metodami [*Separation and purification of substances by membrane, exchange and electrochemical methods*]. Tomsk, Publishing House of Tomsk Polytechnic University, 2008, 111 p. (in Russian).
20. Dymar O.V. Yakovleva M.R., Merkel A. Izucheniye vzaimosvyazi skorosti demineralizatsii kisloy syvorotki s izmeneniyami tekhnologicheskogo napryazheniya [*The study of the relationship of the rate of demineralization of acidic serum from changes in the process voltage*]. Pischevaya promyshlennost: nauka i tekhnologii = Food industry: science and technology, 2019, pp. 74–79 (in Russian).
21. Ilyina S.I. Elektromembrannyye protsessy: uchebnoye posobiye [*Electro-membrane processes: a training manual*]. Moscow, RCTU them. Mendeleev, 2013, 57 p. (in Russian).
22. Dymar O.V. Povysheniye effektivnosti pererabotki molochnykh resursov: nauchnyye i tekhnologicheskiye aspekty [*Improving the efficiency of processing dairy resources: scientific and technological aspects*]. Minsk, Kolorgrad, 2018, 236 p. (in Russian).
23. Slavyanskiy A.A., Gol'denberg S.P., Tuzhilkin V.I. Raschet material'nykh potokov sakharnogo proizvodstva kak elementa SAPR gibkoy proizvodstvenno-tekhnologicheskoy sistemy : Uchebnoye posobiye [*Calculation of material flows of sugar production as a CAD element of a flexible production and technological system: Textbook*]. Moscow, MGUPP, 2004, 112 p. (in Russian).
24. Kuhar V.N. Metody otsenki tekhnologicheskikh kachestv sakharnoy svekly s ispol'zovaniyem pokazateley sodержaniya kaliya, natriya i a-aminnogo azota, opredelyayemykh v svekle i produktakh yeye pererabotki [*Methods for assessing the technological qualities of sugar beets using indicators of the content of potassium, sodium and a-amine nitrogen determined in beets and products of its processing*]. Sakhar = Sugar, 2019, no. 1, pp. 18–36 (in Russian).
25. Chernyavskaya L.I. Metody otsenki kachestva sakharnoy svekly kak syr'ya dlya proizvodstva sakhara [*Methods for assessing the quality of sugar beets as raw materials for sugar production*]. Sakhar = Sugar, 2006, no. 3, pp. 40–45 (in Russian).
26. Chernyavskaya L.I. Metody otsenki kachestva svekly na osnove yeye laboratornoy obrabotki [*Beet quality assessment methods based on its laboratory processing*]. Sakhar = Sugar, 2006, no. 4, pp. 19–24 (in Russian).
27. Nikulina O.K. Koloskova O.V., Yakovleva M.R., Dymar O.V. Korrektsiya mineral'nogo sostava poluproduktov sakharnogo proizvodstva s ispol'zovaniyem elektrodializa [*Correction of the mineral composition of intermediate products of sugar production using electro dialysis*]. Pischevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii = Food industry: science and technology, Vol. 13, no 2(48), 2020, pp. 27–35 (in Russian).

Информация об авторах

Никулина Оксана Константиновна — кандидат технических наук заведующий научно-исследовательской лабораторией сахарного производства РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: sugar@belpoduct.com.

Колоскова Ольга Владимировна — кандидат технических наук, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории сахарного производства РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: sugar@belpoduct.com.

Яковлева Мария Романовна — инженер-технолог II категории научно-исследовательской лаборатории сахарного производства РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: sugar@belpoduct.com.

Дымар Олег Викторович — доктор технических наук, профессор, технический директор представительства АО «МЕГА» в республике Беларусь, г. Минск, Республика Беларусь. E-mail: dymarov@tut.by

Information about authors

Nikulina Oksana Konstantinovna — Ph (Engineering) researcher, Head of the research laboratory of sugar production of RUE «Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29, Kozlova st., 220037, Minsk, Republic of Belarus). Email: sugar@belpoduct.com.

Koloskova Olga Vladimirovna — PhD (Engineering), senior researcher of RUE «Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29, Kozlova st., 220037, Minsk, Republic of Belarus). Minsk, Republic of Belarus. Email: sugar@belpoduct.com.

Yakovleva Mariya Romanovna — engineer-technologist of RUE «Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29, Kozlova st., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: sugar@belpoduct.com.

Dymar Oleg Viktorovich — Doctor of Engineering sciences, Professor, technical director of representative of MEGA a.s. (Czech Republic) in Republic of Belarus, Minsk, Republic of Belarus. E-mail: dymarov@tut.by

УДК 641.1:637.5.03 (047.31)(476)
[https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-3\(53\)-62-70](https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-3(53)-62-70)

Поступила в редакцию 23.07.2021
Received 23.07.2021

И. В. Калтович

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

РАЦИОНАЛЬНЫЕ ДОЗИРОВКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭМУЛЬСИЙ ИЗ КОЛЛАГЕНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ В СОСТАВЕ МЯСНЫХ ИЗДЕЛИЙ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МЯСНОГО СЫРЬЯ

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по определению рациональных дозировок использования эмульсий из коллагенсодержащего сырья, прошедшего технологическую подготовку, в составе мясных изделий с различной степенью измельчения мясного сырья. Установлено, что оптимальными дозировками внесения эмульсий из свиной шкурки и хвостов, подвергнутых ферментации бактериями рода *Lactobacillus* (с (*Lb.plantarum*: *Lb.casei* (1:1))=1×10⁷ КОЕ/г, t=18 часов, t=34°C, гидромодуль 1:2), в состав мясных изделий, позволяющими обеспечить улучшенные функционально-технологические и структурно-механические показатели данных изделий, являются следующие: для модельных фаршевых систем из сырья, подвергнутого куттерованию в течение 8–12 мин — до 16%, 2–4 мин — до 14%, измельчению на волчке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм — до 12%, а из бланшированного сырья, подвергнутого куттерованию в течение 5–7 мин — до 20%. В то же время эмульсии из соединительной ткани, подвергнутой ферментации бактериями рода *Lactobacillus*, рекомендуется использовать в составе мясных изделий в следующих рациональных дозировках: до 14% — для модельных фаршевых систем из сырья, подвергнутого куттерованию в течение 8–12 мин, до 18% — из бланшированного сырья, подвергнутого куттерованию в течение 5–7 мин, до 12% — из сырья, подвергнутого куттерованию в течение 2–4 мин, до 10% — из сырья, подвергнутого измельчению на волчке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм.

Ключевые слова: эмульсии из коллагенсодержащего сырья, ферментация бактериями рода *Lactobacillus*, дозировки использования, влагосвязывающая и влагоудерживающая способность, предельное напряжение сдвига до и после термообработки.

I. V. Kaltovich

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

RATIONAL DOSAGES FOR USE OF EMULSIONS FROM COLLAGEN-CONTAINING RAW MATERIALS IN MEAT PRODUCTS WITH DIFFERENT DEGREE OF MEAT RAW MATERIAL GRINDING

Abstract. The article presents the results of research on the determination of rational dosages for the use of emulsions from collagen-containing raw materials, which have undergone technological preparation, in meat products with various degrees of grinding of meat raw materials. It has been found that the optimal dosages for adding emulsions from pork skin and tails fermented by bacteria of the genus *Lactobacillus* (с (*Lb.plantarum*: *Lb.casei* (1:1)) = 1 Ч 10⁷ CFU/g, t = 18 hours, t = 34°C, 1:2 hydraulic module) to meat products, allowing to provide improved functional-technological and structural-mechanical parameters of these products, are as follows: for model stuffing systems from raw materials subjected to chopping during 8-12 minutes - up to 16%, 2-4 minutes - up to 14%, mincing with diameter of grid holes 2-3 mm - up to 12%, and from blanched raw materials subjected to chopping during 5-7 minutes - up to 20%. At the same time, emulsions from connective tissue fermented by bacteria of the genus *Lactobacillus* are recommended for use in meat products in the following rational dosages: up to 14% - for model stuffing systems from raw materials subjected to chopping for 8-12 minutes, up to 18% - from blanched raw materials subject to chopping for 5-7

minutes, up to 12% - from raw materials subject to chopping for 2–4 minutes, up to 10% - from raw materials subject to chopping with diameter of grid holes of 2–3 mm.

Key words: emulsions from collagen-containing raw materials, fermentation by bacteria of the genus *Lactobacillus*, dosages of use, moisture-binding and water-retaining ability, shear stress limit before and after heat treatment.

Введение. Важнейшими задачами мясоперерабатывающей промышленности является комплексное использование сырья и выпуск продуктов повышенной пищевой и биологической ценности. В условиях ограниченности мясных ресурсов существенно повышается роль вторичного, в том числе коллагенсодержащего сырья, которое может применяться в составе белково-жировых эмульсий [1–4].

Соединительнотканые белки коллагенсодержащего сырья положительно влияют на соковыделение и двигательную функцию желудка и кишечника. Коллаген является источником натуральных волокон, полезных для здоровья, и выполняет такие жизненно важные функции в организме, как защитная, восстанавливающая, поддерживающая, улучшает эластичность кожи и способствует профилактике заболеваний опорно-двигательного аппарата [5–8].

В то же время побочное коллагенсодержащее сырье в настоящее время недостаточно востребовано в пищевой индустрии в связи с малой изученностью отдельных его видов, несмотря на то, что составляет значительную долю от общей массы белоксодержащих ресурсов животного происхождения. Кроме того, использование коллагенсодержащего сырья при традиционном методе его подготовки и внесения в фаршевую систему приводит к ухудшению качества готовых мясных продуктов, в частности, к появлению постороннего привкуса, а также к снижению усвояемости готовых изделий [9–12].

В связи с вышесказанным, актуальным вопросом является разработка технологий производства новых видов мясных продуктов с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого предварительной технологической подготовке, что позволит не только снизить существующий дефицит пищевого белка, но и повысить объемы использования биологически ценного вторичного сырья в мясной промышленности, расширить ассортимент продуктов, характеризующихся улучшенными показателями качества и в то же время обладающих сниженной себестоимостью, а также улучшить экологическое состояние прилегающих территорий мясоперерабатывающих предприятий [10, 11].

Цель исследований — определение рациональных дозировок использования эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого ферментации бактериями рода *Lactobacillus*, в составе мясных изделий с различной степенью измельчения мясного сырья.

Материалы и методы исследований. Материалы исследований — модельные фаршевые системы из сырья, подвергнутого куттерованию в течение 8–12 мин, 5–7 мин, 2–4 мин, измельченного на волчке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм, с использованием эмульсий из ферментированного бактериями рода *Lactobacillus* коллагенсодержащего сырья (с (*Lb.plantarum*: *Lb.casei* (1:1))=1×10⁷ КОЕ/г, t=18 часов, t=34°С, гидромодуль 1:2), а также негидролизованного сырья.

Методы исследований — стандартные методы исследований показателей качества пищевых продуктов.

Результаты и их обсуждение. Для решения поставленной цели изготовлены модельные фаршевые системы с различной степенью измельчения мясного сырья, характерной для разных видов мясных изделий, с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого ферментации бактериями рода *Lactobacillus* (с (*Lb.plantarum*: *Lb.casei* (1:1))=1×10⁷ КОЕ/г, t=18 часов, t=34°С, гидромодуль 1:2), а также негидролизованного сырья.

Модельные фаршевые системы изготовлены со следующими степенями измельчения:

- ♦ из мясного сырья, подвергнутого куттерованию в течение 8–12 минут (фарш для вареных колбасных изделий);
- ♦ из бланшированного мясного сырья, подвергнутого куттерованию в течение 5–7 мин (фарш для паштетов, ливерных колбас, консервов);
- ♦ из мясного сырья, подвергнутого куттерованию в течение 2–4 мин (фарш некоторых видов полукопченых и варено-копченых колбас);
- ♦ из мясного сырья, подвергнутого измельчению на волчке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм (фарш полуфабрикатов, а также некоторых видов сырокопченых, сыровяленых, полукопченых и варено-копченых колбас).

Установлено, что использование от 8 до 18% эмульсий из коллагенсодержащего сырья, прошедшего технологическую подготовку, в составе модельных фаршевых систем, подвергнутых куттерованию в течение 8–12 минут, способствует увеличению влагосвязывающей способности (далее — ВСС) данных систем:

- ♦ при включении эмульсий из свиной шкурки — до 93,0-93,9%;
- ♦ при включении эмульсий из свиных хвостов — до 92,5-93,4%;
- ♦ при включении эмульсий из соединительной ткани — до 91,8-92,7%.

В то же время влагосвязывающая способность вышеперечисленных модельных фаршевых систем с использованием эмульсий из негидролизованного коллагенсодержащего сырья снижается до 90,2-91,0% (с эмульсией из свиной шкурки), 89,9-90,6% (с эмульсией из свиных хвостов), 89,5-90,2 (с эмульсией из соединительной ткани). ВСС модельных образцов без включения эмульсий составляет 91,2%.

Определено, что модельные фаршевые системы с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого технологической подготовке, превышают образцы с включением такого же количества эмульсий из негидролизованного сырья по показателю влагосвязывающей способности:

- ♦ на 1,6-2,0% (при использовании 8% эмульсии);
- ♦ на 1,9-2,3% (при использовании 10% эмульсии);
- ♦ на 2,2-2,6% (при использовании 12% эмульсии);
- ♦ на 2,6-3,0% (при использовании 14% эмульсии);
- ♦ на 2,8-3,4% (при использовании 16% эмульсии);
- ♦ на 3,2-3,7% (при использовании 18% эмульсии).

Аналогичная тенденция наблюдается и при изучении влагоудерживающей способности (далее — ВУС) модельных фаршевых систем. Определено, что при включении в состав модельных фаршевых систем, подвергнутых куттерованию в течение 8-12 минут, от 8 до 18% эмульсии из коллагенсодержащего сырья, прошедшего технологическую подготовку, происходит увеличение ВУС данных систем до 88,5-89,3% (с использованием эмульсии из свиной шкурки), 88,0-88,9% (с использованием эмульсии из свиных хвостов), 87,3-88,1% (с использованием эмульсии из соединительной ткани), в то время как использование эмульсий из негидролизованного сырья приводит к снижению данного показателя до 85,8-86,4%, 85,3-86,0% и 84,8-85,5% соответственно. При этом значения влагоудерживающей способности опытных образцов превышают контрольные:

- ♦ на 1,8-2,1% — при использовании 8% эмульсии;
- ♦ на 2,1-2,4% — при использовании 10% эмульсии;
- ♦ на 2,4-2,7% — при использовании 12% эмульсии;
- ♦ на 2,7-2,9% — при использовании 14% эмульсии;
- ♦ на 3,1-3,3% — при использовании 16% эмульсии;
- ♦ на 3,3-3,5% — при использовании 18% эмульсии.

Определено, что модельные фаршевые системы до термообработки с включением опытных образцов эмульсий из коллагенсодержащего сырья характеризуются более нежной консистенцией, о чем свидетельствуют сниженные значения предельного напряжения сдвига (ПНС) (745,4-871,3 Па) по сравнению с контрольными образцами (786,2-930,8 Па). Вместе с тем, консистенция опытных образцов с включением 18% эмульсии из свиной шкурки и хвостов, а также 16 и 18% эмульсии из соединительной ткани характеризуется излишней плотностью (ПНС до 888,2 Па), в то время как для контрольных образцов включение от 12 до 18% эмульсии из негидролизованного коллагенсодержащего сырья приводит к чрезмерному уплотнению консистенции (ПНС до 930,8 Па).

Определено, что предельное напряжение сдвига после термообработки модельных фаршевых систем, подвергнутых куттерованию в течение 8-12 минут, с использованием 8-18% эмульсий из коллагенсодержащего сырья, прошедшего технологическую подготовку, составило 1244,2-1385,4 Па, а с использованием эмульсий из негидролизованного сырья — 1292,1-1428,3 Па (рис. 1).

Вместе с тем, оптимальной консистенцией характеризуются опытные образцы с использованием 8-16% эмульсий из свиной шкурки и хвостов и 8-14% эмульсий из соединительной ткани (ПНС — 1244,2-1352,4 Па). Для контрольных образцов рациональная дозировка эмульсий из коллагенсодержащего сырья не превышает 10%.

На дальнейшем этапе исследований изучены функционально-технологические и структурно-механические показатели модельных фаршевых систем из бланшированного мясного сырья, подвергнутого куттерованию в течение 5--7 минут с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья.

Установлено, что внесение в состав вышеперечисленных модельных фаршевых систем от 8 до 22% эмульсий из свиной шкурки, хвостов и соединительной ткани, подвергнутых технологической подготовке, приводит к увеличению влагосвязывающей способности образцов до 87,5-89,4%, в то время как ВСС контрольных образцов снижается до 84,5-86,4% (ВСС модельных фаршевых систем без использования эмульсий — 87,0%).

Кроме того, по данному показателю опытные образцы превышают контрольные:

- ♦ на 1,9-2,1% — при использовании 8% эмульсии;

- ♦ на 2,3–2,4% — при использовании 10% эмульсии;
- ♦ на 2,5–2,8% — при использовании 12% эмульсии;
- ♦ на 2,9–3,1% — при использовании 14% эмульсии;
- ♦ на 3,2–3,5% — при использовании 16% эмульсии;
- ♦ на 3,6–3,8% — при использовании 18% эмульсии;
- ♦ на 3,9–4,1% — при использовании 20% эмульсии;
- ♦ на 4,2–4,4% — при использовании 22% эмульсии.

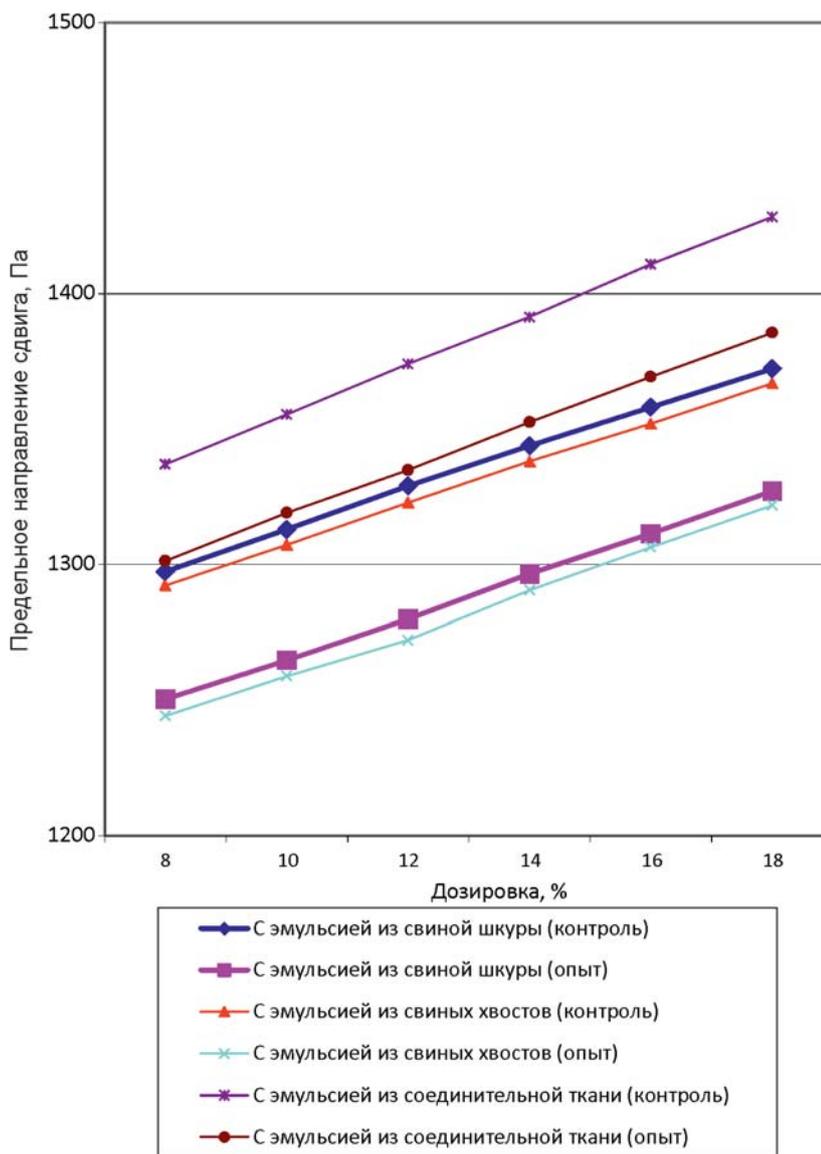


Рис. 1. Предельное напряжение сдвига после термообработки модельных фаршевых систем из мясного сырья, подвергнутого куттерованию в течение 8–12 минут, с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья

Fig. 1. Ultimate shear stress after heat treatment of model stuffing systems from meat raw materials subjected to chopping for 8–12 minutes using emulsions from collagen-containing raw materials

Аналогичная тенденция наблюдается при изучении динамики влагоудерживающей способности вышеперечисленных модельных фаршевых систем. Установлено, что при использовании от 8 до 22% эмульсий из коллагенсодержащего сырья, прошедшего технологическую подготовку, происходит увеличение значений ВУС модельных фаршевых систем до 83,3–85,6%, что превышает контрольные образцы на 1,9–4,2%.

Определено, что использование от 8 до 22% эмульсий из коллагенсодержащего сырья позволяет увеличить предельное напряжение сдвига модельных фаршевых систем до и после термообработки:

- ♦ в опытных образцах — до 901,2-1076,2 Па и 1402,7-1560,2 Па;
- ♦ в контрольных образцах — до 949,2-1119,8 Па и 1449,7-1604,3 Па соответственно (рис. 2).

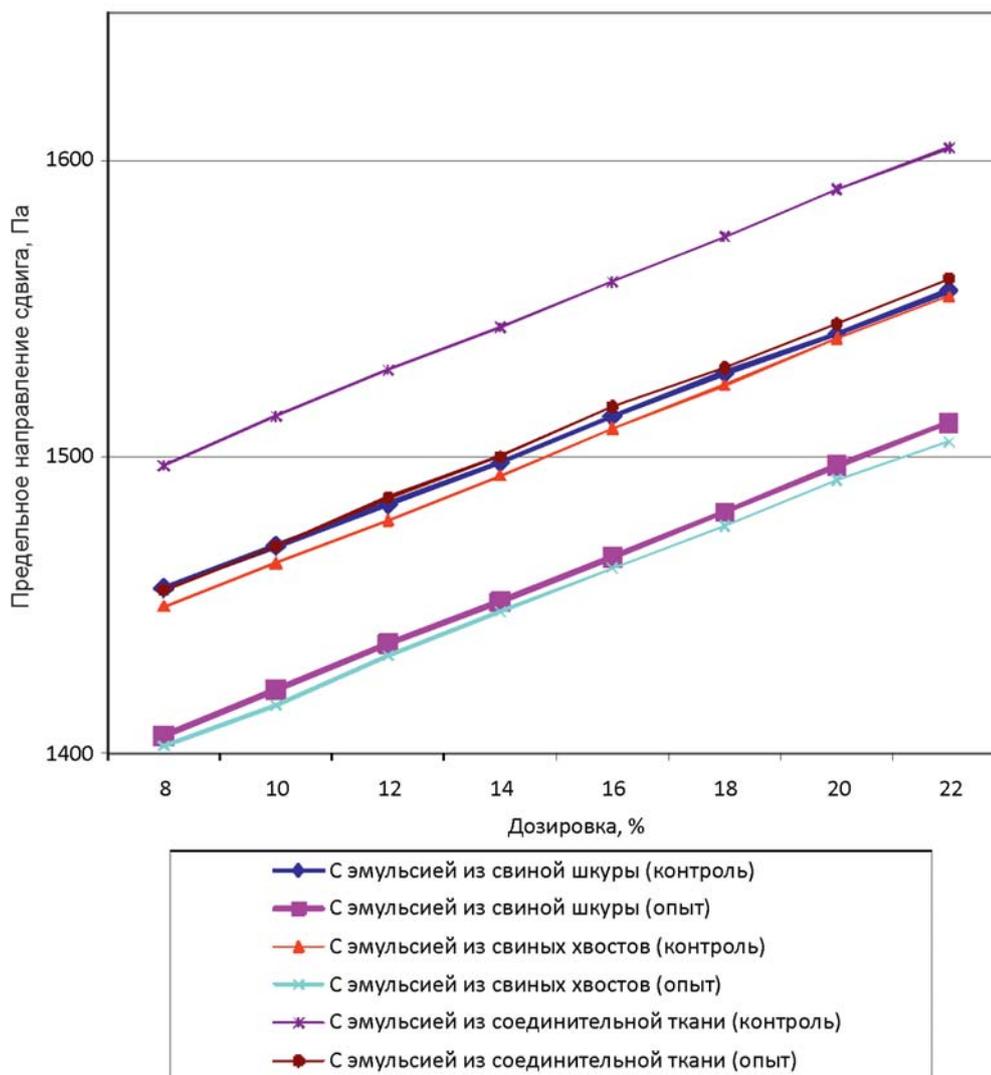


Рис. 2. Предельное напряжение сдвига после термообработки модельных фаршевых систем из бланшированного мясного сырья, подвергнутого куттерованию в течение 5-7 минут, с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья

Fig. 2. Ultimate shear stress after heat treatment of model stuffing systems from blanched meat raw materials subjected to chopping for 5-7 minutes using emulsions from collagen-containing raw materials

При этом оптимальной консистенцией характеризуются опытные образцы с использованием до 20% эмульсий из свиной шкурки и хвостов (ПНС до и после термообработки — 996,1 Па и 1497,3 Па соответственно) и до 18% эмульсии из соединительной ткани (ПНС до 1041,9 Па и 1530,2 Па соответственно). Для контрольных образцов рациональная дозировка эмульсий из свиной шкурки и хвостов не превышает 12% (ПНС до 982,1 Па и 1484,3 Па), а соединительной ткани — 10% (ПНС до 1022,8 Па и 1513,8 Па).

Изучено влияние различных дозировок использования эмульсий из коллагенсодержащего сырья на функционально-технологические и структурно-механические показатели модельных фаршевых систем из сырья, подвергнутого куттерованию в течение 2-4 минут. Определено, что при использовании в составе модельных фаршевых систем, подвергнутых куттерованию в течение 2-4 минут, от 8 до 16% эмульсий из свиной шкурки, подвергнутой технологической подготовке, происходит уве-

личение значений влагосвязывающей способности до 87,1–87,8%, из свиных хвостов — до 86,7–87,4%, а из соединительной ткани — до 86,1–86,8%, в то время как использование эмульсий из негидролизованного сырья в этих же дозировках приводит к снижению значений данного показателя до 84,7–85,3%, 83,9–84,5% и 83,6–84,2% соответственно. Вместе с тем, значения влагоудерживающей способности опытных образцов модельных фаршевых систем увеличиваются до 82,2–83,9%, а контрольных — снижаются до 79,5–81,2%.

Определено, что модельные фаршевые системы с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, прошедшего технологическую подготовку, превышают контрольные образцы с включением эмульсий из негидролизованного сырья по показателю влагоудерживающей способности:

- ♦ — на 1,9–2,1% — при включении 8% эмульсии;
- ♦ — на 2,2 — при включении 10% эмульсии;
- ♦ — на 2,4–2,6% — при включении 12% эмульсии;
- ♦ — на 2,8–3,0% — при включении 14% эмульсии;
- ♦ — на 3,1–3,4% — при включении 16% эмульсии.

Определено, что опытные образцы модельных фаршевых систем характеризуются более нежной консистенцией по сравнению с контрольными образцами (ПНС до термообработки - 951,4–1039,4 Па, ПНС после термообработки — 1457,1–1558,9 Па), о чем свидетельствуют сниженные значения предельного напряжения сдвига:

- ♦ до термообработки:
 - с использованием эмульсий из свиной шкурки — на 30,4–32,2 Па;
 - с использованием эмульсий из свиных хвостов — на 28,8–33,1 Па;
 - с использованием эмульсий из соединительной ткани — на 18,0–24,1 Па;
- ♦ после термообработки:
 - с использованием эмульсий из свиной шкурки — на 31,1–32,6 Па;
 - с использованием эмульсий из свиных хвостов — на 30,7–31,9 Па;
 - с использованием эмульсий из соединительной ткани — на 12,3–19,5 Па (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. **Предельное напряжение сдвига после термообработки модельных фаршевых систем из мясного сырья, подвергнутого куттерованию в течение 2-4 минут**

Table 1. **Shear stress limit after heat treatment of model stuffing systems from meat raw materials subjected to chopping for 2-4 minutes**

Модельные фаршевые системы	Предельное напряжение сдвига (Па) при использовании различных дозировок эмульсий, %				
	8	10	12	14	16
С эмульсией из свиной шкуры (контроль)	956,2	971,3	987,2	1002,4	1018,3
С эмульсией из свиной шкуры (опыт)	925,8	940,4	955,3	970,2	986,4
С эмульсией из свиных хвостов (контроль)	951,4	967,3	983,1	999,3	1015,2
С эмульсией из свиных хвостов (опыт)	921,6	935,7	950,1	966,2	982,3
С эмульсией из соединительной ткани (контроль)	993,7	1010,3	1027,2	1043,9	1059,4
С эмульсией из соединительной ткани (опыт)	974,7	991,2	1004,1	1019,8	1037,1

Вместе с тем, оптимальной консистенцией характеризуются опытные образцы с включением до 14% эмульсий из свиной шкурки и хвостов, прошедших технологическую подготовку (ПНС до и после термообработки — 970,2 и 1475,1 Па соответственно), и до 12% эмульсий из соединительной ткани (ПНС до и после термообработки — 1004,1 и 1508,3 Па соответственно), в то время как внесение в контрольные образцы свыше 10% эмульсии из негидролизованного сырья приводит к излишне плотной консистенции данных образцов (ПНС до 1558,9 Па).

На дальнейшем этапе исследований изучены функционально-технологические и структурно-механические показатели модельных фаршевых систем, подвергнутых измельчению на волчке с диаметром отверстий решетки 2-3 мм, с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья.

Установлена аналогичная тенденция, как и в образцах, подвергнутых различным режимам куттерования, по увеличению ВСС экспериментальных систем с включением в их состав эмульсий из коллагенсодержащего сырья, прошедшего технологическую подготовку:

- ♦ с использованием эмульсий из свиной шкурки — до 86,2–86,7 %;
- ♦ с использованием эмульсий из свиных хвостов — до 85,8–86,3 %;
- ♦ с использованием эмульсий из соединительной ткани — до 86,1–86,8 %.

При этом значения влагоудерживающей способности модельных фаршевых систем с использованием эмульсий из коллагенсодержащего сырья, прошедшего технологическую подготовку, также увеличиваются и составляют:

- ♦ 81,4–82,2% - при включении 8% эмульсии;
- ♦ 81,6–82,4% - при включении 10% эмульсии;
- ♦ 81,7–82,6% - при включении 12% эмульсии;
- ♦ 81,8–82,7% - при включении 14% эмульсии.

При изучении динамики предельного напряжения сдвига до и после термообработки модельных фаршевых систем, подвергнутых измельчению на волчке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм, установлено, что оптимальной консистенцией характеризуются опытные образцы с использованием до 12% эмульсий из гидролизованной свиной шкурки и хвостов (ПНС до 1000,7 Па (до термообработки) и до 1506,2 Па (после термообработки), а также до 10% эмульсии из соединительной ткани (ПНС до 1034,3 Па (до термообработки) и до 1439,6 Па (после термообработки) (табл.2).

Таблица 2. Предельное напряжение сдвига после термообработки модельных фаршевых систем из мясного сырья, подвергнутого измельчению на волчке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм
Table 2. Limit shear stress after heat treatment of model stuffing systems from meat raw materials subjected to mincing with grid hole diameter of 2-3 mm

Модельные фаршевые системы	Предельное напряжение сдвига (Па) при использовании различных дозировок эмульсий, %			
	8	10	12	14
С эмульсией из свиной шкуры (контроль)	1497,8	1515,3	1532,7	1548,3
С эмульсией из свиной шкуры (опыт)	1475,3	1490,7	1506,2	1521,9
С эмульсией из свиных хвостов (контроль)	1488,3	1504,7	1520,1	1536,8
С эмульсией из свиных хвостов (опыт)	1471,1	1486,3	1501,1	1517,7
С эмульсией из соединительной ткани (контроль)	1546,2	1560,8	1576,1	1590,8
С эмульсией из соединительной ткани (опыт)	1523,7	1539,6	1555,1	1570,8

Выявлено, что использование 18% эмульсий из гидролизованной свиной шкурки и хвостов, а также 16–8% эмульсий из гидролизованной соединительной ткани в составе модельных фаршевых систем из сырья, подвергнутого куттерованию в течение 8–12 минут приводит к появлению постороннего привкуса и запаха экспериментальных образцов. Аналогичная тенденция наблюдается также в следующих модельных образцах:

- ♦ из бланшированного сырья, подвергнутого куттерованию в течение 5–7 минут с использованием 22% эмульсии из свиной шкурки и хвостов и 20–22% эмульсии из соединительной ткани;
- ♦ из сырья, подвергнутого куттерованию в течение 2–4 минут с использованием 16% эмульсии из свиной шкурки и хвостов и 14–16% эмульсии из соединительной ткани;
- ♦ из сырья, подвергнутого измельчению на волчке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм с использованием 14% эмульсии из свиной шкурки и хвостов и 12–14% эмульсии из соединительной ткани.

Закключение. Таким образом, на основании проведенных исследований определены рациональные дозировки использования эмульсий из коллагенсодержащего сырья, подвергнутого ферментации бактериями рода *Lactobacillus* (с *Lb.plantarum*: *Lb.casei* (1:1))=1×10⁷ КОЕ/г, t=18 часов, t=34°C, гидромодуль 1:2), в составе мясных изделий с различной степенью измельчения мясного сырья, позволяющие обеспечить улучшенные функционально-технологические и структурно-механические показатели данных изделий:

- ♦ с использованием свиной шкурки и хвостов:
 - для модельных фаршевых систем из сырья, подвергнутого куттерованию в течение 8–12 мин — до 16%;
 - для модельных фаршевых систем из бланшированного сырья, подвергнутого куттерованию в течение 5–7 мин — до 20%;
 - для модельных фаршевых систем из сырья, подвергнутого куттерованию в течение 2–4 мин — до 14%;
 - для модельных фаршевых систем из сырья, подвергнутого измельчению на волчке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм — до 12%;
- ♦ с использованием соединительной ткани:
 - для модельных фаршевых систем из сырья, подвергнутого куттерованию в течение 8–12 мин — до 14%;
 - для модельных фаршевых систем из бланшированного сырья, подвергнутого куттерованию в течение 5–7 мин — до 18%;

- для модельных фаршевых систем из сырья, подвергнутого куттерованию в течение 2–4 мин — до 12%;
- для модельных фаршевых систем из сырья, подвергнутого измельчению на волчке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм — до 10%.

При этом эмульсии из негидролизованного коллагенсодержащего сырья рекомендуется включать в состав мясных изделий с различной степенью измельчения мясного сырья с целью сохранения высоких потребительских качеств данных изделий в количестве не более 10%.

Список использованных источников

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

References

1. Antipova L.V., Glotova I.A. Ispol'zovanie vtorichnogo kollagensoderzhashhego syr'ja mjasnoj promyshlennosti [Use of secondary collagen-containing raw materials of meat industry]. SPb, GIORD, 2006, 384 p.
2. Antipova L.V., Glotova I.A., Rogov I.A. Metody issledovaniya mjasa i mjasnyh produktov [Methods of meat and meat products research]. M, Kolos, 2001, 376 p.
3. Antipova L.V., Storubl'jovcev S.A. Perspektivy ispol'zovaniya vtorichnyh produktov uboja sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh na pishheve celi i poluchenie kollagenovyh substancij [Prospects for the use of secondary slaughter products of agricultural animals for food purposes and the production of collagen substances]. Agrar. nauka i obrazovanie na sovrem. jetape razvitija: opyt, problemy i puti ih reshenija [Agrarian science and education in modern times development phase: experiences, challenges and solutions]. Ul'jan. gos. s.-h. akad, 2009, vol. 2, pp. 151–153.
4. Apraksina S.K., Kashhenko R.V. Povyshenie pishhevoj adekvatnosti kollagensoderzhashhego syr'ja fermentativnoj obrabotkoj [Increased nutritional adequacy of collagen-containing raw materials by enzymatic treatment]. Vse o mjase= All about meat, 2006, no. 4, pp. 11–12.

5. Bablioli O.O. Modifikacija kollagena, sozdanie i osvoenie novyh tehnologicheskikh processov ego pererabotki. Avtoref. diss. d-ra tehn. nauk [Modification of collagen, creation and development of new technological processes of its processing. Avtoref. diss. dr. techn. sciences], M, 1984. 50 p.
6. Belitov V.V. Sovershenstvovanie tehnologii varenyh kolbas s belkovo-zhirovymi kompozicijami. Dis. kand. tehn. nauk [Improvement of technology of boiled sausages with protein-fat compositions. Cand. tech. sciences], M, MGU prikladnoj biotehnologii, 2002. 143 p.
7. Bitueva Je. B. Ispol'zovanie vyjnoj svjazki krupnogo rogatogo skota na pishhevye celi [Use of cattle ligament for food purposes]. Mjasnaja industrija= Meat industry, 1999, no. 2, pp. 24–25.
8. Bitueva Je. B., Zhamsaranova S.D. Jelastin i perspektivy ego ispol'zovanija v tehnologii produktov pitaniya so special'nymi svojstvami [Elastin and prospects for its use in food technology with special properties]. Hranenie i pererabotka sel'hozsy'r'ja= Storage and processing of agricultural raw materials, 2004, no. 2, pp. 47–49.
9. Boretkov V.G. Teoreticheskie i prakticheskie osnovy ispol'zovanija kompleksa sovremennyh sposobov vozdeystvija na biologicheskie sistemy pri proizvodstve mjasoproduktov. Diss. d-ra tehn. Nauk [Theoretical and practical foundations of using a set of modern methods of influencing biological systems in the production of meat products. Dr. techn. sciences diss.], M, 1990. 316 p.
10. Borisenko L.A., Kurilov R.I. Ispol'zovanie biomodifikacii dlja uluchshenija funkcional'no-tehnologicheskikh svojstv mjasnogo syr'ja [Use of biomodification to improve functional and technological properties of meat raw materials]. Materialy IV mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii studentov i molodyh uchenyh "Zhivye sistemy i biologicheskaja bezopasnost' naselenija" [Proceedings of the IV International Scientific Conference of Students and Young Scientists «Living Systems and Biological Safety of the Population»]. M, MGUPB, 2005, pp. 136–138.
11. Gorbatov A.V. Reologija mjasnyh i molochnyh produktov, M, Pishhevaja promyshlennost', 1979, 383 p.
12. Gushhin V.V., Sokolova L.A. Vozmozhnost' netradicionnogo ispol'zovanija nekotoryh malocennyh produktov pri promyshlennoj pererabotke pticy [Possibility of unconventional use of some low-value products in industrial poultry processing]. Ptica i pticeprodukty= Poultry and poultry products, 2009, no. 6, pp. 29–30.

Информация об авторах

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

Information about authors

Kaltovich Irina Vasilevna — PhD (Technical sciences), associate professor, head of the integrated meat products research sector, meat products technology department, Institute of meat and dairy industry (pr. Partizansky, 172, 220075, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: irina.kaltovich@inbox.ru

УДК 664.857.3:634.3
[https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-3\(53\)-71-78](https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-3(53)-71-78)

Поступила в редакцию 30.06.2021
Received 30.06.2021

А. Н. Лилишенцева, К. В. Боровая

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

ФАЛЬСИФИКАЦИЯ ЦИТРУСОВЫХ СОКОВ

Аннотация. Проблема фальсификации соковой продукции на сегодняшний день является актуальной в связи с тем, что в отличие от других видов пищевых изделий, оценка натуральности соков из цитрусовых плодов не может ограничиваться лишь органолептическими показателями. Одновременно с наличием широкого ассортимента соков на современном рынке достаточно сложно провести их идентификацию и предупредить фальсификацию. Вследствие этого появляется необходимость в усилении контроля за качеством соковой продукции и в разработке критериев ее подлинности [1].

В статье представлены результаты исследования качества апельсиновых восстановленных соков, реализуемых в розничной сети г. Минска. В целях идентификации и обнаружения фальсификации проводилась комплексная оценка качества соков. Определены основные показатели качества и безопасности соков: массовая доля растворимых сухих веществ, массовая доля титруемых кислот, уровень рН, сахаро-кислотный коэффициент. Однако в связи с тем, что данные показатели можно легко откорректировать путём добавления органических кислот, сахаров и других компонентов, проводилось исследование таких показателей как содержание оксиметилфурфура и формольное число, которые являются наиболее сложно фальсифицируемыми. При выполнении работы использовались стандартные методы исследования. Оценка качества также предусматривала анализ причин отклонений, которые могли быть обнаружены при проведении исследования. Данные причины обусловлены свойствами сырья или технологическими особенностями производства [1, 2].

Ключевые слова: фальсификация, апельсиновый сок, идентификация, качество, подлинность, фрукты.

A. N. Lilishentseva, K. V. Borovaya

Educational Institution “Belarusian State Economic University”, Minsk, Republic of Belarus

FALSIFICATION OF CITRUS JUICES

Abstract. The problem of falsification of juice products today is urgent due to the fact that this group of food products is consumed by all segments of the population. Today, at the same time as the presence of a wide range of juices in the modern market, it is quite difficult to identify them and prevent falsification. As a result, there is a need to strengthen control over the quality of juice products and to develop criteria for the authenticity of juices.

The article presents the results of the study of the quality of orange juices purchased in the retail outlets in Minsk. In order to identify and detect falsification, a comprehensive assessment of juices was carried out. The author determined the main indicators of the quality and safety of juices such as dissolved solids, titratable acidity, pH level, sugar-acid ratio. However, due to the fact that these indicators can be easily adjusted by adding organic acids, sugars and other components, a study was carried out of such indicators as the content of oxymethylfurfural and formol index, which are the most difficult to falsify. Standard and common methods were used during the experiment. The quality assessment also included an analysis of the causes of deviations that could be found during the study. These causes may be explainable properties of raw materials or technological features of production.

Key words: falsification, orange juice, identification, quality, authenticity, fruit.

Введение. Сок — это жидкий пищевой продукт, который несброжен, способен к брожению, получен из съедобных частей доброкачественных, спелых, свежих или сохраненных свежими либо высушенных фруктов и овощей путем физического воздействия на них и в котором сохранены характерные для данных плодов пищевая ценность, физико-химические и органолептические свойства [3].

На сегодняшний день соки как наиболее дорогостоящие безалкогольные напитки фальсифицируют чаще всего. Наибольшим спросом на современном рынке пользуются цитрусовые соки, произведенные из апельсинов [4].

Безопасность и качество соков тесно взаимосвязано с их натуральностью или же подлинностью. В ходе исследования подлинности соковой продукции осуществляется также ее идентификация, которая включает совокупное исследование физико-химических, органолептических и других характеристик продуктов на соответствие определенным наборам признаков, которые характеризуют данную продукцию. Тождественность характеристик соков с ее существенными признаками, установленная в ходе идентификации и подтверждающая соответствие продукции заявленному наименованию является подтверждением подлинности продукции. В случае несоответствия продукта питания показателям подлинности его относят к фальсифицированному [5, 6].

Идентификация проводится в целях предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей; обеспечения условий добросовестной конкуренции на рынке соков и соковой продукции в Республике Беларусь; подтверждения соответствия продукции предъявляемым к ней требованиям [7].

В Кодексе «Алиментарийс» подлинностью считают сохранение в продукте необходимых физико-химических, органолептических и питательных свойств фруктов, из которых он получен [8].

Основными видами фальсификации считают: количественную, информационную, ассортиментную, квалитетическую, стоимостную [9].

Примером количественной фальсификации является недолив — отклонение объема товара, превышающее предельно допустимые нормы [10].

К информационной фальсификации относят искажение информации на маркировке, которое является грубым нарушением требований, регламентированных Законом Республики Беларусь «О качестве и безопасности продовольственного сырья и пищевой продукции» от 29 июня 2003 г. № 217-3 и национальным стандартом СТБ 1100-2016 «Пищевая продукция. Информация для потребителя. Общие требования» [11, 12].

При ассортиментной фальсификации соков чаще всего происходит искажение информации, которая касается их групповой принадлежности. Очень часто соки прямого отжима или восстановленные соки заменяют нектарами, а также сокосодержащими напитками. Недобросовестные производители могут добавлять в натуральный сок из дорогого сырья сок из других, более дешевых плодов. Нередкими являются случаи, когда фальсификацию сока производят купажированием со смесью ингредиентов искусственного или синтетического происхождения, которые имитируют заявленный в документах продукт [13, 14].

Ассортиментная идентификация продукции определенной торговой марки предназначена для выявления ее подлинности. Если данный товар имеет зарегистрированный товарный знак, то данный вид идентификации при выявлении несоответствия позволяет выявить контрафактную продукцию. Как известно контрафакт снижает прибыль производителей, наносит урон экономике страны, а также зачастую способен оказывать ущерб здоровью как взрослому населению, так и детям [15, 16].

При ассортиментной фальсификации количественное содержание макро- и микроэлементов, таких как: Fe, K, Ca, Na, Mg, P, N, Cl, Cu, Zn, редуцирующих сахаров, витаминов и др., а также их соотношение может служить идентификационным признаком подлинности цитрусовых соков [14].

Квалитетическая фальсификация цитрусовых соков является наиболее опасной для здоровья потребителя. К ней следует отнести:

- 1) использование сырья, не соответствующего требованиям качества;
- 2) нарушение технологических процессов концентрирования, восстановления и консервации соков;
- 3) применение красителей, ароматизаторов, эмульгаторов;
- 4) добавление экстрактов из кожуры и пленок плодов [14].

Анализ действующей нормативной документации на соки (СТБ 1824-2008 «Консервы. Соки фруктовые восстановленные. Общие технические условия», CODEX STAN 247-2005 «Общий стандарт

для фруктовых соков и нектаров», Свод правил для оценки качества фруктовых и овощных соков Ассоциации соковой промышленности Европейского Союза (AIJN.), Council Directive 2001/112/EC «Relating to fruit juices and certain similar products intended for human consumption», Технический регламент Таможенного союза (ТР ТС) 023/2011 «Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей») показал, что не существует единого показателя качества данной группы продукции, который бы позволял установить ее аутентичность [5, 17, 18,].

Основными физико-химическими показателями, по которым устанавливают факт квалитетической фальсификации, можно считать массовую долю сухих веществ и кислотность. Однако данные показатели легко откорректировать путём добавления органических кислот, сахаров и других компонентов. В связи с этим следует проверять и такие показатели безопасности и подлинности соков, как содержание оксиметилфурфуrolа и формольное число, которые являются наиболее сложно фальсифицируемыми [19].

Целью настоящей работы является установление соответствия показателей подлинности апельсиновых соков.

Материалы и методы исследований.

Объектами исследования являлись соки апельсиновые восстановленные, реализуемые в розничной сети г. Минска. Данные об образцах и их производителях представлены в табл. 1 [20, 21, 22].

Таблица 1. Объекты экспериментального исследования
Table 1. Objects of experimental research

Номер образца	Наименование фруктового сока	Производитель
1	Апельсиновый сок восстановленный пастеризованный «Rich»	УП «Вланпак», Республика Беларусь, Минская обл., г. Смолевичи, ул. Вокзальная, д. 56
2	Апельсиновый сок восстановленный пастеризованный и асептически упакованный «Alvado»	СООО «Оазис Групп», Республика Беларусь, Могилевская обл., г. Бобруйск, ул. Нахимова, д. 1, к. 5
3	Сок апельсиновый с мякотью восстановленный «Sandora»	ООО «Лебедянский», РФ, Липецкая обл., г. Лебедянь, ул. Матросова, д. 7
4	Сок апельсиновый восстановленный стерилизованный и асептически упакованный «ABC»	ОДО «фирма ABC», Республика Беларусь, г. Гродно, ул. Победы, 27
5	Апельсиновый сок восстановленный пастеризованный и асептически упакованный «Villa Dini»	СООО «Оазис Групп», Республика Беларусь, Могилевская обл., г. Бобруйск, ул. Нахимова, д. 1, к. 5

При проведении исследований использовались метод потенциометрического титрования, фотометрический метод, метод титрования в присутствии индикатора, расчетный, рефрактометрический методы исследований.

Результаты исследований и их обсуждение. Для оценки качества с целью установления соответствия требованиям подлинности были отобраны 5 образцов апельсинового сока, из которых 4 образца произведены на территории Республики Беларусь и 1 образец импортируется из Российской Федерации. Все образцы апельсинового сока являются восстановленными. Три образца представленной продукции пастеризованные, один образец является стерилизованным, на образце № 3 не указан способ его термической обработки. Образцы под номерами 2, 4, 5 (апельсиновые соки торговых марок «Alvado», «ABC», «Villa Dini») асептически упакованы.

Для оценки подлинности соков было проведено исследование по следующим физико-химическим показателям: массовая доля растворимых сухих веществ, массовая доля титруемых кислот, рН. Результаты исследования приведены в табл. 2.

Для соков из апельсинов СТБ 1824 регламентирует содержание растворимых сухих веществ не менее 11,2 %, кислотность — не менее 0,3 %, рН — не более 4,5 [17].

Как показали результаты исследований, массовая доля растворимых сухих веществ в представленных образцах находится в пределах от 11,3 % до 11,5 %, титруемая кислотность большинства образцов соков составляет 0,8 %.

Важным показателем безопасности в консервированной продукции является уровень рН, его определяют для установления группы консервированной продукции и соответствующих требований промышленной стерильности. В исследуемых образцах уровень рН находится в диапазоне от 3,6 до 3,9. Сравнив данные показатели с регламентируемыми, установили, что исследуемые образцы соответствуют требованиям ТНПА.

Таблица 2. Результаты физико-химических исследований цитрусовых соков
Table 2. Results of physico-chemical studies of citrus juices

Номер образца	Наименование показателя		
	Массовая доля растворимых сухих веществ, %	Титруемая кислотность (на лимонную кислоту), %	pH
«Rich»	11,3	0,8	3,9
«Alvado»	11,3	0,7	3,7
«Sandora»	11,5	0,8	3,8
«ABC»	11,4	0,8	3,6
«Villa Dini»	11,4	0,8	3,7

На следующем этапе исследований на основе данных, полученных при определении массовой доли растворимых сухих веществ и титруемой кислотности, рассчитали сахарокислотный коэффициент (Ratio), который также является одним из показателей качества соков. Он используется для оценки вкусовых качеств соков и характеризует соотношение между общими содержаниями сахаров и кислот. Продукты со сбалансированным соотношением сахаров и кислот имеют сахарокислотный коэффициент, лежащий в интервале от 12 до 15. При коэффициенте более 15 соковой продукции характерен преобладающий сладкий вкус, а при менее 12 — преобладающий кислый [23]. Рассчитанный сахарокислотный коэффициент представлен в табл. 3.

Таблица 3. Сахарокислотный коэффициент цитрусовых соков
Table 3. Sugar-acid coefficient of citrus juices

Номер образца	Сахарокислотный коэффициент
«Rich»	14,13
«Alvado»	16,14
«Sandora»	14,38
«ABC»	14,25
«Villa Dini»	14,25

Анализ полученных данных показывает, что сахарокислотный коэффициент находится в интервале от 14 до 16, что свидетельствует о том, что большинство апельсиновых соков имеют умеренно кислый вкус.

Однако все выше исследованные показатели лишь формально определяют качество апельсиновых соков и не являются достаточными для оценки их натуральности. Это связано с тем, что соки легко могут быть фальсифицированы разбавлением водой и затем, путем добавления сахара и кислоты, концентрация экстрактивных веществ может быть приведена в соответствии со стандартом.

Поэтому целесообразно использовать для анализа и иные, более точные, показатели в данной области исследования. Таковыми являются определение формольного числа и содержание оксиметилфурфура.

Оксиметилфурфурол характерен для соков, подвергнутых избыточной тепловой обработке, а также хранившихся в неподходящих условиях или в течение длительного времени. Повышение содержания оксиметилфурфура в соке ведет к изменению цвета и других органолептических показателей, одновременно с этим может наблюдаться снижение содержания L-аскорбиновой кислоты.

В СТБ 1824 содержание оксиметилфурфура не нормируется, между тем данный показатель нормируется в Своде правил АИЖН. Его содержание не должно превышать 10 мг/л. Содержание оксиметилфурфура в исследуемых соках представлено в табл. 4 [18].

Таблица 4. Содержание оксиметилфурфура в цитрусовых соках
Table 4. The content of oxymethylfurfural in citrus juices

Наименование образцов сока	Содержание оксиметилфурфура, мг/л
«Rich»	3,96
«Alvado»	2,55
«Sandora»	0,84
«ABC»	0,12
«Villa Dini»	0,84

На основе полученных данных можно отметить, что три образца восстановленного апельсинового сока имеют значения ниже, чем нижний предел определения оксиметилфурфурола 2 мг/л, а все исследуемые образцы сока были произведены с соблюдением режимов термической обработки, а также без нарушения условий хранения, поскольку содержание оксиметилфурфурола не превышает допустимой нормы.

Также к показателям, подтверждающим подлинность цитрусового сока, относится формольное число (концентрация аминного азота), которое косвенно характеризует содержание в соке свободных аминокислот со свободными первичными аминогруппами. Данный идентификационный показатель является трудно подделываемым, поэтому его можно использовать для установления подлинности соковой продукции.

Формольное число не нормируется стандартами, однако диапазон его содержания в соках указан в Своде правил АИЖН и составляет от 15 до 26 мл 0,1 моль NaOH/100 мл. результаты исследования содержания формольного числа в представленных соках отражены в табл. 5 [18].

Таблица 5. Содержание формольного числа в цитрусовых соках
Table 5. The contents of formol index in citrus juices

Наименование образцов сока	Формольное число, мл 0,1 NaOH/100 мл
«Rich»	24
«Alvado»	21
«Sandora»	24
«ABC»	19
«Villa Dini»	20

Анализ данных табл. 5 по определению формольного числа позволяет сделать вывод о том, что исследуемые продукты являются подлинными.

Однако для того, чтобы удостовериться в этом предположении необходимым является не только определение формольного числа, но и идентификация типичных аминокислот, входящих в состав сока. Это обусловлено тем, что фальсификация цитрусовых соков может осуществляться путем добавления различных аминокислот. В частности, при добавлении аспаргиновой и глютеиновой кислот формольное число увеличивается практически в 1,5 раза.

Заключение. К основным показателям качества и безопасности соковой продукции относятся массовая доля растворимых сухих веществ, массовая доля титруемых кислот, pH. Однако данные показатели легко откорректировать путём добавления органических кислот, сахаров и других компонентов. В связи с этим следует контролировать и такие показатели безопасности и подлинности соков, как содержание оксиметилфурфурола и формольное число, которые являются наиболее сложно фальсифицируемыми.

В результате исследования 5 образцов апельсиновых восстановленных соков была проведена оценка физико-химических показателей качества нормируемых в СТБ 1824-2008 «Консервы. Соки фруктовые восстановленные. Общие технические условия». Изучены массовая доля растворимых сухих веществ, титруемая кислотность, pH. Установлено, что массовая доля растворимых сухих веществ находится в диапазоне от 11,3 % до 11,5 %; титруемая кислотность большинства образцов соков составляет 0,8 %; уровень pH в исследуемых образцах находится в пределах от 3,6 до 3,9. По данным показателям несоответствий с требованиями ТНПА выявлено не было.

Также был рассчитан сахарокислотный коэффициент (Ratio), который находится в интервале от 14 до 16, что свидетельствует о том, что большинство апельсиновых соков имеют умеренно кислый вкус.

Однако для оценки натуральности соков определение данных показателей является недостаточным, поэтому для анализа использовались более точные показатели в этой области: формольное число и содержание оксиметилфурфурола. Государственным стандартом данные показатели не нормируются, но содержатся в своде правил АИЖН.

Образцы под торговыми марками «Sandora», «ABC», «Villa Dini» по содержанию оксиметилфурфурола имеют значения ниже, чем нижний предел его определения 2 мг/л. В образцах «Rich», «Alvado» значения по данному показателю составляют 3,96 мг/л и 2,55 мг/л соответственно. В целом результаты исследований свидетельствуют о том, что все представленные образцы были произведены с соблюдением режимов термической обработки, а также без нарушения условий хранения, поскольку содержание оксиметилфурфурола в них содержится в допустимом количестве.

Содержание формольного числа в исследуемых соках находится в диапазоне от 19 до 24 мл 0,1 моль NaOH/100 мл. На основании полученных результатов можно сделать предположение, что исследуемые продукты являются действительно подлинными.

Однако для подтверждения данного предположения необходимо является также идентификация типичных аминокислот, входящих в состав сока, что позволит исключить вероятность фальсификации цитрусовых соков путем добавления различных аминокислот.

Таким образом, все исследуемые образцы апельсинового сока соответствуют нормам, установленным СТБ 1824-2008 «Консервы. Соки фруктовые восстановленные. Общие технические условия», ТР ТС 023/2011 «Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей» и дополнительным нормам, указанным в Своде правил АИЈН.

Список использованных источников

1. *Нижерадзе, Э.Ш.* Проблема фальсификации цитрусовых соков и методы ее обнаружения [Текст]: монография. — Батуми: БГЭУ, 2011. — 198 с.
2. Потребительская кооперация стран постсоветского пространства: состояние, проблемы, перспективы развития [Электронный ресурс]: сборник научных статей международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию университета, 26–27 сентября 2019 г. / редкол.: С. Н. Лебедева [и др.]; под науч. ред. канд. техн. наук, доцента Е. П. Багрянцевой. — Гомель : учреждение образования «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации», 2019. — 1 электрон. опт. диск (CD-R). — Загл. с экрана.
3. Товароведение и экспертиза продовольственных товаров [Текст]: учеб. пособие / А.Н. Лилищенко [и др.]. — Минск: БГЭУ, 2020. — 479 с.
4. *Демченко, В.А.* Влияние сонохимического воздействия на продолжительность хранения свежесжатых соков [Текст] / В.А. Демченко, Д.Ф. Зиркуллаев, И.В. Асфондырова, В.В. Назарова // Новые технологии. — 2019. — № 1 (47). — С. 37–47.
5. Евразийская экономическая комиссия // Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей: ТР ТС 023/2011 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: . — Дата доступа: 20.04.2021.
6. Соки и соковая продукция. Идентификация. Общие положения [Текст]: ГОСТ Р 53137-2008. — Введ. 01.01.2010. — М: Стандартиформ, 2009. — 26 с.
7. *Елисеева, Л.Г.* Способы фальсификации и идентификации гранатового сока [Текст] / Л.Г. Елисеева, Е.В. Гришина // Экспериментальные и теоретические исследования в современной науке: сб. ст. по материалам XV междунар. науч.-практ. конф. — Новосибирск: Изд-во АНС «СибАК», 2018. — № 6 (15). — 98 с.
8. Кодекс Алиментариус // Единый стандарт на фруктовые соки и нектары: Codex STAN 247-2005 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.fao.org/home/search/ru/?q=Stan> — Дата доступа: 22.04.2021.
9. *Абуталиева, В.Р.* Виды фальсификации товаров и способы борьбы с ней [Текст] / В.Р. Абуталиева, Д.Ф. Игнатовкая // Символ науки. — 2021. — № 1. — С. 55–58.
10. Идентификация и обнаружение фальсифицированной продукции [Текст]: учеб. пособие / П.В. Скрипин [и др.]. — Персиановский: Донской ГАУ, 2019. — 157 с.
11. Республика Беларусь. Законы. О качестве и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов для жизни и здоровья населения [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/originalbltr62386.pdf> — Дата доступа: 17.04.2021.
12. Пищевая продукция. Информация для потребителей. Общие требования: СТБ 1100-2016. — Введ. 01.02.2017. — Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2017. — 36 с.
13. Устойчивое развитие технологии сервиса [Текст]: материалы V междунар. студенческой науч.-практ. конференции. — Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2016. — 184 с.
14. Потребительский рынок Евразии: современное состояние, теория и практика в условиях Евразийского экономического союза и ВТО [Текст]: сб. ст. III междунар. науч.-практ. конференции. — М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. гос. экон. ун-т. — Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2015. — 288 с.
15. *Николаева, М. А.* Идентификация как средство обнаружения фальсификации [Текст] / М.А. Николаева // Пищевая промышленность. — 2006. — № 1. — С. 6–8.
16. *Геладзе, М.В.* Противодействие перемещению контрафактной продукции [Текст] / М. В. Геладзе // Евразийский научный журнал. — 2017. — № 2. — С. 237–239.

17. Консервы. Соки фруктовые восстановленные. Общие технические условия: СТБ 1824-2008. — Введ. 01.09.2008. — Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2008. — 24 с.
18. Свод правил для оценки качества фруктовых и овощных соков Ассоциации промышленности соков и нектаров из фруктов и овощей Европейского союза (Code of practice for evaluation of fruit and vegetable. AIJN). — М: Новита, 2004.
19. *Лилишенцева, А. Н.* Современные подходы к идентификации соковой продукции / А. Н. Лилишенцева // Научные труды Белорусского государственного экономического университета / М-во образования Респ. Беларусь, Белорусский гос. экон. ун-т; [редкол.: В. Н. Шимов (гл. ред.) и др.]. — Минск: БГЭУ, 2017. — Вып. 10. — С. 266-271.
20. ООО «Лебедянский» [Электронный ресурс] / Соки и нектары «Sandoga» —Режим доступа: <https://www.sandoga.ua/> — Дата доступа: 17.06.2019
21. СООО «Оазис Групп» [Электронный ресурс] / Соки и нектары «Villa Dini» —Режим доступа: <http://oasisdrinks.by/products/>. — Дата доступа: 17.06.2019.
22. ОДО «Фирма АВС» [Электронный ресурс] / Соки и нектары — Режим доступа: <https://abcfood.net/ru/product-category/soki-nektary-siropy/> — Дата доступа: 17.06.2021.
23. *Савина, О.В.* Ботаника: биохимия растений: учеб. пособие / О.В. Савина. — 2-е изд. — М.: Юрайт, 2019. — 227с.
24. *Смоляр, А.В.* Дескрипторно-профильный метод определения качества образцов яблочного сока/ Смоляр А.В., Лилишенцева А.Н. // Пищевая промышленность: наука и технология. — № 1, 2020. — С. 84-94.

References

1. Nizheradze, E.Sh. Problema falsifikatsii tsitrusovykh sokov i metody ee obnaruzheniia [The problem of falsification of citrus juices and methods of its detection]. Batumi: BSEU, 2011, 198 p.
2. Potrebitelskaia kooperatsiia stran postsovetskogo prostranstva: sostoianie, problemy, perspektivy razvitiia (Consumer cooperante et post-Soviet terris: state, problems, spe progressus) Available at: <http://lib.i-bteu.by/handle/22092014/4685> (accessed 27 June 2021)
3. Lilishentseva A. N. Tovarovedenie i ekspertiza prodovolstvennykh tovarov [Merchandising and examination of food products] Minsk, BSEU, 2020, 479 p.
4. Demchenko V.A., Zirkullaev D.F., Asfondiarova I.V., Nazarova V.V. Vliianie sonokhimicheskogo vozdeistviia na prodolzhitel'nost khraneniia svezhevyzhatykh sokov [Influence of sonochemical effects on the storage duration of freshly squeezed juices]. *Novye tekhnologii*=New technologies, 2019, no. 1 (47), pp. 37–47.
5. TR TS 023/2011. Tekhnicheskii reglament na sokovuiu produktsiiu iz fruktov i ovoshchei (Technical regulations for fruit and vegetable juice products) Available at: . (accessed 20 April 2021)
6. GOST R 53137-2008. Soki i sokovaia produktsiia. Identifikatsiia. Obshchie polozheniia [State Standard 53137-2008. Juices and juice products. Identification. General provisions]. Moscow, Standartinform, 2009, 26 p.
7. Eliseeva L.G., Grishina E.V. Eksperimentalnye i teoreticheskie issledovaniia v sovremennoi nauke [Experimental and theoretical research in modern science: collection of articles] Novosibirsk, SibAK Publ., 2018, no. 6 (15), 98 p.
8. Codex STAN 247-2005. Edinyi standart na fruktovye soki i nectary (Unified standard for fruit juices and nectars) Available at: <http://www.fao.org/home/search/ru/?q=Stan> (accessed 22 April 2021)
9. Abutalieva, V.R. Vidy falsifikatsii tovarov i sposoby borby s nei [Types of falsification of goods and ways to combat it]. *Simvol nauki*=Symbol of Science, 2021, no. 1, pp. 55–58.
10. Skripin P.V. Identifikatsiia i obnaruzhenie falsifitsirovannoi produktsii [Identification and detection of counterfeit products] Persianovsky: Donskoy GAU, 2019, 157 p.
11. RB Law «On the quality and safety of food raw materials and food products for the life and health of the population» of June 29, 2003, № 217-3 (as amended by Law of July 05, 2004 № 302-3). (in Belarus.).
12. STB 1100-2016. Pishchevaia produktsiia. Informatsiia dlia potrebitelei. Obshchie trebovaniia [State Standard 1100-2016 Food products. Information for consumers. General requirements]. Minsk, Gosudarstvennyy komitet po standartizatsii Respubliki Belarus, 2017, 36 p.
13. Sustainable development of service technology. Materials of the V international, student scientific-practical conference. Ulan-Ude: VSGUTU Publ., 2016, 184 p.
14. The consumer market of Eurasia: current state, theory and practice in the conditions of the Eurasian Economic Union and the WTO. Collection of articles of the III international scientific-practical conferences. Yekaterinburg: Ural SEU Publ., 2015, 288 p.

15. Nikolaeva M. A. Identifikatsiia kak sredstvo obnaruzheniia falsifikatsii [Identification as a means of detecting falsification] *Pishchevaia promyshlennost*=Food industry, 2006, no. 1, pp. 6–8.
16. Geladze, M.V. Protivodeistvie peremeshcheniiu konrafaktnoi produktsii [Counteraction to the movement of counterfeit products] *Evraziiskii nauchnyi zhurnal*=Eurasian scientific journal, 2017, no. 2, pp. 237–239.
17. STB 1824-2008. Konservy. Soki fruktovyye vosstanovlennyye. Obshchiye tekhnicheskiye usloviya [StateStandard 1824-2008. Canned food. Restored fruit juices. General specifications]. Minsk, Gosudarstvennyy komitet po standartizatsii Respubliki Belarus, 2008, 24 p.
18. Code of practice for evaluation of fruit and vegetable. AIJN. Moscow, Novita, 2004.
19. Lilishentseva A. N. [Approaches to the identification of juice products] *Nauchnye trudy BGEU. M-vo obrazovaniia Resp. Belarus, Belorusskii gos. ekon. un-t* 2017, Minsk, BSEU no. 10, pp. 266-271.
20. Soki i nektary «Sandora» (Juices and Nectars «Sandora»). Available at: <https://www.sandora.ua/> (accessed 17 June 2021).
21. Soki i nektary «Villa Dini» (Juices and Nectars «Villa Dini»). Available at: <http://oasisdrinks.by/products/> (accessed 17 June 2021).
22. Soki i nektary «ABC» (Juices and Nectars «ABC»). Available at: <https://abcfood.net/ru/product-category/soki-nektary-siropy/> (accessed 17 June 2021).
23. Savina O.V. Botanika: biokhimiia rastenii [Botany: plant biochemistry] Moscow, Yurayt, 2019, 227 p.
24. Smolyar A.V., Lilishentseva A.N. Deskriptorno-profil'nyy metod opredeleniya kachestva obraztsov yablochnogo soka [Descriptor-profile method for determining the quality of apple juice samples] *Pishchevaya promyshlennost': nauka i tekhnologiya*=Food industry: science and technology, 2020, no. 1, pp. 84–94.

Информация об авторах

Лилишенцева Анна Николаевна — кандидат технических наук, доцент, УО «Белорусский государственный экономический университет» (ул. Свердлова, 7, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: lilishentseva@yandex.by Тел. +37529-703-57-48

Боровая Каролина Владимировна — студент кафедры товароведения и экспертизы товаров, УО «Белорусский государственный экономический университет» (ул. Свердлова, 7, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: karolina-borovaya@mail.ru Тел. +37529-770-71-25

Information about authors

Lilishentseva Anna Nikolaevna — PhD (Technical) Sciences, assistant professor, EI «Belarusian State Economic University» (7 Sverdlova st., 220030, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lilishentseva@yandex.by

Borovaya Karolina Vladimirovna — student of the department of merchandising and examination of goods, EI «Belarusian State Economic University» (7 Sverdlova St., Minsk, Republic of Belarus). E-mail: karolina-borovaya@mail.ru

УДК 664.8
[https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-3\(53\)-79-88](https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-3(53)-79-88)

Поступила в редакцию 04.06.2021
Received 04.06.2021

Е. М. Моргунова, Л. М. Павловская, Д. А. Сафронова, Т. И. Дробилина

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

ВЛИЯНИЕ УПЛОТНИТЕЛЕЙ НА СОХРАНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ФРУКТОВ И ОВОЩЕЙ КОНСЕРВИРОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ

Аннотация: Приведены результаты исследований по применению уплотнителей при изготовлении консервированной продукции, обеспечивающих формирование заданной структуры фруктов и овощей. Установлены закономерности сохранения структуры консервированных фруктов и овощей в зависимости от вида используемых уплотнителей, режимных параметров обработки ими сырья, содержания кальция или магния в готовой продукции. Разработаны Методические рекомендации по применению уплотнителей структуры фруктов и овощей при термической обработке, использование которых будет способствовать улучшению потребительских характеристик отечественной продукции.

Ключевые слова: уплотнители, консервированные фрукты и овощи.

E. M. Morgunova, L. M. Paulouskaya, D. A. Safronova, T. I. Drobilina

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

INFLUENCE OF FIRING AGENTS OF STRUCTURE OF FRUIT AND VEGETABLES OF TINNED PRODUCTION

Abstract: Results of researches on application of firming agents at manufacturing of the tinned production, providing formation of the set structure of fruit and vegetables are resulted. Laws of preservation of structure of tinned fruit and vegetables depending on a kind of used firming agents, regime parametres of processing by them of raw materials, calcium or magnesium maintenances in finished goods are established. Methodical recommendations about application of firming agents of structure of fruit and vegetables are developed at the thermal processing which use will promote improvement of consumer characteristics of a domestic production.

Keywords: firming agents, tinned fruit and vegetables.

Введение. Одним из важных направлений в пищевой промышленности является улучшение органолептических показателей пищевой продукции (внешнего вида, консистенции, цвета, запаха), которому способствует применение пищевых добавок.

Уплотнители (firming agents) — это пищевая добавка, улучшающая внешний вид перерабатываемых фруктов и овощей за счет уплотнения структуры их тканей. Благодаря действию уплотнителей растительные ткани приобретают устойчивость к термической обработке (бланшированию, развариванию, пастеризации, стерилизации) в процессе изготовления консервированной продукции [1].

Фрукты и овощи содержат пектиновые вещества, которые укрепляют структуру растительных тканей и снижают разрушение и размягчение при обработке. Пектиновые вещества образуют межклеточную прослойку (срединные пластинки) в растительных тканях, являясь цементирующим материалом между отдельными клетками. В растениях они содержатся в виде протопектина и пектина. В незрелых плодах содержится протопектин. Присутствие протопектина обеспечивает плотность и твердость овощам и фруктам, которые усиливаются благодаря ионам кальция и магния, соединяющим между собой соседние молекулы в виде «мостиковых» связей. При созревании плодов протопектин переходит в растворимый пектин, плоды приобретают свойственную зрелым фруктам и овощам мягкость [2].

Сущность перехода протопектина в растворимый пектин заключается в следующем. Протопектин представляет собой сложное соединение, состоящее из большого числа остатков молекул полигалактуроновой кислоты в виде длинных цепочек, которые соединены друг с другом различными связями, главным образом через ионы кальция и магния. При созревании или в процессе тепловой обработки фруктов и овощей ионы кальция (магния) замещаются одновалентными ионами натрия (калия). Схематически это представлено на рис. 1 (гк - остаток молекулы галактуроновой кислоты).

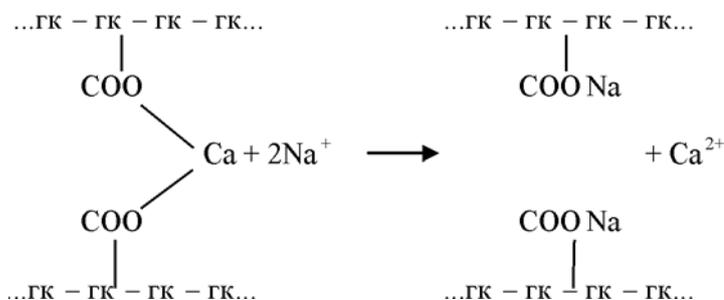


Рис. 1. Схема перехода протопектина в растворимый пектин
 Fig. 1. The scheme of transition of protopectin in soluble pectin

Как видно из данных, представленных на рисунке 1, замена ионов кальция одновалентными ионами натрия приводит к разрыву связей между цепочками полигалактуроновых кислот и переходу протопектина в пектин. Реакция эта обратима. Чтобы она проходила, необходимо удалять ионы кальция из сферы реакции. В растительных продуктах содержится фитин (сложный эфир шестиосновного спирта - инозита и фосфорной кислоты). Он связывает освобождающиеся ионы кальция и способствует переходу протопектина в пектин. Однако связывание ионов кальция фитином не происходит в кислой среде, поэтому кислота препятствует размягчению фруктов и овощей. В жесткой воде, содержащей ионы кальция, этот процесс будет проходить также более медленно.

К ферменту, оказывающему воздействие на пектиновые вещества и влияющему на изменение консистенции фруктов и овощей, относится пектолиназа или протопектиназа, обеспечивающая переход нерастворимого протопектина в растворимый пектин [3].

Ферментативный гидролиз схематически представленный на рис. 2.

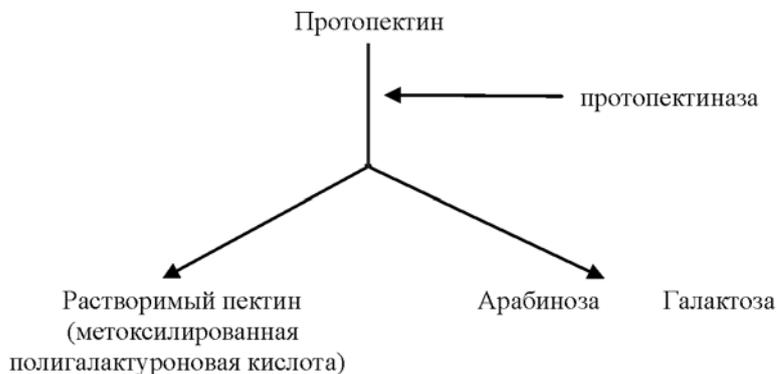


Рис. 2. Ферментативный гидролиз протопектина
 Fig. 2. Fermentativnyj hydrolysis of protopectin

Анализ литературных источников об использовании уплотнителей с целью модификации тканей фруктов и овощей указал на достигнутые результаты по эффективному применению уплотнителей при выращивании и хранении фруктов и овощей.

Фрукты и овощи — это скоропортящиеся пищевые продукты. Их качество не может быть улучшено с помощью технологий послеуборочной доработки, его можно только поддержать на уровне сбора урожая. В мире отдается предпочтение методам, которые сокращают срок распада тканей фруктов и овощей, то есть идея всех послеуборочных технологий заключается в замедлении скорости порчи продукции.

С этой целью свежие фрукты и овощи обрабатывают уплотнителями в пред- и послеуборочный периоды.

В результате научных исследований коллективов из России, Португалии, США, Индии, Египта, Пакистана и ряда других стран по разработке современных технологий обработки фруктов и овощей уплотнителями, основным из которых является хлорид кальция, выделены следующие эффекты, оказывающие позитивное влияние на качество фруктов и овощей [4]:

- ♦ модификации тканей в результате реакции внутриклеточного взаимодействия ионов кальция с пектиновыми веществами;
- ♦ активации белка кальмодулина за счет образования комплекса «кальций — кальмодулин», способного выступать в качестве активатора многих биологических процессов;
- ♦ предотвращения развития микробиологической порчи на поверхности плодов за счет снижения внутриклеточного рН и активности воды;
- ♦ снижения потерь массы плодов за счет формирования на их поверхности своеобразного барьера, регулирующего проникновение в растительную ткань атмосферного кислорода и углекислого газа, замедляя тем самым дыхание плода;
- ♦ снижения потерь витаминов в процессе хранения;
- ♦ сохранения красящих компонентов плодов (кальций регулирует действие этилена, способствующего распаду хлорофилла).

Активация белка кальмодулина, содержащегося в клетках овощей и фруктов, за счет обработки их хлоридом кальция состоит в следующем [5].

Кальмодулин (calmodulin) - это внутриклеточный белок, являющийся рецептором кальция и регулирующей активностью многих ферментов. Кальмодулин обнаружен почти во всех клетках растений. Кальмодулин - это полипептид, состоящий примерно из 150 аминокислот и имеющий четыре Ca^{2+} -связывающих центра. Комплекс Ca^{2+} - кальмодулин сам по себе не обладает ферментативной активностью и действует, связываясь с другими белками. Образование активного комплекса фермент — кальмодулин- Ca^{2+} представлено на рис. 3.



Рис. 3. Образование активного комплекса фермент — кальмодулин- Ca^{2+}
Fig. 3. Formation of an active complex enzyme - calmodulin- Ca^{2+}

Практика изготовления консервированной продукции указывает на изменения консистенции фруктов и овощей (размягчение тканей, деформацию кусочков, нарушение их целостности), связанные с процессами тепловой обработки, в том числе с высокотемпературной стерилизацией (пастеризацией) консервов.

Для сохранения структуры тканей фруктов и овощей в процессе их термической обработки наличия природных пектиновых веществ, кальция и магния недостаточно. В целях стабилизации их качества рекомендуется использовать уплотнители в виде солей кальция и магния, которые способны обеспечить модификацию тканей благодаря взаимодействию с природными пектинами и образованием пектатов.

В Республике Беларусь практически отсутствует опыт применения уплотнителей при изготовлении консервированной продукции из фруктов и овощей. Открытость рынка продуктов ставит задачу повышения конкурентоспособности отечественных консервов, в том числе привлекательности их внешнего вида, консистенции и других сенсорных характеристик.

В этой связи актуальна разработка научных подходов к формированию заданной структуры консервированных фруктов и овощей на основе применения уплотнителей.

Цель работы — установление зависимости влияния уплотнителей на сохранение структуры фруктов и овощей при термической обработке.

Методы исследований. При проведении исследований использовались физические, химические и органолептические методы оценки и анализа продукции, регламентированные техническими нормативными правовыми актами в области технического нормирования и стандартизации (далее — ТНПА).

Результаты и их обсуждение. В результате проведенных исследований установлены закономерности сохранения структуры консервированных фруктов и овощей в зависимости от вида используемых уплотнителей, режимных параметров обработки ими сырья, содержания кальция или магния в готовой продукции.

В процессе проведения исследований определен ассортиментный ряд овощей и фруктов, которые наиболее сильно подвергаются изменению консистенции в процессе тепловой обработки и для которых рекомендуется применение уплотнителей — это огурцы, томаты, кабачки, зеленый горошек, яблоки, груши, клубника, малина, черника.

Проанализировано содержание в них природного кальция, магния и пектиновых веществ по информации справочных источников [6], [7] и согласно результатам испытаний Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания.

Результаты исследований по определению фактического содержания кальция, магния и пектиновых веществ в некоторых видах фруктов и овощей представлены на рис. 4 и 5.

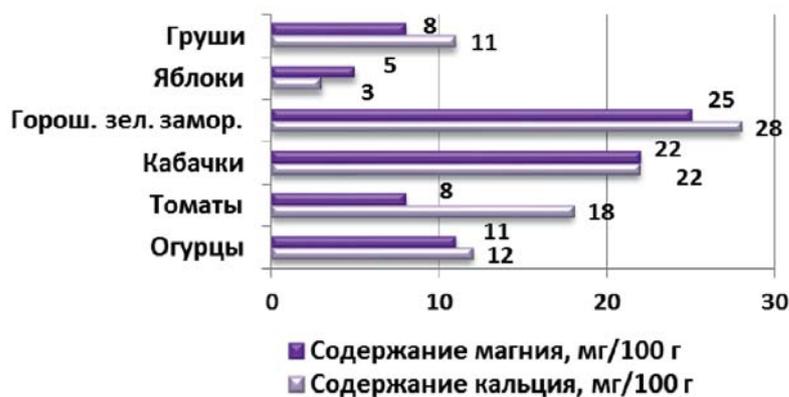


Рис. 4. Содержание кальция и магния в овощах и фруктах по результатам испытаний
 Fig. 4. The calcium and magnesium maintenance in vegetables and fruit by results of tests

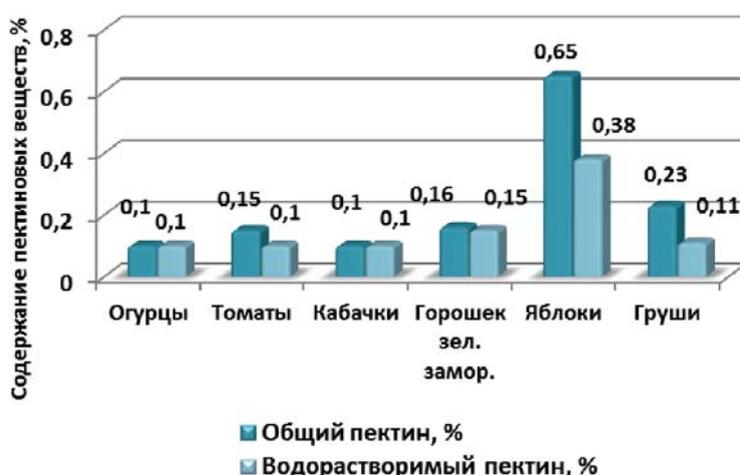


Рис. 5. Содержание общего и водорастворимого пектина в овощах и фруктах по результатам испытаний
 Fig. 5. The maintenance of the general and water-soluble pectin in vegetables and fruit by results of tests

По сравнению со справочными данными более высокое фактическое содержание кальция и магния определено в кабачках, кальция — в томатах, грушах и замороженном зеленом горошке, но более низкое фактическое содержание кальция и магния — в огурцах и яблоках, а также меньше магния в томатах.

Сведения о природном содержании кальция и магния в овощах и фруктах необходимы для расчета расхода уплотнителя.

Поскольку общий пектин состоит из нерастворимого и растворимого пектина, то нерастворимый пектин определяли как разность общего и растворимого пектина.

По сравнению со справочными данными, фактическое содержание пектина в исследованных образцах фруктов и овощей низкое и соответствует минимальному справочному значению, за исключением яблок, для которых минимальное справочное значение составляет 0,3 %, а фактическое — 0,65 %.

В процессе проведенных исследований осуществлен анализ ТНПА, действующих в Республике Беларусь, и международных стандартов Codex Alimentarius в части присутствия в них требований о применении уплотнителей при изготовлении консервированной продукции из фруктов и овощей, который показал, что в семи стандартах Codex Alimentarius [8–14] и только в одном межгосударственном стандарте [15] указано о применении уплотнителей при изготовлении консервированной продукции из фруктов и овощей.

Согласно [16] и [17], к уплотнителям относятся хлориды, сульфаты, глюконаты кальция и магния, гидроксид кальция, сульфаты алюминия, алюминия — натрия и алюминия — аммония. Из указанного перечня уплотнителей при изготовлении фруктово-овощной консервированной продукции рекомендуется применять только хлорид кальция (E509).

В отличие от [16] и [17] в стандарте [18] к пищевым добавкам с технологической функцией «уплотнитель» отнесены также карбонат кальция (E170), лактат кальция (E327) и цитрат кальция (E333). В техническом регламенте [16] для консервированных фруктов и овощей, джемов и желе предусмотрено применение лактата кальция и цитрата кальция, но с технологическими функциями «регулятора кислотности» и «стабилизатора», а не с функцией «уплотнителя».

При проведении исследований по улучшению структуры консервированных овощей и фруктов применяли уплотнители: хлорид кальция (E509), хлорид магния (E511) и лактат кальция (E327).

В процессе изготовления образцов консервированной продукции фрукты и овощи обрабатывали уплотнителями следующими способами:

- ♦ вносили уплотнители в продукцию в сухом виде или в виде раствора при рецептурной закладке одновременно с остальными сырьевыми компонентами или вносили в заливочную жидкость (рассол, сироп);
- ♦ предварительно наносили уплотнители на фрукты в сухом виде или в виде раствора с выдержкой в течение 30 мин;
- ♦ предварительно наносили уплотнители на фрукты в сухом виде или в виде раствора с выдержкой в течение 1 ч.

Расчет расхода уплотнителей осуществлялся на основании заданного содержания кальция или магния в готовой консервированной продукции с учетом природного содержания этих минеральных веществ в используемых фруктах и овощах.

Расход уплотнителей без учета содержания природного кальция и магния в овощах и фруктах представлен в табл. 1.

Расход уплотнителя с учетом природного кальция или магния в овощах или фруктах рассчитывается по разности между расходом уплотнителя без учета природного кальция или магния, представленным в таблице 1, и массой уплотнителя, рассчитанной по формуле (1) и соответствующей по содержанию количеству природного кальция или магния в 1 кг консервированной продукции:

$$M_{\text{упл}} = \frac{T \cdot L_{\text{упл}}}{L_{\text{эл}}}, \quad (1)$$

где $M_{\text{упл}}$ — масса уплотнителя, соответствующая по содержанию N количеству кальция или магния в 1 кг консервированной продукции, мг; N — содержание природного кальция или магния в 1 кг консервированной продукции, мг; $L_{\text{упл}}$ — молекулярная масса уплотнителя; $L_{\text{эл}}$ — молекулярная масса элемента (кальция или магния).

Используя данный метод расчета, были просчитаны возможные варианты расхода исследуемых уплотнителей и изготовлены с их применением образцы 5 видов консервированной продукции из фруктов и овощей: варенье, компоты, джемы, консервированные овощи и соленые овощи, представленные на рис. 6.

Таблица 1. Расход уплотнителей без учета содержания природного кальция и магния в овощах и фруктах

Table 1. The expense of firming agents without the maintenance of natural calcium and magnesium in vegetables and fruit

Количество кальция или магния в готовой продукции, мг/кг	Расход уплотнителя, мг/кг					лактата кальция
	хлорида кальция			хлорида магния		
	безводного	дигидрата	гексагидрата	безводного	гексагидрата	безводного
150	416	551	822			818
200	555	735	1095	784	1673	1091
250	694	919	1369			1364
300						1637
330	916	1213	1807			1800
350	971	1286	1917			1909
400	1110	1470	2191			2182
500						2728
800	2220	2940	4382			4364



Рис. 6. Образцы консервированной продукции с применением уплотнителей
Fig. 6. Samples of tinned production with application of firming agents

Изменения консистенции фруктов и овощей консервированной продукции в зависимости от вида применяемого уплотнителя, количественного его содержания и способа обработки им фруктов и овощей были установлены на основании сравнительной органолептической оценки контрольных

образцов продукции, изготовленных без применения уплотнителей, и образцов продукции с применением уплотнителей.

Образцы консервированной продукции с более высокими показателями качества, сформированными благодаря применению уплотнителей, определяли по профилограммам, построенным на основании результатов их органолептической оценки.

Например, оценка образцов черничного варенья и консервированного зеленого горошка с применением уплотнителей осуществлялась по профилограммам, представленным на рис. 7 и 8.

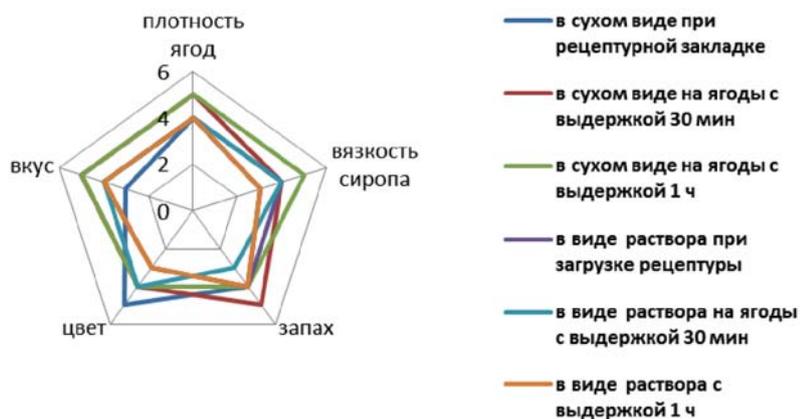


Рис. 7. Профилограмма органолептических показателей черничного варенья с хлоридом кальция (содержание кальция 250 мг/кг)

Fig. 7. Profilogramma organoleptic parameters of bilberry jam with calcium chloride (the maintenance of calcium of 250 mg/kg)

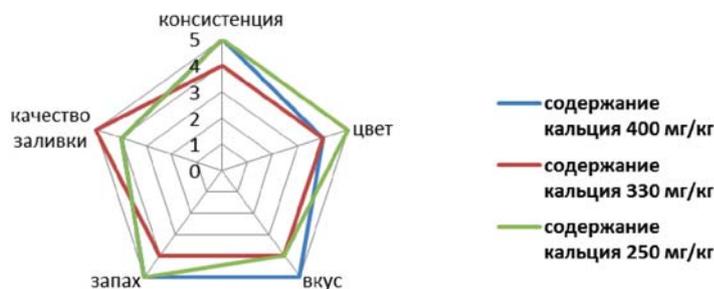


Рис. 8. Профилограмма органолептических показателей консервированного зеленого горошка с лактатом кальция

Fig. 8. Profilogramma organoleptic parameters tinned green peas with lactate calcium

На основании анализа данных профилограмм лучшими признаны образцы:

- ♦ черничного варенья с применением хлорида кальция в сухом виде и выдержкой на ягодах в течение 30 мин и 1 ч (содержание кальция 250 мг/кг);
- ♦ консервированного зеленого горошка с применением лактата кальция (содержание кальция 400 мг/кг, 330 мг/кг и 250 мг/кг), которые по органолептическим показателям примерно одинаковые, поэтому предложено использовать лактат кальция в количестве, обеспечивающим содержание кальция в продукте 250 мг/кг.

В результате проведенных исследований установлены закономерности сохранения структуры для 12 наименований консервированных фруктов и овощей в зависимости от вида используемых уплотнителей, режимных параметров обработки ими сырья, содержания кальция или магния в готовой продукции, а именно:

- ♦ хлорид кальция рекомендуется применять при изготовлении черничного варенья, черничного джема, грушевого компота, консервированных огурцов, лактат кальция - при изготовлении клубничного варенья, черничного и малинового джемов, яблочного и грушевого компотов, консервированного зеленого горошка, консервированных томатов и кабачков, соленых огурцов, хлорид магния — при изготовлении консервированного зеленого горошка;

- ♦ уплотнители следует вносить в сухом виде или в виде раствора в заливку при изготовлении консервированных овощей, консервированного зеленого горошка, соленых огурцов и компотов, в виде раствора при изготовлении джемов, в сухом виде или в виде раствора наносить на ягоды с выдержкой до 1 ч при изготовлении варенья;

- ♦ количество кальция в консервированной продукции с применением хлорида кальция и лактата кальция может составлять от 150 мг/кг до 800 мг/кг, количество магния в овощной консервированной продукции с применением хлорида магния — до 200 мг/кг.

Установлено, что обработка фруктов и овощей уплотнителями способствует:

- ♦ снижению количества разваренных фруктов, в том числе ягод, при изготовлении компотов и варенья за счет уплотнения их структуры;
- ♦ повышению стойкости зеленого горошка к развариванию;
- ♦ повышению плотности и крепости консервированных овощей и соленых огурцов.

Технологические приемы обработки фруктов и овощей уплотнителями отработаны в условиях производства при изготовлении консервированного зеленого горошка на ОАО «Гродненский консервный завод», малинового и черничного джемов на ПУП «Стародорожский плодоовощной завод» ОАО «Слущкий сахарорафинадный комбинат», соленых огурцов на Столбцовском филиале ОАО «Городейский сахарный комбинат».

В результате проведенных испытаний образцов консервированной продукции установлено, что уплотнители способны модифицировать структуру тканей фруктов и овощей в широком диапазоне содержания сухих веществ, составляющим от 12,2 % в грушевом компоте до 66 % в черничном варенье, и при значениях pH, изменяющихся от 2,69 в черничном варенье до 6,07 в консервированном зеленом горошке.

Отмечено, что в аналогичных видах консервированной продукции активная кислотность выше в образцах с применением лактата кальция. Так, в черничном джеме с хлоридом кальция pH составляет 3,42, с лактатом кальция — 3,54; в грушевом компоте с хлоридом кальция pH составляет 3,50, с лактатом кальция — 3,92.

Результаты испытаний образцов варенья с применением уплотнителей по содержанию кальция представлены на рис. 9.

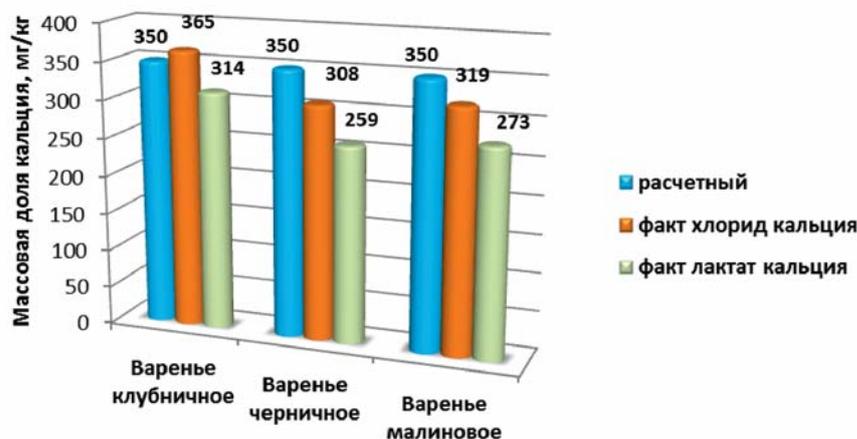


Рис. 9. Содержание кальция в образцах варенья с применением уплотнителей
 Fig. 9. The calcium maintenance in samples of jams with application of firming agents

Как видно из данных, представленных на рисунке 9, фактическое содержание кальция в варенье отличается от расчетного содержания, что связано с фактическим природным содержанием данного минерального вещества в используемом сырье, но является достаточным для уплотнения структуры фруктов в консервах, установленного на основании органолептической оценки их качества.

Результаты исследований по применения уплотнителей при изготовлении консервированной продукции для формирования заданной структуры тканей фруктов и овощей, в том числе с учетом результатов исследований, полученных при изготовлении продукции в условиях реального производства, легли в основу разработки Методических рекомендаций по применению уплотнителей структуры фруктов и овощей при термической обработке.

Методические рекомендации являются практическим пособием специалистам, занимающимся изучением процессов производства и осуществляющим изготовление консервированной продукции из фруктов и овощей.

Заключение. Применение уплотнителей рекомендовано для огурцов, томатов, кабачков, зеленого горошка, яблок, груш, клубники, малины, черники в связи с характерными изменениями структуры их тканей в процессе тепловой обработки, которые приводят к размягчению тканей, нарушению их целостности. Обработка фруктов и овощей уплотнителями способствует снижению количества разваренных фруктов, в том числе ягод, при изготовлении компотов и варенья за счет уплотнения их структуры, повышению стойкости зеленого горошка к развариванию, повышению плотности и крепости консервированных овощей и соленых огурцов.

Хлорид кальция (E509) рекомендуется применять в качестве уплотнителя при изготовлении черничного варенья, черничного джема, грушевого компота, консервированных огурцов, лактат кальция (E327) – при изготовлении клубничного варенья, черничного и малинового джемов, яблочного и грушевого компотов, консервированного зеленого горошка, консервированных томатов и кабачков, соленых огурцов, хлорид магния (E511) — при изготовлении консервированного зеленого горошка.

Уплотнители следует вносить в сухом виде или в виде раствора в заливку при изготовлении консервированных овощей, консервированного зеленого горошка, соленых огурцов и компотов, в виде раствора при изготовлении джемов, в сухом виде или в виде раствора наносить на ягоды с выдержкой до 1 ч при изготовлении варенья.

Количество кальция в консервированной продукции с применением хлорида кальция (E509) и лактата кальция (E327) может составлять от 150 мг/кг до 800 мг/кг, количество магния в овощной консервированной продукции с применением хлорида магния (E511) — до 200 мг/кг.

Список использованной литературы

1. *Сарафанова, Л.А.* Пищевые добавки. Энциклопедия / Л.А. Сарафанова. — Санкт-Петербург: ГИОРД, 2004. — 792 с.
2. *Матц, С.А.* Структура и консистенция пищевых продуктов / С. А. Матц. — М.: Пищевая промышленность, 1972. — 239 с.
3. Настольная книга производителя и переработчика плодоовощной продукции; под редакцией Синха Н.К., Хью И.Х. — Санкт-Петербург: Профессия, 2013. — 895 с.
4. Обработка фруктов и овощей с использованием кальция хлористого, Zirax LLC, г. Москва [Электронный ресурс]. — 2020. — Режим доступа: <https://www.zirax.ru/resheniya-i-produkty/fudixtm-kaltsiy-khloristy-pishchevoju/htm>. — Дата доступа: 23.07.2020.
5. Кальмодулин [Электронный ресурс]. — 2020. — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Кальмодулин.htm>. — Дата доступа: 23.09.2020.
6. *Скурихин, И.М.* Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян — М.: ДеЛи принт, 2007. — 237 с.
7. Питайтесь с умом. Пищевая ценность и источники энергии [Электронный ресурс]. — 2020. — Режим доступа: http://www.intelmeal.ru/nutrition/food_category.php. — Дата доступа: 14.08.2020.
8. Консервированные томаты. Стандарт Кодекса: CXS 13-1981, Rev.1-2007. — Каталог on-line. — 2017. — 8 с.
9. Клубника, консервированная в банках: CXS 62-1981. — Каталог on-line. — 2019. — 6 с.
10. Стандарт Кодекса на консервированный тропический фруктовый салат: CXS 99-1981. — Каталог on-line. — 2017. — 10 с.
11. Стандарт на маринованные огурцы (пикули огуречные): CXS 115-1981. — Каталог on-line. — 2021. — 10 с.
12. Стандарт на маринованные фрукты и овощи: CXS 260-2007. — Каталог on-line. — 2017. — 6 с.
13. Некоторые консервированные овощи. Региональный стандарт Кодекса (на зеленый горошек, сахарную кукурузу, стручковую фасоль, морковь, зрелый переработанный горох, спаржу, сердцевину пальмы): CXS 297-2009. — Каталог on-line. — 2015. — 28 с.
14. Стандарт на определенные консервированные фрукты (на консервированные манго, груши, ананасы): CXS 319-2015. — Каталог on-line. — 2018. — 16 с.
15. ГОСТ 34112-2017 Консервы овощные. Горошек зеленый. Технические условия. — Минск: БелГИСС, 2018. — 12 с.
16. ТР ТС 029/2012 Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств. - Минск: БелГИСС, 2013. — 278 с.
17. Санитарные нормы и правила «Требования к пищевым добавкам, ароматизаторам и технологическим вспомогательным средствам», гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности для человека применения пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств», утв. постановлением Минздрава от 12 декабря 2012 г. № 195. - Минск: Минздрав РБ, 2013. — 172 с.
18. Пищевые добавки. Общий стандарт Кодекса: CXS 192-1995, Rev.20-2019. — Каталог on-line. — 2019. — 490 с.

References

1. Sarafanova L.A. Pishchevye dobavki. Enciklopediya. Sankt-Peterburg, GIORD Publ., 2004. 792 p.
2. Matc S.A. Struktura i konsistenciya pishchevyh produktov. M. Pishche-vaya promyshlennost' Publ., 1972. 239 p.
3. Nastol'naya kniga proizvoditelya i pererabotchika plodoovoshchnoj pro-dukcii, pod redakciej Sinha N.K., H'yu I.H. Sankt-Peterburg, Professiya Publ., 2013. 895 p.
4. Obrabotka fruktov i ovoshchej s ispol'zovaniem kal'ciya hloristogo, Zirax LLC, g. Moskva [Elektronnyj resurs]. URL: zirax.com (data obrashcheniya 23.07.2020)/
5. Kal'modulin [Elektronnyj resurs]. URL: wiki2.org/ru (data obrashcheniya 23.09.2020)
6. Skurihin I.M., Tutel'yan V.A. Tablicy himicheskogo sostava i kalorijnosti rossij-skih produktov pitaniya.— M., DeLi print Publ., 2007. 237 p.
7. Pitajtes' s umom. Pishhevaya cennost' i istochniki energii [Elektronnyj resurs]. /- URL: intelmeal.ru/nutrition/food_category.php (data obrashcheniya 14.08.2020)/
8. CXS 13-1981, Rev.1-2007 Konservirovannye tomaty. Standart Kodeksa. Katalog on-line, 2017. 8 p.
9. CXS 62-1981 Klubnika, konservirovannaya v bankah. Katalog on-line, 2019. 6 p.
10. CXS 99-1981 Standart Kodeksa na konservirovannyj tropicheskij fruktovyj salat. Katalog on-line, 2017. 10 p.
11. CXS 115-1981 Standart na marinovannye ogurcy (pikuli ogurechnye). Katalog on-line, 2021. 10 p.
12. CXS 260-2007 Standart na marinovannye frukty i ovoshchi. Katalog on-line, 2017. 6 p.
13. CXS 297-2009 Nekotorye konservirovannye ovoshchi. Regional'nyj standart Kodeksa (na zelenyj goroshek, sahnnyy kukuruzu, struchkovuyu fasol', morkov', zrelyj pererabotannyj goroh, spartzhu, serdcevinu pal'my). Katalog on-line. 2015, 28 p.
14. CXS 319-2015 Standart na opredelennye konservirovannye frukty (na konservirovannye mango, grushi, ananasy). Katalog on-line. 2018, 16 p.
15. GOST 34112-2017 Konservy ovoshchnye. Goroshek zelenyj. Tekhnicheskie usloviya. Minsk, BelGISS Publ., 2018. 12 p.
16. TR TS 029/2012 Trebovaniya bezopasnosti pishchevyh dobavok, aromatizatorov i tekhnologicheskikh vspomogatel'nyh sredstv. Minsk, BelGISS, 2013. 278 p.
17. Sanitarnye normy i pravila «Trebovaniya k pishchevym dobavkam, aromatizatoram i tekhnologicheskim vspomogatel'nyh sredstvam», gigienicheskij normativ «Pokazateli bezopasnosti i bezvrednosti dlya cheloveka primeneniya pishchevyh dobavok, aromatizatorov i tekhnologicheskikh vspomogatel'nyh sredstv», utv. postanovleniem Minzdrava ot 12 dekabrya 2012 g. № 195. Minsk, Minzdrav RB, 2013. 172 p.
18. CXS 192-1995, Rev.20-2019 Pishchevye dobavki. Obshchij standart Kodeksa. Katalog on-line. 2019. 490 p.

Информация об авторах

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

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

Сафронова Диана Анатольевна — заместитель начальника отдела технологий консервирования пищевых продуктов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: 203sok@tut.by

Дробилина Татьяна Ивановна — микробиолог отдела технологий консервирования пищевых продуктов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: 203sok@tut.by

The information on authors

Marhunova Alena Mikhailovna — PhD (Technical), Associate Professor, Deputy General Director for Standardization and Food Quality of the RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food» (220037, Republic of Belarus, Minsk, Kozlova str., 29). E-mail: info@belproduct.com

Paulouskaya Liudmila Mikhailovna — Head of the Department of the Technologies of Canned Food Products RUE «Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (Kozlova st.29, Minsk, 220037, Republic of Belarus). E-mail: conserv-npc@tut.by

Safronova Diana Anatolievna — the deputy the chief of department of technologies of conservation of foodstuff RUE «Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (Kozlova st.29, Minsk, 220037, Republic of Belarus). E-mail: 203sok@tut.by

Drobilina Tatyana Ivanovna — the microbiologist of department of technologies of conservation of foodstuff RUE «Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (Kozlova st.29, Minsk, 220037, Republic of Belarus). E-mail: 203sok@tut.by

УДК 664.6

[https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-3\(53\)-89-97](https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-3(53)-89-97)

Поступила в редакцию 02.07.2021

Received 02.07.2021

Л. С. Колосовская, Л. И. Севастей, С. В. Пашук, И. В. Бируля*Государственное предприятие «Белтехнохлеб», г. Минск, Республика Беларусь*

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫЕ ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ НУТРИЕНТНОГО ДИСБАЛАНСА У ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Аннотация. В статье рассмотрены аспекты разработки технологии производства хлебобулочных изделий для питания детей школьного возраста с низким содержанием соли (натрия) и сахара, способствующих коррекции нутриентного дисбаланса, профилактики и снижению факторов риска инфекционных заболеваний.

Проведен анализ ретроспективных данных о фактическом питании и нутриентном дефиците детей школьного возраста Республики Беларусь, обоснованы ингредиентные составы и отдельные показатели пищевой ценности разрабатываемых специализированных хлебобулочных изделий для питания детей школьного возраста. Изучено сырье, применение которого возможно при производстве специализированных хлебобулочных изделий для питания детей школьного возраста. Изучено влияние различных ингредиентов (соли, сахара, минеральных комплексов, инулина) в разных дозировках на реологические характеристики, газообразующую и газодерживающую способности теста.

На основании анализа научно-технической и нормативно-правовой литературы обоснованы ингредиентный состав и отдельные показатели пищевой ценности разрабатываемых специализированных хлебобулочных изделий с низким содержанием соли и сахара. Разработаны технологии производства хлебобулочных изделий специализированных для питания детей школьного возраста (сушки, соломка). Установлены параметры ведения технологического процесса в производственных условиях, обеспечивающие соответствующие органолептические показатели хлебобулочных изделий.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, специализированное питание, школьники, витамины, кальций.

L. S. Kolosovskaya, L. I. Sevastey, S. V. Pashuk, I. V. Birulya*State Enterprise “Beltechnohleb”, Minsk, Republic of Belarus*

SPECIALIZED BAKERY PRODUCTS FOR THE CORRECTION OF NUTRITIONAL IMBALANCE IN SCHOOL-AGE CHILDREN

Abstract. The article considers aspects of the development of technology for the production of bakery products for the nutrition of school-age children with a low content of salt (sodium) and sugar, contributing to the correction of nutritional imbalance, prevention and reduction of risk factors for non-communicable diseases.

The analysis of retrospective data on the actual nutrition and nutrient deficiency of school-age children of the Republic of Belarus is carried out, the ingredient compositions and individual indicators of the nutritional value of the developed specialized bakery products for the nutrition of school-age children are substantiated. The raw materials, the use of which is possible in the production of specialized bakery products for the nutrition of school-age children, have been studied. The influence of various ingredients (salt, sugar, mineral complexes, inulin) in different dosages on the rheological characteristics, gas-forming and gas-retaining properties of the dough was studied.

Based on the analysis of scientific, technical and regulatory literature, the ingredient composition and individual indicators of the nutritional value of the developed specialized bakery products with a low content of salt and sugar are justified. Technologies for the production of bakery products specialized for the nutrition of school-age children (drying, straws) have been developed. The parameters of conducting the technological process in production conditions that provide the appropriate organoleptic indicators of bakery products are established.

Keywords: bakery products, specialized nutrition, schoolchildren, vitamins, calcium.

Введение. Питание является одним из основных факторов, способствующих гармоничному росту и развитию детей, повышению защитных сил организма, снижению заболеваемости, увеличению умственной и физической работоспособности. В последние годы наметились неблагоприятные тенденции в отношении изменений фактического питания и показателей здоровья у детей школьного возраста. В материалах Детского Фонда ООН по Республике Беларусь акцентировано внимание на особенном дефиците в пищевом рационе детей школьного возраста таких эссенциальных нутриентов, как витамины группы В, витамины А, С, микро- и макроэлементы (магний, кальций, йод, железо, селен, медь, цинк и др.). Часто дети школьного возраста заменяют полноценный прием пищи продуктами быстрого приготовления, содержащими повышенное количество жира, сахара, соли. В таких продуктах практически отсутствуют биологически активные вещества. Дефицит жизненно важных нутриентов (витаминов, аминокислот, минералов и др.) оказывает негативное влияние на адаптационные возможности, а так же рост и развитие детского организма.

Создание специализированных продуктов питания, обеспечивающих организм детей школьного возраста необходимыми для роста и развития нутриентами, является одним из путей решения данной проблемы. Для поддержания здоровья школьников особенно важным является обогащение продуктов массового потребления веществами, необходимыми для роста и развития организма. Таким образом, введение полезных ингредиентов в ежедневно употребляемые продукты дает возможность корректировать пищевую ценность рациона питания школьников в нужном для роста и развития направлении.

Хлебобулочные изделия относятся к продуктам первой необходимости, а мучные кондитерские изделия являются наиболее предпочитаемой детьми группой пищевых продуктов. Хлеб является одним из важнейших источников необходимых веществ для организма человека (растительного белка, витаминов группы В, минеральных элементов, а также углеводов, которые служат основным источником энергетических ресурсов). Ассортимент хлебобулочных изделий постоянно расширяется, обновляется и в настоящее время наблюдается тенденция расширения ассортимента изделий, предназначенных для профилактики и лечения заболеваний.

Современные родители при составлении рациона питания ребенка стремятся к продуктам сбалансированного состава и останавливают свой выбор на продуктах, которые обладают гарантированным составом, неизменяющимися в процессе хранения характеристиками. Отдельное место в категории таких продуктов занимают товары функционального назначения (специализированные пищевые продукты), имеющие доказанное действие. Физиологические особенности организма школьников характеризуются интенсивностью роста, напряженностью процессов метаболизма, половым развитием в пубертатном периоде, увеличением энергетических затрат и формированием типа нервной деятельности. В детском возрасте увеличиваются умственные и физические нагрузки в связи с сочетанием учебных занятий в школе с производственным процессом и спортом. Поэтому восполнение энергетических затрат школьников и для их развития чрезвычайно важно рациональное питание, обеспечивающее растущий организм необходимыми пищевыми веществами в правильном (качественном) соотношении и достаточном количестве.

Жители Беларуси в среднем потребляют 12 г соли в день при рекомендованном ВОЗ количестве (в целях профилактики неинфекционных заболеваний (далее — НИЗ)) не более 5 г. Дети в Беларуси потребляют в среднем около 10 г соли в день при рекомендованном количестве 4–5 г.

В установленных законодательством нормах питания суточная норма сахара (без учета потребляемых кондитерских изделий) составляет 50–60 г. При этом ежегодно среди детей Беларуси регистрируется более 300 новых случаев заболеваний сахарным диабетом, значительную долю которых составляет диабет второго типа (приобретенный), и более 400 новых случаев заболеваний артериальной гипертензией.

Цель представленного исследования — разработка научно обоснованной технологии производства новых видов хлебобулочных изделий со сниженным содержанием соли и сахара и без их добавления, а также обогащенных нутриентами, дефицит которых наблюдается в рационах питания детей школьного возраста.

Методы исследований: Изучение реологических свойств теста осуществляли на приборах «Миксолаб» и «Реоферментометр F3». Также при выполнении научной работы были использованы органолептические, физико-химические, микробиологические, токсикологические, радиометрические методы исследований. Проведены пробные лабораторные и производственные выпечки изделий для установления качественных показателей хлебобулочных изделий.

Результаты исследований и их обсуждение. На первом этапе исследований проведен анализ ретроспективных данных о фактическом питании и нутриентном дефиците у 2158 детей школьного возраста Республики Беларусь, обоснованы ингредиентные составы и отдельные показатели пищевой ценности разрабатываемых специализированных хлебобулочных изделий для питания детей школьного возраста. В рационах обследованных групп населения широко распространен дефицит жира-

растворимых витаминов: Д, Е, А; водорастворимых витаминов: В₁, В₂, С, фолиевой кислоты, минеральных веществ: кальция, фосфора, магния, йода, селена, цинка.

Изучено сырье, применение которого возможно при производстве специализированных хлебобулочных изделий для питания детей школьного возраста: основное (мука пшеничная, дрожжи хлебопекарные, соль поваренная пищевая, вода) и дополнительное сырье (сахар, инулин, молоко сухое обезжиренное, масла подсолнечное и сливочное).

В производстве хлебобулочных изделий для детей (в соответствии с ТР ТС 021/2011) запрещено использовать: кофе натуральный; ядра абрикосовой косточки; уксус; этиловый спирт более 0,2%; гидрогенизированные масла и жиры; растительные масла с перекисным числом более 2 ммоль О₂/кг (исключение: оливковое масло); хлопковое масло; кремы на основе растительных масел; яйца водоплавающих птиц; подсластители (за исключением изделий для детей диетического лечебного и диетического профилактического питания); консерванты (бензойная, сорбиновая кислоты и их соли); жгучие специи (перец, хрен, горчица); сырье, содержащее генетически модифицированные организмы (ГМО), или полученное с применением пестицидов; зерно и продукты его переработки, зараженные вредителями и загрязненные посторонними примесями и вредителями. Для специфического вкуса и аромата допускается использовать только натуральные пищевые ароматизаторы и ванилин.

Важным условием получения хлебобулочного изделия хорошего качества является обеспечение оптимальных реологических свойств теста. Полуфабрикаты для приготовления хлебобулочных изделий являются полидисперсными коллоидными твердо-жидкими системами, обладающими одновременно упруго-эластичными и вязко-пластичными свойствами, на поверхности которых проявляются свойства адгезии. Перечисленные свойства находятся в зависимости от химического состава сырья, строения и функциональных свойств их компонентов, рецептуры изделий, параметров технологического процесса, способов тестоприготовления, видового состава и активности бродильной микрофлоры и других факторов.

Проведены исследования теста из муки пшеничной высшего и первого сортов в целях изучения влияния соли поваренной пищевой йодированной, сахара, комплексов витаминных «Калейдоскоп» и комплекса минерального «Лада», инулина в разных дозировках на реологию теста на приборе «Миксолаб», газодерживающую и газообразующую способности теста на приборе «Реоферментометр F3».

На основании данных, полученных в ходе исследований на приборе «Миксолаб», на рис. 1 приведена зависимость стабильности теста из муки пшеничной высшего и первого сортов от количества добавленной соли поваренной пищевой в количествах до 2,0% к массе муки.

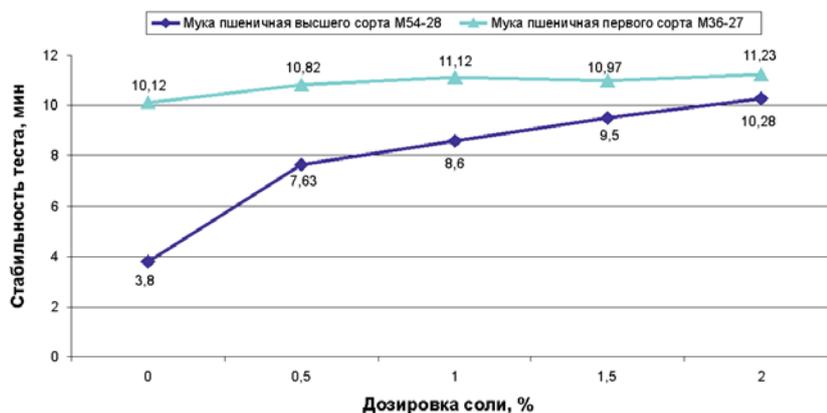


Рис. 1. Зависимость стабильности теста из муки пшеничной от количества добавляемой соли поваренной пищевой

Fig. 1. Dependence of the stability of the wheat flour dough on the amount of added table salt

Исследования муки пшеничной высшего и первого сортов, проведенные на приборе «Реоферментометр F3», позволяют сделать вывод о влиянии количества соли поваренной на газообразующую и газодерживающую способности и соответственно на коэффициент газодержания (рис. 2, 3).

Со снижением количества соли от 2,0 % до 0,0 % к массе муки наблюдается увеличение объема выработанного, удержанного и потерянного углекислого газа (СО₂) при брожении теста из муки пшеничной и первого и высшего сорта. Коэффициент газодержания при снижении дозировки соли уменьшается для муки пшеничной первого сорта от 72,1 до 58,3 %, для муки пшеничной высшего сорта от 90,3 до 74,6 %.

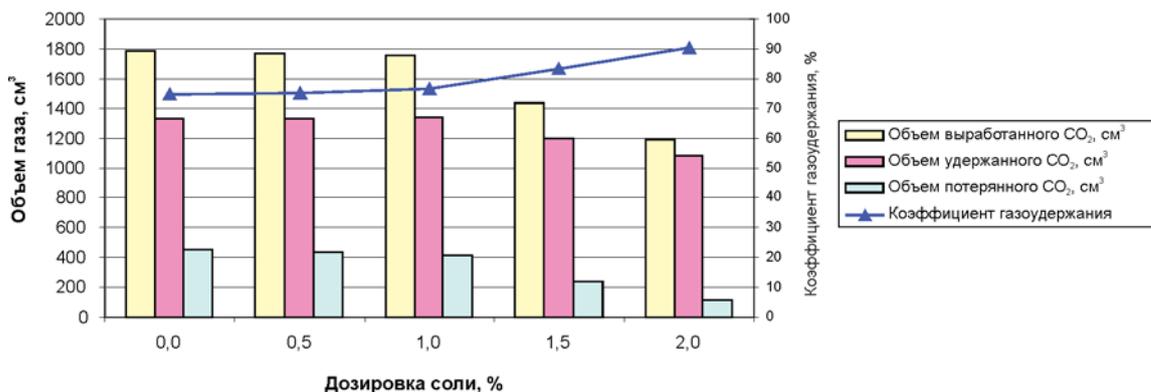


Рис.2. Влияние соли на газообразующую и газоудерживающую способности теста из муки пшеничной высшего сорта

Fig. 2. The effect of salt on the gas-forming and gas-retaining properties of the dough from wheat flour of the highest grade

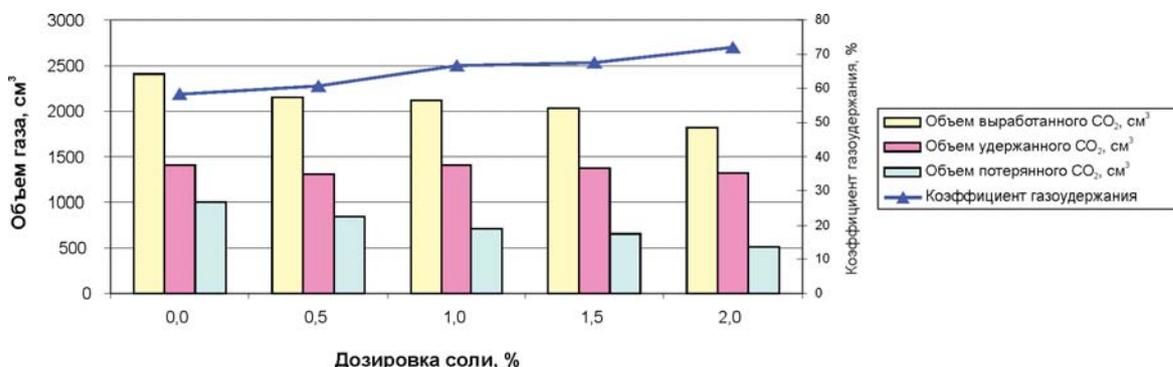


Рис. 3. Влияние соли на газообразующую и газоудерживающую способности теста из муки пшеничной первого сорта

Fig. 3. The effect of salt on the gas-forming and gas-retaining properties of the dough from wheat flour of the first grade

Исследования муки пшеничной высшего и первого сортов с различным содержанием соли, проведенные на приборах «Миксолаб» и «Реоферментометр F3», указывают на то, что содержание соли в тесте влияет на интенсивность набухания коллоидов, скорость протекания ферментативных процессов и жизнедеятельность дрожжей. Увеличение количества соли приводит к угнетению жизнедеятельности дрожжей (уменьшается выработка углекислого газа), но увеличению коэффициента газоудержания теста, повышению стабильности теста. В связи с этим следует учитывать, что хлебобулочные изделия из муки пшеничной первого или высшего сортов, приготовленные со сниженным содержанием или без добавления соли по традиционным технологиям, будут иметь кроме пресного вкуса бледную корку (в тесте будет недостаточно сахаров для меланоидинообразования), малый объем и расплывчатую форму вследствие разжижения консистенции теста в процессе брожения, растойки и выпечки.

Таким образом, для получения хлебобулочных изделий из муки пшеничной высшего или первого сортов со сниженным содержанием или без добавления соли необходимо подбирать (устанавливать) технологические параметры приготовления, а также применять сырье, способное влиять на реологию пшеничного теста и на интенсивность брожения, без значительного ухудшения вкуса готовых изделий.

Результаты исследований по влиянию сахара на реологию теста, газообразование и газоудержание теста из муки пшеничной высшего и первого сортов полученных в ходе исследований на приборе «Миксолаб». На рис. 4 приведена зависимость стабильности теста из муки пшеничной от количества добавленного сахара, с увеличением количества до 20,0 % к массе муки.

Исследования показали, что изменение дозировки сахара не приводит к изменению стабильности теста: у исследуемых образцов муки пшеничной высшего и первого сортов при добавлении сахара в количестве от 1,0 до 20,0 % стабильность теста была в диапазоне 10,35 — 11,13 мин.

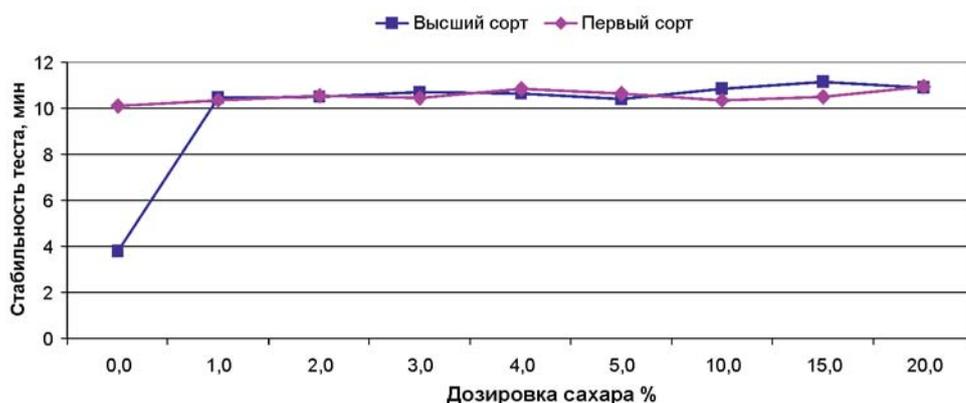


Рис. 4. Зависимость стабильности теста из муки пшеничной от количества добавляемого сахара
Fig. 4. Dependence of the stability of the wheat flour dough on the amount of added sugar

Проведенные на приборе «Реоферментометр F3» исследования выявили, что вносимое количество сахара (от 1,0 до 20,0 % к массе муки) влияет на газообразующую, газодерживающую способности и на коэффициент газодержания (рис. 5).

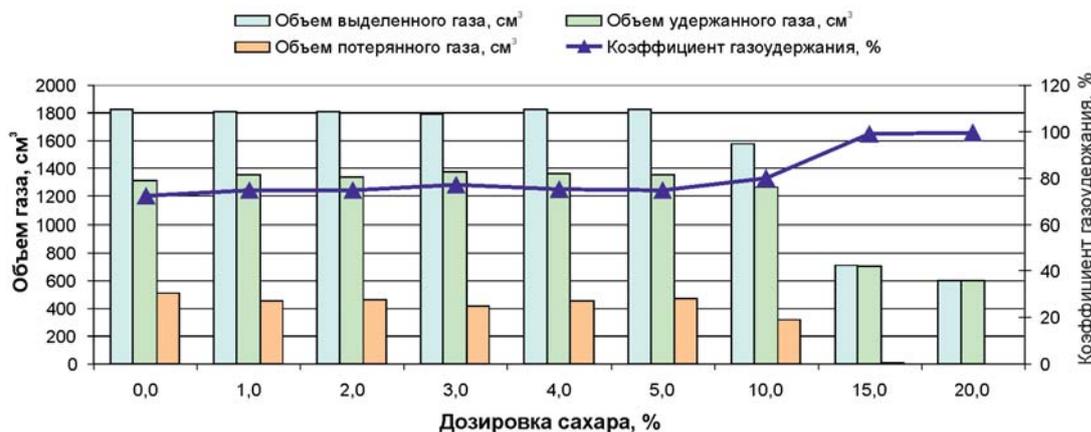


Рис. 5. Влияние сахара на газообразующую и газодерживающую способности теста
Fig. 5. The effect of sugar on the gas-forming and gas-retaining ability of the dough

Исследования влияния сахара на приборах «Миксолаб» и «Реоферментометр F3» на реологию, газообразующую, газодерживающую способности теста из муки пшеничной и коэффициент газодержания показывают, что добавление сахара в количестве от 0,1 до 5,0 % к массе муки (с шагом 1 %) значительного влияния не оказывают. Реологические характеристики теста из муки пшеничной первого и высшего сортов при более высоких дозировках (проведены испытания с содержанием сахара 10,0, 15,0, 20,0 %) изменяются в большей степени с увеличением дозировки сахара.

Проведены исследований по влиянию комплекса минерального «Лада» (далее — КМ) на реологию теста, газообразование и газодержание теста из муки пшеничной высшего и первого сортов. На рис. 6 приведена зависимость стабильности теста из муки пшеничной высшего и первого сортов от количества добавленного КМ, с увеличением количества от 0,5 до 3,0% к массе муки (с шагом 0,5%).

Дозировка КМ в количестве от 0,5 до 3,0 % к массе муки (с шагом 0,5 %) значительного влияния на реологию теста из муки пшеничной не оказывает.

Исследования влияния КМ (от 0,5 до 3,0 % к массе муки) на газообразующую и газодерживающую способности, коэффициент газодержания представлены на рис. 7.

Исследования влияния на газообразующую и газодерживающую способность, реологию теста из муки пшеничной комплексов минерального «Лада» в количестве от 0,5 до 3,0 % (с шагом 0,5%), витаминных «Калейдоскоп-2» (0,05 %, 0,1 %) и «Калейдоскоп-3» - от 0,5 до 2,0 % (с шагом 0,5 %) показали, что значимого влияния применяемые комплексы не оказывают. За исключением результатов испытаний комплекса минерального «Лада» в дозировках 2,5 и 3,0 % к муке пшеничной высшего сорта: увеличилось объем газа выработанного, удержанного и потерянного, при этом снизился коэффициент газодержания.

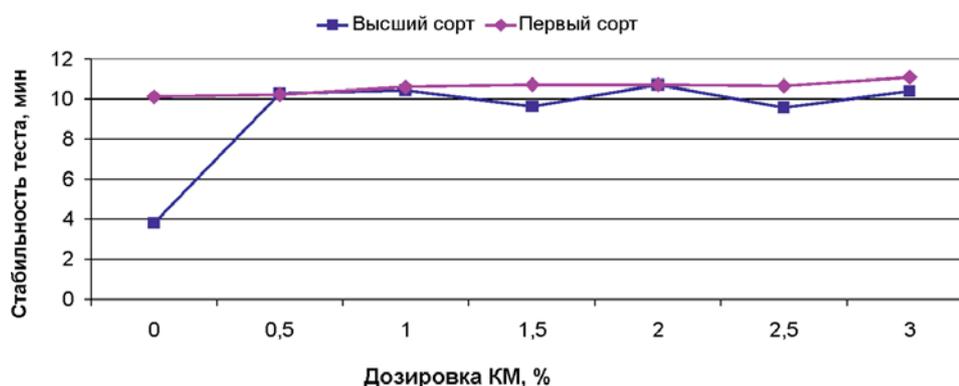


Рис. 6. Зависимость стабильности теста из муки пшеничной от количества добавляемого КМ
 Fig. 6. Dependence of the stability of the wheat flour dough on the amount of added KM

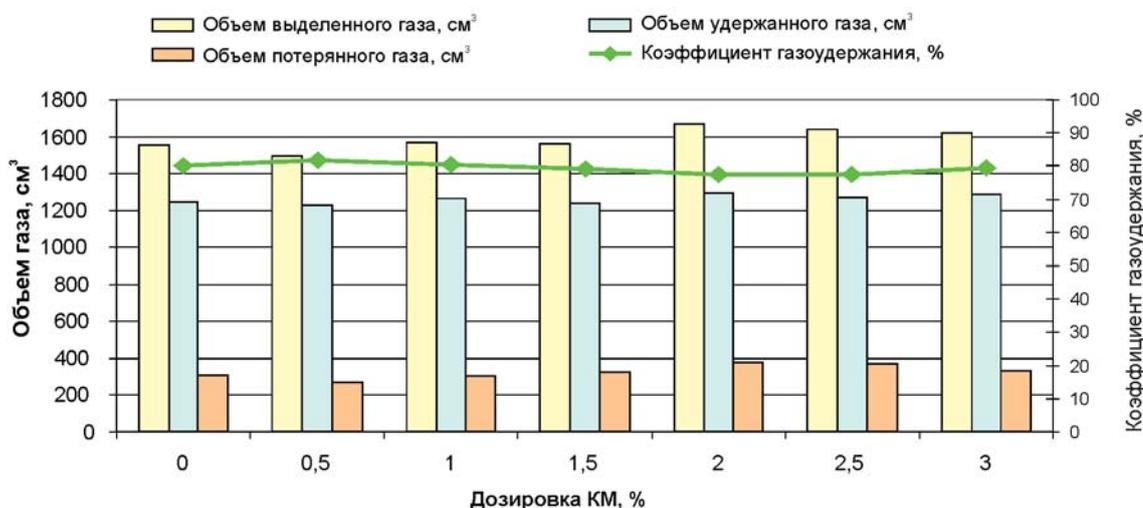


Рис. 7. Влияние КМ на газообразующую и газоудерживающую способности теста
 Fig. 7. The influence of KM on the gas-forming and gas-retaining ability of the test

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что применение комплексов витаминного и минерального в рекомендуемых дозировках не повлияет на технологический процесс приготовления хлебобулочных изделий.

Результаты исследования влияния инулина на приборах «Миксолаб» и «Реоферментометр F3» на реологию теста из муки пшеничной первого и высшего сортов показывают, что применение инулина в количестве от 1,0 до 3,0 % к массе муки (с шагом 1,0 %) значительного влияния не оказывают. Применение инулина влияет на водопоглотельную способность муки, а именно снижает ее (при испытаниях инулин применяли в сухом виде).

Исследования муки пшеничной на приборах «Миксолаб» и «Реоферментометр F3» на реологию (стабильность теста, индексы качества), газообразование, газоудержание теста из муки пшеничной первого и высшего сортов позволили установить, что наибольшее влияние оказывает применение соли поваренной в количестве от 0,5 до 2,0 % к массе муки и сахара — 10-20 %. Применение сахара в количестве от 1,0 до 5,0 % (с шагом 1,0%), комплексов минерального «Лада» в количестве от 0,5 до 3,0 % (с шагом 0,5%) и витаминных «Калейдоскоп-2» (0,05 %, 0,1 %) и «Калейдоскоп-3» от 0,5 до 2,0 % (с шагом 0,5 %) показали, что значимого влияния исследуемое сырье не оказывает на реологию теста из муки пшеничной высшего и первого сортов.

При выборе ассортимента для разработки хлебобулочных изделий для питания детей школьного возраста принимали во внимание, что интерес в данной группе будут иметь изделия, которые аналогичны снекам, т.е. которые удобно взять в школу, поездку/дорогу, не занимают много места, дают быстрое насыщение на продолжительный период времени и длительные сроки годности — это изделия пониженной влажности: сушки и соломка, имеющие не большие размеры, хрупкие и являются альтернативой чипсам и сухарикам («кириешки»).

На основании анализа научной литературы по вопросам детского питания, формирования здоровья ребенка, методической литературы по вопросам разработки специализированных продуктов для питания детей школьного возраста, технических регламентов Таможенного союза/Евразийского экономического союза, законодательства в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения обоснованы следующие предложения по ингредиентному составу и отдельным показателям пищевой ценности разрабатываемых специализированных хлебобулочных изделий с низким содержанием соли и сахара:

1. Уменьшение содержания сахара, до величин, соответствующих критерию «низкое содержание» согласно приложению 5 к ТР ТС 022/2011 (не более 5 г/100 г продукта).
2. Уменьшение содержания натрия (поваренной соли), до величин, соответствующих критерию «низкое содержание» согласно приложению 5 к ТР ТС 022/2011 (не более 0,12 г/100 г продукта).
3. При внесении минеральных веществ, их количество должно быть доведено до величин удовлетворяющих критерию «источник минерального вещества» согласно приложению 5 к ТР ТС 022/2011 (не менее 15 процентов средней суточной потребности на 100 г продукта).
4. При включении в состав специализированных пищевых продуктов для детского питания витаминов и минеральных веществ следует применять их формы, разрешенные для производства пищевой продукции для детского питания.
5. Увеличение содержания пищевых волокон, по крайней мере, до величин, соответствующих критерию «источник» согласно приложению 5 к ТР ТС 022/2011 (не менее 3 г/100 г продукта).
6. Уменьшение содержания насыщенных жирных кислот, по крайней мере, до величин, соответствующих критерию «низкое содержание» согласно приложению 5 к ТР ТС 022/2011 (не более 1,5 г/100 г продукта).
7. Ограничение использования гидрогенизированных жиров в связи с присутствием в их составе транс-изомеров жирных кислот.
8. Ограничение использования продуктов с высокой сенсibiliзирующей активностью, содержащих глютен, специй, пряностей, консервантов, красителей, стабилизаторов.

Приведенные выше предложения были положены в основу при разработке проектов ТНПА и рецептур хлебобулочных изделий специализированных для детского питания.

При производстве специализированных продуктов для питания детей школьного возраста следует учитывать важность не только ингредиентного состава и пищевой ценности продукции, но также обеспечения более высоких требований к ее безопасности: должно использоваться сырье, по показателям безопасности соответствующее требованиям, предъявляемым к сырью для производства пищевой продукции для детского питания.

Заключение. Разработаны технологии производства хлебобулочных изделий специализированных для питания детей школьного возраста (сушки, соломка). Установлены параметры ведения технологического процесса в производственных условиях, обеспечивающие соответствующие органолептические показатели хлебобулочных изделий. Изучено влияние рецептурных составляющих на показатели качества готовых специализированных хлебобулочных изделий специализированных для питания детей школьного возраста.

Проведены испытания и получены протоколы по установлению показателей качества и определению показателей безопасности на хлебобулочные изделия специализированные для питания детей школьного возраста.

Разработаны ТНПА и рецептуры на хлебобулочные специализированные для питания детей школьного возраста: сушки «Дочки-сыночки», сушки «Дочки-сыночки Са+», сушки «Дочки-сыночки» с витаминами, сушки «Мамина радость», сушки «Мамина радость Са+», сушки «Мамина радость» с витаминами, соломка «Мамина радость», соломка «Мамина радость» с ароматом ванили.

Отработаны в производственных условиях на филиалах «Барановичский хлебозавод» ОАО «Берестейский пекарь», филиалах «Слонимский хлебозавод» и «Сморгонский хлебозавод» ОАО «Гроднохлебпром» технологические параметры и осуществлено научное сопровождение технологии производства хлебобулочных изделий специализированных для питания детей школьного возраста.

Список использованных источников

1. Здоровое питание детей — национальный интерес России / Рогов И.А. [и др.] // Вопросы детской диетологии. — 2007. — Т. 5, № 5. — С. 46–52.
2. Ребров, В. Г. Витамины, макро- и микроэлементы / В. Г. Ребров, О. А. Громова. — М.: Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», 2008. — 954 с.
3. Стенникова, О. В. Проблема витаминной обеспеченности детей школьного возраста в современных условиях / О. В. Стенникова, Л. В. Левчук, Н. Е. Санникова // Вопросы современной педиатрии. — 2008. — № 7 (4). — С. 62–67.

4. Руководство по детскому питанию / под ред. В. А. Тутельяна, И. Я. Коня. — М.: Медицинское информационное агентство, 2004. — С. 662.
5. Plich, J. Z. Nutrition in bone health revisited: a story beyond calcium / J. Z. Plich, J. E. Kerstetter // J. Am. Coll. Nutr. — 2000. — № 19 (6). — С. 715–737.
6. Делягин, В. М. Дефицит витаминов и минералов у детей // Российский педиатрический журнал. — 2006. — № 1. — С. 48–52.
7. Руководство по лечебному питанию детей / под ред. К.С. Ладодо. — М., Медицина, 2000. — С. 384.
8. Шевченко, И. Ю. Формирование нарушений здоровья подростков под влиянием факторов питания // Российский педиатрический журнал. — 2008. — № 1. — С. 20–25.
9. Доценко, В. А. Фундаментальные и прикладные проблемы питания: Материалы Международного форума, посвященного 100-летию со дня основания Санкт-Петербург. гос. мед. акад. им. И.И. Мечникова / В.А. Доценко. — СПб., 2007. — С. 13–18.
10. Дефицит витаминов и микроэлементов у детей: современные подходы к коррекции. Руководство для врача педиатра / Коровина Н.А. [и др.]. — М., 2004. — С. 100.
11. Витамины и минералы для здоровья детей: учебное пособие. СПР-ОФ «Здоровый ребенок». НЦЗД РАМН. — М., 2003. — С. 28.
12. Спиричев, В. Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами / В. Б. Спиричев, Л. Н. Шатнюк, В. М. Поздняковский. — Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2004.
13. Кухаренко, А. А. Научные принципы обогащения пищевых продуктов микронутриентами / А. А. Кухаренко, А. Н. Богатырев, В. М. Короткий, М. Н. Дадашев // Пищевая промышленность. — 2008. — № 5. — С. 62–66.
14. Стенникова, О. В. Профилактика дефицитных по витаминам и минеральным веществам состояний у детей / О.В. Стенникова, Л.В. Левчук, Н.Е. Санникова // Вопросы современной педиатрии. — 2012 11 (1) — С. 56 — 60.
15. Ауэрман, Л. Я. Технология хлебопекарного производства: учебник. — 9-е изд.; перераб. и доп.; под общ. ред. Л.И.Пучковой. — СПб: Профессия, 2005. — 416 с.
16. Пучкова, Л. И. Технология хлеба. / Л. И. Пучкова, Р.Д. Поландова, И.В. Матвеева. — СПб.: ГИОРД, 2005. — 559 с.
17. Сборник современных технологий хлебобулочных изделий / Р.Д. Поландова [и др.]; под общ. ред. А.П. Косована. — М.: Московская типография № 2, 2008. — 272 с.
18. Плоскирева, А. А. Нутритивные подходы к коррекции микроэлементного статуса у детей / А.А. Плоскирева // Вопросы современной педиатрии. — 2011. — Т. 10, № 2. — С. 141–144.
19. Стенникова, О. В. Проблема витаминной обеспеченности детей школьного возраста в современных условиях (обзор) / О.В. Стенникова, Л.В. Левчук, Н.Е. Санникова // Вопросы современной педиатрии. — 2018. — Т. 7, № 4 — С. 62-67.

References

1. Rogov I. A., Titov E. I., Glazkova I. V., etc. Healthy nutrition of children is the national interest of Russia. Questions of children's dietetics. 2007, vol. 5, no. 5, pp. 46-52.
2. Rebrov V. G., Gromova O. A. Vitamins, macro- and microelements. Moscow: Publishing group «GEOTAR-Media», 2008. 954 p.
3. Stennikova O. V., Levchuk L. V., Sannikova N. E. The problem of vitamin security of school-age children in modern conditions. Questions of modern pediatrics. 2008, no.7 (4), pp. 62-67.
4. Guide to children's nutrition / edited by V. A. Tutelyan, I. Ya. Konya. Moscow, Medical Information Agenc, 2004, p. 662.
5. Plich J. Z., Kerstetter J. E. Nutrition in bone health revisited: a story beyond calcium. J. Am. Coll. Nutr., 2000, no.19 (6), pp. 715-737.
6. Delyagin V. M. Deficiency of vitamins and minerals in children. Russian Pediatric Journal, 2006, no. 1, pp. 48-52.
7. Guide to the therapeutic nutrition of children / Edited by K. S. Laddo. Moscow, Medicine Publ., 2000, p. 384.
8. Shevchenko I. Yu. Formation of adolescent health disorders under the influence of nutrition factors. Russian Pediatric Journal, 2008, no. 1, pp. 20-25.
9. Dotsenko V. A. Fundamental and applied problems of nutrition: Materials of the International Forum dedicated to the 100th anniversary of the founding of St. Petersburg. state. med. I. I. Mechnikov Academy of Sciences. St. Petersburg, 2007, pp. 13-18.
10. Korovina N. A., Zakharova I. N., Platnikov A. L., etc. Deficiency of vitamins and trace elements in children: modern approaches to correction. Guide for a pediatrician. Moscow, 2004, p. 100.

11. Vitamins and minerals for children's health: A textbook. SPR-OF «Healthy child». NTSD RAMS. Moscow, 2003, p. 28.
12. Spirichev V. B., Shatnyuk L. N., Pozdnyakovskiy V. M. Fortification of food products with vitamins and minerals. Novosibirsk: Siberian University Publishing House, 2004.
13. Kukharenskiy A. A., Bogatyrev A. N., Korotkiy V. M., Dadashev M. N. Scientific principles of food fortification with micronutrients. Pish. promyshl. 2008, no. 5, pp. 62-66.
14. Stennikova O. V., Levchuk L. V., Sanikova N. E. Prevention of vitamin and mineral deficiency conditions in children. Questions of modern pediatrics. 2012. no.11 (1), pp. 56-60.
15. Auerman L. Ya. Technology of bakery production: Textbook — 9th ed.; reprint. and additional/ Under the general editorship of L. I. Puchkova. St. Petersburg: Profession, 2005. 416 p.
16. Puchkova L. I., Polandova R. D., Matveeva I. V. Technology of bread. St. Petersburg, GIORD Publ., 2005. 559 p.
17. Polandova R. D. [et al.]. Collection of modern technologies of bakery products. Moscow, Moscow printing House No. 2, 2008. 272 p.
18. Ploskireva A. A. Nutritive approaches to the correction of the microelement status in children. Questions of modern pediatrics. 2011, vol. 10, no. 2. pp. 141-144.
19. Stennikova, O. V., Levchuk L. V., Sannikova N. E. The problem of vitamin security of school-age children in modern conditions (review). Questions of modern pediatrics. 2018, vol. 7, no. 4, pp. 62-67.

Информация об авторах

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

Севастей Людмила Ивановна — главный технолог — заведующий отделом техно-логий и стандартизации Государственного предприятия «Белтехнохлеб», (ул. Раковская, 30, 220004, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: technolog77@mail.ru

Пашук Светлана Васильевна — ведущий инженер — технолог отдела технологий и стандартизации Государственного предприятия «Белтехнохлеб», (ул. Раковская, 30, 220004, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: technolog77@mail.ru

Бируля Ирина Сергеевна — инженер — технолог 1 категории отдела технологий и стандартизации Государственного предприятия «Белтехнохлеб», (ул. Раковская, 30, 220004, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: technolog77@mail.ru

Information about authors

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

Sevastsei Liudmila Ivanovna — chief technologist — head of technology and standardization department of the State Enterprise Beltechnohleb, (30 Rakovskaya St., 220004, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: technolog77@mail.ru

Pashuk Sviatlana Vasilevna — leading engineer - technological of the department of technologies and standardization of the State Enterprise Beltechnohleb, (30 Rakovskaya St., 220004, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: technolog77@mail.ru

Birulya Irina Sergeevna — engineer — technological of the 1st category of the department of technologies and standardization of the State Enterprise Beltechnohleb, (30 Rakovskaya St., 220004, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: technolog77@mail.ru

УДК 664.143
[https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-3\(53\)-98-104](https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-3(53)-98-104)

Поступила в редакцию 12.08.2021
Received 12.08.2021

А. И. Григель

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

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА НИЗКОБЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Аннотация. Фенилкетонурия является наследственным заболеванием, связанным с нарушением метаболизма аминокислот, в частности фенилаланина. Оно сопровождается накоплением фенилаланина и его токсических продуктов в тканях, что приводит к тяжелому поражению центральной нервной системы, проявляющемуся, в частности, в нарушении умственного развития. Важной составляющей жизнеобеспечения таких пациентов является соблюдение низкобелковой диеты. В статье описаны особенности технологий изготовления низкобелковых продуктов, в том числе таких как низкобелковые макаронные изделия и крупы, низкобелковые сухие смеси, мелкочстучные хлебобулочные изделия. Описан технологический процесс и оборудование для производства низкобелковой продукции, а также приведена характеристика выпускаемого ассортимента продуктов.

Ключевые слова: фенилкетонурия, низкобелковые продукты, этап, процесс, технология, смесь, макаронные изделия, крупа, белок.

A. I. Grigel

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

FEATURES OF THE PRODUCTION TECHNOLOGY LOW-PROTEIN FOODS

Abstract. Phenylketonuria is a hereditary disease associated with a violation of the metabolism of amino acids, in particular phenylalanine. It is accompanied by the accumulation of phenylalanine and its toxic products in the tissues, which leads to severe damage to the central nervous system, manifested, in particular, in a violation of mental development. An important component of the life support of such patients is the observance of a low-protein diet. The article describes the features of manufacturing technologies for low-protein products, including such as low-protein pasta and cereals, low-protein dry mixes, small-piece bakery products. The technological process and equipment for the production of low-protein products are described, as well as the characteristics of the intake range of products are given.

Key words: phenylketonuria, low-protein products, stage, process, technology, mixture, pasta, cereals, protein.

Для хорошего самочувствия и нормального функционирования организма человек должен полноценно и разнообразно питаться. Очень важно, чтобы его пища содержала оптимальное количество белков, жиров и углеводов, а также витаминов и микроэлементов. как недостаток, так и избыток какого-либо компонента, в том числе, белков, может принести вред организму и вызвать заболевание.

Фенилкетонурия (далее — ФКУ) — это редкое генетическое заболевание, при котором нарушается обмен белка (аминокислоты фенилаланин). У здорового человека, попадая в организм с пищей, белок распадается на отдельные аминокислоты. У людей же страдающих ФКУ он не перерабатывается, а накапливается в крови и оказывает токсическое действие на весь организм. Последствия могут быть необратимыми.

Почти 98% всех продуктов, которые употребляют обычные люди, для больных ФКУ являются ядом. Их рацион достаточно скудный, в основном им разрешается употреблять в пищу 5 видов овощей, исключая бобовые, и пить аминокислотные смеси. Запрещены к употреблению молочные продукты, мясо, макароны, крупы, хлеб, рыба, яйца.

Немного разнообразить свое меню люди с ФКУ могут специальными низкобелковыми продуктами. Сейчас на полках магазинов можно найти низкобелковую муку, макароны, особые рис и манку, печенья, вегетарианский сыр. Правда, цены на эти продукты высокие. Пакет макарон в 250 граммов,

к примеру, стоит около 8 белорусских рублей, а муки в 700 граммов — от 7 до 11 белорусских рублей. Многие специально ездят за продуктами в Польшу, объясняя свой выбор тем, что там ассортимент низкобелковых товаров разнообразнее.

Низкобелковые продукты — это важная составляющая жизнеобеспечения пациентов с фенилкетонурией.

В РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию» разработаны технология и ассортимент специализированных пищевых продуктов со сниженным содержанием белка и фенилаланина. По результатам проведенных научных исследований разработаны рецептуры для изготовления каш быстрого приготовления, макаронных изделий, смесей для выпечки кексов и печенья, смесей для картофельного пюре и клецек, гречневой и кукурузной круп.

Выпуск низкобелковой продукции налажен на базе опытного производства РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», где создан цех по производству продуктов для детского питания, оснащенный тремя технологическими линиями по производству низкобелковых продуктов питания:

- ♦ низкобелковых макаронных изделий и круп;
- ♦ низкобелковых смесей;
- ♦ мелкочтучных хлебобулочных изделий.

Новое производство позволит обеспечить потребность в продуктах данной группы населения нашей страны.

В технологическую линию по производству макаронных изделий и круп (рис. 1) входит следующее оборудование:

- ♦ смеситель для приготовления сухой смеси исходных компонентов СПБ-50;
- ♦ мукопросеиватель МП-03;
- ♦ макаронный пресс-автомат М-100;
- ♦ сушилка С-109;
- ♦ стол охлаждения СТ-01.



Рис. 1. Линия по производству низкобелковых макаронных изделий:

- 1 — дозатор весовой электронный со шнековым питателем; 2 — мукопросеиватель;
3 — макаронный пресс; 4 — сушильный шкаф; 5 — стол охлаждения

Fig. 1. Low-protein pasta production line:

- 1 — electronic weighing dispenser with screw feeder; 2 — flour sifter;
3 — pasta press; 4 — drying cabinet; 5 — cooling table

По сравнению с традиционными макаронными изделиями из пшеничной муки содержание белка в выпускаемых макаронных изделиях меньше на 96,2%, а фенилаланина на 95,8%. В порции сваренных изделий (100 г) расчетное содержание белка составляет 0,2 г, фенилаланина — 10,5 мг.

В составе разработанных макаронных изделий не содержится пшеница, рожь, ячмень, овес и компоненты, полученные их скрещиванием, а уровень глютена не превышает 20 мг/кг. Такие макаронные изделия можно рекомендовать людям, страдающим целиакией.

Если для производства традиционных макаронных изделий основным технологическим сырьем выступает мука и вода, то основным сырьем для производства низкобелковых макаронных изделий является кукурузный крахмал, не содержащий белка. Для обеспечения необходимых технологических свойства макаронного теста и улучшения эластичности теста дополнительно использовались различные пищевые добавки, в том числе карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), камеди, моно- и диглицериды жирных кислот.

Технологический процесс изготовления низкобелковых макаронных изделий и круп основан на традиционной схеме производства макаронных изделий. Производство низкобелковых макаронных изделий осуществляется по следующей технологической схеме:

приготовление смеси → просеивание смеси → смешивание компонентов → прессование теста → разделка макаронных изделий → сушка макаронных изделий → охлаждение высушенных макаронных изделий → отбраковка макаронных изделий → упаковка готовых макаронных изделий.

Замес и прессование макаронного теста осуществляли на пресс-автомате для макаронных изделий с вакуумированием, установленном на опытном производстве. Изделия изготавливали в виде вермишели, лапши, рожков и спирали. Все компоненты согласно рецептурной закладке смешивали в течение 4-5 минут до достижения равномерного распределения ингредиентов. В макаронный пресс дозировалась подготовленная смесь, равномерно подавалась вода температурой до 50 °С в количестве, обеспечивающем влажность теста до 40%, и осуществлялось их перемешивание в бункере макаронного пресса в течение определенного времени до достижения равномерной влажности теста. Далее макаронное тесто формовалось через шнековую камеру макаронного пресса с созданием вакуума (разряжения) в бункере пресса для деаэрации теста на стадии замеса, оптимальная температура теста при выпрессовывании составляла 40–55 °С, макаронные изделия необходимой длины нарезали с помощью режущего механизма, обдували воздухом, раскладывали равномерным слоем на лотки для сушки и сушили при температуре 40–70 °С до влажности не более 13,5–14,5%, охлаждали до комнатной температуры и влажности не более 13% и упаковывали. Образцы полученных макаронных изделий представлены на рис 2.



Рис. 2. Виды низкобелковых макаронных изделий: а — вермишель мелкая; б — рожки большие; в — рожки мелкие; г — вермишель большая; д — спиральки; е — лапша

Fig. 2. Types of low-protein pasta: small vermicelli; large horns; small horns; large vermicelli; spirals; noodles

Процесс изготовления низкобелковых круп (кукурузной, гречневой) аналогичен процессу производства низкобелковых макаронных изделий. Особенность процесса изготовления круп заключается в разделке полуфабриката, так как размер крупы колеблется от 2 до 6 мм. На рис. 3 представлена готовая продукция круп (кукурузной и гречневой).

В линию по производству сухих смесей (рис. 4) входит следующее оборудование:

- ♦ дозатор сыпучих продуктов ШД-20-В;
- ♦ смеситель сыпучих продуктов СПБ-50;
- ♦ дозировочно-фасовочный автомат для упаковки пылящих продуктов (машина ТФ 2-ПИТ-ПАК-00).

Выпускаемые на данном комплекте оборудования новые продукты представляют собой продукты специализированного назначения, рекомендованные для питания людей, страдающих фенилкетонурией и целиакией (рис. 4).



Рис. 3. Виды низкобелковой крупы: а — кукурузная; б — гречневая
Fig. 3. Types of low-protein cereals: a — corn; b — buckwheat



Рис. 4. Линия по производству сухих смесей:

- 1 — дозатор весовой электронный со шнековым питателем; 2 — смеситель для приготовления сухой смеси исходных компонентов; 3 — дозировочно-фасовочный автомат
- Fig. 4. Dry mix production line: 1 — electronic weighing dispenser with screw feeder; 2 — mixer for preparing a dry mixture of the initial components; 3 — dosing and filling machine

Специализированные пищевые продукты со сниженным содержанием фенилаланина содержат до 1 г белка в 100 г продукта или до 1 г белка в одной порции продукта и разработаны с учетом физиологических потребностей людей, страдающих фенилкетонурией и целиакией.

Сырье для продуктов: крахмалы различных видов, пищевые волокна, пектин, лецитин, гречневая, кукурузная, рисовая мука, сушеное яблоко, виноград, абрикос, сливы.

Процесс производства сухих низкобелковых смесей включает следующие технологические этапы: приготовление смеси; фасовка и упаковка смеси.

Процесс приготовления смеси состоит из следующих технологических операций: дозирование необходимых ингредиентов согласно рецептуре и их смешивание. Смешивание дозируемых ингредиентов осуществляется в смесителе периодического действия типа «пьяная бочка». Процесс фасовки и упаковки смеси включает в себя дозирование готовой смеси в упаковочную тару с последующей

ее укупоркой. Дозирование готовой смеси в упаковочную тару осуществляется шнековым питателем дозирочно-фасовочного автомата.



Рис. 4. Смеси сухие низкобелковые: а — смесь сухая «Клецки картофельные низкобелковые»; б — смесь сухая «Пюре картофельное сухое низкобелковое»; в — смесь сухая низкобелковая «Кекс "Ароматный"»; г — смесь сухая низкобелковая «Печенье "Особое"»

Fig. 4. Low-protein dry mixes: dry mixture «Low-protein potato dumplings»; dry mixture «Mashed potato dry low-protein»; dry low-protein mixture «Cupcake "Fragrant"»; mixture of dry low-protein «Cookies "Special"»

В линию для выпечки мелкоштучных изделий (рис. 5) входит следующее оборудование: мукопросеиватель ПВГ-600М; тестомесильная машина Прима-40; тестоделитель Danler DZ-36; тестоокруглитель Восход ТО-8 Скаут; расстойный шкаф Бриз-1,5; печь электрическая Фотон 1,5-0,1.

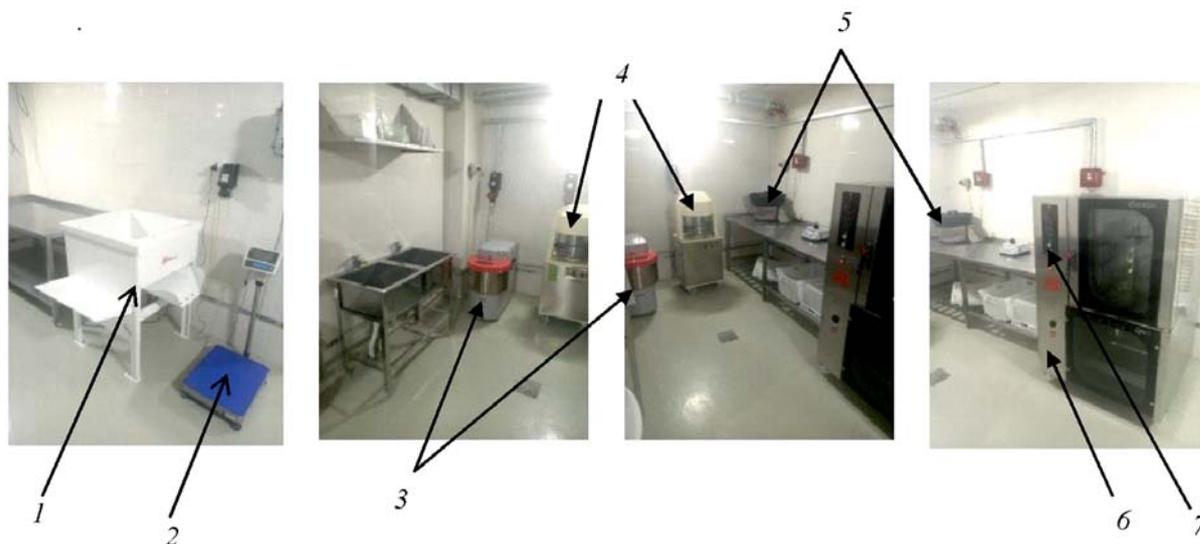


Рис. 5. Линия для выпечки мелкоштучных хлебобулочных изделий:

1 — мукопросеиватель; 2 — весы электронные напольные; 3 — тестомесильная машина; 4 — тестоделитель; 5 — тестоокруглитель; 6 — расстойный шкаф; 7 — печь электрическая

Fig. 5. Line for baking small-piece bakery products: 1 — flour sifter; 2 — lectronic floor scales; 3 — kneading machine; 4 — dough divider; 5 — dough rounder; 6 — proofing cabinet; 7 — electric oven

Для выпечки мелкоштучных изделий из производимых сухих смесей для больных фенилкетонурией в цеху детского питания организована минипекарня.

Согласно технологии производства подготовленное сырье поступает на линию замеса, формовки и выпечки изделий.

Перед приготовлением теста, смесь либо необходимые ингредиенты согласно рецептуры просеиваются на мукопросеивателе с целью удаления всех посторонних примесей. Затем подготовленные ингредиенты отправляются на стадию замеса теста. Замес теста осуществляется в тестомесильной машине периодического действия. Разовая загрузка муки в тестомесильное оборудование составляет 3,0 кг.

Следующим этапом после замеса теста является разделка теста. Разделка теста включает следующие технологические операции: деление теста на куски, округление кусков теста, предварительная расстойка тестовых заготовок, их формование и окончательная расстойка.

Деление теста на куски осуществляется с целью получения тестовых заготовок заданной массы и производится механическим способом с помощью тестоделителя путем деления теста на части, в нашем случае на 36 частей. С целью придания шарообразной формы тестовые заготовки отправляются на стадию округления теста. После округления тестовые заготовки направляются на технологический процесс называемый расстойкой. Для расстойки полуфабриката предусмотрен расстойный шкаф.

Выпечка расстойшихся изделий производится в конвекционной печи. После окончания выпечки изделия вынимаются из печи и остывают на листах тележки технологической. Остывшие изделия направляются на временное хранение перед погрузкой в автотранспорт. Хранение осуществляется на стеллажах из нержавеющей стали.

Заключение. В результате проделанной научно-исследовательской работы созданы технологии производства специализированных низкобелковых продуктов, в том числе макаронных изделий, каш быстрого приготовления, смесей для выпечки кексов и печенья, гречневой и кукурузной круп, разработана нормативно-техническая и технологическая документация на их производство. Выше-названные изделия содержат не более 1% белка и предназначены для реализации в торговой сети и в объектах общественного питания для людей больных фенилкетонурией, а также для употребления всеми категориями населения в качестве обычных изделий. Проведена оценка опытных образцов макаронных изделий по органолептическим, физико-химическим показателям и сравнение с импортными низкобелковыми изделиями. Установлено, что по пищевой ценности разработанные макаронные изделия не уступают аналогичным изделиям импортного производства.

Список использованных источников

1. Разработка низкобелковых макаронных изделий для питания людей с нарушением обмена фенилаланина / З.В. Ловкис [и др.] // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2020. — Т. 13, № 3 (49). — С. 6-11.
2. Какие продукты низкобелковые [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.kakprosto.ru/kak-885868-kakie-produkty-nizkobelkovye>. - Дата доступа: 05.05.2021.
3. Ловкис, З.В. Вклад науки в развитие основных отраслей пищевой промышленности в 2016–2020 годах / З.В. Ловкис // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2021. — Т. 14, № 1 (51). — С. 6-15.
4. Массовое производство продукции для людей, больных фенилкетонурией, начинается в октябре в Марьиной Горке [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://minzdrav.gov.by/ru/sobytiya/massovoe-proizvodstvo-produktsii-dlya-lyudey-bolnykh-fenilketonuriey-nachinaetsya-15-sentyabrya-v-ma/>. — Дата доступа: 05.05.2021.
5. Шилов, В.В. Разработка компонентного состава аминокислотных смесей для питания больных фенилкетонурией / В.В. Шилов, А.А. Журня // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2021. — Т. 14, № 1 (51). — С. 31-42.
6. Есть, чтобы жить: в Беларуси запускают массовое производство продукции для людей с фенилкетонурией [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://1prof.by/news/v-strane/est-chtoby-zhit-v-belarusi-zapuskajut-massovoe-proizvodstvo-produkcii-dlya-ljudej-s-fenilketonuriey/>. — Дата доступа: 05.05.2021.
7. Ловкис, З.В. Прессование и сушка макаронных изделий / З.В. Ловкис, А.И. Григель // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2021. — Т. 14, № 1 (51). — С. 43-49.

References

1. Lovkis Z. V., Sadouskaya A. V., Usenia Y. S., Filatova L. V. Development of low-protein pasta for nutrition of people with impaired phenylalanine metabolism. *Food industry: science and technology*, 2020, no. 3 (49), pp. 6-11 (in Russian).
2. Kakiye produkty nizkobelkovyye [What products are low-protein]. Access mode: <https://www.kakprosto.ru/kak-885868-kakie-produkty-nizkobelkovye>. (accessed 05 May 2021).

3. Lovkis Z.V. Vklad nauki v razvitiye osnovnykh otrasley pishchevoy promyshlennosti v 2016-2020 godakh. [The contribution of science to the development of the main branches of the food industry in 2016-2020] Pishchevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii [Food industry: science and technology], 2021, no. 1 (51), pp. 6-15 (in Russian).
4. Massovoye proizvodstvo produktsii dlya lyudey, bol'nykh fenilketonuriyey, nachinayetsya v oktyabre v Mar'inoy Gorke [Mass production of products for people with phenylketonuria begins in October in Maryina Gorka]. Access mode: <http://minzdrav.gov.by/ru/sobytiya/massovoe-proizvodstvo-produktsii-dlya-lyudey-bolnykh-fenilketonuriej-nachinaetsya-15-sentyabrya-v-ma/>. (accessed 05 May 2021).
5. Shilov V.V., Zhurnya A.A. Razrabotka komponentnogo sostava aminokislotnykh smesey dlya pitaniya bol'nykh fenilketonuriyey [Development of the component composition of amino acid mixtures for nutrition of patients with phenylketonuria]. Pishchevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii [Food industry: science and technology], 2021, no. 1 (51), pp. 31-42 (in Russian).
6. Yest', chtoby zhit': v Belarusi zapuskayut massovoye proizvodstvo produktsii dlya lyudey s fenilketonuriyey [Eat to live: mass production of products for people with phenylketonuria is launched in Belarus]. Access mode: <https://1prof.by/news/v-strane/est-chtoby-zhit-v-belarusi-zapuskajut-massovoe-proizvodstvo-produkcii-dlya-ljudej-s-fenilketonuriej/>. (accessed 05 May 2021).
7. Lovkis Z.V., Grigel A.I. Pressovaniye i sushka makaronnykh izdeliy [Pressing and drying of pasta]. Pishchevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii [Food industry: science and technology], 2021, no. 1 (51), pp. 43-49 (in Russian).

Информация об авторах

Григель Алексей Иосифович — ведущий инженер-механик опытного производства РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: alex_10.92@mail.ru

Information about the authors

Grigel Alexey Iosifovich — leading mechanical engineer of the pilot production of RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food» (220037, Republic of Belarus, Minsk, Kozlova str., 29). E-mail: alex_10.92@mail.ru