

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

№1(23)  
2014

РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

# ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

Основан в 2008 году

Выходит 4 раза в год

**Адрес редакции:**

ул. Козлова, 29, г. Минск,  
220037, Республика Беларусь  
Тел./факс: (375-17) 285-39-70/  
285-39-71, 294-33-32 (редактор)  
e-mail: biblio@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 12.03.2014.  
Формат 60×84/8. Бумага офсетная.  
Гарнитура NewtonС. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 12,7. Уч.-изд. л. 10,20.  
Тираж 100 экз. Заказ 131.  
ЛП №02330/89 от 03.03.2014 г.  
Ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск.

**Подписные индексы:**

для индивидуальных подписчиков 01241  
для ведомственный подписчиков 012412

**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.)

**Главный редактор**

**Зенон Валентинович Ловкис**

**Заместитель главного редактора**

**Александр Анатольевич Шепшелев**

**Ответственный редактор**

**Марина Николаевна Юшкевич**

**Редакционный совет**

А. В. Акулич, З. В. Василенко,  
В. Г. Гусаков, А. Л. Забелло,  
К. И. Жакова, И. И. Кондратова,  
Е. С. Колядич, Л. М. Павловская,  
Н. Н. Петюшев, И. М. Почицкая,  
Т. М. Тананайко, Т. П. Троцкая,  
О. Л. Сороко, В. А. Шаршунов

**СОДЕРЖАНИЕ****ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

<b>З. В. Ловкис.</b> О научном сопровождении развития пищевой и перерабатывающих отраслей Республики Беларусь .....	3
<b>Е. М. Моргунова, С. Л. Масанский, М. Л. Микулинич, К. М. Ахраменко, А. В. Ермакович.</b> Оценка зернового сырья белорусской селекции как основы для производства полисолодовых экстрактов .....	9
<b>Е. В. Грек, Е. А. Красуля.</b> Исследование бродильной активности лактобразивающих дрожжей в сывороточном сусле повышенной вязкости.....	17
<b>М. Л. Зенькова, М. Ю. Бойко, О. В. Мацикова.</b> Продукты длительного хранения из зерна и блюда на их основе.....	23
<b>Т. М. Тананайко, В. В. Соловьев.</b> Новые квасы брожения с повышенной антиоксидантной активностью .....	29
<b>Е. М. Моргунова, Н. А. Шелегова, Ю. С. Пусовская, В. С. Чаусова.</b> Выбор растительного сырья повышенной ценности при разработке ликероводочных изделий .....	37
<b>Т. Е. Лебеденко, Н. Ю. Соколова.</b> Полифункциональное использование хмеля в хлебопечении.....	40

**ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

<b>В. П. Кочетов, Е. Н. Томчик.</b> Особенности процессов теплообмена между упакованным продуктом и окружающей средой при периодических колебаниях температуры .....	50
<b>З. В. Ловкис, С. А. Арнаут, Е. К. Буталевич.</b> Исследование физико-механических свойств топинамбура .....	55
<b>В. В. Кузьмич.</b> Инфографика — новое направление в графическом дизайне упаковки .....	61
<b>В. Г. Федоров, О. И. Кепко, А. М. Скарбовийчук.</b> Балластные тепловые потоки при термической обработке пищевых продуктов.....	66

**ОЦЕНКА И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА**

<b>А. В. Локтев, О. Ю. Остальцева.</b> Методологические подходы к оценке конкурентоспособности функциональных хлебных изделий с применением дескрипторно-профильного анализа .....	70
<b>И. М. Почицкая, В. П. Субач, В. Л. Рослик.</b> Исследование компонентного состава ягод клюквы методами хроматомасс спектрометрии .....	77
<b>О. В. Кочубей-Литвиненко, О. А. Черношук.</b> Сенсорная оценка качества напитков из цельной сыворотки.....	85
<b>Т. Н. Головач, Н. К. Жабанос, Н. Н. Фурик, В. П. Курченко, С. В. Ризевский,</b> Алгоритм исследования белково-пептидного состава кисломолочных продуктов .....	90
<b>Л. А. Вашкевич.</b> Особенности товароведно-коммерческого исследования вареных колбасных изделий .....	101

*В статье отражены результаты работы научно-практического центра по продовольствию по созданию новых технологий и пищевых продуктов: консервированной продукции, картофелепродуктов, молочных и мясных продуктов, кондитерских изделий и многих других. Активно ведутся работы по разработке детского и функционального питания.*

*Особое внимание в работе Центра уделено повышению качества и конкурентоспособности пищевых продуктов. Успешно функционирует система контроля качества пищевых продуктов.*

*Приведены результаты реализации комплекса мероприятий научно-технической программы «Отходы».*

**О НАУЧНОМ СОПРОВОЖДЕНИИ РАЗВИТИЯ ПИЩЕВОЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ОТРАСЛЕЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

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

***З. В. Ловкис,** заслуженный деятель науки Республики Беларусь, член-корр. НАН Беларуси, доктор технических наук, профессор, генеральный директор*

В последнее время большое внимание во всем мире уделяется продовольственной безопасности и продуктам питания. Беларусь — аграрная страна. Главой государства и правительством поставлены задачи по наращиванию объемов производства сырья АПК и продуктов переработки.

2013 год для НПЦ по продовольствию являлся годом напряженной работы по созданию серий новых конкурентоспособных продуктов питания для различных групп населения, ускорению освоения научных разработок в производстве.

На всей территории Республики продолжалось строительство и ввод, с нашим участием, новых мощностей по переработке отечественного сырья, что позволило по разным группам продуктов снизить импорт (например, плодоовощных консервов и соковой продукции на 50 %, масла растительного, за счет организации собственного производства, в 2 раза, детского питания на плодоовощной и мясной основе в 3 раза), а так же за счет повышения качества и конкурентоспособности повысить экспорт.

На базе «Институт мясо-молочной промышленности» наращивается производство сухих бакконцентратов для молочной отрасли и кисломолочных детских продуктов, строится третий пусковой комплекс — современное наукоемкое биотехнологическое производство — цех по производству глубоководных бактериальных концентратов.

На рис. 1 представлены основные результаты развития научно-исследовательского института за последние 13 лет, с момента организации в 2001 году до настоящего времени.

Концентрация научных кадров и средств позволила сформировать ряд программ: ГППИ «Рациональное питание», ГПНИ «Инновационные технологии в АПК», отраслевые научно-технические программы «Картофельный крахмал», «Продукты питания для людей пожилого возраста», «Импортозамещающая продукция», «Научное обеспечение перерабатывающих отраслей пищевой промышленности Республики Беларусь» на 2011—2015 гг., подпрограмма «Биотехнологии в пищевой промышленности» (ГП «Инновационные биотехнологии») и др., выполнение которых позволило увеличить объем товарной продукции за данный период работы в 36 раз и довести до 32,5 млрд рублей. Вложенные в 2013 году инвестиции в объеме 1,7 млрд рублей позволили повысить производительность труда до 205 млн рублей/чел.

Сейчас мы работаем над новыми конкурентоспособными на мировом рынке продуктами питания, а также над безотходными технологиями переработки молока, зерна, картофеля, плодов и овощей.

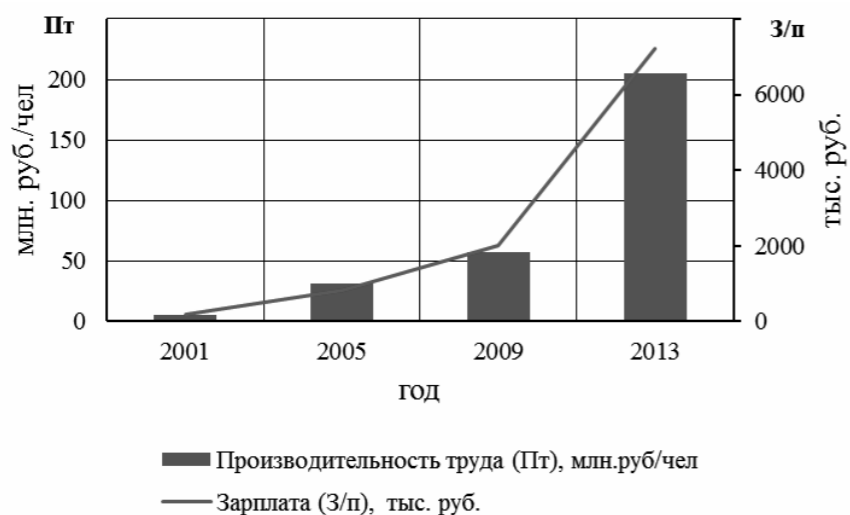
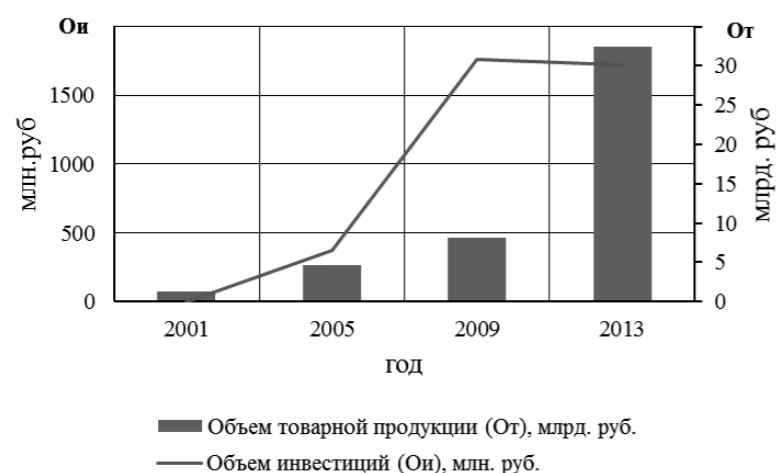


Рис. 1. Основные результаты работы РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» за 13 лет

**Фруктово-овощная продукция.** Создан ряд новых интересных продуктов с учетом развивающихся потребностей товарного рынка — консервы из огурцов, томатов, зеленого горошка, фасоли спаржевой, кукурузы сахарной консервированной, консервы с грибами шиитаке, широкий ассортимент продукции с использованием пряно-ароматических растений — сиропы, напитки, коктейли, приправы, аджики, соусы, консервы для беременных женщин, обогащенные железом и витамином С; консервы для пожилых людей с добавлением лактулозы, сбалансированные по минеральному составу, высокосахаристые изделия (повидла и джемы).

Разработана фруктово-овощная продукция с применением новой упаковки — соки, нектары и сокодержательные напитки, расфасованные горячим розливом в термостойкие ПЭТ-бутылки; первые и вторые обеденные блюда в мягкой стерилизуемой упаковке (реторт-пакетах): борщ с фасолью, суп куриный с рисом, картофель тушеный с грибами, рагу овощное; салаты из морепродуктов с фруктово-овощными полуфабрикатами.

Создан новый для нашего рынка продукт на основе фруктово-овощного сырья — смузи. Разработана технология соковой продукции для детей дошкольного и школьного возраста.

Расширен ассортимент консервов из грибов, томатов черри, спаржи, различных видов капусты, сельдерея, производимых КСУП «Комбинат «Восток».

**Продукты из корнеклубнеплодов.** В республике разработаны технологии: картофельного пюре быстрого приготовления, обогащенного витаминами и комплексом незаменимых аминокислот,

безалкогольного напитка «Микола» на основе концентрата из картофеля и соков, чипсов из яблок и овощей.

С целью решения вопросов импортозамещения разработана технология модифицированных катионных крахмалов, предназначенных для применения в целлюлозно-бумажной промышленности, легкой промышленности, для химических исследований (в качестве реагента), для агломерации руд в качестве флотореагента, для других технических целей.

**Кондитерская продукция.** К наиболее интересным разработкам специалистов Центра за последние годы можно отнести: разработку технологии производства мягкой карамели (СП ОАО «Спартак»), экструдированных хлебцев (РУП «Мариз»).

Впервые разработана отечественная технология изготовления галет, являющихся неотъемлемым компонентом армейских пайков, которые до настоящего времени приобретались по импорту.

В целях учета высокого потребительского спроса на такую группу продукции как пастиломармеладные кондитерские изделия разработан ассортимент конфет, обогащенных растворимыми пищевыми волокнами — олигофруктозой и инулином, которые также позволили удлинить срок хранения изделий.

На основании научного обоснования повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий за счет использования отечественных фруктовых, овощных и зерновых полуфабрикатов в соответствии с возрастными физиологическими особенностями детей дошкольного и школьного возраста разработаны мучные кондитерские изделия — печенье.

**Масложировая продукция.** Сотрудниками Центра по продовольствию разработаны рецептурные составы купажированных, витаминизированных и ароматизированных растительных масел, новые виды майонезов, десертных и столовых эмульсионных соусов, обогащенных спредами.

Создан ассортимент масложировых продуктов для геродиетического и оздоровительного питания — купажированные и обогащенные витаминами и ликопином растительные масла для геродиетического питания (ОАО «Гомельский жировой комбинат»), спреды и соусы, обогащенные витаминами и полиненасыщенными жирными кислотами.

Разработан ассортимент продуктов бутербродных со сбалансированным жирнокислотным составом, минимальным содержанием транс-изомеров жирных кислот и холестерина низкой плотности, с содержанием вторичных молочных продуктов — это продукты под таким названием как «Сальце» с укропом с чесноком, томатом и базиликом, сметаной и грибами, со вкусом арахиса, сальце по-венгерски.

Для повышения качества майонезной и масложировой продукции, создания ассортимента с повышенной пищевой и биологической ценностью разработаны новые виды майонезов с высоким содержанием белка, оптимальным жирнокислотным составом, а также соусы эмульсионные «Мексиканский», «Тайский», «Татарский», «Греческий», майонез «Детский».

**Сахар.** Научное сопровождение сахарной отрасли заключается в усовершенствовании технологических процессов свеклосахарного производства, повышении эффективности хранения сахарной свеклы. Разработана прогрессивная технология переработки сахарной свеклы с выводом части сиропа на промежуточное хранение с дальнейшей его переработкой после завершения производственного сезона, которая может быть применена при проведении модернизации и наращивания мощностей по переработке сахарной свеклы.

Впервые в республике разработан новый вид сахара — коричневый, изготовленный по специальной «мягкой» технологии, позволяющей сохранить в нем ценные нутриенты сахарной свеклы, содержит также в своем составе микроэлементы, которые оказывают благоприятное влияние на здоровье человека.

**Ликеро-водочные и спиртовые продукты.** Совместно с российскими и украинскими учеными разработана интенсифицированная технология получения спирта при переработке высококонцентрированных замесов по низкотемпературным схемам производства. Внедрение данной технологии позволит интенсифицировать процесс спиртового брожения высококонцентрированного сула с 72-75 до 60-66 ч, повысить производительность предприятия на 7-10 %, сэкономить около 1,5-2 % в себестоимости этилового спирта.

Разработаны ликеро-водочные изделия, обладающие пониженным токсичным эффектом: водка «Экспортная», особая водка «Эксклюзив», настойка горькая «Живинка», что позволило расширить ассортимент отечественной алкогольной продукции с применением специальных добавок — алкопротекторов, снижающих токсичное действие на внутренние органы человека этилового спирта и продуктов его превращения в организме.

**Вино.** Разработана и внедрена технология производства натуральных слабоалкогольных напитков из плодово-ягодного сырья — сидров. Большая работа проведена по разработке и организации производства новых видов натуральных фруктово-ягодных, плодовых марочных вин. Создана элитная брендовая продукция, ранее не вырабатываемая в республике, представляющая собой группу высококачественных алкогольных напитков — молодых и выдержанных кальвадосных спиртов и выдержанных кальвадосов.

В рамках создания направления отечественного виноделия на основе использования сортов винограда отечественной селекции с использованием методов кислотопонижения вследствие высокой кислотности сырья разработана технология 12 видов виноградных сортовых и купажных вин, изготовленных с применением виноматериалов из винограда белорусского происхождения.

**Пивобезалкогольная продукция.** Разработана технология подготовки питьевой воды, предназначенной для детского питания, а также питьевого льда.

Сотрудниками разработаны новые безалкогольные и слабоалкогольные напитки функционального и профилактического назначения с использованием биологически активных веществ плодово-ягодного и растительного сырья, обогащенных незаменимыми нутриентами «Дар» и «Феникс», а так же новые безалкогольные напитки для людей пожилого возраста: «Волшебный мятный», «Волшебный клюквенный», «Волшебный яблочный», «Волшебный осенний», которые в своем составе содержат комплексные обогатительные смеси, разработанные специально с учетом физиологических особенностей пожилых людей, а также соки и настои лекарственных трав.

Впервые в нашей стране созданы новые виды изотонических напитков для спортсменов, предназначенных для восстановления водно-солевого баланса людей, ведущих активный образ жизни, во время и после тренировок, повышения выносливости, улучшения общего состояния организма.

Разработана технология производства квасов брожения, в т. ч. обогащенных микроэлементами.

**Молоко и молочные продукты.** Создана и функционирует единственная в РБ Централизованная отраслевая коллекция промышленных микроорганизмов, содержащая более 2000 штаммов молочнокислых и пробиотических культур, на основе которых создаются и изготавливаются бактериальные концентраты и закваски.

Специалистами Центра созданы импортозамещающие технологии производства элитных ферментативных сыров — элитного твердого сычужного сыра с высокой температурой второго нагревания «Тызенгауз»; новых видов сыров голландской и российской группы «Сыр «Голландский Элитный» и «Сыр «Российский Элитный» с длительными сроками созревания и хранения; отечественных сыров с голубой плесенью «Рокфорти» (типа «Рокфор»), сыра с чеддеризацией сырной массы и созреванием — «ЧеддерБел».

Разработан высокожирный молочный продукт «сливки пастеризованные «пластические», биопродукты кисломолочные, продукты для всех возрастных групп, молоко сгущенное с наполнителями, сухие молочные концентраты, заменители цельного молока.

Разработаны технологии концентратов бактериальных сухих для производства сыров, замороженных концентратов пробиотических культур.

Разработана и освоена технология производства отечественного поливидового бакконцентрата на основе пропионовокислых бактерий и нового вида сыра «Масдамер» с его использованием, опытные партии сыра произведены на ОАО «Поставский молочный завод».

**Мясо и мясные продукты.** Впервые в республике создана импортозамещающая современная технология производства нового спектра продуктов на мясной основе для профилактики сахарного диабета. Разработаны новые виды безглютеновых мясных изделий. Технология внедрена на ОАО «Витебский мясокомбинат», ОАО «Ошмянский мясокомбинат» и ОАО «Бобруйский мясокомбинат».

Разработаны технологии производства мясных продуктов, обогащенных фолиевой кислотой, копченые мясные изделия, изделия колбасные вареные, сырокопченые и сыровяленые, зельцы, паштеты, продукты из мяса птицы, полуфабрикаты из говядины, свинины, пицца замороженная, полуфабрикаты из теста с начинкой, фарши мясные, консервы для функционального питания.

**Хлебопродукты.** Разработан ассортимент хлебцев экструзионных из муки различных злаковых культур, в т. ч. с начинками — «Полоцкие», «Богуславские». Организовано производство новых видов хлебов по новой технологии с использованием кефирной закваски на кефирных грибках, более длительные сроки хранения (до 6 суток). На хлебопекарных предприятиях республики вырабатываются хлебобулочные изделия, обогащенные фолиевой кислотой.

Освоен новый вид заварного хлеба «Колосовский», изготавливаемый по ускоренной технологии без использования традиционной закваски.

Заслуживают интереса хлебобулочные изделия для питания детей школьного возраста (ватрушка «Восторг», булочка детская с корицей, рожок «Вундеркинд»).

Разработана и внедрена технология новых видов снеков на основе продуктов экструзии злаковых культур.

Разработаны новые виды хлеба высокой пищевой и биологической ценности из цельного зерна пшеницы и ржи, минуя операции его переработки в муку; хлебобулочные и кондитерские изделия для людей пожилого возраста, обогащенные минеральными веществами, витаминами и биофлавоноидами.

Разработана технология кофейных напитков, предназначенных для поддержания и нормализации состояния здоровья людей пожилого возраста, обогащенные хлебобулочные и мучные кондитерские изделия для коррекции структуры питания школьников.

**Детское питание.** Благодаря научным достижениям Центра по продовольствию решено большинство вопросов по питанию детей до 3-х летнего возраста, представленного в настоящее время на «детских» прилавках республики. За последние 6 лет производство сухих детских смесей возросло в 1,9 раза, жидких и пастообразных молочных продуктов в 2,5 раза, продуктов для детского питания на мясной основе на 9 %.

Стоит отметить разработку детского питания профилактического назначения, способствующего нормализации нервных процессов в организме ребенка, внедренную на ОАО «Витебский плодоовощной комбинат».

Впервые в республике разработаны и внедрены на ОАО «Малоритский консервно-овощесушильный комбинат» 15 видов детских консервов с фруктозой.

С целью расширения отечественного ассортимента детского питания и снижения импорта созданы овоще-мясные и овоще-рыбные консервы для детей раннего возраста, которые разработаны с учетом потребности ребенка в основных пищевых нутриентах.

Новыми разработками являются крупноизмельченные консервы, сухой молочный продукт для детей с лактазной недостаточностью, биопродукты «Цветик-семицветик» для детского питания на основе сухого молочного продукта «Беллакт 2» (ЧУП «Мозырские молочные продукты»), йогурт для детского питания «Заюшка» для питания детей от года и старше (РУП «Институт мясо-молочной промышленности»), пасты творожные, мясные консервы и полуфабрикаты, мясные консервы с пониженным содержанием фенилаланина, овоще-рыбные консервы для детей раннего возраста.

**Функциональные продукты.** Обеспечена разработка многообразных отечественных высококачественных видов продовольствия и продуктов питания функционального, профилактического, оздоровительного и специального назначения, в том числе и для детей больных целиакией и фенилкетонурией, отвечающих мировым стандартам качества, безопасности и конкурентоспособности: продукты на плодоовощной основе, обладающие антиоксидантным действием; консервы плодоовощные для беременных женщин, обогащенные железом и витамином С; функциональное питание для людей пожилого возраста: консервы с лактулозой, биопродукты кисломолочные, кулинарные изделия с мясными начинками, масложировые продукты, безалкогольные напитки, хлебобулочные и кондитерские изделия.

Разработан широкий ассортимент кондитерских изделий профилактического и функционального назначения (шоколад, карамель, мучные кондитерские изделия, конфеты, мармелад) — для больных сахарным диабетом на основе фруктозы и изомальта, кондитерские изделия и пищевые концентраты для детей дошкольного и школьного возраста, обогащенные витаминами и минеральными веществами в соответствии с возрастными физиологическими потребностями детей, безглютеновые кондитерские изделия и пищевые концентраты; продукты для больных сахарным диабетом; функциональные безалкогольные напитки — тонизирующие, энерготоники, спортивные и мн. др.

Для обеспечения различных групп населения адаптированным питанием, способствующим улучшению здоровья и снижению заболеваемости и дальнейшего расширения ассортимента продуктов функционального назначения, разрабатывается совместно с российскими научно-исследовательскими институтами научно-техническая программа Союзного государства «Функциональное питание», в рамках которой будут разработаны и внедрены новейшие технологии по выпуску специализированной и обогащенной пищевой продукции, создана конкурентоспособная специализированная и обогащенная пищевая продукция широкого спектра действия.

**Система контроля качества пищевых продуктов.** Особое внимание уделено повышению качества и конкурентоспособности пищевых продуктов. На базе Центра созданы и успешно работают: Национальный технический комитет по стандартизации пищевой продукции, Республиканский контрольный испытательный комплекс, сеть Центральные дегустационных комиссий, система сертификации — которые обеспечивают разработку стандартов, контроль качества сырья и конкурентоспособных продуктов питания, сертификацию производств.

**Оборудование.** Отдельную позицию в работе Центра по продовольствию занимает разработка и изготовление оборудования для пищевой промышленности (в том числе импортозамещающего). Специалистами Центра разработана документация на более чем 20 комплексов технологического оборудования, а также широкую гамму моечных, резательных машин, установок для переработки барды, молочной сыворотки, пивной дробины и др.

Разработана и внедрена технология комбинированной сушки пищевого сырья с использованием СВЧ-излучения с модернизацией существующего сушильного оборудования, проведен шефмонтаж и наладка оборудования на предприятии-пользователе — ОАО «Лидапищеконцентраты».

В рамках международного сотрудничества реализован комплекс мероприятий **Научно-технической программы Союзного государства «Отходы»** и созданы ресурсосберегающая технология, позволяющая сократить выход послеспиртовой барды; технология переработки послеспиртовой барды, обеспечивающая получение белковых и белково-углеводных кормовых продуктов, а также дрожжевого кормового концентрата; технология двухступенчатого осветления послеспиртовой барды на основе разработанных отечественных сепараторов; технология очистки дурнопахнущих вентвыбросов при производстве сухих животных кормов из отходов продуктов убоя и кости; ресурсосберегающая технология, обеспечивающая эффективную переработку отходов пивоваренного, солодовенного и картофелеперерабатывающего производств. В рамках каждого мероприятия разработана необходимая конструкторская документация, изготовлено отечественное оборудование и осуществлен авторский надзор за установлением разработанных машин в производственных условиях предприятий республики.

На ближайшую перспективу Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию берет на себя обязательства построить цех по производству «замороженных» бакконцентратов, что позволит сократить оставшиеся 70 % импорта для молокоперерабатывающей отрасли; расширить коллекцию штаммов бифидобактерий на основе международной кооперации; продолжить работу по усилению роли Республиканского контрольно-испытательного комплекса, по контролю качества продукции (зарубежная аккредитация, внедрение единых нормативов и методик оценки качества); расширить связь с научными международными центрами по продовольствию; а также активно продолжить работу по освоению новых технологий и видов продукции.

Только в 2013 году по научным разработкам сотрудников Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по продовольствию произведено продукции на 658 млрд рублей и уплачено налогов в бюджет государства 7,3 млрд рублей.

Сегодня Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию может предложить как отечественным, так и зарубежным предприятиям и организациям самый широкий спектр услуг по разработке новых видов продукции, технологий и оборудования, системы контроля качества пищевых продуктов и внедрению новых разработок во всех отраслях пищевой промышленности.

*Рукопись статьи поступила в редакцию 05.02.2014*

**Z. V. Lovkis**

### **ABOUT SCIENTIFIC SUPPORT OF FOOD AND PROCESSING INDUSTRY DEVELOPMENT IN THE REPUBLIC OF BELARUS**

The article presents the results of the research and practical center, concerning elaboration of new food technologies and food products: canned products, potato products, meat and dairy products, confectionery, etc. The work on the elaboration of children and functional food is actively conducted.

Special attention in the Center is paid to improving the quality and competitiveness of food products. The system of quality control of food products operates successfully.

The results of a complex of scientific and technical activities of the program «Waste» are given below.

УДК 633.1: 663.478

*В статье проанализированы технологические и физические показатели (натура зерна, абсолютная масса, энергия и способность прорастания) и химический состав (содержание белка, крахмала, аминного азота, витаминов, полифенольных веществ) новых сортов зернового сырья белорусской селекции и проведена оценка его пригодности для производства солода. Установлено, что на изменение содержания биологически активных веществ в исследуемом зерне оказывают влияние вид, сортовые особенности злаков и климатические условия произрастания. Определены новые сорта белорусской селекции, наиболее подходящие для производства полисолодовых экстрактов.*

### **ОЦЕНКА ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ КАК ОСНОВЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИСОЛОДОВЫХ ЭКСТРАКТОВ**

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

*Е. М. Моргунова, кандидат технических наук, заместитель генерального директора по стандартизации и качеству продуктов питания, доцент*

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

*С. Л. Масанский, кандидат технических наук, профессор кафедры товароведения и организации торговли;  
М. Л. Микулинич, аспирант;  
К. М. Ахраменко, А. В. Ермакович, студенты*

Сегодня на рынке Республики Беларусь имеются продукты, содержащие пищевые добавки, как натурального, так и синтетического происхождения, однако такие добавки не делают про-

дукты полезнее. В связи с этим актуальны исследования, направленные на создание натуральных основ, не содержащих искусственных пищевых добавок и обогащенных активными веществами эндогенного происхождения. К таким натуральным компонентам можно отнести полисолодовые зерновые экстракты, в которых уникально сбалансированы легкоусвояемые углеводы, белковые вещества, минеральные вещества, полифенолы, водорастворимые витамины и витаминоподобные вещества, фитогормоны и разнообразные ферментные системы [1-3].

Основным сырьем для производства полисолодового экстракта является солод различных злаковых культур (ячмень, пшеница, овес и др.) в разных комбинациях в зависимости от назначения получаемого экстракта [1].

В последние годы в Республике Беларусь селекционирован ряд новых высокопродуктивных сортов зернового сырья, адаптированных к природно-климатическим условиям нашей страны. Однако технологическое изучение новых зерновых культур проведено недостаточно полно. В этой связи большой научный и практический интерес представляет изучение свойств новых сортов зернового сырья белорусской селекции, в частности, как основы для производства полисолодовых экстрактов. В задачи исследования входило изучение технологических, физических и химических показателей новых видов зернового сырья.

Для получения полисолодовых экстрактов в качестве исходного сырья были отобраны новые сорта зернового сырья, районированные в Республике Беларусь (Могилевской (Мг) и Минской (Мн) областей).

Для оценки пригодности различных сортов ячменя (Фэст, Стратус, Бровар, Радзимич, Магутны, Батька), пшеницы (Леана, Любава, Сударыня, Ласка, Сабина, Элегия, Канвеер), ржи (Пралеска, Зазерская 3), овса (Гоша, Королек, Факс, Лидия, Фристайл, Дебют), тритикале (Узор, Садко, Эра, Руно) с целью получения из них солодов определялись технологические, физические показатели и химический состав, согласно методик, принятых в технохимическом контроле пивоваренного производства [4].

Сумму полифенольных соединений определяли объемным методом Левенталя [5], витамины В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> — флюорометрическим [5], содержание β-каротина — колориметрическим методом [5]. Азотистые вещества определяли по методу Кьельдаля по ГОСТ 29294-92, аминный азот — медным способом [5], крахмал — методом Эверса [4].

В табл. представлены результаты по изучению технологических (энергия и способность прораствания) и физических (натура, масса 1000 зерен) свойств зерна, как основных показателей, определяющих возможность использования выбранных образцов зерна для получения из них полисолодовых экстрактов повышенной пищевой и биологической ценности.

Согласно [7-8], лучшим считается зерно с натурой 680–750 г/дм<sup>3</sup>, что свидетельствует о его хорошем развитии и высоком содержании крахмала. Зерно с высоким значением натуры обеспечивает увеличение выхода готовой продукции.

Из данных, представленных в табл., следует, что наибольшая натура была отмечена для ячменя сорта Фэст и составила 715 г/дм<sup>3</sup>, для пшеницы сортов Сударыня и Элегия — 808 г/дм<sup>3</sup> и 800 г/дм<sup>3</sup>, для овса голозерного сорта Королек — 686 г/дм<sup>3</sup>, для овса пленчатого сорта Лидия — 574 г/дм<sup>3</sup>, для ржи сорта Зазерская 3 — 700 г/дм<sup>3</sup>, для тритикале сортов Узор и Эра — 715 г/дм<sup>3</sup> и 696 г/дм<sup>3</sup>. Такая разница обусловлена видом, сортовыми особенностями, климатическими условиями и химическим составом сырья [6].

Масса 1000 зерен исследуемых сортов, в зависимости от вида злака и сорта, колеблется в широких пределах и составляет 26-52 г. Наиболее крупное и выполненное зерно ячменя сортов Фэст, Бровар — 52 г и 44 г; пшеницы сортов Элегия, Канвеер — 46 г и 49 г; овса голозерного сорта Гоша — 32 г; овса пленчатого сорта Факс — 40 г; ржи сорта Зазерская 3 — 52 г; тритикале сорта Садко — 46 г.

Зерно с большей абсолютной массой имеет лучшие технологические свойства — больший выход готовой продукции. Для ячменя, овса, ржи, тритикале наблюдается прямая зависимость

между натурой и абсолютной массой: чем больше натура, тем больше масса 1000 зерен, однако для овса голозерного сорта Гоша и Королек зависимость обратная, это обусловлено более крупными размерами зерна овса сорта Гоша.

Наименование сырья	Область произрастания	Наименование показателей					
		Натура зерна, г/дм <sup>3</sup>	Масса 1000 зерен, г	Энергия прораствания, % (Э <sub>прор.</sub> )	Способность прораствания, % (П)	ΔЭ <sub>прор.</sub> -П, % (не более 2 %)	Откл. от нормы, % (не менее 92 %)
Содержание в зерне							
<b>Ячмень</b>							
Радзіміч	Мн	700,0	50,0	55,6	80,0	24,4	-12,0
Фэст	Мн	715,0	52,0	96,4	97,0	0,6	+5,0
Магутны	Мн	687,0	48,0	83,6	87,2	3,6	-4,8
Стратус	Мг	700,0	51,0	90,4	92,3	1,9	+0,3
Батька	Мг	700,0	52,0	93,4	95,6	2,2	+3,6
Бровар	Мг	620,0	44,0	94,5	98,6	4,1	+4,6
<b>Пшеница</b>							
Леана	Мн	772,0	34,0	96,8	97,0	0,2	+5,0
Любава	Мн	765,0	42,0	90,4	93,2	2,8	+1,2
Сударыня	Мн	808,0	42,0	98,4	99,0	0,6	+7,0
Ласка	Мг	755,0	35,0	90,1	92,3	2,2	+0,3
Сабина	Мг	750,0	37,0	96,5	98,9	2,4	+6,9
Элегия	Мн	800,0	46,0	92,8	94,6	1,8	+2,6
Канвеер	Мг	760,0	49,0	97,6	98,2	0,6	+6,2
<b>Овес</b>							
Гоша	Мн	671,0	32,0	92,6	92,8	0,2	+0,8
Королек	Мн	686,0	26,0	91,8	93,0	1,2	+1,0
Гоша	Мг	600,0	29,0	93,6	95,4	1,8	+3,4
Фристайл	Мн	539,0	36,0	51,4	83,6	32,2	-8,4
Факс	Мн	570,0	40,0	53,4	85,2	31,8	-6,8
Лидия	Мн	574,0	36,0	10,0	52,4	42,4	-39,6
Дебют	Мг	525,0	38,0	15,4	37,6	22,2	-54,4
<b>Рожь</b>							
Пралеска	Мн	633,0	42,0	87,8	90,4	2,6	+2,6
Зазерская 3	Мн	700,0	52,0	97,4	98,0	1,4	+6,0
Пралеска	Мг	688,0	48,0	85,4	92,2	6,8	+0,2
<b>Тритикале</b>							
Узор	Мн	715,0	42,0	92,6	93,4	0,8	+1,4
Садко	Мн	707,0	46,0	84,0	92,4	8,4	+0,4
Узор	Мг	637,0	37,0	87,8	90,8	3,0	+1,2
Эра	Мн	696,0	44,0	92,2	94,0	1,8	+2,0
Руно	Мн	661,0	42,0	94,4	96,0	1,6	+4,0
Эра	Мг	675,0	41,0	87,8	92,6	4,8	+0,6

Прорастаемость всех зерновых культур, применяемых в производстве солода, должна быть не менее 92 % [8], так как только при такой прорастаемости может быть получен солод с высокой активностью ферментов, что в дальнейшем обеспечит полноценный состав готового экстракта.

Анализ данных рис. 1, показал, что практически все изученные виды зернового сырья пригодны для производства солода, за исключением овса пленчатого, так как для данной культуры необходимы более высокие температуры солодоращения (корешки и зародышевые листки наклеиваются только на 4–5 сутки проращивания), что экономически не целесообразно. Аналогичная ситуация для ячменя сортов Радзимич и Магутны. Голозерные же культуры (пшеница, овес, рожь, тритикале) достигали пика (способность к проращению зёрен 92 %) уже на 3-и сутки процесса солодоращения.

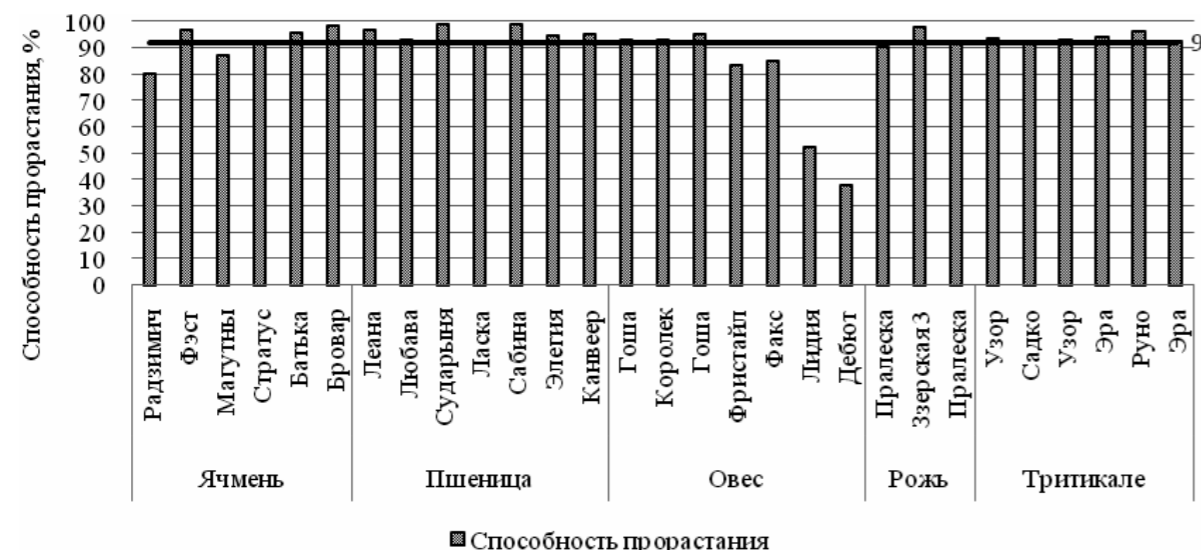


Рис. 1. Способность проращения зернового сырья белорусской селекции

Согласно [8], сведения по способности проращения без данных по энергии проращения теряют свое значение, так как важна разница между этими показателями, которая не должна превышать 2 %. Большая разница между энергией и способностью проращения зерна приводит не только к снижению качественных характеристик получаемого из него солода, но и способствует появлению плесени на непроросших зернах, которая будет служить источником контаминации здоровых зерен.

Анализируя данные рис. 1, установлено, что наибольшая разница между энергией и способностью проращения была отмечена для образцов тритикале сорта Садко, ячменя сорта Радзимич и овса сортов Фристайл, Факс, Лидия, Дебют (см. табл.).

Таким образом, по энергии и способности проращения среди отобранного зернового сырья можно выделить следующие сорта: ячмень сортов Фэст, Бровар и Батька; пшеницу сортов Леана, Сабина, Сударыня, Элегия, Канвеер; овес голозерный сортов Гоша и Королек; рожь сортов Пралеска и Ззерская 3, тритикале сортов Эра, Узор и Руно.

На рис. 2 представлены данные по изучению экстрактивности зерна, зависящей в основном от количества крахмала, который является главной составной частью эндосперма зерна. Чем выше экстрактивность зерна, тем больше перейдет при затирании питательных веществ в сусло, что соответственно увеличит выход продукции.

Согласно [6–8], количество экстрактивных веществ в зерне колеблется от 65 до 85 %. Лучшие производственные результаты отмечены при экстрактивности не менее 75 %.

Для изученных образцов экстрактивность в зерне варьировалась от 61,4 до 82,9 %. Наибольшая экстрактивность была отмечена для ячменя сорта Фэст и составила 82,9 %; для пшеницы сорта Сударыня — 82,6 %; для овса голозерного сорта Гоша — 76,6 %; для ржи сорта Ззерская 3 — 81,5 %; для тритикале сортов Руно и Узор — 80,6 и 80,0 % соответственно.

Содержание крахмала в зерне изменяется от 21 до 76 % [6–8]. Повышение содержания крахмала влечет за собой увеличение количества экстрактивных веществ. Содержание крахмала в зерновом сырье для получения из него солода должно быть не менее 60 % на сухое вещество.

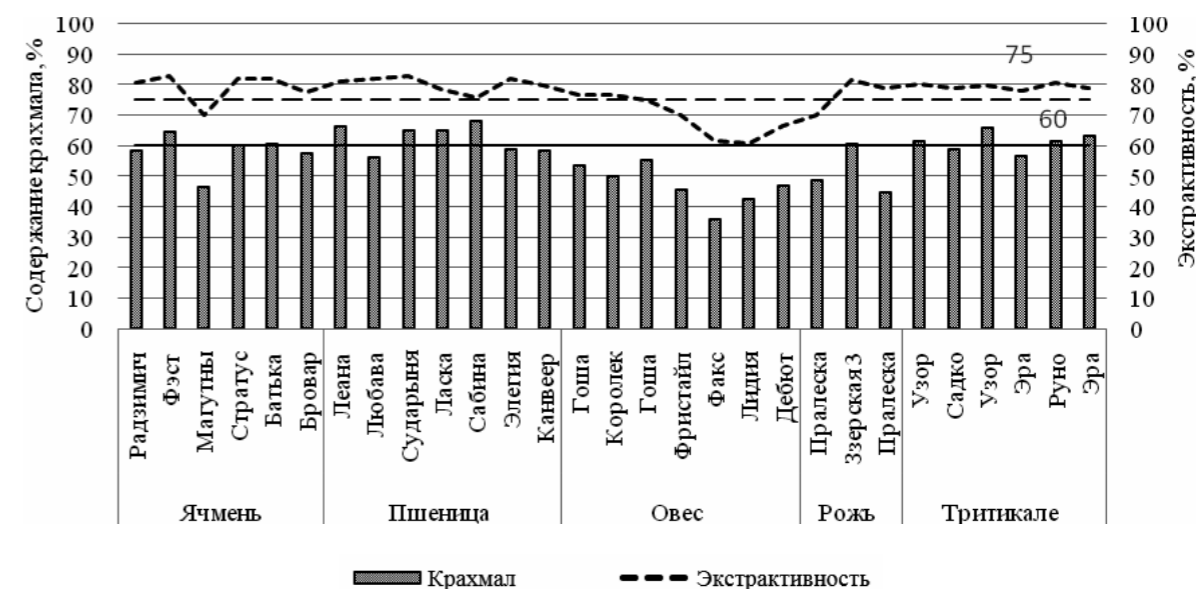


Рис. 2. Содержание крахмала и значение показателя экстрактивности в зерновом сырье белорусской селекции

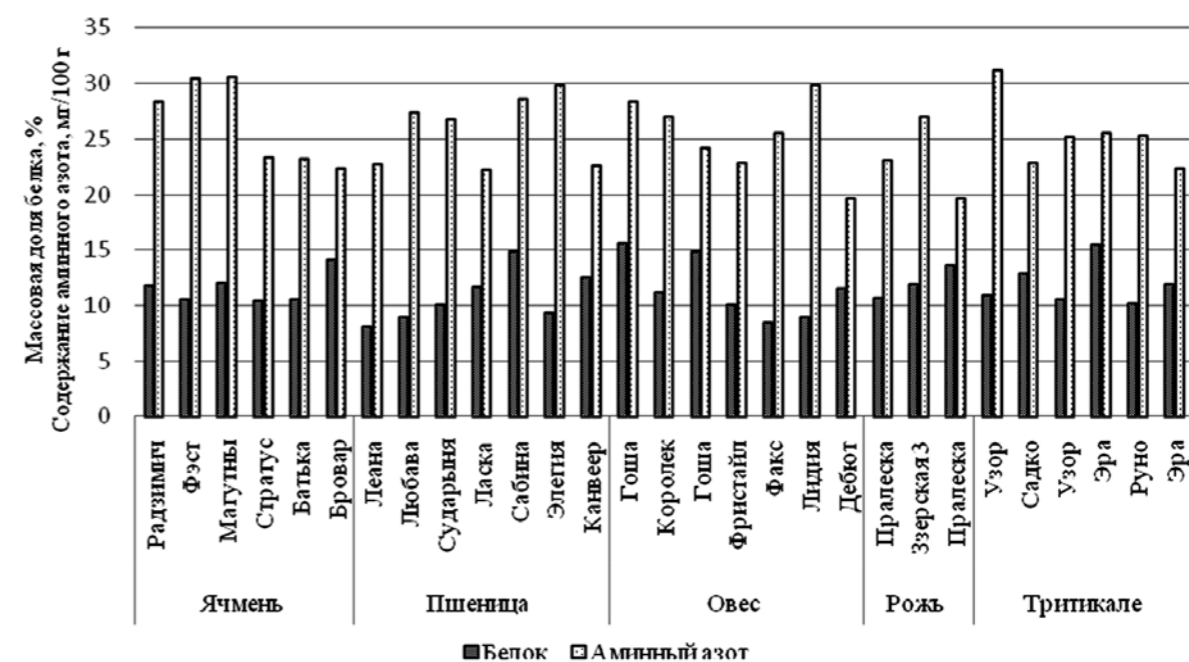


Рис. 3. Динамика изменения белка и аминокислотного азота в зерновом сырье белорусской селекции

Из данных, представленных на рис. 2, видно, что наибольшее количество крахмала содержится в образцах ячменя сортов Фэст, Стратус, Батка и составляет 64,1; 60,0 и 60,5 % соответственно, пшеницы сортов Леана, Сабина, Сударыня, Ласка — 66,2; 68,0; 64,5 и 64,4 % соответственно, овса голозерного сорта Гоша и составляет 54,8 %, ржи сорта Зазерская 3 — 60,3 %, тритикале сортов Узор, Эра — 65,8 % и 73,0 % соответственно.

Содержание белковых веществ в зерне определяет биологическую полноценность и пищевое достоинство зерна. Согласно [6-8], его количество в зерне колеблется от 7,0 до 26,0 %.

Анализируя данные рис. 3, установлено, что наиболее богат белком ячмень сортов Радзимич, Магутны и Бровар (11,8; 12,0; 14,1 % соответственно), пшеница сортов Ласка, Сабина и Канвеер (11,6; 15,1; 12,5 % соответственно), овес голозерный сортов Гоша и Королек (15,6; 11,2 % соответственно), рожь сорта Пралеска (13,6 %), тритикале сортов Садко, Узор и Эра (12,9; 10,9; 15,5 % соответственно).

Известно [8], что при проращивании количество аминного азота увеличивается, что свидетельствует о растворении солода и высокой активности протеолитических ферментов, кроме этого, аминный азот является источником питания дрожжей при брожении, поэтому количественное содержание его в зерновом сырье важно.

Наибольшее количество аминного азота содержится в ячмене сортов Радзимич, Фэст, Магутны и составляет 28,4; 30,5 и 30,4 мг/100 г, пшенице сортов Любава, Сударыня, Сабина — 27,4; 26,8 и 28,6 мг/100 г; овсе голозерном сорта Гоша — 28,4 мг/100 г, овсе пленчатом сорта Лидия — 29,8 мг/100 г; ржи сорта Зазерская 3 — 27,0 мг/100 г; тритикале сортов Узор, Эра — 31,2 и 22,8 мг/100 г соответственно.

Таким образом, перспективными по содержанию крахмала, белковых веществ и экстрактивности среди изученных видов злаковых культур являются ячмень сорта Фэст, пшеница сортов Сабина, Сударыня, Леана, овес сорта Гоша, рожь сорта Зазерская 3, тритикале сорта Узор.

Особое внимание заслуживает изучение антиоксидантных свойств зернового сырья, которые обусловлены наличием полифенолов, каротиноидов, витаминов и др. биологически активных веществ. Антиоксиданты являются веществами, которые ингибируют свободнорадикальные процессы и предотвращают окисление других веществ, что, в свою очередь, восстанавливает активность ферментов антиоксидантной защиты организма.

На рис. 4 представлены результаты по изучению содержания полифенольных веществ в зерне, которые способствуют выведению из организма ионов тяжелых металлов и нормализации углеводно-фосфатного обмена.

Содержание полифенольных веществ в рассматриваемом сырье различно и составляет 0,04-0,44 %. Наибольшее количество полифенолов содержится в образцах ячменя сортов Фэст, Бровар, Стратус (0,33; 0,34; 0,35 %), пшеницы сортов Сабина, Элегия (0,36; 0,38 %), овса голозерного сорта Королек (0,31 %), овса пленчатого сорта Дебют (0,4 %), ржи сорта Пралеска (0,25 %) и тритикале сортов Руно, Эра (0,38; 0,44 %). Такая разница обусловлена тем, что полифенолы сосредоточены главным образом в оболочке и эндосперме зерна.

Для поддержания жизненных процессов во время проращивания зернового сырья и процессов брожения солодового сула важнейшее значение имеют витамины, участвующие в продуцировании некоторых ферментов.

Согласно [6-8], содержание β — каротина в зерновом сырье варьируется от 0,01 до 0,33 мг/100 г; витамина В<sub>1</sub> — от 0,12 до 0,80 мг/100 г; витамина В<sub>2</sub> — от 0,10 до 0,37 мг/100 г. Данные по содержанию витаминов группы В в изучаемом зерновом сырье представлены на рис. 5.

Анализируя полученные результаты (рис. 5), установлено, что максимальное значение β — каротина отмечено у овса голозерного сорта Гоша и ржи сорта Пралеска и составляет 0,54 мг/100 г; витамина В<sub>1</sub> наибольшее количество содержат овес сорта Гоша, рожь сорта Зазерская 3 и тритикале сорта Руно — в пределах от 0,48 до 0,53 мг/100 г; витамина В<sub>2</sub> — рожь сорта Зазерская 3, тритикале сортов Руно и Эра от 0,25 до 0,34 мг/100 г.

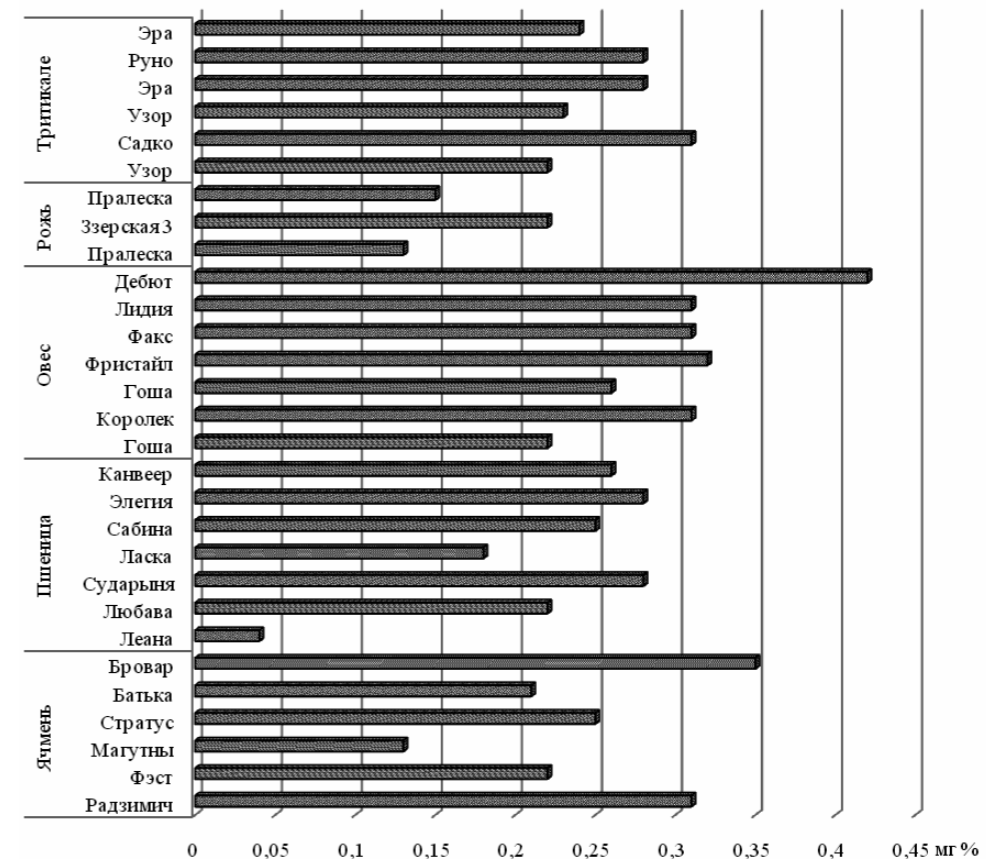


Рис. 4. Содержание полифенольных веществ в зерновом сырье белорусской селекции

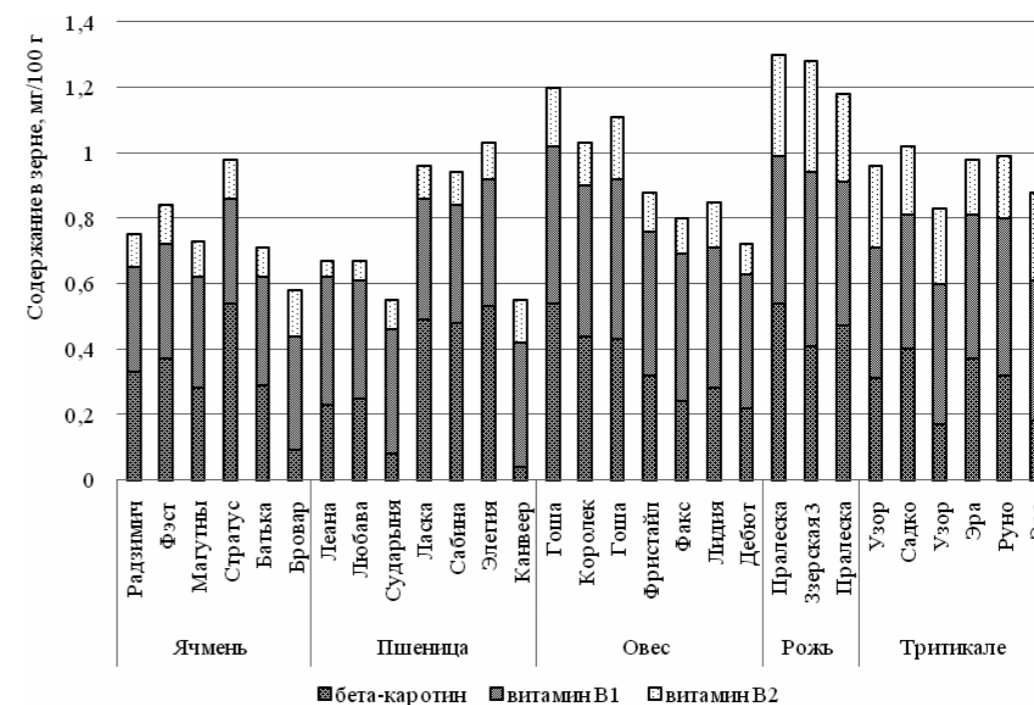


Рис. 5. Динамика изменения витаминов в зерновом сырье белорусской селекции



Изученное зерновое сырье по таким показателям как влажность, сорная и зерновая примесь соответствует требованиям нормативно-правовой документации на данные виды сырья.

Таким образом, в результате проведенных исследований изучены технологические (способность и энергия прорастания, содержание экстракта), физические (натура, абсолютная масса) показатели и химический состав (содержание белка, крахмала, полифенольных веществ, витаминов) новых сортов зернового сырья белорусской селекции.

Установлено, что на изменение содержания биологически активных веществ (полифенольных веществ, витаминов, углеводов) в исследуемом зерне оказывают влияние вид, сортовые особенности злаков, климатические условия произрастания.

Из исследуемых образцов для производства солода при получении полисолодовых экстрактов по технологическим (высокой способности прорастания, экстрактивности), физическим показателям (высокой натуры и абсолютной массы) и химическому составу (высокое содержание крахмала, витаминов) рекомендуются следующие злаки: ячмень сорта Фэст, пшеница сорта Сударыня, овес голозерный сорта Гоша, тритикале сорта Эра и рожь сорта Зазерская 3.

Комбинируя соотношение злаков в солодовом экстракте можно создать сбалансированный продукт по витаминному, белковому и углеводному составу.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Солодовые экстракты — натуральные компоненты здорового питания. [Электронный ресурс]. — 2011. — Режим доступа: <http://www.teddybeer.ru/> — Дата доступа: 08.11.2011.
2. Ларионова, И. Солодовые экстракты для пищевой и пивоваренной промышленности / Пищевая и перерабатывающая промышленность Казахстана, 2003. — № 4. — С. 50.
3. Микулинич, М. Л. Актуальность создания технологии получения полисолодовых экстрактов для пищевой промышленности / М. Л. Микулинич, Е. М. Моргунова // Техника и технология пищевых производств; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. — Могилев, 2012. — С. 48.
4. Мальцев, П. М. Химико-технологический контроль производства солода и пива / П. М. Мальцев [и др.]. — М.: Пищевая промышленность, 1976. — 447 с.
5. Ермаков, А. И. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков [и др.]. — 3-е изд., перераб. и доп. — Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд., 1987. — 430 с.
6. Казаков, Е. Д. Зерноведение с основами растениеводства. — 3-е изд., доп. и перераб. — М.: Колос, 1983. — 352 с.
7. Казаков, Е. Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов / Е. Д. Казаков, Г. П. Карпиленко. — СПб.: ГИОРД, 2005. — 512 с.
8. Нарцисс, Л. Пивоварение. Т.1. Технология солодоращения / Л. Нарцисс.— СПб.: Профессия, 2007. — 584 с.

*Рукопись статьи поступила в редакцию 03.03.2014*

**E. M. Morgunova, M. L. Mikulinich, S. L. Masansky,  
K. M. Akhramenko, A. V. Ermakovich**

### ASSESSMENT OF GRAIN RAW MATERIALS OF THE BELARUSIAN SELECTION AS BASES FOR PRODUCTION POLYMALT EXTRACTS

In the article technological and physical indicators (grain nature, absolute weight, energy and ability of germination) and a chemical composition (protein content, starch, aminny nitrogen, vitamins, polyphenolic substances) new grades of grain raw materials of the Belarusian selection were analysed and the assessment of its suitability for production of malt was carried out. It was established that the type and high-quality features of the grain have impact on the alteration of the content of biologically active

agents in studied grain. New grades of the Belarusian selection the most suitable for production of polymalt extracts were defined.

УДК 637.344

*В статье приведены исследования бродильной активности лактосбраживающих дрожжей в сывоточном сусле с пищевыми волокнами — апельсиновыми или яблочным пектином в клетчатке. По результатам исследований накопления биомассы лактосбраживающих дрожжей в различных сывоточных суслах повышенной вязкости обнаружено, что наибольший прирост дрожжей наблюдается в образцах ферментированных *Zygosaccharomyces lactis* 868-K — общее количество клеток составляет 67,80-70,50 млн/см<sup>3</sup> за 48 часов. Оптимальная температура ферментации (30-32 °С) установлена по показателям бродильной активности: содержания этилового спирта и диоксида углерода в сусле, общему количеству дрожжевых клеток. Полученные результаты исследований были использованы в технологиях ферментированных сывоточных напитков с повышенной вязкостью.*

### ИССЛЕДОВАНИЕ БРОДИЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЛАКТОСБРАЖИВАЮЩИХ ДРОЖЖЕЙ В СЫВОТОЧНОМ СУСЛЕ ПОВЫШЕННОЙ ВЯЗКОСТИ

**Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина**

*Е. В. Грек, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии молока  
и молочных продуктов;*

*Е. А. Красуля, ассистент кафедры технологии молока и молочных продуктов*

**Введение.** Рациональное использование сырьевых ресурсов в молочной промышленности служит одним из основных факторов повышения эффективности производства. Особую актуальность проблема переработки молочной сывотки приобретает в связи с значительными объемами производства сывотки в мире и недостаточным внедрением промышленных технологий с использованием вторичных молочных ресурсов. На основе реальных данных и прогноза по производству сывотки до 2019 года [1, 2] наблюдается устойчивый рост объемов примерно на 2 % каждый год (рис. 1).

При изготовлении сыров сычужных выход сывотки составляет 70-90 %, творога — 70-80 %, казеина — 75 %. В Украине перерабатывается около 50 % молочной сывотки, все остальное — утилизируется, при этом теряется ценное белково-углеводное сырье и углубляются экологические проблемы. Последнее связано с высокими значениями ХПК (химического потребления кислорода), которые составляют для кислой сывотки — 75 г/л, для депротеинизованной — 57 мг/л, кроме этого содержание органического азота в кислой сывотке составляет около 1,03 г/л [2-3]. Дополнительные затраты на очистные сооружения или транспортировку сывотки на специализированные заводы снижают экономические показатели предприятия в целом и соответственно замедляют ввод новых производственных мощностей [4-6].

Основные объемы молочной сывотки направлены главным образом на производство продукции, полученной путем сложных технологических процессов и специализированного оборудования. Однако, в связи с ростом производства молочно-белковых продуктов, сывотка остается сырьевым резервом с большим потенциалом. Мировое производство сывотки составляет в среднем 177 млн т в год, детализация котрого представлена на рис. 2.

Использование молочной сывотки в качестве водной среды при производстве напитков способствует обогащению биологическими компонентами, такими как  $\gamma$ -казеин,  $\beta$ -лактоглобулин, сывоточный альбумин, иммуноглобулин и протеозо-пептон, лактоза, глюкоза, галактоза, лактулоза, арабиноза, микроэлементы и ультрамикроэлементы, витамины (ретинол, то-

коферол, тиамин, рибофлавин, пиродоксин), молочный жир и др. При введении растительных ингредиентов можно регулировать выше указанный химический состав с повышением пищевой и биологической ценности напитка. В таких продуктах можно регулировать состав белков, жиров, витаминов, полиненасыщенных жирных кислот, минеральных веществ и других ценных компонентов. Энергетическая ценность молочной сыворотки несколько ниже, чем в обезжиренном молоке, а биологическая примерно такая же, что обуславливает ее использование для производства пищевых продуктов диетического назначения [6-9].

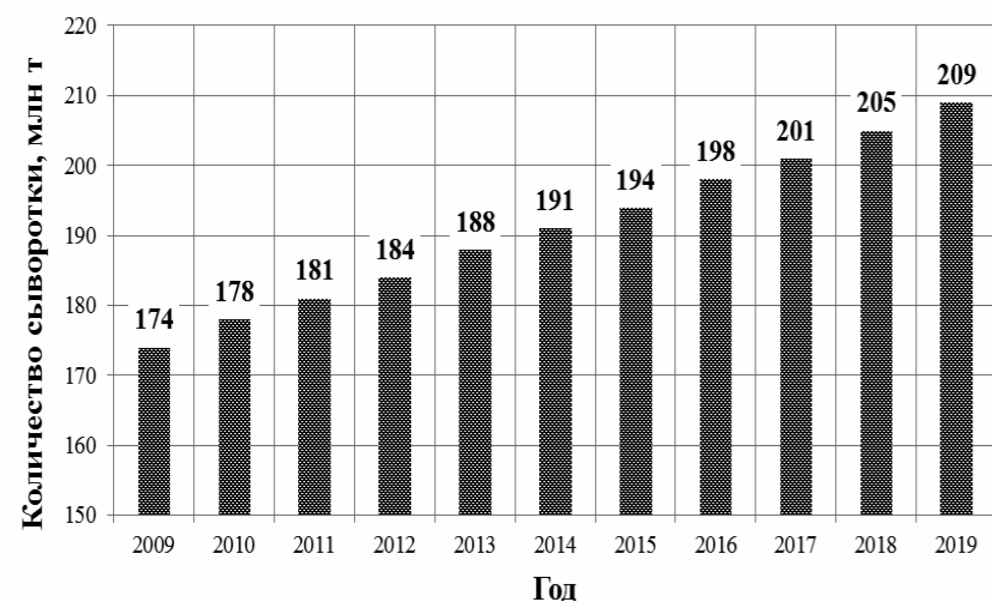


Рис. 1. Состояние и перспективы мирового производства сыворотки

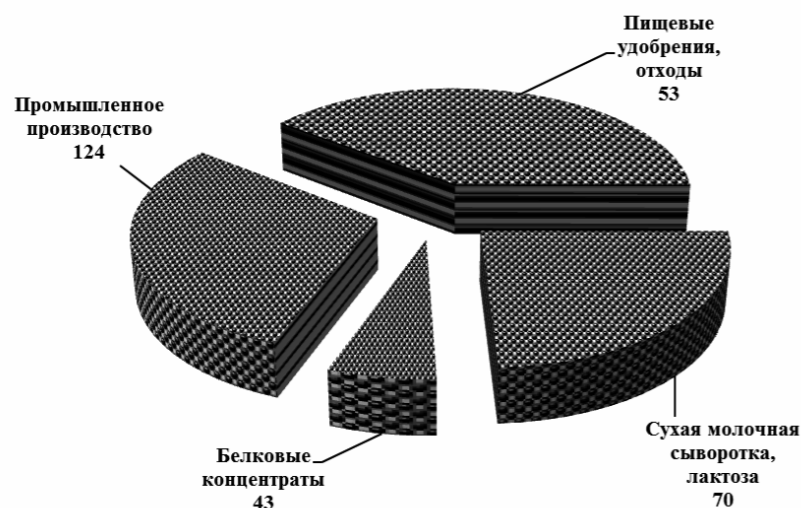


Рис. 2. Мировое производство сыворотки, млн т [7]

Одним из актуальных направлений переработки сыворотки является разработка технологии напитков повышенной вязкости, ассортимент которых ограничен. При производстве этих продуктов используются в основном желатин, агар, картофельный крахмал и другие вещества различного происхождения, имеющие высокую стоимость и не способствующие повышению пищевой ценности, только обеспечивая необходимые реологические показатели. Альтерна-

тивными растительными ингредиентами для регулирования консистенции могут служить сухие концентраты пищевых волокон фруктов: пектин в клетчатке яблочный (ТУ У 30335750.001-2000), апельсиновые ПВ Citri-Fi.

Пищевые волокна (ПВ) значительно влияют на минеральный, витаминный и другие виды обмена в организме людей и животных. Доказано, что они способны не только удерживать и выводить из организма вредные вещества, но и влиять на обмен липидов, нарушение которого является одной из причин ожирения [9].

На предприятиях пищевой промышленности Украины производят яблочный пектин в клетчатке, состоящий из пшеничных отрубей экструдированных (60 %), яблочного порошка и пектина (40 %). Апельсиновые ПВ Citri-Fi получены из клеточных тканей высушенной апельсиновой мякоти без использования химических реагентов с помощью механической обработки, а именно путем раскрытия и растворения структуры ячеек волокна. Последние, благодаря открытой и расширенной структуре звена способны связывать значительное количество воды и держать ее в течение всего времени производственного процесса и хранения продукта. По данным производителей (ООО «Джорджия») волокно обладает способностью поглощать 10,5-16,5 г воды/г сухого волокна. Апельсиновые ПВ по органолептическим показателям — порошок светло-кремового цвета с нейтральным вкусом и запахом. Кроме того, апельсиновые волокна также обладают структурообразующими, антиоксидантными свойствами и усиливают вкусовые ощущения.

Внесение вышеуказанных растительных ингредиентов в рецептуры сывороточных напитков, особенно ферментированных, способствует обогащению пищевыми волокнами, а также приданию полноты вкуса за счет повышения концентрации сухих веществ.

Целью работы является исследование бродильной активности различных рас лактосбраживающих дрожжей при ферментации сывороточного суслу повышенной вязкости.

Объект исследования — дрожжи *Zygosaccharomyces lactis* 868-K, *Kluveromyces lactis* 2452, *Saccharomyces lactis* 95, *Kluveromyces lactis* 469 из «Коллекции штаммов микроорганизмов и линий растений для пищевой и сельскохозяйственной биотехнологии» Института пищевой биотехнологии и геномики НАН Украины, а также суслу повышенной вязкости.

Питательную среду для сбраживания готовили на основе молочной сыворотки и концентратов ПВ (Citri-Fi, яблочного пектина в клетчатке), рациональное количество которых было определено в предыдущих исследованиях, для Citri-Fi — 0,3 %, для яблочного пектина в клетчатке — 2,0 %, при этом вязкость составила (2,64...2,68)  $10^{-3}$  Па·с.

Для исследований использовали нативную творожную сыворотку имеющую следующие показатели, %: массовая доля сухих веществ — 6,5; лактозы — 4,6; белка — 1,3; активная кислотность — pH 4,5. Сначала для приготовления суслу к растительным ингредиентам добавляли молочную сыворотку в соотношении 1:3,5 подогретую до температуры (30±2) °С и подвергали набуханию в течение 30-40 мин (в случае использования яблочного пектина в клетчатке). Далее к полученной смеси вносили другую часть сыворотки и перемешивали в течение 5-10 мин. Тепловую обработку проводили при температуре (95±1) °С без выдержки и охлаждали до (30±2) °С. В полученную смесь вносили лактосбраживающие дрожжи в количестве не менее 40 млн/см<sup>3</sup> суслу. Сбраживание проводили в течение 48 ч при температуре 30 °С согласно теоретическим сведениям [6]. Контроль — среда молочной сыворотки без добавления ПВ. Физиологическое состояние дрожжей оценивали по общему количеству дрожжевых клеток прямым подсчетом в камере Горяева. В процессе брожения контролировали количество выделенного диоксида углерода весовым методом. Сброженное суслу подвергали перегонке для определения в дистилляте массовой доли спирта по общепринятым методикам.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Результаты накопления биомассы лактосбраживающих дрожжей в различных сывороточных основах повышенной вязкости (без ПВ, с Citri-Fi или пектином в клетчатке яблочным) через 48 ч представлены в табл.

Тип сусла	Концентрация дрожжевых клеток, млн/см <sup>3</sup>			
	Zygosaccharo-mycetes lactis 868-K	Kluveromyces lactis 2452	Kluveromyces lactis 469	Saccharomyces lactis 95
Молочная сыворотка без ПВ (контроль)	70,50±2,12	48,20±1,45	68,90±2,07	55,30±1,66
Молочная сыворотка с Citri-Fi	68,40±2,05	45,90±1,38	66,80±2,00	54,80±1,64
Молочная сыворотка с яблочным пектином в клетчатке	67,80±2,03	42,90±1,29	62,80±1,88	49,60±1,49

Результаты исследования подтверждают, что дрожжевые клетки активнее развиваются в среде с сывороткой без ПВ. Очевидно данный эффект связан с усложнением процесса утилизации углеводов за счет присутствия балластных веществ пищевых волокон и ограничения доступа. При этом прирост дрожжевых клеток колеблется от 48,2±1,45 до 70,5±2,1 млн/см<sup>3</sup> сусла в зависимости от вида дрожжей. Так, в образце с Citri-Fi количество накопленных дрожжевых клеток ниже на 3-5 % по сравнению с контролем, что свидетельствует о незначительном подавлении развития дрожжевой биомассы концентратами ПВ. Наибольший прирост лактображивающих дрожжей в среде с повышенной вязкостью наблюдается в образцах ферментированных микроорганизмами Zygosaccharomyces lactis 868-K — общее количество дрожжевых клеток составляет 67,80-70,50 млн/см<sup>3</sup> сусла. Таким образом, ферментация сывороточного сусла с различными ПВ лактображивающими дрожжами замедляет процесс брожения незначительно, а именно для сусла с Citri-Fi — на 3-5 %, с яблочным пектином в клетчатке — на 5-10 %, что необходимо при определении рациональных режимов брожения при производстве ферментированных сывороточных напитков.

Был уточнен температурный диапазон ферментации сывороточных сусл с различными ПВ в зависимости от накопления биомассы дрожжей Zygosaccharomyces lactis 868-K, количества выделенного диоксида углерода и этилового спирта. Зависимость накопления биомассы дрожжей Zygosaccharomyces lactis 868-K от температуры брожения в сусле с и без ПВ представлено на рис. 3.

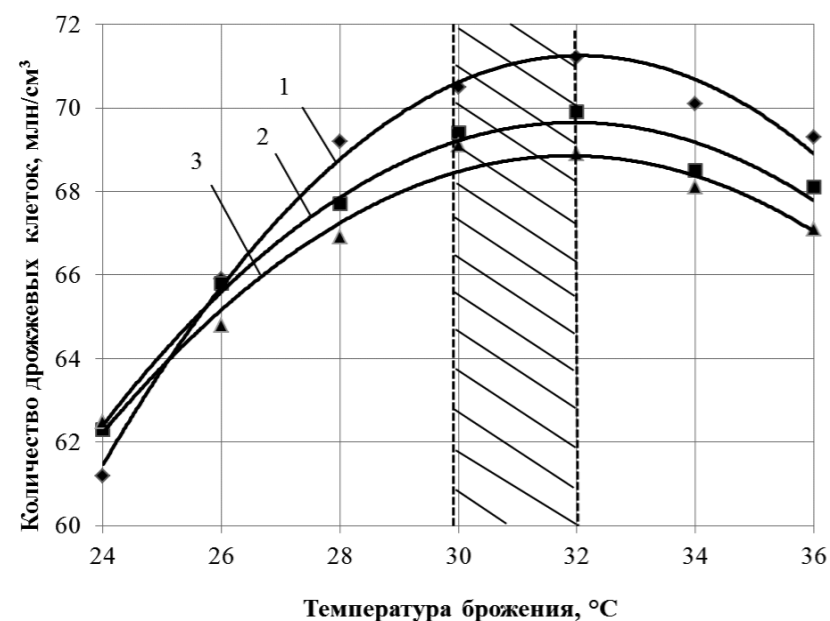


Рис. 3. Зависимость накопления биомассы дрожжей Zygosaccharomyces lactis 868-K в сусле без ПВ (1), с Citri-Fi (2), с яблочным пектином в клетчатке (3) от температуры брожения

Как видно из рис. 3, для исследуемой расы дрожжей оптимальная температура культивирования составляет 30-32 °C, при которой наблюдается максимальное накопление дрожжевых клеток — 62,6-71,2 млн/см<sup>3</sup>. С дальнейшим повышением или понижением температуры количество дрожжевых клеток уменьшается, что объясняется снижением активности ферментов клеток.

Максимальная интенсивность роста дрожжей наблюдалась в образце без пищевых волокон (контроль) при температуре ферментации 32 °C и составила 71,2 млн/см<sup>3</sup>. Высокие качества питательной среды для лактображивающих дрожжей показал также субстрат сусла из молочной сыворотки и пищевых волокон Citri-Fi, с количеством дрожжевой биомассы 69,9 млн/см<sup>3</sup> сусла при температуре 32 °C. Худший показатель имеет сусло с яблочным пектином в клетчатке — 68,9 млн/см<sup>3</sup>. Во всех образцах наблюдается аналогичная динамика накопления биомассы исследуемой расы дрожжей Zygosaccharomyces lactis 868-K.

Зависимость количества выделенного диоксида углерода и накопления этилового спирта в сусле без ПВ, с Citri-Fi, с яблочным пектином в клетчатке от температуры брожения представлена на рис. 4-5.

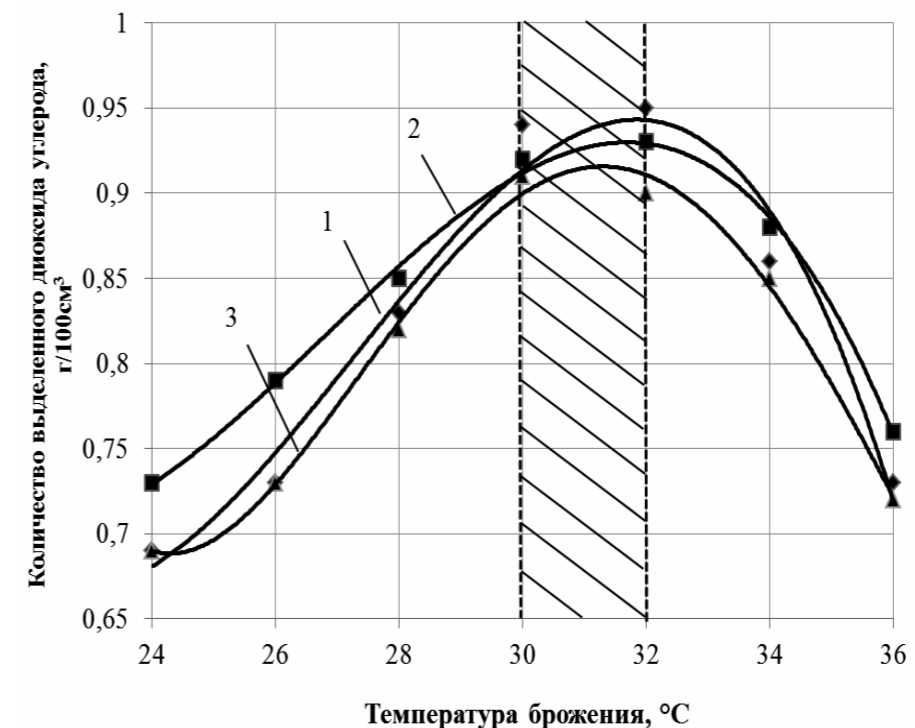


Рис. 4. Зависимость количества выделенного диоксида углерода при брожении сусла без ПВ (1), с Citri-Fi (2), с пектином в клетчатке яблочным (3) от температуры

Согласно результатам (рис. 4), количество накопленного диоксида углерода колеблется от 0,69 до 0,93 г/100 см<sup>3</sup> сусла. Наибольший показатель наблюдался при температуре 30-32 °C и составлял 0,84-0,95 г/100 см<sup>3</sup> среды. С повышением или понижением температуры дрожжи существенно уменьшали свою активность и, в результате чего, количество выделенного диоксида углерода на порядок уменьшалось. Содержание этилового спирта во всех образцах находилось в интервале от 0,32 до 1,02 об. %. Максимальное количество спирта накопилось при температуре 32 °C в сусле без ПВ (1,02 об. %). Присутствие ПВ различного происхождения в сусле приводит к снижению активности дрожжей, и, как результат, уменьшению количества этилового спирта. Меньше всего накопилось спирта в сывороточных сусле с яблочным пектином в клетчатке — 0,32 об. %, больше с апельсиновыми ПВ — 0,9 об. % (при одинаковых условиях брожения). Так как, согласно требованиям нормативной документации на напитки безалкого-

гольные [10] допускается количество этилового спирта в продукте не более 1,2 % об, полученные суслу могут быть основой для ферментированных напитков с повышенной вязкостью.

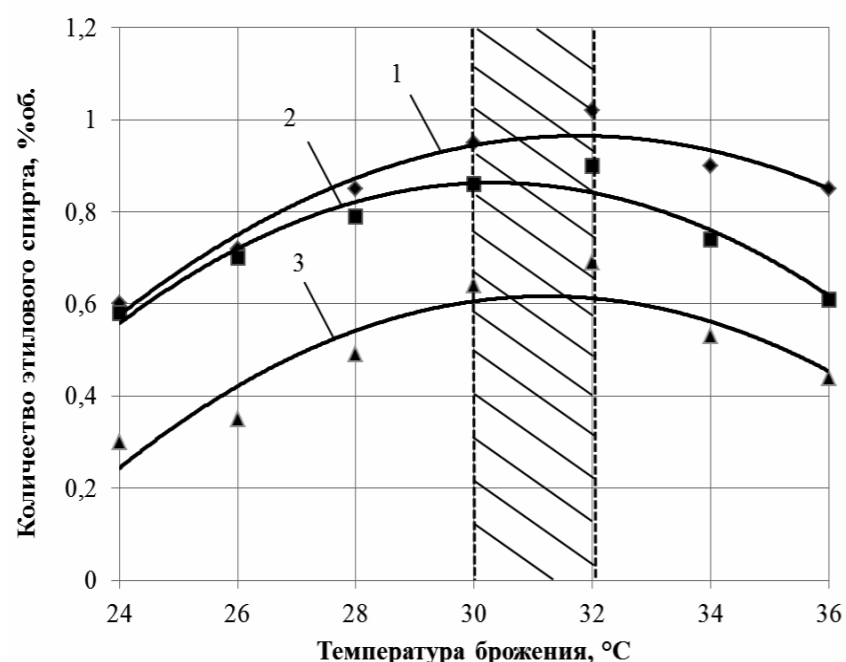


Рис. 5. Зависимость накопления этилового спирта при брожении суслу без ПВ (1), с Citri-Fi (2), с пектином в клетчатке яблочным (3) от температуры

**Заключение.** В процессе исследования доказана возможность использования лактобразивающих дрожжей для ферментации сывороточного суслу повышенной вязкости. Изучены основные закономерности размножения различных рас дрожжей в сывороточном сусле с пищевыми волокнами. Обнаружено, что микроорганизмы *Zygosaccharomyces lactis* 868-K являются наиболее эффективными для брожения при температуре 30-32 °C и максимально накапливают дрожжевую биомассу (количество клеток — 62,6-71,2 млн/см<sup>3</sup>). Полученные результаты были использованы при разработке технологии ферментированных сывороточных напитков с повышенной вязкостью.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. OECD-FAO Agricultural Outlook 2010-2019, Highlights, str. 83. Режим доступа: <http://www.agri-outlook.org/dataoecd/13/13/45438527.pdf>.
2. Klasnja, M. T. Osnovi procesa anaerobnog pre i avanja otpadnih voda prehrambene industrije i industrije pi a / M. T. Klasnja, M. B. Sciban // Acta Periodica Technologica, 2000. — Т. 31. — Р. 740-748.
3. Ahmed, S. G. Utilization whey in production of functional healthy beverage «Whey-mango Beverages» / Ahmed S. G., Wafaa H. Emam, Gamal F. Mohamed, Ahmed F. Sayd // American Journal of Food Technology, 2013. — Vol. 8, Issue 3. — Р. 133-148.
4. Петров, А. Н. Технологические аспекты использования сыворотки в технологии молочных продуктов / А. Н. Петров, А. Г. Галстян, Т. Л. Остроумова // Сборник материалов международного научно-практического семинара «Современные направления переработки сыворотки». М.: НОУ «Образовательный научно-технический центр молочной промышленности». — 2006. — С. 83-84.
5. Jelen, P. Whey processing. Utilization and Products / P. Jelen // Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition), 2011. — Р. 731-737.

6. Храмов, А. Г. Феномен молочной сыворотки / А. Г. Храмов // СПб.: Профессия. — Р. 2011. — 802 с.
7. Cui, S. W. Functional Properties of Dietary Fiber / S. W. Cui, S. Nie, K. T. Roberts // Comprehensive Biotechnology (Second Edition), 2011. — Vol. 4, — P. 517-525.
8. I. Jeličić, R. Napitci na bazi sirutke — nova generacija mliječnih proizvoda / I. Jeličić, R. Božanić, L.J. Tratnik // Mljekarstvo, 2008. — Т. 58. — P. 257-274.
9. Smithers, G. W. Whey and whey proteins — from «gutter-to-gold» / G. W. Smithers // International Dairy Journal, 2008. — Т. 18. — P. 695-704.
10. ДСТУ 4069:2002 «Напої безалкогольні. Загальні технічні умови».

Рукопись статьи поступила в редакцию 18.09.2013

E. V. Grek, E. A. Krasulia

#### RESEARCH OF FERMENTATION ACTIVITY OF LACTOSE-FERMENTATION YEAST IN WHEY WORT OF HIGH VISCOSITY

The article sets forth the studies of fermentation activity the lactose yeast of whey wort with dietary fibers — orange and apple pectin in the fiber. By result the studies accumulation of yeast biomass the lactose fermented yeast of different whey wort of high viscosity are set, for samples fermented yeast by *Zygosaccharomyces lactis* 868-K was found to be the most increase the yeast cell, total number is 70,50 mln/cm<sup>3</sup> for 48 hours. The optimum fermentation temperature (30-32 °C) is set in terms of fermentative activity: accumulation of ethanol and carbon dioxide, the total amount of yeast cells. These results were used in the technology of fermented whey drinks with high viscosity.

УДК 664.8

*Исследованы процессы, происходящие при замачивании и проращивании зерна пшеницы и тритикале. Для пророщенного зерна определены оптимальные параметры бланширования при изготовлении консервированных продуктов. Разработаны рецептуры и технологии блюд и кулинарных изделий из консервированного пророщенного зерна пшеницы и тритикале. Рассчитана энергетическая ценность готовых продуктов.*

#### ПРОДУКТЫ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ ИЗ ЗЕРНА И БЛЮДА НА ИХ ОСНОВЕ

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

М. Л. Зенькова, кандидат технических наук,  
доцент кафедры товароведения продовольственных товаров;  
М. Ю. Бойко, студент

Учреждение образования Могилевский государственный университет продовольствия, г. Могилёв, Республика Беларусь

О. В. Мацикова, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продукции общественного питания и мясопродуктов

Изучение традиционных способов переработки зерна в муку и крупу показало, что с образующимися при этом побочными продуктами — отрубями, мучкой и лузгой — теряется ряд биологически активных веществ. По мере прогресса технологий пища всё в большей степени рафинируется, очищается, что приводит к снижению пищевых волокон в ежедневных рационах

питания. Недостаток пищевых волокон в продуктах определил поиск путей их восполнения. Современные тенденции максимального использования всех анатомических частей зерновки в питании человека вызывают интерес к разработке готового к употреблению продукта на основе целого зерна. Целью данной работы является разработка технологии консервированных продуктов из пророщенного зерна пшеницы и тритикале, содержащих пищевые волокна до 3,6 %. При выполнении работы применялись следующие методы исследования: наблюдение, сравнение, счет, эксперимент и обобщение. Содержание основных питательных веществ определяли по следующим стандартным методикам: содержание белка по ГОСТ 26889-86 на приборе Kjelttek, массовую долю крахмала поляриметрическим методом по ГОСТ 10845-98, содержание жира по ГОСТ 29033-91, общее количество сахаров (в расчете на инвертный) и массовую долю редуцирующих сахаров перманганатным методом по ГОСТ 8756.13-87. Опыты проводили в двух последовательных пробах не менее четырех параллельных измерений и обсуждались только те результаты, которые были воспроизводимы в каждом опыте.

Консервированная продукция из пророщенного зерна относится к группе натуральных консервов, которые могут употребляться в пищу как добавка в салаты, в первые обеденные блюда, в каши, как гарнир к блюдам из мяса. Натуральными они являются потому, что зерно, используемое для их изготовления, подвергается только щадящей обработке, в результате чего готовый продукт в максимальной степени сохраняет свойства и пищевую ценность исходного сырья: цвет, вкус, содержание питательных веществ и минеральный состав.

Для изготовления консервированной продукции используется пророщенное зерно пшеницы и тритикале, которое имеет в своем составе широкий набор питательных веществ [1]. Основными критериями при разработке рецептур являлись оптимальные параметры бланширования и соотношения компонентов, в результате чего готовый продукт имел бы привлекательный вид и высокие органолептические показатели.

В лабораторных условиях были изготовлены опытные образцы консервированной продукции на основе пшеницы и тритикале и выбраны оптимальные соотношения компонентов, которые представлены в табл. 1.

1.

Наименование консервов	Соотношение частей	
	компоненты	части, %
Пророщенная пшеница натуральная	зерно	55
	заливка	45
Пророщенная тритикале натуральная	зерно	50
	заливка	50

В состав заливки входили сахар и поваренная соль. Оптимальные дозы сахара 4,5 % и 3,5 % соли устанавливали по вкусовым качествам готового продукта.

Сложность выбора оптимальных технологических параметров производства консервированных продуктов обусловлена факторами, влияющими на качество продукции: время замачивания и проращивания зерна, температура и продолжительность бланширования, режим стерилизации. При выборе оптимальных режимов учитывали не только качество, но и выход продукта. Предварительная подготовка зерна заключается в удалении посторонних примесей, сортировке зерна, мойке, замачивании, проращивании и бланшировании. Взаимодействие зерна с водой начинается на этапе мойки, продолжается при замачивании и проращивании. При этом зерно в начальный период замачивания активно поглощает воду. Далее при постоянных параметрах процесс стабилизируется и происходит перераспределение влаги по анатомическим частям зерновки (рис. 1).

Анализ данных рис. 1, показал, что коэффициент набухания зерна пшеницы при замачивании лежит в интервале от 1,24...1,35. Допустимо принять средний коэффициент набухания пшеницы 1,3, тритикале 1,7. Замедляется процесс набухания при достижении зерном влажности 45 %. В процессе замачивания и проращивания изменяется консистенция зерна — оно становится более мягким.

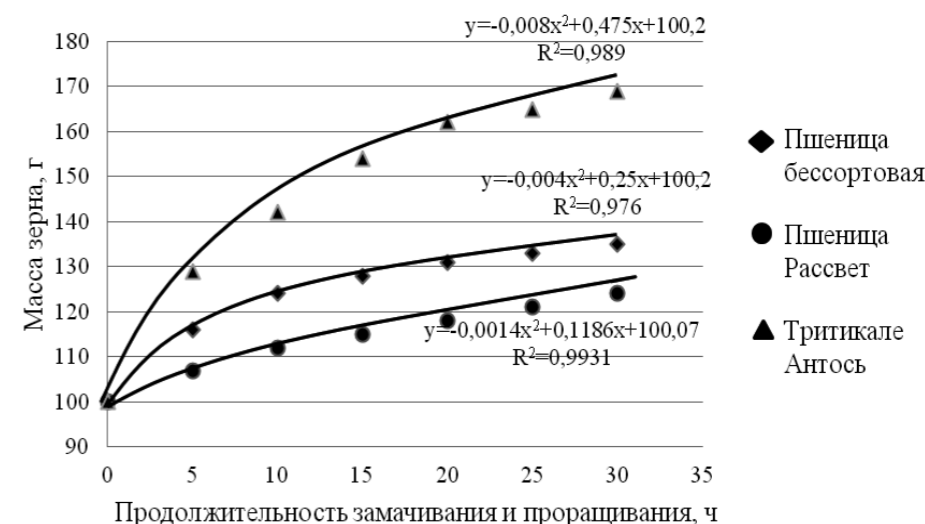


Рис. 1. Изменение массы зерна при замачивании и проращивании

Бланширование зерна проводится с целью инактивации ферментов и доведения зерна до мягкой консистенции. Увеличение температуры бланширования до 100 °С приводит к интенсивному поглощению воды зерном. В процессе бланширования при температурах 70 °С и 85 °С наблюдается равномерное набухание зерна, которое не прекращается в течение 60 мин. Дальнейшее увеличение продолжительности бланширования экономически нецелесообразно, поэтому температуру и продолжительность бланширования определяли по органолептическим показателям. Оптимальной температурой бланширования приняли 85 °С в течение 20 мин, так как эти параметры позволяют получить готовый продукт с наименьшим количеством поврежденных зерен. На рис. 2 представлено изменение массы зерна в результате бланширования при температуре 85 °С и продолжительности до 60 мин.

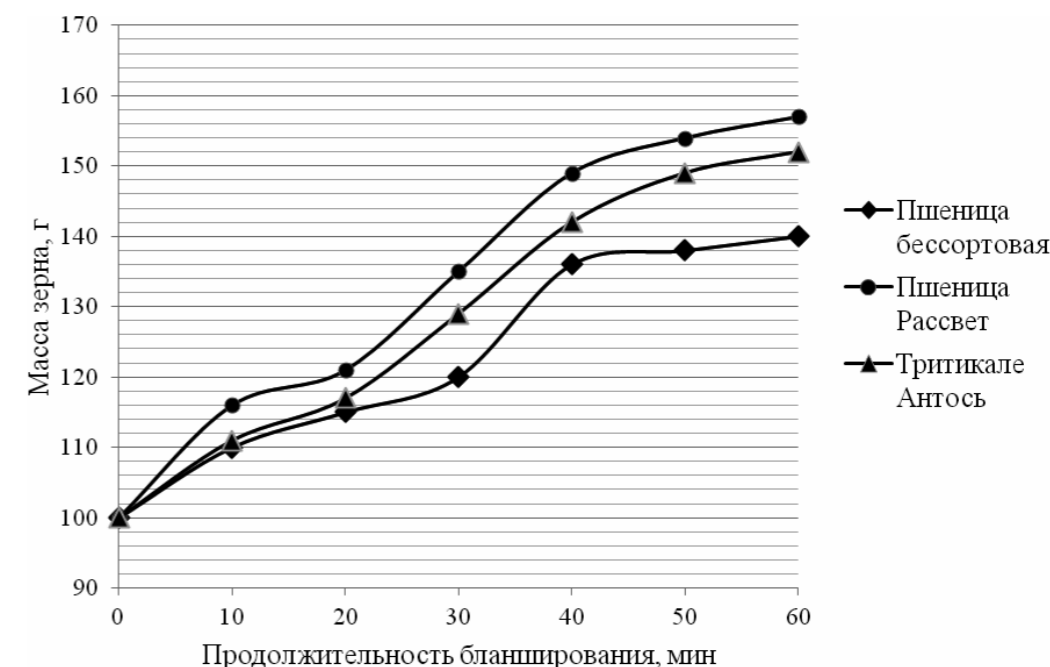


Рис. 2. Изменение массы зерна при бланшировании

Технологическая схема производства консервированных продуктов из пророщенного зерна представлена на рис. 3.



Рис. 3. Технологическая схема производства консервированных продуктов из пророщенного зерна пшеницы и тритикале

В результате стерилизации и в процессе хранения готовой консервированной продукции в течение 14 суток продолжается поглощение воды и происходит увеличение массы зерна. Коэффициент набухания зерна при этом составляет 1,12 % для пшеницы и 1,16 % для тритикале. Происходит также растрескивание зерен. Количество поврежденных зерен составляет в среднем 4,2 % к массе зерна у пшеницы и 3,8 % — у тритикале. Образцы консервированной продукции поставлены на хранение в течение 2 лет для оценки качественных показателей. Содержание основных питательных веществ в 100 г готового продукта представлено в табл. 2.

2.

Наименование продукта	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г
Пророщенная пшеница натуральная	4,26	0,14	20,86
Пророщенная тритикале натуральная	3,32	0,30	14,40

Пищевая ценность готового продукта определяется наличием и соотношением отдельных питательных веществ в продукте. Одним из показателей пищевой ценности продукта является энергетическая ценность (табл. 3).

В результате исследований установлено, что полученные консервированные продукты из пророщенного зерна пшеницы и тритикале имеют хорошие органолептические показатели и низкую калорийность.

3.

100

Наименование продукта	Энергетическая ценность, ккал, не менее
Пророщенная пшеница натуральная	96,53
Пророщенная тритикале натуральная	69,98

Сотрудниками кафедры технологии продукции общественного питания и мясопродуктов учреждения образования «Могилёвский государственный университет продовольствия» разработаны рецептуры и технологии блюд и кулинарных изделий из консервированного пророщенного зерна пшеницы и тритикале с целью обогащения рациона различных возрастных категорий пищевыми волокнами, витаминами и минеральными веществами.

В результате лабораторных исследований и опытных работ установлено, что с точки зрения максимальной степени сохранения пищевой ценности консервированную продукцию из пророщенного зерна пшеницы и тритикале оптимально использовать при приготовлении холодных блюд и закусок без дополнительной тепловой обработки. При приготовлении супов и горячих блюд консервированную продукцию из пророщенного зерна пшеницы и тритикале необходимо вводить в рецептуру в конце тепловой обработки за несколько минут до полной кулинарной готовности блюда, при этом рекомендуется использовать щадящие способы тепловой обработки.

В процессе изготовления и последующей дегустации максимальные оценки получили салаты «Вегетарианский фейерверк», «Смелое решение», «Восторг», «Дамские забавы», «Дыхание осени», «Искушение», «Оливье NEW» и соус «Пестрит». Особенностью технологии салата «Смелое решение» является использование пророщенного зерна пшеницы и молодых листьев одуванчика. Готовый салат отличается оригинальным ярко выраженным вкусом, высокой пищевой ценностью. Анализ интегрального сора салата «Смелое решение», представленный в табл. 4 показывает, что блюдо характеризуется высоким содержанием фосфора, витамина А и витамина С.

4.

« »

Пищевые вещества	Суточная потребность	Содержание в блюде	Скор, %
Белки, г	72	12,65	17,57
Жиры, г	83	19,46	23,45
Углеводы, г	366	7,85	2,145
<b>Минеральные вещества, мг</b>			
Кальций	1000	165	16,50
Фосфор	700	254,3	36,33
Магний	400	63,54	15,89
Железо	10	4,68	46,80
<b>Витамины, мг</b>			
Витамин С	70	42,5	60,71
Тиамин (В <sub>1</sub> )	1,4	0,16	11,43
Рибофлавин (В <sub>2</sub> )	1,7	0,26	15,29
Ниацин (РР)	18	2,92	16,22
Витамин А	1,5	1,70	113,0
Энергетическая ценность, ккал.	2500	259,68	10,39

Рецептура салата «Дамские забавы» отличается использованием наряду с пророщенными зернами пшеницы молодых листьев крапивы. Салат характеризуется кисловато-сладким вкусом, привкусом лимона и крапивы, высокой пищевой ценностью, низкой калорийностью. В тоже время для него характерно высокое содержание фосфора, витамина С, ниацина и витаминов группы В (табл. 5).

На все указанные выше блюда разработана технологическая документация, предоставляющая возможность изготовления их в условиях торговых объектов общественного питания.

По результатам работы подана заявка на способ производства консервированного продукта из зерна в национальный центр интеллектуальной собственности. Разработаны рецептуры и технологии производства блюд с использованием консервированной продукции из пророщенного зерна пшеницы, тритикале и других нетрадиционных природных источников пищевых веществ. Установлено, что блюда, изготовленные по разработанным технологиям, отличаются оригинальными вкусовыми качествами, богаты витаминами и минеральными веществами. Результаты исследований позволяют расширить ассортимент блюд и кулинарных изделий, которые могут быть использованы в питании различных возрастных категорий.

5. « »

Пищевые вещества	Суточная потребность	Содержание в блюде	Скор, %
Белки, г	72	3,48	4,833
Жиры, г	83	0,39	0,47
Углеводы, г	366	23,49	6,42
<b>Минеральные вещества, мг</b>			
Кальций	1000	68,2	6,82
Фосфор	700	145,7	20,81
Магний	400	70,54	17,64
Железо	10	3,31	33,10
<b>Витамины, мг</b>			
Витамин С	70	26,2	37,43
Тиамин (В <sub>1</sub> )	1,4	0,14	10,00
Рибофлавин (В <sub>2</sub> )	1,7	0,15	8,82
Ниацин (РР)	18	2,14	11,89
Витамин А	1,5	0,09	6,00
Энергетическая ценность, ккал.	2500	110,77	4,43

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Зенькова, М. Л.* Перспективы использования пророщенного зерна пшеницы и тритикале в производстве консервированных продуктов / М. Л. Зенькова, П. Д. И. Эбиенфа // Агропанорама: научно-технический журнал для работников агропромышленного комплекса / Отпечатано в ИПЦ БГАТУ; редкол.: Н. В. Казаровец (гл. ред.) [и др.] — Минск, 2012. — №3. — С.24-26.
2. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания. Минск: Белорусская ассоциация кулинаров, 2007. — 614 с.

*Рукопись статьи поступила в редакцию 14.11.2013*

**M. L. Zenkova, M. Y. Boyko, O. V. Matsykava**

#### LONG-TERM STORAGE FOOD PRODUCTS FROM GRAIN AND DASHES ON THEIR BASIS

The processes occurring during soaking and germination of wheat and triticale are examined. The optimal parameters of blanching during the manufacture of canned food are defined. New recipes and technologies of dishes and culinary products from preserved sprouted grains of wheat and triticale were created. The energy value of finished products is calculated.

*Были изготовлены опытные образцы квасов брожения, дополнительно обогащенные витаминами и микроэлементами, обладающие повышенной антиоксидантной активностью за счет предварительно подобранного компонентного состава, включающего в себя соки из плодово-ягодного сырья и экстракты лекарственных и ароматических растений.*

*Изучены физико-химические и органолептические свойства опытных образцов, микроэлементный состав и антиоксидантная активность. Проведены сравнения с аналогичными характеристиками классических квасов брожения.*

*Разработаны технологические приемы, используемые при изготовлении образцов квасов брожения, направленные на максимальное сохранение биологически активных веществ исходного сырья.*

*Рассмотрены на заседании дегустационной комиссии образцы новых видов квасов брожения. Разработаны рецептуры.*

### НОВЫЕ КВАСЫ БРОЖЕНИЯ С ПОВЫШЕННОЙ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТЬЮ

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

*Т. М. Тананайко, кандидат технических наук, доцент, начальник отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции;*

*В. В. Соловьев, руководитель группы по пивобезалкогольной отрасли отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции*

Качество безалкогольных напитков, к которым относятся и квасы брожения, определяет их соответствие требованиям основных критериев, предъявляемых к данному виду продукта: проявление освежающих и жаждоутоляющих свойств. Этим критериям, как правило, соответствуют напитки с гармоничным вкусоароматическим восприятием. Его образуют аргументировано смоделированные составы напитков, проявляющие индивидуально оригинальный полный вкус, который может быть дополнен мягким, ненавязчивым моноароматом либо ароматическим миксом, создаваемым пряными настоями, эфирными маслами и экстрактами.

Результаты анализа потребительского отечественного рынка показывают, что спрос на качественные напитки с наличием в их составе компонентов из растительного сырья в сочетании с углеводами и другими вкусовыми натуральными составляющими имеет тенденцию медленного, но поступательного увеличения. В соответствии с региональными, в том числе социальными условиями, наличием сырьевой базы, в Беларуси отмечена тенденция разработки научно обоснованных и практических аспектов для технологий функциональных напитков с проявлением тонизирующих, эргономических, иммуномоделирующих, антиоксидантных свойств, а так же свойств стимулирования обменных процессов организма, направленных на его оздоровление в целом [1].

Квас, являясь продуктом незаконченного спиртового и молочнокислого брожения, содержит разнообразные органические вещества — витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, молочную кислоту, диоксид углерода. Комплекс витаминов и микроэлементов обеспечивает его биологическую ценность, что приводит к стимуляции обмена веществ, способствует качественному пищеварению, восстанавливает силы и повышает работоспособность [2]. Если учесть, что наряду с микроэлементами в квасе содержится более 10 аминокислот и из них 8 незаменимых, то значение кваса становится еще более весомым. Количество витаминов в квасе невелико, но их регулярное поступление в организм дает значительный положительный эффект.

Предварительные исследования, проведенные специалистами РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» показали, что вводя в квас

различные растительные добавки, в качестве которых можно использовать продукты переработки плодово-ягодного сырья или растительные экстракты, можно получить квасы брожения нового оригинального вкуса. А с учетом того, что растительное и плодово-ягодное сырье содержит большое количество витаминов, витаминоподобных и минеральных веществ, новые виды квасов еще в большей степени будут способны проявлять оздоровительные свойства, то есть действовать как регуляторы функций организма в его физиологических границах.

При создании новых видов квасов были апробированы известные лекарственные растения общеукрепляющего действия, фармакологические свойства которых, к настоящему времени, хорошо изучены и которые, предположительно, могут придать квасу желаемые свойства. Это трава душицы, мята перечная, чабрец, а так же корица. При выборе данного сырья для исследований руководствовались его доступностью, распространением, органолептическими свойствами с учетом сведений о химическом составе и фармакологическом действии, полученными в результате проведенных теоретических исследований.

Антиоксидантные вещества, содержащиеся в растительном сырье, замедляют и предотвращают процессы, приводящие к возникновению различных заболеваний. Защитным действием обладают пищевые протекторы растений, такие как каротиноиды, аскорбиновая кислота, фенольные соединения, микроэлементы. В настоящее время изучен широкий спектр растительной продукции, обладающей антиоксидантной активностью. Одной из самых интересных групп, обладающей высокой биоантиоксидантной активностью, являются лекарственные и пряно-ароматические растения [3,4]. Отобранные нами для дальнейшей работы трава душицы, мята перечная, чабрец и корица были проверены на антиоксидантную активность.

Было установлено, что антиоксидантный эффект исследованных растений убывает в ряду: чабрец > корица > мята перечная > трава душицы.

Для изготовления безалкогольных напитков растительное сырье подвергают первичной обработке — экстрагированию. Так же поступили и в случае приготовления кваса. Экстрагирование является одной из наиболее продолжительных стадий переработки и данный процесс необходимо проводить таким образом, чтобы максимально сохранить тот широкий спектр биологически активных веществ растительного сырья, который присутствовал изначально. Поэтому, при получении водных экстрактов чабреца, корицы мяты и душицы, мы использовали результаты наших предыдущих исследований: водные экстракты готовили путем настаивания на горячей водяной бане в течение 2-3 ч при температуре 85-90 °С и гидромодуле 1:40.

Микроэлементы во время процесса экстракции перешли в экстракт в количестве, пропорциональном их содержанию в исходном материале. Опираясь на предыдущие научные работы РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию» следует, что растворимые сахара и биофлавоноиды тоже максимально полно переходят в водные экстракты и степень их экстрагирования может достигать до 60 %, а сумма антоциановых пигментов в водных экстрактах гораздо выше, чем в сухих растениях. Таким образом, с учетом всех предыдущих исследований, при выборе для разработки новых сортов кваса повышенной биологической ценности лекарственного и ароматического сырья целесообразно обратить внимание на чабрец и корицу в виде их водных экстрактов.

На первом этапе данной научной работы был осуществлен подбор компонентного состава будущих квасов брожения с учетом совместимости потенциальных ингредиентов (концентрата квасного сула (ККС) и различного растительного сырья). Совместимость определяли по двум важнейшим для напитков показателям: органолептические свойства и антиоксидантная активность, в результате чего компонентный состав новых видов квасов брожения, обогащенных микроэлементами был выбран следующий:

- ♦ квасное суло — клюквенный сок — чабрец;
- ♦ квасное суло — яблочный сок;
- ♦ квасное суло — экстракт корицы.

Далее, для изготовления новых образцов квасов брожения, была решена задача подбора количественных соотношений ингредиентов. Для этого были созданы образцы кваса, в которых количество концентрата квасного сула, используемое для изготовления квасного сула, коли-

чество сахара и дрожжей соответствовало классическим рецептурам квасов брожения. Процесс брожения первоначально так же проводили по классической схеме при помощи хлебопекарных прессованных дрожжей.

Количество базовых экспериментальных образцов составило 20 (по 1 л). В качестве добавок, повышающих питательную ценность кваса, использовали концентрированные соки (яблочный и клюквенный), траву чабреца и корицу (в виде водных экстрактов). К каждому образцу добавляли яблочный и клюквенный соки от 4 до 12 г на 1 л поочередно, а так же экстракты чабреца и корицы, постепенно изменяя их количество от 5 до 25 мл на 1 л кваса.

На основании органолептической оценки были отобраны лучшие экспериментальные образцы, которым присвоили условное название: «Лесной»; «Дачный» и «Оригинальный», компонентный состав которых представлен в табл. 1.

1.

Компонентный состав	Квасы		
	Лесной	Дачный	Оригинальный
ККС, г	30,00	30,00	30,00
Сахар, г	55,00	55,00	50,00
Дрожжи, г	0,15	0,15	0,15
Концентрированный клюквенный сок, г	6,00	-	-
Настой чабреца (водный), мл	15,00	-	-
Концентрированный яблочный сок, г	-	8,00	-
Настой корицы, мл	-	-	20,00
Вода, мл	До 1000		

Полученные экспериментальные образцы квасов брожения «Лесной», «Дачный» и «Оригинальный» были исследованы нами в лабораторных условиях. Были определены органолептические, физико — химические показатели, а так же микроэлементный состав. Результаты исследований представлены в табл. 2 — 4.

2.

Наименование показателя	Характеристика для образцов кваса:		
	Лесной	Дачный	Оригинальный
Внешний вид	Прозрачная жидкость без осадка, присутствует легкая опалесценция, обусловленная особенностями используемого сырья		
Цвет	Темно-коричневый	Светло-коричневый	Коричневый
Вкус	Кисло-сладкий хлебный, с привкусом клюквы	Кисло-сладкий хлебный, с привкусом яблока	Кисло-сладкий хлебный, с привкусом корицы
Аромат	Ржаного хлеба и чабреца	Ржаного хлеба с оттенком яблока	Хлебный

3.

Наименование показателя	Характеристика для образцов кваса:		
	Лесной	Дачный	Оригинальный
Массовая доля сухих веществ, %	5,3	3,9	5,7
Кислотность, см <sup>3</sup> раствора гидроксида натрия концентрацией 1 моль/дм <sup>3</sup> , израсходованного на титрование 100 см <sup>3</sup> напитка	1,1	1,4	0,9
Массовая доля спирта, %	0,59	0,88	0,55

При сравнении результатов исследований кваса без добавок и образцов кваса, содержащих растительные экстракты и соки, было выявлено, что в новых образцах имеет место увеличение



содержания железа, цинка, меди и магния на 60 %, 26 %, 20 % и 12 % соответственно. Изменений физико-химических свойств выявлено не было.

4.

Наименование образца кваса	Массовая доля, мг/кг						
	Железо (Fe)	Цинк (Zn)	Медь (Cu)	Кальций (Ca)	Магний (Mg)	Марганец (Mn)	Селен (Se)
«Лесной»	0,35	0,04	0,032	5,7	8,1	0,03	0,1
«Дачный»	0,32	0,035	0,028	5,5	7,8	0,03	0,15
«Оригинальный»	0,28	0,04	0,031	5,9	7,9	0,035	0,15
Квас без добавок	0,2	0,03	0,025	5,3	7,0	0,03	0,1

Далее определяли зависимость антиоксидантной активности образцов кваса от витаминного и микроэлементного состава, а так же от антиоксидантной активности входящих в них компонентов.

Для сравнения, предварительно, был исследован образец аналогичного кваса, но без добавления растительных и плодово-ягодных ингредиентов. По результатам испытаний максимальной антиоксидантной активностью обладают изготовленные нами образцы квасов «Лесной» и «Дачный» (79,3 г/100 г и 79,0 г/100 г соответственно). У образца кваса «Оригинальный» антиоксидантная активность составляет 78,1 г/100 г. У образца кваса, не имеющего в своем составе плодово-ягодного и растительного сырья, антиоксидантная активность — 77,5 г/100 г, то есть имеет минимальный показатель.

Содержание витаминов в разработанных образцах кваса и в контроле представлено в табл. 5.

5.

Наименование образца кваса	Содержание витаминов, мг/100 г			
	С	В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	В <sub>6</sub>
«Лесной»	0,60	0,015	0,01	0,06
«Дачный»	0,50	0,014	0,011	0,05
«Оригинальный»	0,60	0,014	0,01	0,05
Квас без добавок	0,05	0,013	0,011	0,06

Из табл. 5 видно, что витамины группы В во всех образцах приблизительно одинаковы (разница в 0,001 мг, может являться погрешностью прибора) независимо от присутствия в них плодово-ягодного и растительного сырья. Это объясняется тем, что витамины данной группы вносятся в квас, в основном, с дрожжами и, частично, с зерновым сырьем, количество которых во всех образцах приблизительно одинаковое. Максимальное же содержание витамина С отмечено в образцах кваса, дополнительными ингредиентами которых являются соки и растительные экстракты. Эти же образцы обладают и максимальной антиоксидантной активностью.

Используя результаты проведенных ранее экспериментов, установлено, что антиоксидантная активность исследуемого сырья (по мере ее убывания) располагается следующим образом: сок клюквенный > сок яблочный > экстракт чабреца > экстракт корицы и, зная антиоксидантные активности готовых образцов, можно сделать выводы, что большей антиоксидантной активностью обладают образцы кваса, в состав которых входят ингредиенты с более высокой антиоксидантной активностью (при исключении явления антагонизма), а так же те образцы, которые содержат большее количество витамина С.

Зависимости же антиоксидантной активности образцов кваса от их микроэлементного состава выявлено не было.

Перед началом разработки проектов рецептур и технологических инструкций по приготовлению новых видов квасов брожения, главной задачей стала необходимость разработки приемов ведения технологического процесса, дающего возможность максимально сохранить фун-

кциональные свойства экстрактов растительного сырья, соков и других входящих в квасы ингредиентов.

Классически, получение кваса из ККС имеет 2 основные стадии [6]:

- ♦ сбраживание квасного суслу;
- ♦ купажирование кваса.

Для изготовления был выбран образец кваса «Оригинальный», как содержащий минимальное количество ингредиентов, что в данном случае способствовало получению наиболее точных результатов. Экстракт корицы задавали до начала брожения. На данном этапе отрабатывался и один из технологических приемов — способ задачи дрожжей [6]. Для экспериментов использовали следующие дрожжи:

- ♦ саф-левюр;
- ♦ дрожжи хлебопекарные прессованные;
- ♦ дрожжи пивные.

Результаты оценивали по скорости сбраживания суслу, которая регулировалась способом задачи дрожжей и по органолептическим показателям готового образца. Так же нами была определена зависимость антиоксидантной активности готового продукта и количественного содержания витаминов группы В от используемой расы дрожжей. Результаты исследований представлены в табл. 6 и 7.

6.

№ обр.	Состав образца и вид дрожжей в расчете на 1 л	Способ задачи дрожжей	Время Брожения, час	Результат
1	ККС, сахарный сироп, экстракт корицы, дрожжи хлебопекарные прессованные, 1 г	Предварительное растворения в воде 38 — 40 °С	24	Брожение хорошее, вкус кваса гармоничный
2	ККС, сахарный сироп, экстракт корицы, дрожжи хлебопекарные сухие активные «саф-левюр» 1г	Предварительное растворения в воде 38 — 40 °С	14.	Брожение хорошее, вкус кваса гармоничный
3	ККС, сахарный сироп, экстракт корицы, дрожжи пивные жидкие, 1г	Без предвари-тельно-го растворения	36	Брожение удовлетвори-тельное, вкус кваса с при-вкусом пива
4	ККС, сахарный сироп, экстракт корицы, дрожжи хлебопекарные прессованные, 1 г	Предварительное разбраживание	18	Брожение хорошее, вкус кваса гармоничный
5	ККС, сахарный сироп, экстракт корицы, дрожжи хлебопекарные сухие активные «саф-левюр» 1г	Предварительное разбраживание	7	Брожение отличное, вкус кваса гармоничный
6	ККС, сахарный сироп, экстракт корицы, дрожжи пивные жидкие, 1г	Предварительное разбраживание	10	Брожение хорошее, вкус кваса с привкусом пива

В результате проведенных экспериментов было выявлено:

- ♦ скорость процесса брожения увеличивается при предварительном разбраживании дрожжей;
- ♦ антиоксидантные активности равноценных образцов кваса, сброженных различными расами дрожжей имеют величины, отличные друг от друга, причем максимальной антиоксидантной активностью обладают образцы, сброженные пивными и хлебопекарными прессованными дрожжами, минимальной — образец, сброженный дрожжами хлебопекарными сухими активными «саф-левюр»;

♦ максимальное количество витаминов группы В содержится в образцах, сброженных пивными дрожжами, минимальное — при сбраживании дрожжами «саф-левюр».

7.

№ обр.	Состав образца	Вид используемых дрожжей	Антиоксидантная активность, г/100 г			Витамины, мг/100г (среднее значение)		
			Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>
1	ККС, сахарный сироп, экстракт корицы, дрожжи	Хлебопекарные прессованные	78,9	79,1	78,8	0,02	0,03	0,08
2	ККС, сахарный сироп, экстракт корицы, дрожжи	Хлебопекарные сухие активные «саф-левюр»	77,9	77,9	78,0	0,02	0,04	0,11
3	ККС, сахарный сироп, экстракт корицы, дрожжи	Пивные жидкие	80,8	81,1	80,9	0,12	0,18	0,21

Таким образом, использование при производстве кваса плодово-ягодного и растительного сырья, а так же использование пивных или сухих хлебопекарных дрожжей обеспечивает возможность получения образцов с повышенной антиоксидантной активностью и увеличенным микроэлементным и витаминным составом.

Далее, исследования были направлены на решение вопроса, на какой стадии процесса производства кваса необходимо вносить растительные экстракты и соки, чтобы максимально сохранить биологически активные вещества исходного сырья и получить конечный продукт с более высокими показателями антиоксидантной активности и содержания витаминов.

Исследования проводили в соответствии с разработанной программой и методикой [6]. Результаты исследований представлены в табл. 8.

Таким образом, в результате исследований выявлено, что антиоксидантная активность и содержание витамина С в готовом продукте не имеет зависимости от длительности процесса брожения и стадии внесения растительных экстрактов и соков, но, исходя из оценки органолептических свойств готового продукта, соки предпочтительно вносить на стадии купажирования или сбраживать отдельно от ККС. Растительные экстракты возможно вносить как при изготовлении квасного сула (до процесса брожения) так и в купаж.

При сбраживании квасного сула в цилиндрико-коническом броидильном аппарате (ЦКБА), где необходима пастеризация ККС [6], для сохранения биологически активных веществ соки и экстракты растительного сырья рекомендуется вносить только на стадии купажиования кваса.

По окончании исследований были разработаны рецептуры квасов брожения:

1. РЦ ВУ 190239501.4.598-2013 Напиток безалкогольный «КВАС ЛЕСНОЙ».
2. РЦ ВУ 190239501.4.597-2013 Напиток безалкогольный «КВАС ДАЧНЫЙ».
3. РЦ ВУ 190239501.4.599-2013 Напиток безалкогольный «КВАС ОРИГИНАЛЬНЫЙ».

При этом было учтено, что квасы могут изготавливаться прозрачным или замутненным, что сроки годности отличаются в зависимости от способа обработки, что цвет, в зависимости от используемого сырья, может меняться от светло-коричневого до темно-коричневого. В рецептурах предусмотрены оптимальные физико-химические показатели, что отражено в табл. 9, произведен продуктовый расчет, регламентирующий используемое сырье в количественном выражении.

В результате проведенных научных исследований были сделаны следующие выводы:

1. Разработанные образцы квасов брожения с использованием растительного сырья имеют более высокое содержание микроэлементов в сравнении с квасом, изготовленным по традици-

онной технологии (содержания железа, цинка, меди и магния возросло на 60 %, 26 %, 20 % и 12 % соответственно).

8.

№ обр.	Состав образца	Время задачи растительных экстрактов и соков		Органолептическая оценка	Антиоксидантная активность, г/100г	Содержание витамина С
		Суло (до брожения)	при купажировании (после брожения)			
1	ККС, клюквенный сок, экстракт душицы, сахар, дрожжи	ККС, сахар, клюквенный сок, экстракт душицы	остаток ККС, сахар	вкус с винным привкусом и оттенком душицы, «уд.»	79,2	0,5
2	ККС, яблочный сок, сахар, дрожжи	ККС, сахар, яблочный сок	остаток ККС, сахар	вкус гармоничный, с легким винным привкусом, «хор.»	79,0	0,5
3	ККС, экстракт корицы, сахар, дрожжи	ККС, сахар, экстракт корицы	остаток ККС, сахар	вкус кваса хлебного с привкусом корицы, «хор.»	78,1	0,6
4	ККС, клюквенный сок, экстракт душицы, сахар, дрожжи	ККС, сахар	клюквенный сок, экстракт душицы, остаток ККС, сахар	вкус гармоничный, с оттенком душицы, «отл.»	79,3	0,6
5	ККС, яблочный сок, сахар, дрожжи	ККС, сахар	яблочный сок, остаток ККС, сахар	вкус гармоничный, «отл.»	79,2	0,4
6	ККС, экстракт корицы, сахар, дрожжи	ККС, сахар	экстракт корицы, остаток ККС, сахар	вкус гармоничный, с привкусом корицы, «отл.»	78,2	0,5
7	ККС, клюквенный сок, экстракт душицы, сахар, дрожжи	ККС, сахар, клюквенный сок	экстракт душицы, остаток ККС, сахар	вкус винный с привкусом душицы, «хор.»	79,3	0,6
8	ККС, яблочный сок, сахар, дрожжи	ККС, сахар, яблочный сок	остаток ККС, сахар	вкус с винным оттенком, «хор.»	79,1	0,5
9	ККС, яблочный сок, сахар, дрожжи	яблочный сок, сахар	весь ККС, остаток сахара	вкус гармоничный с привкусом яблочного вина, «отл.»	82,2	0,8

9. —

Наименование показателей	Норма для кваса:		
	Лесной	Дачный	Оригинальный
Массовая доля сухих веществ, %	5,7 — 6,3	5,5 — 6,1	5,9 — 6,5
Кислотность, см <sup>3</sup> раствора гидроксида натрия концентрацией 1 моль/дм <sup>3</sup> , израсходованного на титрование 100 см <sup>3</sup> напитка	2,0 — 2,6	2,0 — 2,6	2,1 — 2,7
Массовая доля спирта, %, не более	1,2	1,2	1,2

2. Витамины группы В вносятся в квас, в основном, с дрожжами и с зерновым сырьем. Добавление же соков и растительных экстрактов значительного влияния на количественное содержание данных витаминов не оказывает.

3. Максимальное содержание витамина С отмечено в образцах кваса, дополненных ингредиентами, которыми являются соки яблочный и клюквенный и растительные экстракты чабреца и корицы.

4. Большой антиоксидантной активностью обладают образцы кваса, в состав которых входят ингредиенты с более высокой антиоксидантной активностью (при исключении явления антагонизма), а так же те образцы, которые содержат большее количество витамина С.

5. Исходя из оценки органолептических свойств готового продукта, при изготовлении квасов брожения, соки предпочтительно вносить на стадии купаживания или сбраживать отдельно от ККС. Экстракты растительного сырья возможно вносить как при изготовлении квасного сула (до процесса брожения) так и в купаж. При изготовлении кваса в ЦКБА все дополнительные ингредиенты необходимо вносить на стадии купаживания.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Филонова, Г. Л.* Поликомпонентные концентраты для функциональных напитков / Г. Л. Филонова [и др.] // Пиво и напитки. — 2011. — № 2. — С. 10 — 13.
2. *Верещагин, А. Л.* Анализ рынков минеральной воды и безалкогольных напитков / А. Л. Верещагин, Л. А. Беляева // Пиво и напитки. — 2010. — № 4. — С. 4 — 6.
3. *Козлова, З. Г.* Количественная оценка природных антиоксидантов в пряно-ароматических и лекарственных растениях. Пряно-ароматические и лекарственные растения: перспективы инитродукции и использования: материалы докладов междунар. Конф., г. Минск, 31 мая — 2 июня 1999 г. / З. Г. Козлова [и др.]. Минск, 1999. — С. 45-46.
4. *Большакова, Н. В.* Антиоксидантные свойства ряда экстрактов лекарственных растений: Биофизика / Н. В. Большакова, Е. Л. Лозовская, И. И. Сапежинский. — том 42, — вып. 2, С. 480-483.
5. *Нечаев, А. П.* Пищевая химия / А. П. Нечаев, С. Е. Траубенберг, А. А. Кочеткова; под ред. А. П. Нечаева. — СПб: ГИОРД, 2003. — 640 с.
6. *Помозова, В. А.* Производство кваса и безалкогольных напитков / В. А. Помозова. — Санкт — Петербург: ГИОРД, 2006. — 42 с.

*Рукопись статьи поступила в редакцию 18.11.2013*

**T. M. Tananaiko, V. V. Solov'ev**

### NEW KVASES OF FERMENTATION WITH THE ANTIOXIDANT HYPERACTIVITY

Prototypes of kvases of fermentation which have been in addition enriched with vitamins and microcells, possessing the antioxidant hyperactivity at the expense of previously selected component structure including juice from fruit and berry raw materials and extracts of medicinal and aromatic plants were produced.

Physical and chemical and organoleptic properties of prototypes, microelement structure and antioxidant activity are studied. Comparisons with the similar characteristics of classical kvases of fermentation are carried out.

The processing methods used at the production of samples of kvass of fermentation, directed on the maximum preservation of biologically active agents of initial raw materials are developed.

The samples of new types of kvass of fermentation are considered at the meeting of the tasting commission. The formulations are elaborated.

УДК 663.5: 633.8

*Статья посвящена исследованию возможности использования растительного сырья (лекарственных трав, плодов и ягод) в разработке новых ликероводочных изделий, обладающих пониженными токсикологическими свойствами.*

### ВЫБОР РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПОВЫШЕННОЙ ЦЕННОСТИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЛИКЕРОВОДОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

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

*Е. М. Моргунова, кандидат технических наук, доцент, заместитель генерального директора по стандартизации и качеству продуктов питания*

**Учреждение образования Могилевский государственный университет продовольствия, г. Могилёв, Республика Беларусь**

*Н. А. Шелегова, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии пищевых производств;  
Ю. С. Пузовская, магистрант;  
В. С. Чаусова, студент*

Одна из важнейших задач общества в настоящее время — удовлетворение потребностей населения в высококачественных напитках. Сегодня потребитель, приобретая товар, обращает особое внимание на компонентный состав напитков и готов купить товар с большей стоимостью, но с уверенностью, что продукт содержит только натуральное сырье. Особое внимание уделяется товарам с лечебными или профилактическими свойствами.

Токсичность — это способность ряда веществ и химических соединений оказывать негативное действие на организм человека. Содержание токсичных элементов в ликероводочных изделиях не должно превышать допустимых уровней, утвержденных Министерством здравоохранения Республики Беларусь [1].

Работа посвящена созданию ликероводочных изделий, для изготовления которых используются до десяти растительных компонентов, причем некоторые природные соединения этих компонентов существенно влияют на скорость метаболизма этанола в печени, что оказывает нивелирующее действие на токсичность алкогольного изделия.

При производстве таких напитков применяется растительное сырье, характеризующееся широчайшим спектром биологически активных веществ [2].

Целью работы является изучение возможности создания новых ликероводочных изделий пониженной токсичности на основе использования в их составе поликомпонентных композиций спиртованных морсов и настоев растительного происхождения повышенной биологической ценности.

С этой целью исследовалась возможность использования растительного сырья (ряда лекарственных трав, плодов и ягод) при создании новых рецептов.

Объектами исследований являлись лекарственные и пряно-ароматические растения: лопух анисовый, зверобой продырявленный, родиола розовая, шалфей обыкновенный, мята перечная, полынь горькая, элеутерококк, цветки липы, а также ряд плодово-ягодного сырья: рябина обыкновенная, арония черноплодная, боярышник, виноград, клюква.

Для достижения поставленной цели изучались антиоксидантные свойства и химический состав растительного сырья, при этом использовались физико-химические методы исследований, общепринятые в пищевой промышленности [3].

На начальном этапе работы осуществлялся отбор растительного сырья из его широкого разнообразия. Определяющим фактором являлась антиоксидантная активность предварительно выбранных растений, плодов и ягод.

Антиоксидантная активность — это показатель присутствия веществ-антиоксидантов, нейтрализующих деятельность свободных радикалов. При избыточной деятельности свободных радикалов нарушается цепочка окислительных реакций, вследствие чего повреждаются клетки организма. Повышенное содержание веществ-антиоксидантов в сырье ликероводочной промышленности может нейтрализовать вредное воздействие свободных радикалов, т. е. нивелировать токсичное действие алкоголя.

Для оценки антиоксидантных свойств сырья использовали метод, описанный В. И. Прилуцким, основанный на различии окислительно-восстановительного потенциала в неактивированных неорганических растворах и сложных биохимических средах [4].

Поскольку метод В. И. Прилуцкого позволяет определить общую антиоксидантную активность (АОА) в жидких средах, исследуемое сырье подвергали экстракции при идентичных условиях.

На рис. 1 и 2 представлены результаты исследования антиоксидантной активности полученных экстрактов выбранного растительного сырья.

Анализ полученных данных позволяет сделать выбор растительного сырья, у которого антиоксидантные свойства выражены наиболее ярко.

Таким сырьем являются:

- ♦ лекарственные растения: лопух анисовый (АОА = 162 мВ), элеутерококк (АОА = 158 мВ), полынь горькая (АОА = 131 мВ) и цветки липы (АОА = 144 мВ);
- ♦ плодово-ягодное сырье: арония черноплодная (АОА = 202 мВ), боярышник (АОА = 129 мВ), клюква (АОА = 120 мВ).

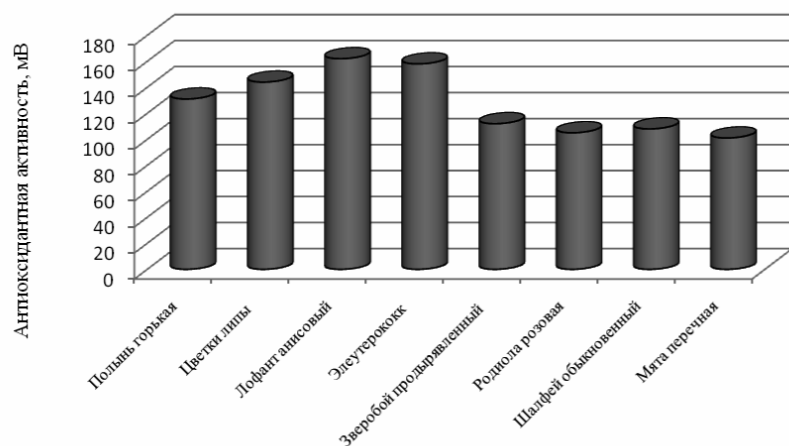


Рис. 1. Антиоксидантная активность лекарственных растений

Таким образом, на основании анализа полученных экспериментальных данных относительно антиоксидантной активности, для дальнейшего изучения химического состава были отобраны названные выше лекарственные растения, плоды и ягоды, как отличающиеся наиболее ярко выраженными антиоксидантными свойствами.

Средние данные по химическому составу лекарственных растений и плодово-ягодного сырья приведены в табл. 1 и 2.

Исследуемое сырье имеет достаточно обширный набор физиологически значимых веществ. Очевидно, антиоксидантная активность сырья обуславливается в первую очередь наличием дубильных и красящих веществ. Особенно богаты ими полынь горькая (6,6 %) и цветки липы (5,91 %). Незначительно ниже содержание полифенольных веществ в лопухе анисовом и элеутерококке (4,92 % и 4,4 % соответственно), эти значения также говорят о высокой биологической ценности сырья.

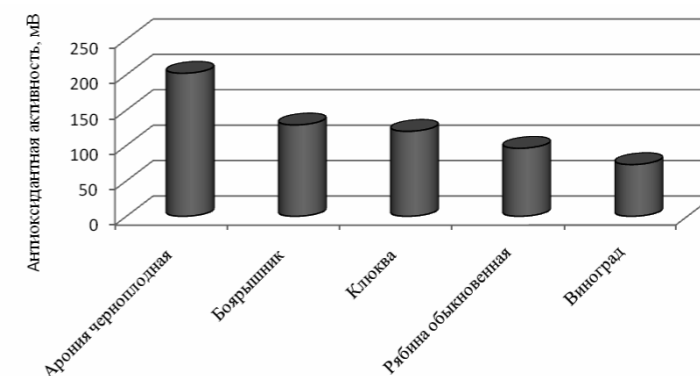


Рис. 2. Антиоксидантная активность плодово-ягодного сырья

1.

Показатели	Наименование			
	Цветки липы	Лопух анисовый	Элеутеро-кокк	Полынь горькая
Влажность, %	5,0	18,0	14,0	15,0
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	21,9	22,4	17,1	19,1
Массовая доля титруемых кислот, %	0,64	1,02	1,92	0,9
<b>Массовая доля сахаров, %</b>				
- общие	8,12	7,24	7,98	7,04
- редуцирующие	6,87	5,42	6,24	4,84
Содержание дубильных и красящих веществ, %	5,91	4,92	4,40	6,60
Массовая доля витамина С, мг/100 г	3,3	9,8	13,3	-

В значительной степени антиоксидантные свойства сырья могут быть обусловлены довольно высоким содержанием в них органических кислот (0,64...1,92 %).

Также в исследуемых растениях (за исключением полыни горькой) содержится аскорбиновая кислота (витамин С) — один из сильнейших веществ-биоантиоксидантов, содержание этого витамина в исследуемых цветках липы невысоко (3,3 %), однако значимо. В свою очередь, лопух анисовый (9,8 %) и элеутерококк (13,3 %) богаты витамином С.

Таким образом, установлено, что выбранный ассортимент лекарственных растений обладает достаточно богатым химическим составом, содержащим значимые количества веществ — биоантиоксидантов, что способствует формированию свойств, направленных на снижение токсичности алкоголя. Изученные растения могут быть рекомендованы к использованию при разработке новых ликероводочных изделий с пониженными токсичными свойствами.

2.

Показатели	Наименование		
	Арония черноплодная	Боярышник	Клюква
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	19,2	8,9	14,2
Массовая доля титруемых кислот, %	0,51	0,48	0,50
<b>Массовая доля сахаров, %</b>			
- общие	10,72	4,88	8,04
- редуцирующие	8,05	3,18	6,51
Содержание дубильных и красящих веществ, %	3,10	4,29	2,68
Массовая доля витамина С, мг/100 г	6,60	9,77	8,86

Установлено, что выбор именно такого ассортимента плодово-ягодного сырья оправдан, поскольку арония черноплодная, боярышник и клюква характеризуются достаточно богатым химическим составом, в частности, высоким содержанием сахаров (4,88...10,72 %) и веществ, обладающих антиоксидантными свойствами: органических кислот (0,48...0,51 %), дубильных и красящих

веществ (2,68...4,29 %) и витамина С (6,6...9,77 мг/100 г). Выбранное плодово-ягодное сырье может быть использовано в качестве источника веществ, снижающих токсичность алкоголя, при разработке новых ликероводочных изделий с пониженными токсичными свойствами.

Таким образом, полученные экспериментальные данные подтверждают высокую биологическую ценность, антиоксидантные свойства и богатый химический состав изученного сырья.

Проведенные исследования позволили рекомендовать выбранное растительное сырье при составлении композиций новых ликероводочных изделий и говорить о пониженной токсичности этих напитков.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 63 от 9 июня 2009 г.
2. Цапалова, И. Э. Экспертиза дикорастущих плодов, ягод и травянистых растений: учебное пособие / И. Э. Цапалова, М. Д. Губина, В. М. Позняковский. — Новосибирск: Изд-во Новосибир. ун-та, 2000. — 180 с.
3. Ермаков, А. И. Биохимические методы исследования растительного сырья / А. И. Ермаков. — Л.: Агропромиздат, 1987. — 428 с.
4. Антиоксидантные свойства напитков на плодовоовощной основе с пряноароматическими травами / Е. С. Александровская [и др.] // Пиво и напитки. — 2004. — № 4. — С. 82 — 83.

*Рукопись статьи поступила в редакцию 15.11.2013*

**E. M. Morgunova, N. A. Shelegova, J. S. Pusovskaya, J. S. Chausova**

#### THE CHOICE OF PLANT RAW MATERIALS OF HIGH VALUE IN THE DEVELOPMENT OF NEW ALCOHOLIC BEVERAGES

The article is devoted to study of the possibility of use of herbal products (medicinal herbs, fruits and berries) in the development of new distillery products with lower toxicological properties.

УДК 664.661.011

*Статья посвящена вопросу усовершенствования технологии хлебобулочных изделий из пшеничной муки с помощью хмелевых экстрактов для стабилизации технологического процесса и повышения качества хлебобулочных изделий из пшеничной муки. Рассмотрена полифункциональность хмеля, влияние его экстрактов на биохимические, микробиологические, физико-химические, структурно-механические, функционально-физиологические показатели хлебобулочных изделий из пшеничной муки, сохранение их потребительских свойств и микробиологической безопасности при хранении.*

### ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХМЕЛЯ В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ

**Одесская национальная академия пищевых технологий,  
г. Одесса, Украина**

**Т. Е. Лебеденко**, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии хлеба, кондитерских, макаронных изделий и пищекокцентратов;

**Н. Ю. Соколова**, кандидат технических наук, ассистент кафедры технологии хлеба, кондитерских, макаронных изделий и пищекокцентратов

Стратегическая и социально значимая задача хлебопекарной промышленности, заключается в обеспечении гарантированного снабжения населения страны безопасными и качественными

хлебобулочными изделиями. Обязательным условием ее выполнения является стабильность качественных и количественных внутренних источников продовольственных и сырьевых ресурсов.

Основным сырьем хлебопекарной отрасли является мука, качество которой в современных условиях — вопрос особенно актуальный. Снижение уровня содержания белка в зерне и, соответственно, в муке — мировая тенденция. Для сравнения в СССР в 30-х гг. применяли муку с содержанием клейковины — 30-42 %, в 70-х гг. — от 28 до 37 %, сейчас — 24-33 % [1]. Кроме того, отмечено ухудшение микробиологических показателей, существенное колебание в различных партиях муки не только содержания клейковины, но и активности гидролитических ферментов.

Из-за колебаний качества сырья технолог должен постоянно контролировать и корректировать параметры технологического процесса под сырье. Однако применять технологические приемы для ускоренных технологий очень сложно, а порой практически невозможно. Кроме того такие изменения затрудняют сам процесс производства хлеба, увеличивают операционные расходы и, соответственно, себестоимость хлеба.

Все это приводит к широкому использованию хлебопекарных улучшителей, большинство из которых, как правило, не имеют положительного пищевого значения и, в лучшем случае, являются биологически инертными, но чаще всего они реакционно активные для организма человека. А с учетом постоянного и массового потребления хлебобулочных изделий даже незначительное содержание в них потенциально опасных соединений химической или микробиологической природы создают длительную и постоянную нагрузку, хотя и малой интенсивности, что является одним из важнейших факторов риска для здоровья человека.

Перспективным направлением в решении этой проблемы является совершенствование технологий производства хлебобулочных изделий с использованием научно обоснованных и технологически совместимых композиций растительного сырья, разработка физико-химических и биотехнологических методов ее подготовки для более полной реализации заложенного в нее физиологического и технологического потенциала. Это позволит регулировать свойства основного сырья, полуфабрикатов, ход процесса приготовления хлеба даже для ускоренных технологий, таким образом, обеспечив потребителей готовыми изделиями высокого качества.

Хмелевые экстракты издавна использовались для приготовления хлеба в виде хмелевых заквасок спонтанного брожения, горьких заварок и т. д. С 30-х годов XX века в хлебопекарной промышленности начали применять технически чистые культуры бродильных микроорганизмов с целью стабилизации биотехнологических свойств полуфабрикатов и качества изделий, совершенствования и упрощения технологии производства продукта повседневного употребления, которым является хлеб. Научные изыскания в этой области завершились появлением высокопроизводительных штаммов дрожжей и молочнокислых бактерий (МКБ). Традиция хлебопечения на заквасках со спонтанной микрофлорой постепенно стала исчезать.

Во второй половине прошлого века был более детально изучен химический состав хмеля, что обусловило возобновление интереса к его фармакологическим и технологическим свойствам в т. ч. для использования в хлебопечении. Хмель содержит широкий спектр макро-, микроэлементов, витаминов, азотистых веществ, что позволяет рассматривать хмелепродукты в качестве источника биостимуляторов для культивирования микроорганизмов. Горькие смолы, полифенольные вещества, органические кислоты, эфирные масла влияют на видовой состав и активность микрофлоры хлебопекарных полуфабрикатов и готовых изделий.

В современной профессиональной литературе встречаются сведения о хмелевых дрожжах, заквасках, горькой заварке, которая получается путем заваривания муки хмелевым отваром, с последующим заквашиванием или сбраживанием [2]. На некоторых предприятиях и сегодня

используют полуфабрикаты на основе хмелепродуктов. Возвращаться к старинным технологиям заставляет факт ухудшения качества хлебобулочных изделий, микробиологических показателей основного сырья, а также получение новой информации о химических составляющих хмеля, его физиологических свойствах. На предприятиях Украины, России, Болгарии, Чехии внедряются в производство схемы приготовления пшеничных, ржаных и ржано-пшеничных сортов хлеба на основе заквасок с хмелем.

Известны различные технологии применения хмеля: одни из них предусматривают внесение его в виде водных экстрактов, другие — в виде порошка. Разработки, посвященные совершенствованию технологий хлебобулочных изделий с использованием хмеля, можно условно разделить на три основных направления:

- 1) способы получения экстрактов хмеля для хлебопечения;
- 2) технологии жидких дрожжей и заквасок на хмеле со стабильными прогнозируемыми биотехнологическими свойствами;
- 3) технологии хлеба пшеничного и ржано-пшеничного с использованием хмеля, хмелевых заквасок и жидких дрожжей.

Проведя анализ технологий применения хмелепродуктов в хлебопечении можно резюмировать, что широкому их внедрению, несмотря на все положительные стороны, препятствует ряд факторов.

Во-первых, нестабильность химического состава и функционально — технологических свойств хмелепродуктов, поскольку они могут варьироваться в разных сортах, партиях хмеля, в процессе хранения. Кроме того, нет научного обоснования целесообразности использования того или иного сорта хмеля в технологии хлебопечения.

Во-вторых, продолжительность и неоднозначность параметров процесса экстракции значительно тормозит предприятия на пути внедрения таких технологий.

Они в разных разработках колеблются в значительном диапазоне, начиная с соотношения основных компонентов 1:20...1:400 при использовании различных видов хмелепродуктов, и заканчивая основными температурными и временными параметрами. Так, температура может колебаться по разным рекомендациям в пределах (28...100) °С, а продолжительность экстрагирования — от нескольких мин до 24 ч. Но есть определенные достижения в разработке научно обоснованных принципов нормирования хмеля при изготовлении хлебобулочных изделий.

В-третьих, большинство работ, по использованию хмеля и продуктов его первичной обработки в хлебопечении были посвящены изучению их способности повышать микробиологическую стабильность полуфабрикатов и готовых изделий. Но широкий спектр парафармацевтиков, таких как гликозиды, органические кислоты, эфирные масла, полифенольные вещества, перечень аминокислот, витаминов, макро-, микроэлементов, могут обеспечить формирование различных технологических и физиологических свойств, которые позволяют комплексно решать проблемы предприятий хлебопекарной области по обеспечению выпуска конкурентоспособной продукции.

Для получения экстрактов хмеля нами был использован гранулированный хмель тонкоароматического сорта UA- AROMA типа 90 с отличными качественными биохимическими показателями. Он имеет нежный, мягкий аромат и содержит небольшое количество горьких кислот, а также характеризуется высоким содержанием полифенольных веществ. По предположению, именно такие характеристики сорта хмеля обеспечат высокие качественные характеристики готовых экстрактов при минимальном воздействии на органолептические показатели хлебобулочных изделий. В качестве экстрагента использовали воду и молочную сыворотку. Вода способствует лучшему сепарированию тканей и разрыву межклеточных стенок экстрагируемого сырья, облегчая тем самым протекание диффузионного процесса, а молочная сыворотка является источником белковых азотистых соединений, углеводов, липидов, минеральных солей, витаминов, органических кислот и микроэлементов.

Гранулированный хмель типа 90 представляет собой гранулированный порошок сухого хмеля, измельченного до размера частей 1...5 мм. По результатам исследований он не требует предварительного измельчения, поскольку, попадая в жидкость, быстро растворяется.

Исследованиями Белокуровой О. В. и др. [3] по воздействию температурных режимов на кинетику извлечения экстрактивных веществ из гранулированного хмеля установлена эффективность экстракции при температуре 100 °С. Поэтому гранулы хмеля заливали экстрагентом с температурой (90...95) °С в соотношении 1:100, 1:70 и 1:40 массовых частей, после подвергали кипячению при 100 °С. Через каждые 30 мин определяли количество сухих веществ в экстракте. В результате была доказана целесообразность использования в качестве экстрагента молочной сыворотки, поскольку она позволяет получить хмелевые экстракты с активной кислотностью близкой к 4,3...4,7, что является условием для более высокой антибиотической активности изогумулона, чем в таком же экстракте на основе воды.

Установлено, что концентрация хмелевых экстрактов 1:100 является наиболее целесообразной для улучшения биотехнологических характеристик бродильной микрофлоры хлебопекарного производства [4].

Физико-химические свойства экстрактов приведены в табл. 1.

1. - , τ =90 , t =(100±2) °С

Показатели	Экстракт на основе	
	воды	молочной сыворотки
Массовая концентрация изогумулона, мг/дм <sup>3</sup>	135±5	110±5
Азотистые вещества, %	0,3±0,02	1,1±0,02
Фенольные соединения, %	4,5±0,1	3,2±0,1
Минеральные вещества, %	0,4±0,02	1,2±0,02
Пектиновые вещества, %	0,5±0,05	0,4±0,05
Массовая доля сухих вещества, %	2,5±0,2	9,5±0,2
Активная кислотность	5,9±0,1	4,83±0,1

Хмелевые экстракты полученные на основе воды, молочной сыворотки при соотношении основных компонентов сохраняют основные физико-химические показатели до 3 суток при температуре (5 ± 1) °С и не более 24 ч при (20 ± 1) °С.

По результатам исследований оптимизирован рецептурный состав питательной среды для активации прессованных дрожжей с хмелевым экстрактом на основе молочной сыворотки. Предложена функциональная схема способа активации дрожжей (рис. 1), внедрение которой позволяет уменьшить расходы прессованных дрожжей при безопасном способе тестоприготовления до 0,8 % к массе муки в тесте, при опарном — в диапазоне 0,2 — 0,5 %.

Положительный эффект хмелевых экстрактов на жизнедеятельность дрожжевых клеток обуславливается, во-первых, изменением величины активной кислотности питательной среды, что существенно влияет на жизнедеятельность дрожжей. Во-вторых, хмелевые экстракты обогащают питательную среду макро-, микроэлементами, аминокислотами, витаминами. В хмеле содержатся такие биогенные вещества как калий, кальций, фосфор, сера. Как известно, кальций в концентрации не более 40 мг/л стимулирует размножение дрожжей [5, 6], калий же играет существенную роль в окислительном фосфорилировании, кроме того он стимулирует движение неорганического фосфора внутрь клетки.

Олигобиогенные вещества, которые необходимы для роста дрожжевых клеток, в хмелевых экстрактах представлены цинком, медью, молибденом, бором, марганцем, никелем, алюминием, йодом, кобальтом. Минеральные вещества, в целом, регулируют осмотическое давление и влияют на проницаемость оболочки дрожжевой клетки, являются питательными солями, активаторами ферментов, принимают участие в метаболизме и спиртовом брожении [6].

Учитывая то, что хмелевые экстракты характеризуются антибактериальными и фунгицидными свойствами к целому ряду микроорганизмов, не проявляя при этом, в определенных концентрациях, негативного воздействия на МКБ, мы считали целесообразным исследовать возможность улучшения технологических свойств пшеничных заквасок. Поскольку на сегодняшний день чаще всего на предприятиях хлебопекарной отрасли в ускоренных технологиях применяют концентрированную молочнокислую закваску (КМКЗ), ее и использовали в исследованиях. КМКЗ рекомендуют для предприятий с периодическим режимом работы, как биологический способ подавления картофельной болезни хлеба. Однако, частой проблемой в условиях производства является потеря технологических свойств, что может быть вызвано ее загрязнением посторонними микроорганизмами.

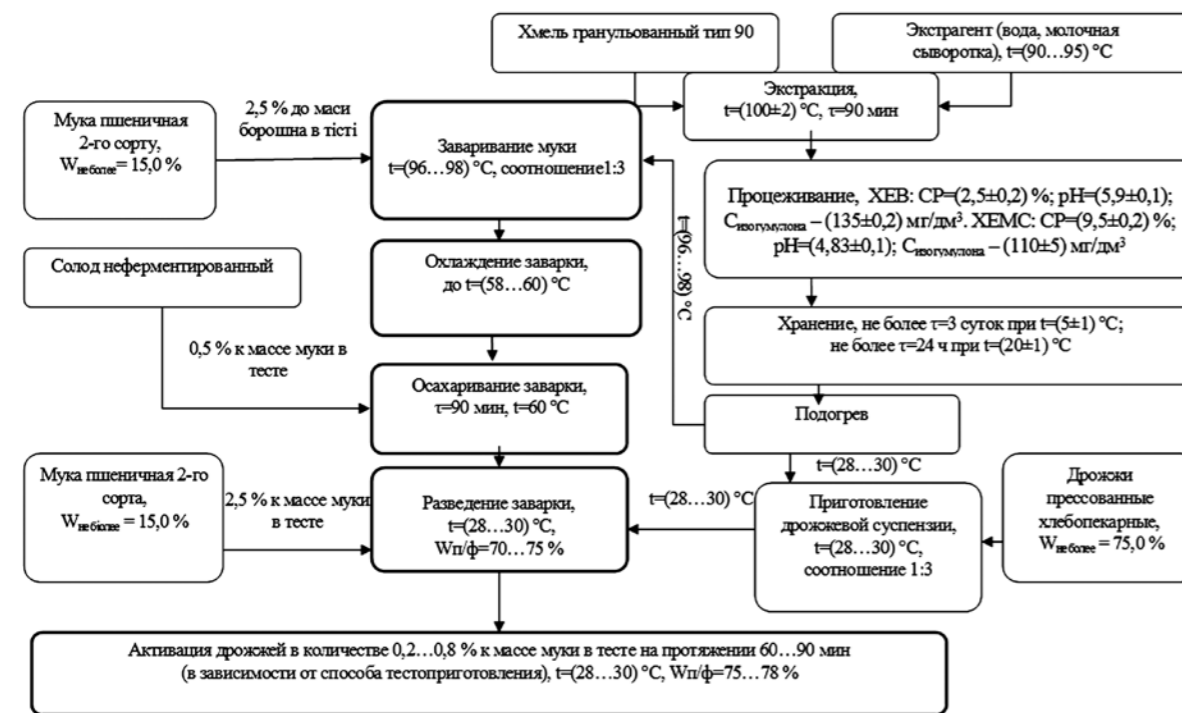


Рис. 1. Функциональная схема способа активации прессованных дрожжей

Нами подтверждена эффективность использования хмелевых экстрактов (1:100 масс. част.) в производственном цикле ведения КМКЗ, когда водно-мучная суспензия ( $W = 65...70\%$ ) для обновления закваски заменяется смесью экстракта и муки ( $W = 65...70\%$ ). Такая концентрация, как видно из табл. 2, обеспечивает улучшение технологических показателей.

2.

Показатели	Контроль	Концентрация		
		1:40	1:70	1:100
<b>хмель-вода</b>				
Титруемая кислотность, град	11	14	14	12
Количество МКБ (суммарное), млрд/г	0,25	0,18	0,19	0,28
Активность МКБ, мин	60	95	89	55
<b>хмель-молочная сыворотка</b>				
Титруемая кислотность, град	11	18	18	17
Количество МКБ (суммарное), млрд/г	0,25	0,2	0,23	0,32
Активность МКБ, мин	60	85	68	50

Использование хмелевого экстракта на воде увеличивает суммарное количество МКБ на 12 % по сравнению с контролем, а их активность — на 8 %, при использовании же хмелевого экстракта на молочной сыворотке эти показатели еще выше и составляют соответственно 28 и 17 %. Такой эффект объясняется обогащением среды аминокислотами, минеральными веществами, лактозой, это стимулирует развитие МКБ, а за счет горьких кислот и других биологически активных веществ (БАВ) антибиотического действия угнетается посторонняя микрофлора.

Установлено, что свойства хмелевых экстрактов позволяют также стабилизировать качество КМКЗ в условиях постоянной контаминации микроорганизмами муки, воды и других окружающих факторов в производственных условиях. Так при равных параметрах ведения в провоцирующих условиях КМКЗ с хмелевыми экстрактами и без них установлено, что стабильность свойств, в присутствии экстрактов возрастает до 160 суток по сравнению с контролем, который теряет свои свойства уже после 90 дней ведения [4].

Анализ химического состава хмеля и хмелевых экстрактов свидетельствует о содержании хмелевых смол, полифенольных веществ, органических кислот, эфирных масел, которые имеют выраженное физиологическое действие. По свидетельствам зарубежных и отечественных ученых, они укрепляют иммунную систему, оказывают успокаивающее, обезболивающее, снотворное, противовоспалительное действие, способны защищать от инфекций и воспалений, являются профилактическим средством против сердечно-сосудистых заболеваний и диабета, а также снижают вероятность заболевания раком [7-9].

Учитывая то, что хлебобулочные изделия являются продуктом повседневного питания, а введение хмелевых экстрактов, содержащих БАВ, могут повлиять на здоровье человека при постоянном употреблении, считали целесообразным провести доклинические исследования на животных для изучения физиологических свойств разработанных хлебобулочных изделий и установления их безопасности.

Исследования проводились на базе Украинского научно-исследовательского института медицины транспорта г. Одессы на белых крысах-самцах массой 300-350 г, в рацион которых вводили хлеб с хмелевым экстрактом на основе молочной сыворотки в количестве 4,8 г, что соответствует среднему суточному потреблению хлеба человеком (335 г на 70 кг веса человека). Контрольная группа получала хлеб без добавления хмелевого экстракта.

В результате в опытной группе было выявлено повышение активности ферментов Г-6-ФДГ, АСТ, АЛТ в крови и печени (рис. 2), что говорит о затормаживании процессов свободно радикального окисления. Такой эффект действия хлебобулочных изделий с хмелевым экстрактом можно связать не только с наличием в них полифенольных веществ, давно известных, как эффективное средство замедления свободно радикального окисления, но и наличием в хмелевых экстрактах изогумулонов, входящих в состав хмелевых смол. Они, по свидетельству немецких ученых [9], также способны активизировать систему антиоксидантной защиты организма, препятствуя повреждению иммунной системы, замедляя процесс старения организма, препятствуя сердечно-сосудистым заболеваниям и возникновению рака.

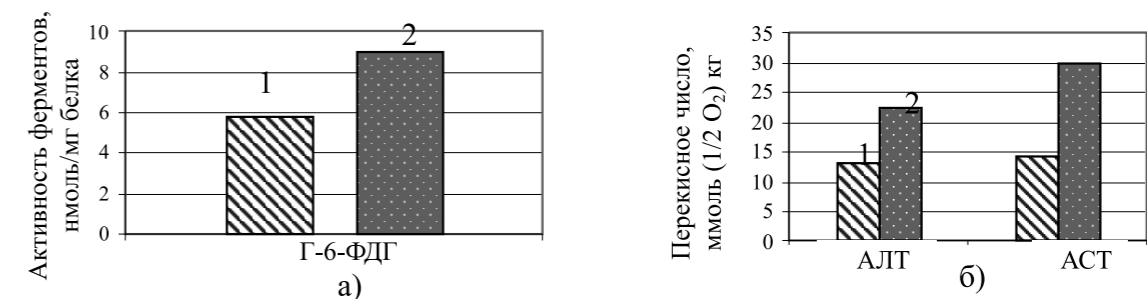


Рис. 2. Среднее изменение активности ферментов Г-6-ФДГ (а) и АЛТ, АСТ (б) в печени животных: 1 — контрольная группа; 2 — опытная группа

Большая часть работы была посвящена изучению структурно-механических свойств теста с хмелевыми экстрактами, поскольку в ходе исследований было установлено их позитивное воздействие на качество клейковины и упруго-эластичные свойства пшеничного теста. Так, в присутствии хмелевых экстрактов уменьшается растяжимость клейковины, а ее упругость с увеличением дозировки растет пропорционально, для экстрактов на воде в пределах (13...30) %, на молочной сыворотке — (5...31) %. Полученные результаты коррелировались с данными расшифровки фаринограмм. Показатель разжижения теста уменьшался, при этом эластичность и стабильность тестовой системы возрастала. Исследование структурно-механических свойств теста с экстрактами проводили не только во время замеса, но и при ферментации. Было отмечено повышение прочности теста по сопротивлению деформации растяжения, в течение всего времени ферментации. Более детально исследования приведены в работе [10].

Чтобы выяснить природу этого явления был проанализирован белковый состав теста (табл. 3). В результате установлено увеличение глютелиновой фракции в тесте с хмелевыми экстрактами, а, как известно, именно глютелин имеет более жесткую малорастяжимую структуру. По предположению, пектиновые и полифенольные вещества, органические кислоты, взаимодействуя с белками теста и образуя комплексы, способствуют уплотнению системы и формированию в ней более «жесткой» пространственной сетки. Таким образом, было выявлено еще одно свойство хмелевых экстрактов из гранулированного хмеля.

3.

Образцы	Альбумины		Глобулины		Проламины		Глютелины		Белок
	% от белка	%	% от белка	%	% от белка	%	% от белка	%	
Контроль на воде	15,37	1,83	4,63	0,55	24,67	2,93	55,33	6,58	11,9
Контроль на молочной сыворотке	18,13	2,38	5,04	0,66	20,32	2,67	56,51	7,43	13,15
Хмель-вода	16,05	1,93	4,63	0,55	18,51	2,23	60,81	7,32	12,05
Хмель-молочная сыворотка	18,29	2,69	5,11	0,75	15,06	2,21	61,54	9,05	14,72

Усовершенствованные технологии были опробованы при различных способах тестоприготовления. Результаты исследований показали, что приготовление теста на жидких опарах позволяет получить более качественную продукцию и при применении технологии АПД с хмелевыми экстрактами, и для технологии производства хлеба с повышенными физиологическими свойствами. Такие результаты закономерно перекликаются с теоретическими основами хлебопекарного производства, в соответствии с которыми именно жидкая среда является оптимальной для жизнедеятельности дрожжей и МКБ, поскольку именно продукты жизнедеятельности бродильной микрофлоры и обеспечивают формирование неповторимого вкуса и аромата хлеба. Тем не менее, и для ускоренных технологий, которые в большей степени распространены на предприятиях отрасли, опытные образцы по всем показателям превосходили контроль (табл. 4).

4.

(t=22±1 °C; φ=75 %)

Показатели	Контроль	С АПД	С КМКЗ	С ХЕ
Удельный объем, см <sup>3</sup> /г	3,23	3,28	3,43	3,43
Формоустойчивость, Н/D	0,55	0,50	0,60	0,54
Влажность, %	43,0	42,0	43,1	42,0
Пористость, %	71	68	74	73

Таблица 4

Показатели	Контроль	С АПД	С КМКЗ	С ХЕ
Кислотность, град	3,0	3,0	3,6	3,6
<b>После 4 ч хранения</b>				
Общая деформация, ΔН <sub>общ</sub>	102	102	110	105
Пластическая деформация, ΔН <sub>пл</sub>	87	89	99	95
Упругая деформация, Н <sub>упр</sub>	15	13	11	10
<b>После 48 ч хранения</b>				
Общая деформация, ΔН <sub>общ</sub>	56	83	72	74
Пластическая деформация, ΔН <sub>пл</sub>	53	74	66	66
Упругая деформация, Н <sub>упр</sub>	3	9	7	8

Важной проблемой хлебопекарной промышленности является черствение хлеба. Существуют различные способы сохранения качества хлеба: внедрение прогрессивных технологий приготовления теста, использование соответствующих видов сырья, хлебопекарных улучшителей, пищевых добавок, применение упаковочных материалов. Нами установлено, что хмелевые экстракты могут стать еще одним альтернативным способом увеличения сроков сохранения свежести хлебобулочных изделий. Поскольку хлеб с экстрактами медленнее поддается процессу черствения, который оценивали по изменению деформационных характеристик мякиша хлеба, его намоканию и крошковатости в течение 48 ч хранения. Так, упругая деформация для контрольного образца уменьшилась на 80 %, а для опытных образцов в среднем на 40 %.

В условиях хлебопекарных предприятий нежелательная микрофлора может нарушать ход технологического процесса и ухудшать качество готовых изделий, вызывая микробиологическую порчу хлеба. Хмель давно известен своими бактерицидными свойствами. Выявлено, что хмелевые экстракты за счет горьких веществ, в частности α-кислот (гумулон, изогумулон) и β-кислоты (лупулон), которые проявляют сильное бактерицидное действие, а также за счет отдельных групп БАВ, которые переходят в экстракт (органические, фенолкарбоновые кислоты, антоцианы и флавоноиды) способны значительно повышать устойчивость готовых изделий к микробиологической порче, вызванной *Bacillus mesentericus* и плесневыми грибами (табл. 5).

5.

(t=32±1 °C; φ=80 %)

Осмотр изделий после хранения, ч	Характеристика изделий			
	Контроль	С АПД	С КМКЗ	С ХЕ
48	+—	—	—	—
72	+—	—	—	—
96	++	—	—	—
120	Δ ++	+—	—	—
132	Δ ++	+—	+—	—
144	ΔΔ ++	Δ +	+—	—
156	ΔΔ ++	Δ +	Δ +	+—
168	ΔΔ ++	Δ +	Δ +	Δ+

Обозначение: — — поражение отсутствует; + — слабое поражение картофельной болезнью; ++ — сильное поражение картофельной болезнью; Δ — единичные места поражения плесенью; ΔΔ — сильное плесневение.

Результаты исследований были подтверждены не только визуальным наблюдением за изменениями свойств мякиша хлеба, но и путем определения титра картофельной палочки на всех стадиях технологического цикла.



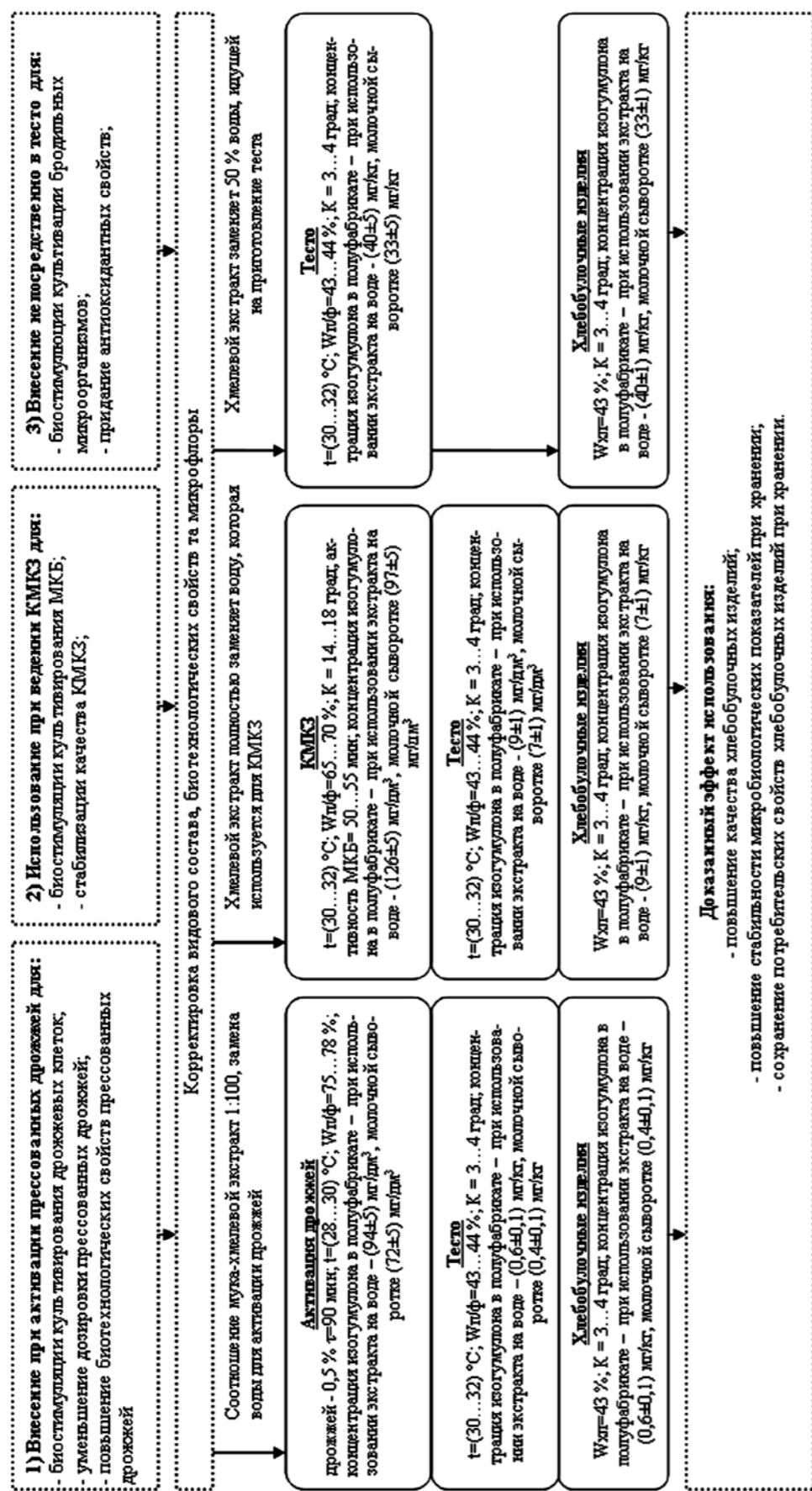


Рис. 3. Предлагаемые способы использования хмелевых экстрактов в технологии хлебопечения

Таким образом, нами предложены несколько технологий (рис. 3), которые смогли наиболее полно раскрыть заложенный природой потенциал хмеля, кроме этого предложить хлебопекарной отрасли простые и безопасные способы решения проблем. Мы предлагаем использовать хмелевые экстракты как источники биостимуляторов для культивирования микроорганизмов хлебопекарного производства, корректора видового состава и активности микрофлоры, регулятора активности ферментов и структурно-механических свойств тестовых масс; улучшителя качества готовых изделий; средства для предупреждения их микробиологического, окислительного и других видов порчи.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Косован, А. Хлебопекарная промышленность в условиях экономической нестабильности / А. Косован // Хлебопродукты. — 2010. — № 12. — С. 6-8.
2. Пучкова, Л. И. Технология хлеба. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий. Ч.1. Технология хлеба / Л. И. Пучкова, Р. Д. Поландова, И. В. Матвеева. — СПб.: ГИОРД, 2005. — 559 с.
3. Пат. 2322484 Российская Федерация, МПК C12 C3/02. Способ получения хмелевого экстракта / Г. О. Магомедов, Н. М. Дерканосова, Е. В. Белокурова, С. А. Шеламова; патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Воронежская государственная технологическая академия. — № 2006134415/13; заявл. 27.09.06; опубл. 20.04.08, Бюл. № 5. — 4 с.
4. Лебеденко, Т. Е. Использование хмелевых экстрактов для стабилизации качества и повышения эффективности концентрированной молочнокислой закваски / Т. Е. Лебеденко, Е. Н. Кананыхина, Н. Ю. Соколова // Матер. VII Международной научно-практической конференции студентов и аспирантов «Техника и технология пищевых производств», Могилев, Республика Беларусь: Изд. УО «МГУП», Часть 1, 2011. — С. 178-179.
5. Пашенко, Л. П. Биотехнологические основы производства хлебобулочных изделий / Л. П. Пашенко. — М.: Колос, 2002. — 368 с.
6. Коновалов, С. А. Биохимия дрожжей / С. А. Коновалов. — М.: Пищевая промышленность, 1962. — 272с.
7. Tagashira, M. Antioxidative activity of hop bitter acids and their analogues / M. Tagashira, M. Watanabe, N. Uemitsu // Biosci. Biotechnol. Biochem. — 1995. — № 59. — P. 740-742.
8. Scandalios J. G. Oxygen stress and superoxide dismutases / J. G. Scandalios // Plant Physiol. 1993. — V. 101. — № 1. — P. 7 — 12.
9. Biendl, M. Anticancerogene Aktivitat — ein neuer Aspekt bei Hopfeninhaltsstoffen / M. Biendl // Brauindustrie. — 1999. — № 84. — P. 502-504, 506-507.
10. Лебеденко, Т. Е. Исследование структурно-механических свойств пшеничного теста с хмелевыми экстрактами / Т. Е. Лебеденко, Е. Г. Иоргачева, Н. Ю. Соколова // Матер. III научно-практической конференции с международным участием «Управление реологическими свойствами пищевых продуктов, 15-16 ноября 2012», Москва: Изд. МГУПП, 2012. — С. 176-183.

Рукопись статьи поступила в редакцию 20.01.2014

T. E. Lebedenko, N. Y. Sokolova

### MULTIFUNCTIONAL USE OF HOPS IN BREADMAKING

The article is devoted to improvement of technology bakery of wheat flour by hop extracts to stabilize the process and increase the quality of bakery products from wheat flour. Considered polyfunctionality hops extracts its influence on biochemical, microbiological, physico-chemical, structural and mechanical,

functional and physiological indicators of bakery products from wheat flour, the preservation of their consumer properties and microbiological safety during storage.

УДК 621.56: 664.8.037

*Описана математическая модель теплообмена между продуктом и окружающей средой (в т. ч. — при хранении плодов и овощей) при изменении температуры окружающей среды по периодическому закону. Изложены результаты расчетов по модели, и их сопоставление с данными исследований по хранению яблок в упаковках с жидкостными (водяными) прослойками с повышенной тепловой инерционностью. Сопоставление расчетных и экспериментальных данных показало, что предлагаемая математическая модель может применяться для описания характера изменения и определения амплитуды колебаний температуры продукта в объеме упаковки при периодических колебаниях температуры окружающей среды, в зависимости от конфигурации упаковок.*

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА МЕЖДУ УПАКОВАННЫМ ПРОДУКТОМ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЯХ ТЕМПЕРАТУРЫ

Одесская национальная академия пищевых технологий,  
Институт холода, криотехнологий и экоэнергетики, г. Одесса, Украина

*В. П. Кочетов, кандидат технических наук,  
ведущий научный сотрудник ПНИЛ ХТ ОНАПТ;  
Е. Н. Томчик, аспирант*

**Введение.** Результаты многочисленных исследований, проведенных сотрудниками ИХКЭ ОНАПТ, свидетельствуют о том, что в реальных условиях эксплуатации холодильников при применении любых охлаждающих систем и строительных конструкций в грузовом пространстве камер неизбежно возникают колебания параметров технологического регламента, что связано с колебаниями температуры в объеме камер. Анализ технологических условий хранения плодово-овощной продукции, а также применяемых технологий и способов их реализации показал, что главным фактором, оказывающим определяющее влияние на продолжительность и качество хранения, являются температурные колебания в объеме камер. Величина амплитуды колебаний температуры зависит от конструктивных особенностей и уровня износа холодильников, типов применяемых систем охлаждения и распределения воздуха в объеме камер и штабелей, и может составить  $\Delta T_{\text{кам}} = 6 \dots 12 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

**Основная часть.** Колебания температуры воздуха в камерах при хранении сочного растительного сырья, приводят к колебаниям температуры продукта, при этом изменяется количество тепла, выделяемого при дыхании, таким образом, процесс хранения протекает при нестационарном режиме.

Продукт в упаковке может быть представлен как физическое тело произвольной формы, с заданными объемом ( $V_{\text{пр}}$ , м<sup>3</sup>) и площадью поверхности ( $F_{\text{пов}}$ , м<sup>2</sup>), заключенное в 1... n защитных оболочек (их число зависит от конфигурации упаковок), находящееся в среде, температура которой меняется по периодическому закону. Теплофизические характеристики — плотность ( $\rho_{\text{пр}}$ , кг/м<sup>3</sup>), теплоемкость ( $c_{\text{пр}}$ , Дж/(кг °C)), коэффициент теплоотдачи от поверхности к окружающей среде ( $\alpha_{\text{пов}}$ , Вт/(м<sup>2</sup> °C)) — постоянны. В качестве оболочек приняты стенки упаковок. Теплообмен с окружающей средой происходит по закону Ньютона-Рихмана (конвективный теплообмен при граничных условиях 3-го рода). Внутри тела действует источник тепла  $Q_{\text{дых}}$  (рис. 1).

Теплообмен между продуктом в упаковке и окружающей средой:

$$Q = m_{\text{пр}} \cdot [c_{\text{пр}} \cdot \Delta T_{\text{пр}} + q_{\text{дых}}] = \alpha_{\text{пов}} \cdot F_{\text{пов}} \cdot \Delta T + Q_{\text{дых}}, \text{ Вт} \quad (1)$$

где  $Q$  — общий тепловой поток, отводимый от продукта при хранении, Вт.

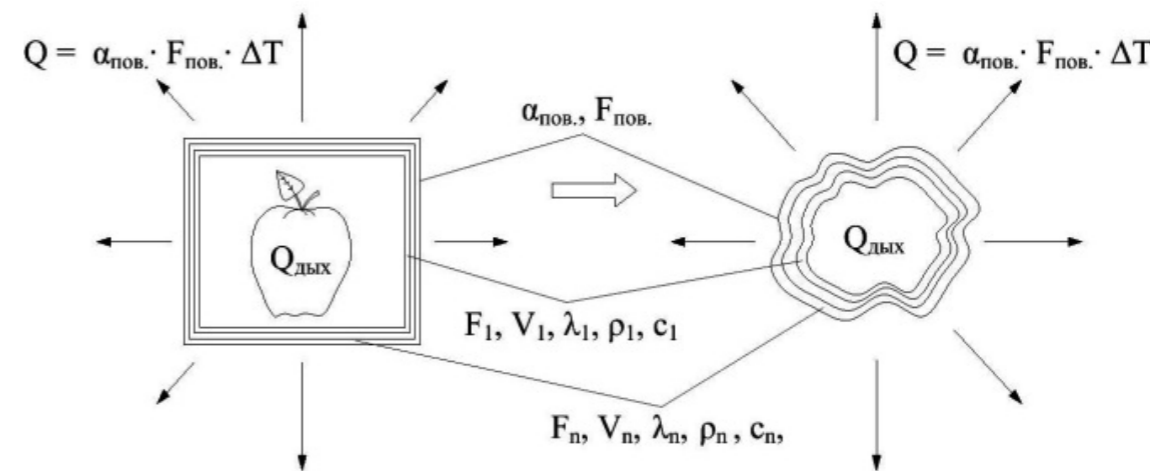


Рис. 1. Расчетная схема теплообмена между продуктом в упаковке и окружающей средой

Определение характера изменения температуры продукта ( $T_{\text{пр}}$ ) в объеме упаковки при постоянных периодических колебаниях температуры окружающей среды ( $T_{\text{окр. ср.}}$ ), при наличии тепловыделений продукта требует разложения на 2 отдельные задачи с последующим сложением решений: определение зависимости изменения  $T_{\text{пр}}$  при изменении  $T_{\text{окр. ср.}}$  по периодическому закону; определение влияния теплоты дыхания на температуру продукта в зависимости от характера изменения  $T_{\text{пр}}$ .

Для решения первой задачи последовательно рассмотрены: процессы охлаждения/нагрева однородного тела, температурный режим однородного тела при периодическом изменении температуры его поверхности и температурный режим однородного тела в оболочке.

Представим продукт без упаковки в качестве однородного тела произвольной формы с параметрами  $F_{\text{пов}}$ ,  $V_{\text{пр}}$ ,  $\alpha_{\text{пов}}$ ,  $\rho_{\text{пр}}$ ,  $c_{\text{пр}}$ , охлаждаемого с поверхности  $F$ , м<sup>2</sup>, в объеме которого выделяется тепло. Дифференциальное уравнение нагрева / охлаждения однородного тела:

$$-\alpha_{\text{пов}} \cdot F_{\text{пов}} \cdot \Delta T = \rho_{\text{пр}} \cdot c_{\text{пр}} \cdot V_{\text{пр}} \cdot \frac{dT}{d\tau} \quad (2)$$

Для тела, находящегося в среде, температура которой изменяется по периодическому синусоидальному закону

$$T_{\text{окр. ср.}}(\tau) = T_{\text{окр. ср. средн.}} \cdot \sin(\omega \cdot \tau), \quad (3)$$

уравнение, описывающее температурный режим тела, имеет вид:

$$\frac{\rho_{\text{пр}} \cdot c_{\text{пр}} \cdot V_{\text{пр}}}{\alpha_{\text{пов}} \cdot F_{\text{пов}}} \cdot \frac{dT}{d\tau} + T_{\text{пр}}(\tau) = T_{\text{окр. ср.}}(\tau), \quad (4)$$

где  $A_{\text{Токр. ср.}}$  — амплитуда колебаний температуры окружающей среды;  $T_{\text{пр}}(\tau)$  — искомая функция изменения температуры рассматриваемого тела.

Решением уравнения (4) является косинусоида [1-5]:

$$T_{\text{пр}}(\tau) = A_{\text{Токр. ср.}} \cdot \cos(\omega \cdot \tau + \varphi). \quad (5)$$

Подставляя (5) в (4), получим:

$$\frac{\rho_{np} \cdot c_{np} \cdot V_{np}}{\alpha_{пов} \cdot F_{пов}} \cdot \omega \cdot A_{T_{np}} \cdot \sin\left(\omega \cdot \tau + \varphi + \frac{\pi}{2}\right) + A_{T_{np}} \cdot \sin(\omega \cdot \tau + \varphi) = A_{T_{окр. ср.}} \cdot \sin(\omega \cdot \tau). \quad (6)$$

$$A_{T_{np}} = \frac{A_{T_{окр. ср.}}}{\sqrt{1 + \left(\frac{\rho_{np} \cdot c_{np} \cdot V_{np}}{\alpha_{пов} \cdot F_{пов}} \cdot \omega\right)^2}} \quad (7)$$

$$\varphi = -\arctg\left(\frac{\rho_{np} \cdot c_{np} \cdot V_{np}}{\alpha_{пов} \cdot F_{пов}} \cdot \omega\right)^2 \quad (8)$$

В случае несинусоидального периодического изменения  $T_{окр. ср.}$  для определения  $T_{np}$  следует использовать разложение несинусоидальной функции в ряд Фурье с последующим решением задачи для каждой гармоники [1-5].

Если однородное тело заключить в 1... n оболочек, это создаст дополнительные тепловые сопротивления; поверхность теплообмена также можно рассматривать как сопротивление на пути движения теплового потока. При наличии сопротивлений одной либо n оболочек уравнение 4 примет вид:

$$\sum \rho \cdot c \cdot V \cdot \left( \frac{1}{\alpha_{пов} \cdot F_{пов}} + \sum \frac{1}{\lambda_{об. j} \cdot F_{об. j}} \right) \cdot \frac{dT}{d\tau} + T_{np}(\tau) = T_{окр. ср.}(\tau), \quad (9)$$

где  $\sum \rho \cdot c \cdot V = \rho_{np} \cdot c_{np} \cdot V_{np} + \sum \rho_{об. j} \cdot c_{об. j} \cdot V_{об. j}$ .

Решения уравнений (9) и (4) идентичны.

Задача по определению изменения температуры тела за счет выделения тепла дыхания в условиях периодических колебаний температуры аналогична задаче для охлаждения конвективным путем кусочно-однородного шара. Общее решение задачи теплопроводности в пределах i-той сферы:

$$T_i = -\frac{1}{\lambda_i} \cdot \frac{q_i r^2}{6} + \frac{A_i}{r} + B_i. \quad (10)$$

В центре шара ( $r = 0$ )  $\lambda \frac{\delta T}{\delta r} \Big|_{r=0}$ , отсюда,  $A_i = 0$ .

$$A_i = -\frac{(q_i - q_{i-1}) \cdot r_i^3}{3\lambda_i} + \frac{\lambda_{i+1}}{\lambda} \cdot A_{i-1}. \quad (11)$$

Тепло, выделяющееся в объеме шара:

$$Q_V = \sum_{i=1}^n q_i \cdot 4\pi \cdot \frac{r_i^3}{3}. \quad (12)$$

Тепло, отводимое конвекцией с поверхности шара:

$$Q_F = 4 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \alpha (T_r - T_{окр. ср. средн.}), \quad (13)$$

где  $T_r$  — температура на поверхности шара.

Из уравнения теплового баланса  $Q_V = Q_F$ :

$$T_r = \frac{1}{3 \cdot r^2 \cdot \alpha} \cdot \sum_{i=1}^n q_i \cdot r_i^3 + T_{окр. ср.} \quad (14)$$

С другой стороны, на поверхности шара:

$$T_r = -\frac{1}{\lambda} \cdot \frac{q_n \cdot r^2}{6} \cdot \frac{A_n}{r} + B_n. \quad (15)$$

Из условия непрерывности функции  $T_{i-1}(r) = T_i(r)$ :

$$B_{i-1} = \frac{q_{i-1} \cdot r_i^3}{6 \cdot \lambda_{i-1}} - \frac{q_i \cdot r_i^3}{6 \cdot \lambda_i} + \frac{A_i}{r_i} - \frac{A_{i-1}}{r_i} + B_i. \quad (16)$$

Проверка адекватности модели выполнена на основе результатов исследований по применению упаковок с жидкостными прослойками с повышенной тепловой инерционностью для хранения плодоовощной продукции [6-8]. При изучении влияния постоянных периодических колебаний температуры в камере на температуру плодов использовали полимерные упаковки различной конфигурации: экспериментальные — с водными прослойками толщиной 7...27 мм, и контрольные — без прослоек. Охлажденные яблоки (Гала, 1 сорт) помещали в предварительно охлажденные упаковки, затем упаковки помещали в камеру КХК-6, и выдерживали на протяжении 4 недель. Колебания температуры в пределах от -3,4 до +5,7 °C создавали за счет увеличения дифференциала терморегулятора.

По данным температурных измерений установлено, что характер изменения температуры воздуха в камере можно описать двумя экспоненциальными функциями с разными постоянными времени ( $z_1, z_2$ ) на участках возрастания и убывания температуры (рис. 2).

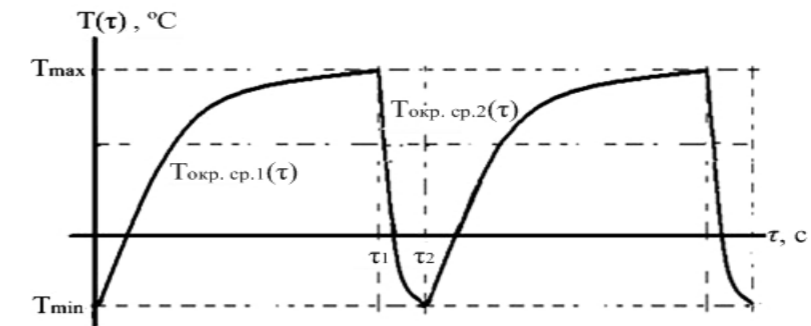


Рис. 2. Закон изменения температуры воздуха в охлаждаемой камере ( $T_{окр. ср.}$ ).

Периодическая функция может быть представлена двумя экспонентами:

$$\text{при } 0 < \tau < \tau_1: T_{окр. ср.1}(\tau) = T_{окр. ср.1} \cdot e^{\left(\frac{-\tau}{z_1}\right)} + G_1, \quad (17)$$

$$\text{при } \tau_1 < \tau < \tau_2: T_{окр. ср.2}(\tau) = T_{окр. ср.2} \cdot e^{\left(\frac{-\tau}{z_2}\right)} + G_2. \quad (18)$$

Разложение функции в ряд Фурье в общем случае имеет вид:

$$T_{окр. ср.}(\tau) = T_{окр. ср. средн.} + \sum_1^n (a_k \cdot \cos k\omega\tau + b_k \cdot \sin k\omega\tau), \quad (19)$$

где  $k = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, n$  — число гармоник,  $a_k, b_k$  — коэффициенты интегрирования.

Окончательное решение, с учетом (6), можно представить в виде:

$$T_{np}(\tau) = T_{окр. ср. средн.} + \sum_1^n \frac{a_k}{\sqrt{1 + \left(\sum \rho \cdot c \cdot V \cdot \left(\frac{1}{\alpha_{пов} \cdot F_{пов}} + \sum \frac{1}{\lambda_{об. j} \cdot F_{об. j}}\right) \cdot \frac{2 \cdot k \cdot \pi}{\tau_2}\right)^2}} \cdot \cos\left(\frac{2 \cdot k \cdot \pi}{\tau_2} \cdot \tau + \varphi\right) + \sum_1^n \frac{b_k}{\sqrt{1 + \left(\sum \rho \cdot c \cdot V \cdot \left(\frac{1}{\alpha_{пов} \cdot F_{пов}} + \sum \frac{1}{\lambda_{об. j} \cdot F_{об. j}}\right) \cdot \frac{2 \cdot k \cdot \pi}{\tau_2}\right)^2}} \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot k \cdot \pi}{\tau_2} \cdot \tau + \varphi\right),$$

где

$$\varphi = -\arctg\left(\sum \rho \cdot c \cdot V \cdot \left(\frac{1}{\alpha_{пов} \cdot F_{пов}} + \sum \frac{1}{\lambda_{об. j} \cdot F_{об. j}}\right) \cdot \frac{2 \cdot k \cdot \pi}{\tau_2}\right). \quad (21)$$

Результатов расчетов, выполненные в программе QBasic, и экспериментальные данные, подтверждают достоверность предлагаемой матмодели. Сопоставление экспериментальных и расчетных данных при использовании контрольных и экспериментальных упаковок приведено в табл.

Температура, °С	Эксперимент № 1				Эксперимент № 2				
	Тип упаковки								
	Опытная ( $\Delta_w = 7$ мм.)		Контрольная		Опытная ( $\Delta_w = 27$ мм.)		Контрольная		
Изменение температуры плодов с учетом влияния тепла дыхания, °С	Опыт	Расчет	Опыт	Расчет	Опыт	Расчет	Опыт	Расчет	
	$T_{пл.} + \Delta T_{дых}, ^\circ\text{C}$								
	2,2 – 2,4	2,23 – 2,49	1,9..2 – 2,5..2,6	2,12 – 2,67	2,8 – 2,9	2,76 – 2,85	2,6..2,7 – 3,1..3,2	2,64 – 3,09	
$\Delta T = (T_{пл. max} - T_{пл. min}) + \Delta T_{дых}, ^\circ\text{C}$									
	0,2	0,265	0,6..0,7	0,544	0,1	0,092	0,5..0,6	0,449	
Средняя температура камеры, $T_{окр. ср. средн.}, ^\circ\text{C}$	опыт/расчет				опыт/расчет				
	$\approx 2,3/2,3153$				$\approx 2,8/2,7863$				

**Заключение.** Предлагаемая математическая модель теплообмена между продуктом и окружающей средой при изменении температуры среды по периодическому закону позволяет определить характер изменения и амплитуду колебаний температуры продукта в объеме упаковки в зависимости от амплитуды и характера колебаний температуры окружающей среды, а также от теплофизических и конструктивных характеристик применяемых упаковок.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Пискунов, Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления: в 2 т. / Н. С. Пискунов. — 13-е изд. — М.: Наука, 1985. — т 2.— 560 с.
2. Марчук, Г. И. Методы вычислительной математики / Г. И. Марчук. — М.: Наука, 1977. — 456 с.
3. Бахвалов, Н. С. Численные методы / Н. С. Бахвалов — М.: Наука, 1975 г.— 632 с.
4. Марчук, Г. И. Введение в проекционно-сеточные методы. / Г. И. Марчук, В. И. Агошков. — М.: Наука, 1981 г. — 416 с.
5. Смирнов, В. И. Курс высшей математики: в 5 т. / В. И. Смирнов. — 13-е изд. — М.: ГИТТЛ, 1954. — т.2. — 627 с.
6. Пластиковая тара для хранения плодоовощной продукции: пат. 41517 Украина, В 65 D 81/24, F 25 D 29/00 / Е. Н. Томчик; заявитель Одесская гос. акад. холода. — № u200814732; заявл. 22.12.08; опубл. 25.05.2009// Офіційний бюлетень / Держ. департамент інтелектуал. власності. — 2009. — № 10.
7. Пластиковая тара для хранения плодоовощной продукции: пат. 48587 Украина, В 65 D 81/24, F 25 D 29/00 / Е. Н. Томчик; заявитель Одесская гос. акад. холода. — № u200909923; заявл. 29.09.09; опубл. 25.03.2010// Офіційний бюлетень / Держ. департамент інтелектуал. власності. — 2010. — № 6.
8. Томчик, Е. Н. Результаты применения новsx типов упаковок с повышенной тепловой инерционностью для хранения растительной продукции / Е. Н. Томчик, В. П. Кочетов // Современные проблемы холодильной техники и технологии: материалы IX Междунар. науч. — техн. конференции, Одесса, 10-12 сент. 2013 г. / ОНАХТ, УН ИХКЭ. — Херсон, Гринь Д. С., 2013. — С. 120-122.

Рукопись статьи поступила в редакцию 28.10.2013

V. P. Kochetov, E. N. Tomchyk

### THE FEATURES OF HEAT TRANSFER PROCESSES BETWEEN THE PACKAGED PRODUCT AND ENVIRONMENT DURING OF PERIODIC FLUCTUATIONS IN TEMPERATURE

The mathematical model of heat transfer between the product and the environment (including the storage of fruits and vegetables) at the ambient temperature changes due to the periodic law is described. The results of calculations on the model and their comparison with the results of investigations of apples storage in the packages with liquid (water) interlayers with high thermal stability were presented. Comparison of calculated and experimental data showed that the proposed mathematical model can be used for the describing changing character and denoting the amplitude of temperature fluctuations in the bulk product packages in the periodic fluctuations in ambient temperature, depending on the configuration of packages.

УДК 635.21/24:624.8

*В статье приведены результаты экспериментальных исследований по изучению физико-механических свойств топинамбура в зависимости от условий хранения клубней, для установления оптимальной технологии очистки его поверхности.*

### ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОПИНАМБУРА

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

*З. В. Ловкис, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, член-корр. НАН Беларуси, доктор технических наук, профессор, генеральный директор;*

*С. А. Арнаут, кандидат технических наук, и. о. начальника отдела новых технологий и техники; Е. К. Буталевич, аспирант*

Являющийся близким родственником подсолнечника, топинамбур представляет собой многолетнее клубненозное растение семейства сложноцветных, обладающее мощной корневой системой и достигающее в высоту до 3 — 4 м. Особенно широкой популярностью в кулинарии и народной медицине разных стран мира издавна и традиционно пользуются клубни топинамбура, обладающие причудливой формой, приятным сладковатым вкусом, высокой пищевой и диетологической ценностью, а также широким набором целебных свойств [1, с. 6].

В настоящее время топинамбур в промышленных масштабах возделывается как в Республике Беларусь, так и Российской Федерации. Это ценная кормовая, техническая и продовольственная культура (причем по урожайности существенно превосходит сахарную свеклу, кукурузу и картофель, а по пищевой ценности клубни топинамбура лидируют среди большинства выращиваемых в странах СНГ овощей). Топинамбур в севообороте высаживают для повышения плодородия сельскохозяйственных угодий и защиты посевов от ветров.

Содержащие в своем составе большое количество пектинов, клубни топинамбура используются в производстве мармелада, желе, варенья и джемов для диетического и детского питания. Кроме того, топинамбур уже на протяжении многих лет находит применение в хлебобулочной, мясной, молочной и консервной промышленности, используется в производстве алкогольных и безалкогольных напитков, в производстве разнообразных биологически активных добавок (в

этой сфере фармацевтической промышленности клубни топинамбура используются в основном в качестве источника инулина [1, с. 42].

Во многих странах мира клубням топинамбура находят разнообразное применение (эти высокопитательные корнеплоды используют как самостоятельно, так и в составе различных блюд, подвергая их предварительно варке, жарению, тушению, солению, маринованию, квашению, консервированию, сушке). Стоит отметить, что и при таких разнообразных видах кулинарной обработки корнеплоды топинамбура не только сохраняют в значительной степени свою пищевую ценность и массу целебных свойств, а также приобретают более насыщенный вкус и аромат по сравнению со свежими клубнями этого растения [2, с. 8].

В состав топинамбура входят: пектины, сахара, минеральные соли (кремния, калия, железа и цинка), белки, аминокислоты и, разумеется, множество витаминов.

В топинамбуре содержится инулин, вещество столь необходимое тем, кто страдает сахарным диабетом. Доказано, что регулярное употребление топинамбура длительный промежуток времени снижает уровень сахара в крови. Эти свойства делают его крайне необходимым как тем, кто уже болен сахарным диабетом, так и тем, кто подвержен этому заболеванию и имеет риск заболеть [3, с. 27].

Помимо пользы для диабетиков, полезные свойства топинамбура оказывают положительное влияние на пищеварительную систему человека.

Топинамбур рекомендуется регулярно употреблять людям, которые живут в городах с плохой экологической средой, так как он выводит из организма соли тяжелых металлов [3, с. 35].

В настоящее время овощи и фрукты в виде полуфабрикатов овощей на столе потребителей должны находиться на протяжении всего года, а не сезонно. Одним из всевозможных способов подготовки натуральных полуфабрикатов является вакуумирование. Перед пищевой промышленностью стоит задача бесперебойной поставки таких полуфабрикатов в торговую сеть в вакуумной упаковке.

Целью наших экспериментальных исследований являлось изучение физико-механических свойств характеристик топинамбура в зависимости от условий хранения клубней. От свойства сырья зависит технология очистки поверхности, производительность и эффективность работы технологического оборудования, потери, качество готовой продукции.

В качестве объектов исследования использовали клубни топинамбура с обработкой поверхности (двухступенчатой мойки и подсушивания) с целью снижения исходной микробиологической обсемененности. На хранение были заложены отсортированные образцы (товарно-качественные).

Исследуемые образцы хранили при следующих температурных режимах:

- ♦ группа А —  $(0 \pm 1) ^\circ\text{C}$ ;
- ♦ группа В —  $(11 \pm 1) ^\circ\text{C}$ ;
- ♦ группа С —  $(22 \pm 1) ^\circ\text{C}$ .

Топинамбур хранили в мягкой таре с ограниченным доступом воздуха — герметично упакованным в пакеты из полиэтиленовой пленки.

В клубнях определяли:

- ♦ массовую долю сухих веществ;
- ♦ коэффициент объемного смятия;
- ♦ твердость;
- ♦ силу резания.

Для испытаний качества клубней топинамбура использовались следующие методики:

#### 1. Определение содержания сухих веществ.

Определение массовой доли сухих веществ в клубнях осуществляли методом высушивания до достижения заданного времени сушки при заданной температуре. Металлические бюксы с навеской образца массой 5 г высушивали в сушильном электрическом шкафу при температуре  $130 ^\circ\text{C}$  в течение 50 мин охлаждали в эксикаторе в течение 20 мин и взвешивали.

Массовую долю сухих веществ в клубнях топинамбура, СВ, %, рассчитывали по формуле:

$$СВ = \frac{m_1 - m_2}{m_3} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $m_1$  — масса бюксы с навеской образца после высушивания, г;  $m_2$  — масса бюксы, г;  $m_3$  — масса навески образца, г.

Результат округляли до первого десятичного знака.

За окончательный результат принимали среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, абсолютное расхождение между которыми не должно превышать 1,0 % (при одновременной сушке проб в шкафу).

#### 2. Определение силы резания клубней.

Определение силы резания клубней топинамбура осуществляли на текстурном анализаторе «Brookfield СТ3-10000» (Brookfield, США) представленном на рис. 1А.

Образец устанавливали на столик прибора с прорезью и с помощью функциональных кнопок приближали вплотную к нему измерительный инструмент, в качестве которого выступал стальной нож толщиной 3 мм, с односторонней заточкой под углом  $30^\circ$ . Вводили параметры испытания: усилие касания  $F_k = 5$  г, скорость перемещения ножа  $V = 1$  мм/с, глубина погружения ножа  $H = 40$  мм, наличие реверсионного движения с аналогичными характеристиками.

Силу резания клубней, R, Н, вычисляли по формуле:

$$R = \frac{F_{\max} \cdot 9,81}{1000}, \quad (2)$$

где  $F_{\max}$  — максимальное усилие при прохождении ножа через образец, г; 9,81 — ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

На рис. 2А представлена диаграмма определения усилия резания.

#### 3. Определение твердости клубней.

Определение твердости клубней топинамбура осуществляли на текстурном анализаторе «Brookfield СТ3-10000» (Brookfield, США) представленном на рис. 1Б.



А)

Б)

Рис. 1. Текстурный анализатор «Brookfield СТ3-10000» (Brookfield, США)  
А) — Определение силы резания клубней; Б) — Определение твердости клубней

Образец устанавливали на столик прибора и с помощью функциональных кнопок приближали вплотную к нему измерительный инструмент, в качестве которого выступал стальной цилиндр диаметром 4 мм. Вводили параметры испытания: усилие касания  $F_k = 5$  г, скорость

перемещения цилиндра  $V=1$  мм/с, глубина погружения цилиндра  $H=25$  мм, наличие реверсионного движения с аналогичными характеристиками.

Твердость клубней,  $P_R$ , Па, вычисляли по формуле:

$$P_R = \frac{F_{\max} \cdot 9,81}{1000 \cdot \pi \cdot r^2}, \quad (3)$$

где  $F_{\max}$  — максимальное усилие достигнутое на момент разрушения поверхности клубня, г; 9,81 — ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $r$  — радиус цилиндра, м.

На рис. 2Б представлена диаграмма определения твердости.

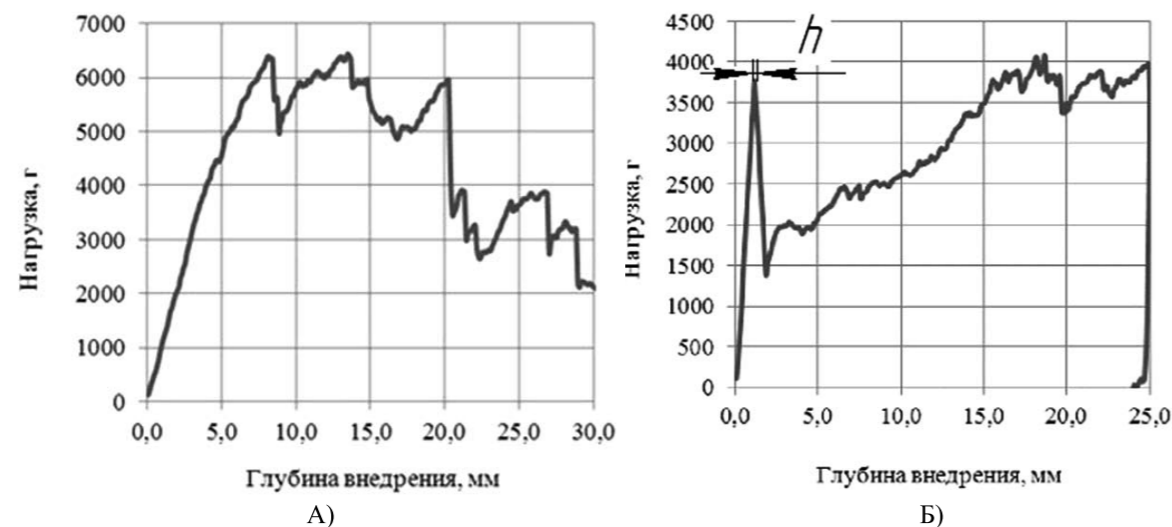


Рис. 2. Диаграммы определения усилия резания (А) и твердости (Б)

#### 4. Определение коэффициента объемного смятия.

Коэффициента объемного смятия,  $k$ , Н/м<sup>3</sup>, вычисляли по формуле:

$$k = \frac{F \cdot 9,81}{1000 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h}, \quad (4)$$

где  $F$  — максимальное усилие, достигнутое на момент разрушения поверхности клубня, г; 9,81 — ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $h$  — расстояние пройденное цилиндром до разрушения поверхности образца, м (рис. 2Б);  $r$  — радиус цилиндра, м.

Математическая обработка полученных данных позволила определить средние параметры твердости, коэффициента объемного смятия, силы резания, значение которых в дальнейшем будут использоваться для производства технических средств очистки поверхности топинамбура. Динамика физико-механических характеристик клубней топинамбура в процессе хранения представлена на рис. 1 — 3.

Для большей наглядности на рисунках отражена также динамика содержания сухих веществ в клубнях как определяющего фактора, влияющего на исследуемые показатели.

Полученные данные по изучению физико-механических свойств клубней топинамбура группы А в процессе их хранения при температуре  $(0 \pm 1)$  °С позволили установить схожий характер динамики коэффициента объемного смятия клубней и силы резания. Резкое снижение величины данных показателей на 5 сутки хранения обусловлено намоканием поверхности клубней и снижением их прочностных свойств.

Величина твердости клубней топинамбура группы В за исследуемый период не изменилась и составила 3,0 МПа на уровне исходного значения. Твердость клубней топинамбура группы А уменьшилась в 1,2 раза (с 3,4 до 2,9 МПа). Наибольшая потеря твердости клубня (в 1,3 раза) отмечена в образцах топинамбура группы С (с 3,2 до 2,4 МПа).

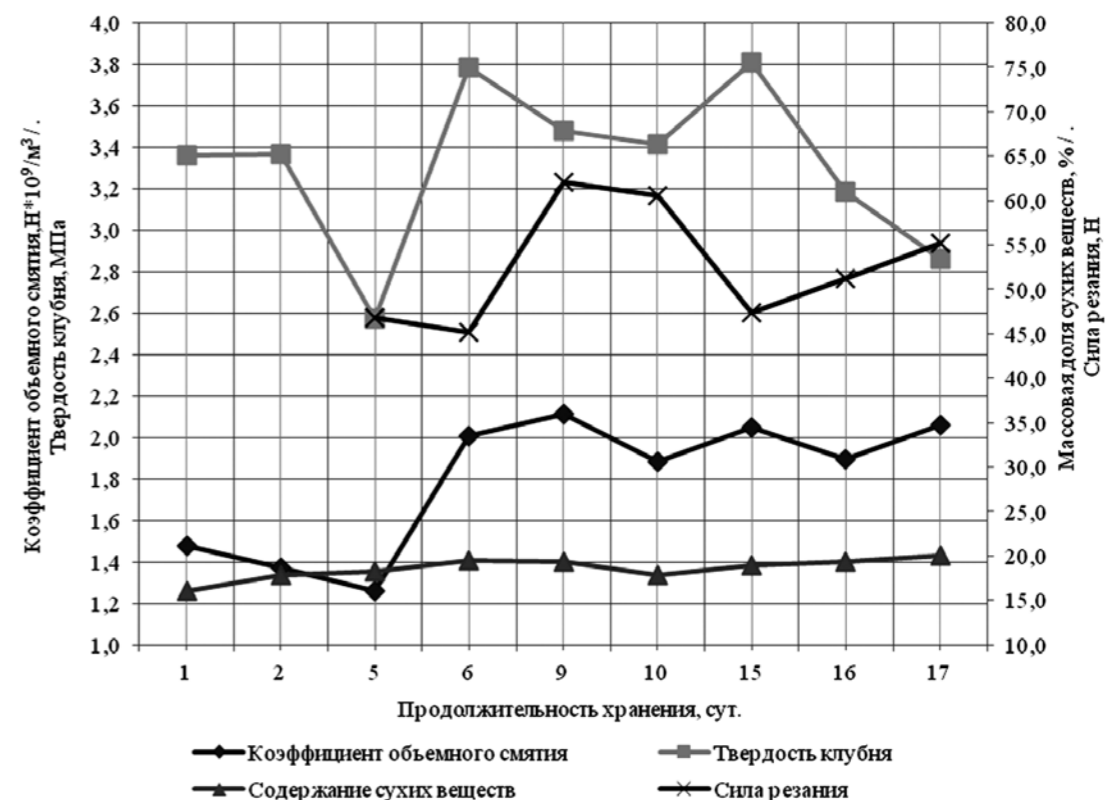


Рис. 3. Динамика физико-механических характеристик клубней топинамбура группы А в процессе хранения

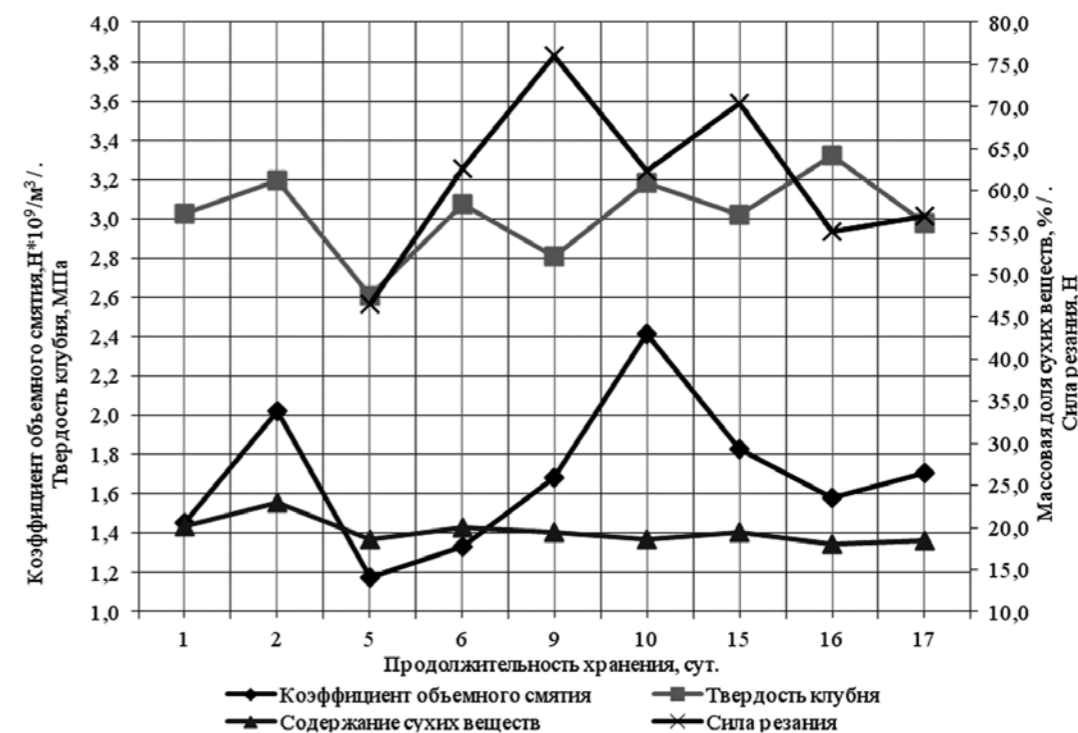


Рис. 4. Динамика физико-механических характеристик клубней топинамбура группы В в процессе хранения

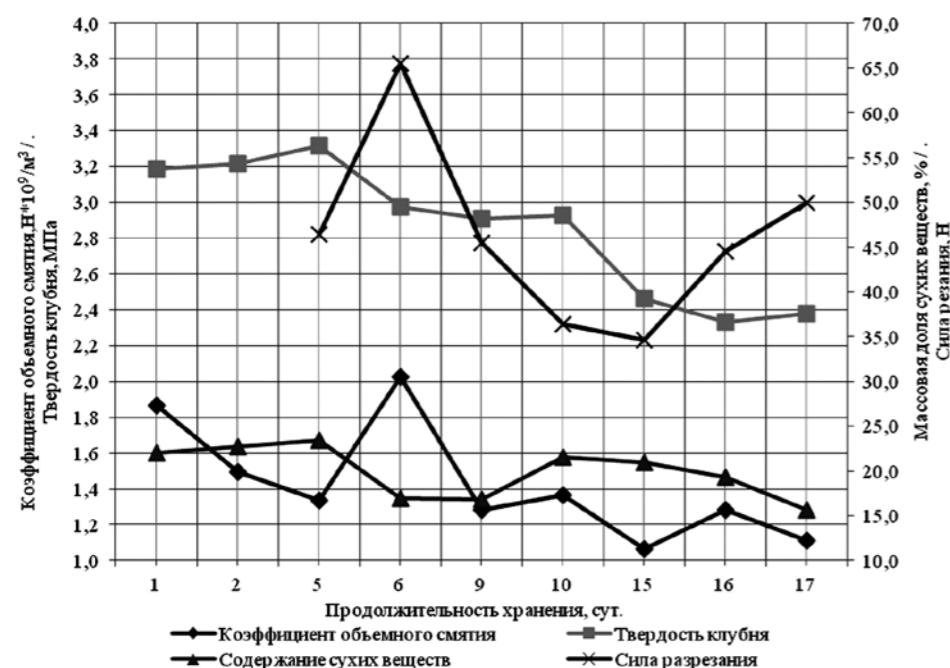


Рис. 5. Динамика физико-механических характеристик клубней топинамбура группы С в процессе хранения

Динамика силы резания клубней всех групп имеет характер, обратный динамике их твердости. За 17 суток хранения величина силы резания клубней топинамбура групп А и В возросла в 1,2 раза (с 46,5–46,8 до 55,2–56,9 Н), группы С — в 1,1 раза (с 46,4 до 49,9 Н). Вероятно, это обусловлено снижением упругих (хрупких) и повышением пластичных свойств основных структурных составляющих клубней в результате гидролитического расщепления пектина, крахмала, инулина.

Изменение физико-механических свойств клубней топинамбура в процессе хранения отражено изменением характера кривых, характеризующих процесс разрезания клубней. Кривые групп А — В имеют участки с резким скачкообразным снижением усилия нагружения, что обусловлено волокнистой структурой образцов и их склонностью к растрескиванию. В образцах группы С через 10 суток хранения кривая имеет более плавный характер и отражает большую пластичность клубней.

Таким образом, предварительные данные о динамике показателей физико-механических свойств позволяют сделать вывод о необходимости выбора режимов очистки в зависимости от сроков и условий хранения клубней топинамбура до операций очистки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Катренко, Л.В. Топинамбур. Источник целебной фруктозы / Л.В. Катренко. — М.: Диля, 2011. — 144 с.
2. Скоблина, В.И. Топинамбур / В.И. Скоблина. — М.: Армада-пресс, 2001. — 36 с.
3. Новиков, А.В. Чудо-целитель цивилизации инков. Топинамбур. Лучший помощник при диабете / А.В. Новиков. — М.: АСТ, 2011. — 160 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 21.02.2014

Z. V. Lovkis, S. A. Arnaut, Y. K. Butalevich

### RESEARCH OF PHYSICOMECHANICAL PROPERTIES OF THE GIRASOL

In article are provided results of pilot studies on studying of physicommechanical properties of a girasol are given in article depending on storage conditions of tubers, for establishment of optimum technology of cleaning of its surface.

В статье для подготовки разных видов инфографики на упаковке предложены: сервис Piktochart, программа Wordle, сервис для создания «облака слов» Tagxedo. Рассмотрены их достоинства и недостатки. Используя сервисы Piktochart и Tagxedo создана галерея инфографики по упаковочным материалам.

## ИНФОГРАФИКА — НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ГРАФИЧЕСКОМ ДИЗАЙНЕ УПАКОВКИ

Учреждение образования Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

В. В. Кузьмич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой организации упаковочного производства

Инфографика — это изображение, передающее смысл, данные, информацию с помощью графики и текста. Инфографика показывает скрытое, объясняет запутанное и адаптирует непонятное. Создание визуальной образной инфографики — это не только перевод того, что можно прочесть в то, что можно посмотреть: инфографика объединяет текстовые и графические элементы для презентации информации таким образом, чтобы было проще понять информацию, запомнить ее и использовать. Наглядная информация воспринимается гораздо легче, нежели громоздкие тексты. В особенности, если речь идет о цифрах, о конструкциях того или иного предмета, о механизмах действия чего-либо. Инфографика включает в себя фильтр информации, установление взаимосвязи и иерархии между элементами, разделение примеров по различию, а также, организация их таким образом, чтобы внимание акцентировалось на самом главном. В настоящее время инфографика все больше и больше набирает обороты, занимая важное место в обучении. Она помогает студенту понять значение информационного сообщения и его смысл более быстрым и доступным способом. В образовании тематика инфографики очень широка. Так, например, с помощью инфографики можно проследить эволюцию упаковки (рис. 1), а также мировую экологическую проблему, которую создает использование полиэтиленовой упаковки (рис. 2) — один рисунок заменяет много страниц текста. Как показывает практика, часто графические элементы гораздо красноречивей любого текста. С хорошо продуманной графикой даже откровенно скучная информация становится интересной и доходчивой, да и появляется возможность внести в сухие знаки и тексты какую-то дизайнерскую изюминку. Современная инфографика позволяет уменьшать объем текста благодаря своему лаконичному расположению информации внутри картинки. Одним словом, статистически замечено, что текст объемом более пяти страниц очень емко умещается в одно графическом рисунке. Несколько лет назад была только печатная инфографика, потом появилась динамичная инфографика-анимация, а сейчас все больше развивается интерактивная инфографика.

Инфографика — это исключительно клиповый вид подачи материала. Она состоит из элементов, каждый из которых необычайно информационно ёмок. Это достигается благодаря вовлечённости адресата в активный процесс создания материала: он вынужден сознательно выбирать одну из нескольких связей между фрагментами, при этом многократно ассоциируя и дополняя своими воспоминаниями, опытом и знаниями эти фрагменты. Материал, построенный по такой структуре, обычно устроен таким образом, что читатель может выбрать один из альтернативных путей соединения фрагментов.

При создании инфографики необходимо помнить, из чего складывается работающее сообщение — это содержательность, смысл, дизайн.

**Содержательность.** Инфографика без количественной информации превращается в иллюстрацию, не более. **Смысл.** Важно не потерять его на этапе рисования, донести до зрителя с по-

мощью визуализации, с другой стороны, смысл может не иметь отношения к визуальному изображению, а заключаться в правильном подборе параметров сравнения ещё до рисования. **Дизайн.** Дизайн — это легкость восприятия. Наиболее характерная сложность — это выбор диаграмм, например, для сравнения долей лучше подходят столбики, а для сравнения рейтингов лучше подходят графики. Легенда утяжеляет инфографику, без нее в большинстве случаев можно обойтись.

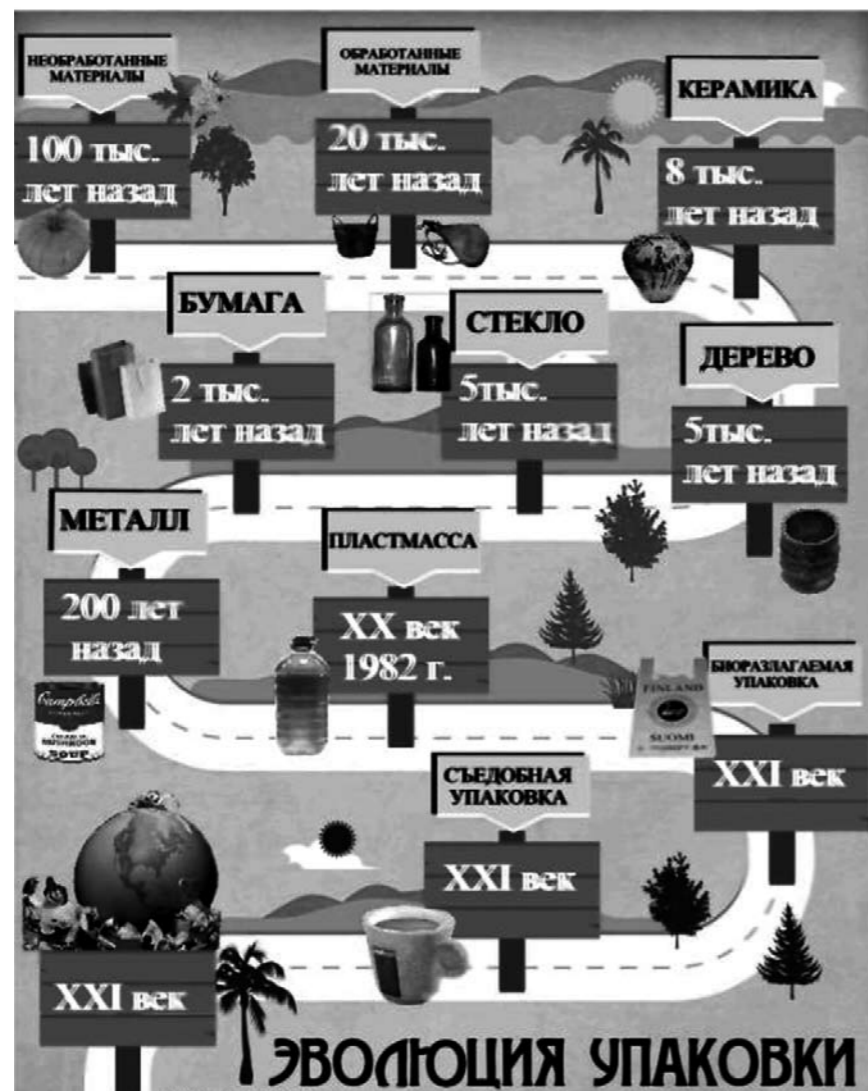


Рис. 1. Эволюция упаковки

Для создания успешной инфографики необходимо: четко понимать, что за тип информации будет представлен: пространственный, хронологический, количественный или смешанные комбинации; представлять себе соответствующий образ информации как единого целого, то есть гораздо больше, чем совокупность карт, схем, чертежей и диаграмм; выбрать нужный тип презентации — статический, динамический или интерактивный.

Для подготовки разных видов инфографики необходимо знать следующие программы из наиболее популярных: для статичной — понадобятся умение работать в CorelDraw, Adobe Illustrator, Adobe Photoshop, а порой и вообще может хватить обычных навыков рисования на бумаге; для анимированной — выше названные программы и 3DsMax; для интерактивной — ко всему перечисленному (исключая 3DsMax) следует добавить знание Flash. Кроме этого необходимы знания основ формы, пространства, композиции, цвета.

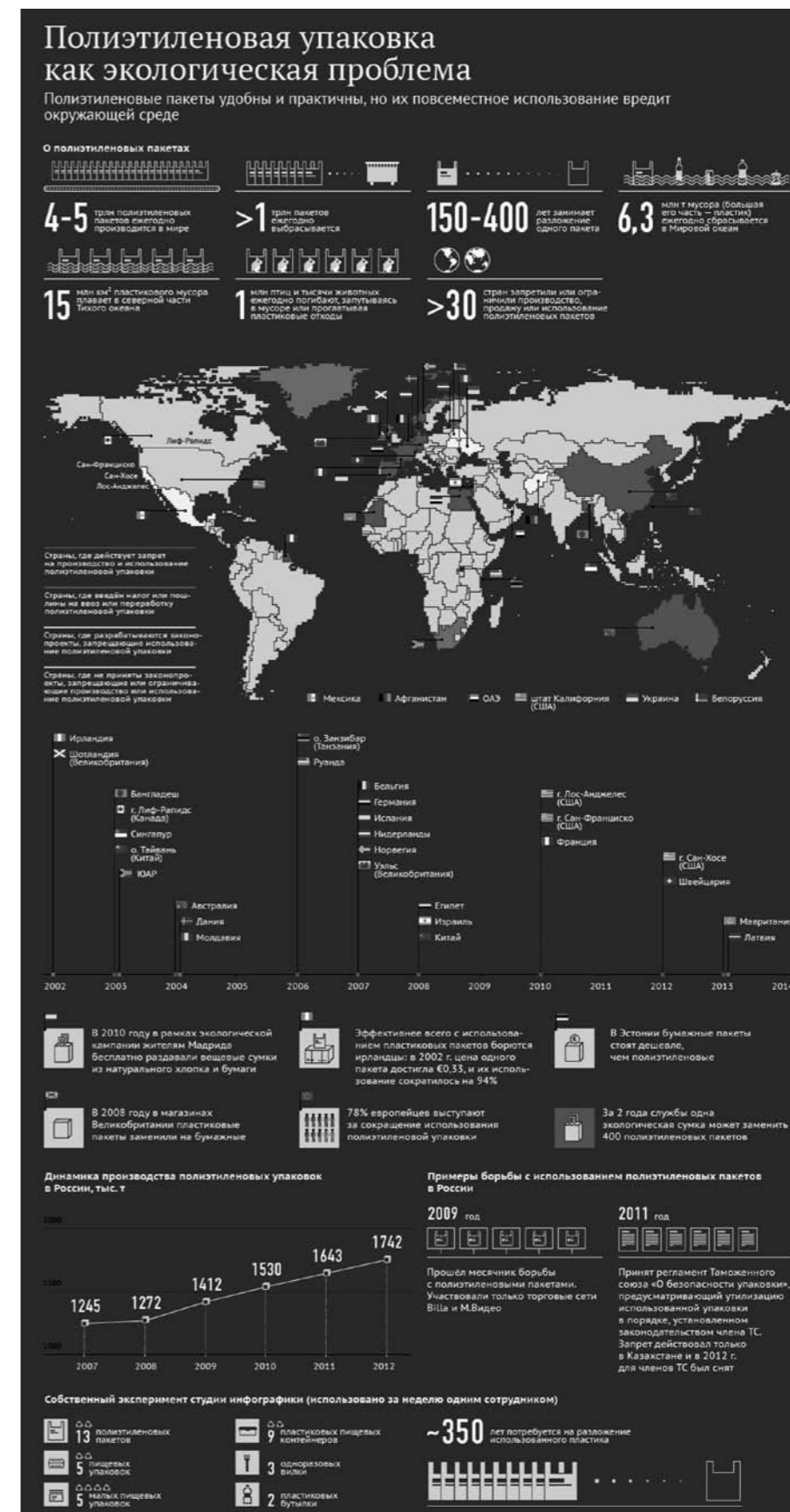


Рис. 2. Полиэтиленовая упаковка как экологическая проблема



В настоящее время в Интернете появились сайты piktochart.com, creately.com, infogr.am, которые предоставляют возможность создать свою инфографику. С помощью этих сервисов любой человек, даже совершенно лишенный художественного таланта, сможет создать эффектную инфографику для использования в обучении, презентациях и докладах. При этом ему не понадобятся никакие дорогостоящие профессиональные программы и специальные умения. Все, что необходимо — это современный браузер и соединение с сетью Интернет.

Piktochart — это мощный и одновременно простой сервис для создания эффектной инфографики, в котором есть небольшой набор шаблонов, вводя свою информацию в которые, можно получить вполне качественную картинку-инфографику. Сердцем любой инфографики являются данные (массивы, процессы, факты), представленные в виде графиков, диаграмм и схем. Для их построения существует специальный мастер, который за несколько простых шагов даст возможность подобрать наиболее подходящий по форме и содержанию способ представления данных. В настоящее время в сети достаточно ресурсов и сервисов (более 50), облегчающих процесс генерации инфографических изображений, позволяющих создавать красивые облака ключевых слов, облачные вычисления. Отличаются они в основном шаблонами и возможностями.

Облачные вычисления — это технология обработки данных, в которой компьютерные ресурсы и мощности предоставляются пользователю как интернет-сервис. Облаком также называют разнообразные онлайн-хранилища, в которых пользователи могут хранить свои данные. Облако — это все данные пользователя, которые хранятся не на его физических носителях, а на специализированных серверах. Текст в мультимедийной разработке может выступать не только как вспомогательный элемент, но играет также важную самостоятельную роль. Ряд облачных программ позволяет, провести определённый анализ текста, создать из него инфографику, установить связи между словами, выявить ключевые слова и многое другое.

Программа Wordle одна из самых простых, позволяющих автоматически генерировать облака слов, выделяя ключевые слова как размером, так и цветом.

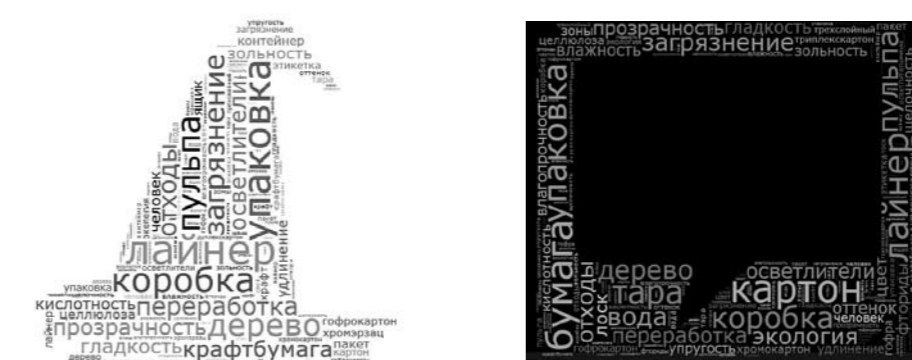
Tagxedo — также сервис для создания «облака слов» (рис. 3). В зависимости от поставленных задач в этом приложении можно изменить размер, шрифт, положение, форму, цвет текста и фона, ориентацию текста, расстояние между словами и другие настройки. Каждое слово в «облаке слов» при наведении на него курсора выделяется и представляется как гиперссылка. Tagxedo имеет больше настроек и возможностей по сравнению с Wordle, но с ней сложнее работать. Tagxedo даёт возможность сохранить созданную работу в различных видах (в виде статического изображения для дальнейшей обработки и использования в оформлении и дизайнерских решений или динамического изображения с активными гиперссылками).

Таким образом, мы получаем не только визуализацию текста, но и его анализ, выявленные взаимосвязи. «Облако слов» можно сделать и в форме слова. Если необходимо поместить в форму много текста, то есть возможность уменьшить размер шрифта и расстояние между строк. Таким образом, мы получаем не только визуализацию текста, но и его анализ, выявленные взаимосвязи. «Облако слов» можно сделать и в форме слова. Если необходимо поместить в форму много текста, то есть возможность уменьшить размер шрифта и расстояние между строк. В этой программе, в отличие от Wordle, созданное облако можно представить в любой форме. Так на рис. 3 ключевые слова разных видов упаковки (бумага, картон, стекло, металл, пластик) имеют форму бутылки, банки, бочки и т. д.

#### Выводы

1. Для подготовки разных видов инфографики на упаковке были предложены следующие программы: для статичной — CorelDRAW, Adobe Illustrator, Adobe Photoshop; для анимированной — выше названные программы и 3DsMax; для интерактивной — ко всем перечисленным (исключая 3DsMax) добавляется Flash.

2. Предложен мощный и одновременно простой сервис Piktochart для создания эффектной инфографики на упаковке, в котором есть набор шаблонов, вводя свою информацию в которые, можно получить вполне качественную инфографику. Используя приложения Piktochart, созданы образцы инфографики по упаковке.



Инфографика – Упаковка из бумаги и карт она



Инфографика – Упаковка из стекла



Инфографика – Упаковка из пластика



Инфографика – Упаковка из металла



Рис. 3. Облака слов в упаковке

3. Предложена программа Wordle для создания эффектной инфографики на упаковке, которая позволяет автоматически генерировать облака слов, установить связи между словами, автоматически выделяет ключевые слова как размером, так и цветом.

4. Предложен сервис для создания «облака слов» Tagxedo, который даёт возможность сохранить созданную работу в различных видах (в виде статического изображения для использования в оформлении дизайнерских решений или динамического изображения — с активными гиперссылками). Таким образом, мы получаем не только визуализацию текста, но и его анализ, выявленные взаимосвязи. Используя сервис для создания «облака слов» Tagxedo созданы образцы инфографики по упаковочным материалам.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ipad\_useful/Infografika/[Электронный ресурс]/ Москва, 2012. — Режим доступа: <http://ipad-useful.livejournal.com/26712.html> — Дата доступа: 25.01.2014.
2. Агентство маркетинговых решений «Редвин»/ Как цвет влияет на поведение покупателя [Электронный ресурс]/ Москва, 2008. — Режим доступа: <http://redwin.ru/interesting/5681/> — Дата доступа: 11.10.2013.

3. Алина Назарова, Инфографика: психология цвета в жизни и маркетинге. Лайкни. РУ [Электронный ресурс] / Москва, 2013. — Режим доступа: <http://www.likeni.ru/events/Infografika-psikhologiya-tsveta-v-zhizni-i-marketinge/#top> — Дата доступа: 07.01.2014.
4. RosDesign.com — информационный портал о дизайне и искусстве. Коллекция инфографики. / [Электронный ресурс] / Москва, 2013. — Режим доступа: [http://www.rosdesign.com/design/teorofdesign\\_2.htm](http://www.rosdesign.com/design/teorofdesign_2.htm) — Дата доступа: 15.01.2013.
5. НОВОСТИ БЕЛАРУСИ БЕЛТА А. Инфографика. [Электронный ресурс] / Минск, 2012. — Режим доступа: [http://www.belta.by/ru/infographica/i\\_1319.html](http://www.belta.by/ru/infographica/i_1319.html) — Дата доступа: 22.12.2013.

*Рукопись статьи поступила в редакцию 28.01.2014*

V. Kuzmich

### INFOGRAPHICS — A NEW TREND IN GRAPHIC DESIGN, PACKAGING

In an article for the preparation of different types of infographics on the package of proposed service Piktochart; programm Wordle; service to create Word clouds Tagxedo. Their advantages and disadvantages. Using the servisy Piktochart and Tagxedo a gallery of infographics on packaging.

УДК 637.1:053

*Новейшие средства теплофизических измерений позволяют получать новую информацию, дающую возможность экономить энергию и продукты.*

*Малогобаритный высокочувствительный и малоинерционный тепломер использовали при исследовании дозревания твердого сыра. Температуру воздуха в камере поддерживали на уровне  $10 \pm 0,25$  °C терморегулятором. Экзотермические процессы при дозревании сыра являются причиной необходимости отвода теплоты от продукта.*

*Прямое измерение плотности теплового потока через поверхность головки сыра показало, что около 30 % выделяющегося из сыра тепла возвращается обратно. Этот возврат является балластной нагрузкой на холодильную установку камеры, его устранение или минимизация является источником энерго- и ресурсосбережения.*

*Изучали также потоки тепла при стабилизации поверхностного слоя вареной колбасы осциллирующим инфракрасным обогревом. Подбором времени коагуляции и напряжения на излучателе удалось снизить балластный тепловой поток в центральные слои на две трети, а инверсный тепловой поток из этих слоев — до нуля. Максимальный теплоприток, а с ним и общий расход энергии был снижен на 15 — 20 %.*

## БАЛЛАСТНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ ПОТОКИ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Уманский национальный университет садоводства, г. Умань, Украина

*В. Г. Федоров, доктор технических наук, профессор кафедры прикладной инженерии и охраны труда;*

*О. И. Кепко, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной инженерии и охраны труда*

Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина

*А. М. Скарбовийчук, кандидат технических наук, доцент кафедры информатики*

**Введение.** Технологические параметры пищевых продуктов (внешний вид, структура, жирность, влажность и т. п.) тесно связаны с их теплофизическими характеристиками (интенсив-

ность переноса теплоты, теплоемкость, температуропроводность, отражательная способность и др.), как это показано в работе [1, с. 42] на примере молочных продуктов. Некоторые физические характеристики являются одновременно типичными технологическими параметрами — температура, плотность, вязкость, температура плавления или кипения [2, с. 15]. Использование новейших средств измерения теплофизических характеристик на основе теплотрии и тепло-массометрии [3, с. 165, 172] позволяет получать новую информацию о протекании технологических процессов, экономить сырье и энергию.

**Объекты и методы исследований.** При изучении дозревания твердого сыра типа «Российский» авторы установили, что до 30 % теплоты, которая выделяется в головке сыра за счет ферментативного разложения белков, расщепления лактозы микрофлорой и других экзотермических процессов и отводится охлаждающим воздухом, возвращается в головку сыра.

Возврат теплоты в сыр является балластной нагрузкой на холодильную машину камеры дозревания сыра. Его ликвидация или сведение до минимума является источником энерго — и ресурсосбережения.

Насколько известно авторам, сам факт обратных (инверсных) тепловых потоков при холодильной обработке пищевых продуктов не был изучен ни в отечественной, ни в мировой науке.

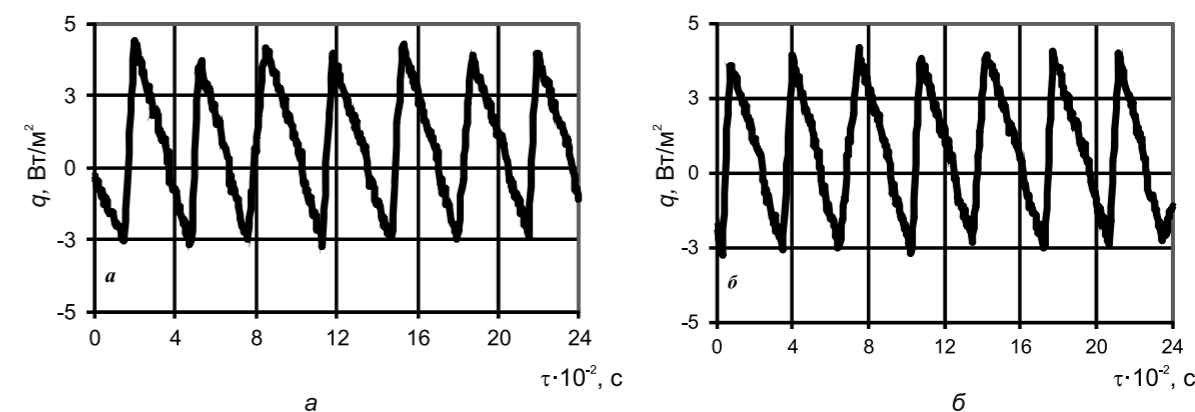


Рис. 1. Плотность теплового потока через поверхностный слой головки сыра на 22-й (а) и 24-й (б) день созревания

Возможно, это объясняется тем, что данные, представленные на рис. 1, получены прямым измерением плотности теплового потока  $q_r$ , Вт/м<sup>2</sup>, с помощью малоинерционного малогабаритного и высокочувствительного тепломера — диска диаметром 20 мм и толщиной 1,2 мм, который закреплялся в центре верхней поверхности головки молодого сыра с помощью парафина. Тепломер реагирует не только на включения и выключения холодильной установки, но и на флуктуации теплового потока за счет изменения скорости охлаждающего воздуха, омывающего головку, которые трудно отобразить графически при компьютерном исполнении рисунков.

Балластные тепловые потоки могут возникать не только при холодильной, но и при тепловой обработке пищевых продуктов. В работе [3, с. 165] приведены результаты исследования процесса теплообмена при стабилизации поверхностного слоя вареных колбас с помощью осциллирующей инфракрасной обжарки. Тепломер диаметром 14 мм и толщиной 1,5 мм фиксировался на внутренней стороне полого цилиндра, в котором шприцеванием формовался батон по рецептуре молочной колбасы, а второй аналогичный тепломер под поверхностным слоем фарша толщиной 2,5 мм. После электрокоагуляции батон вынимали из цилиндра и помещали в модель термокамеры на опоры, позволяющие осевое вращение батона колбасы.

Подвод энергии к батону 1 (рис. 2) производился с помощью инфракрасного излучателя КИ 3. Время стабилизации поверхностного слоя (обжарки) составляло 5 — 7 мин, скорость вращения батона — примерно 1 об/мин.

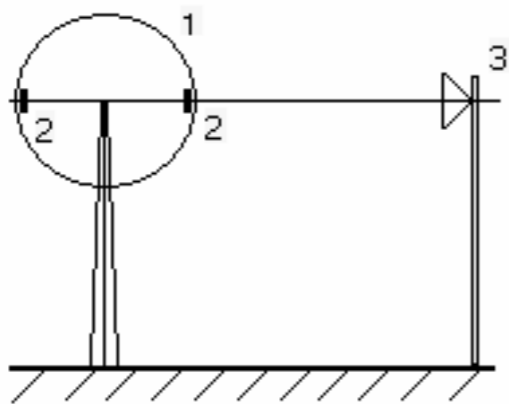


Рис. 2. Схема инфракрасной стабилизации поверхностного слоя колбасы:  
1 — батон колбасы; 2 — тепломеры; 3 — излучатель

Тепломеры 2 располагали на противоположных сторонах диаметра батона, так что, когда показания одного из них максимальны (против излучателя), второго — близки к минимуму или даже отрицательные (рис. 3).

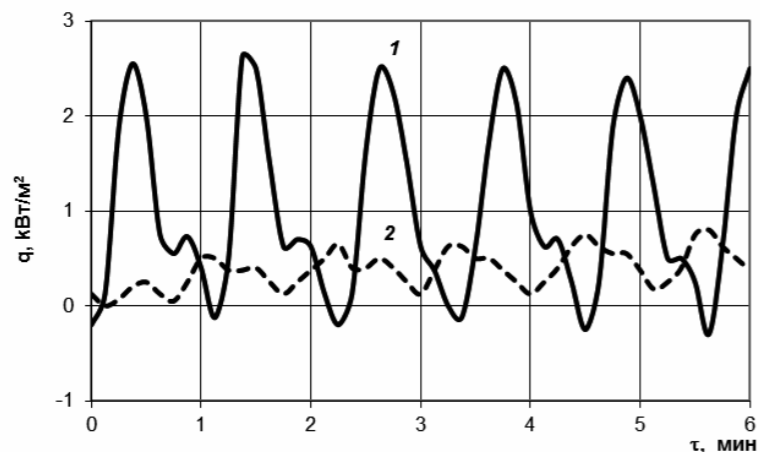


Рис. 3. Плотность теплового потока через поверхность батона (1) и на глубине 2,5 мм (2) после подбора рациональных параметров обжарки

Инверсия тепловых потоков происходит в момент, когда тепломер находится на противоположной стороне (в тени) от излучателя, а температура окружающей среды ниже, чем поверхность батона. Таким образом, причина возникновения обратных тепловых потоков та же, что и при дозревании сыра — разность температур «поверхность продукта — окружающий воздух» меняет знак.

При исходных режимных параметрах обжарки: температура колбасы после коагуляции 62 °С, максимальная плотность теплового потока через поверхность батона 3 — 3,3 кВт/м<sup>2</sup> — не нужный по технологии транзитный поток к глубинным слоям составляет до двух третей от результирующего потока через поверхность. Инверсия теплового потока зафиксирована тепломерами не только на поверхности колбасы, но и на глубине 2,5 мм. Подбором времени коагуляции и напряжения на излучателе удалось снизить балластный теплоприток в центральные слои до одной трети (кривая 1 на рис. 3), а инверсный поток от этих слоев — до нуля (кривая 2 на рис. 3). Мак-

симальная плотность теплового потока (а вместе с ней и общий расход энергии) снижена на 15 — 20 %.

**Результаты и их обсуждение.** Таким образом, прямое измерение плотности тепловых потоков позволяет разрабатывать рациональные режимы термической обработки пищевых продуктов и выявлять особенности переноса тепловой энергии, недоступные при измерении температур. Это объясняется тем, что тепловой поток определяется не температурой в данной точке продукта, а ее градиентом в этой точке в соответствии с первым законом Фурье:

$$q = -\lambda \text{grad}(t) = -\lambda \frac{dt}{dn}, \quad (1)$$

где  $\lambda$  — теплопроводность продукта, Вт/(м·К),  $n$  — направление переноса теплоты. Знак минус означает, что векторы плотности теплового потока  $q$ , Вт/м<sup>2</sup>, и градиента температуры  $\text{grad}(t)$ , К/м, направлены в противоположные стороны. Иными словами, температура показывает потенциал тепловой энергии, а плотность теплового потока — направление и интенсивность ее переноса.

Если при тепловой обработке с балластными тепловыми потоками сравнительно легко бороться, то при холодильной обработке необходимо принимать специальные меры. Так, в рассмотренном случае дозревания сыра, отвод теплоты производился с помощью компрессорной холодильной установки, и поддержание температуры охлаждающего воздуха на уровне  $10 \pm 0,25$  °С производилось терморегулирующим устройством. Снижение диапазона регулирования температуры уменьшило бы количество балластной теплоты, но при этом пропорционально уменьшилось бы и количество отводимой теплоты за каждый цикл «включения — выключения». При этом время цикла сократилось бы, что привело бы к более быстрому изнашиванию деталей холодильной машины. Единственным полезным эффектом при уменьшении диапазона регулирования температуры будет уменьшение толщины поверхностного слоя охлаждаемого продукта, в котором происходит знакопеременный перенос теплоты.

**Заключение.** Идеальным решением в ликвидации балластных потоков теплоты при использовании компрессорных холодильных машин является наличие в камере обработки продуктов буферной емкости — помещения, где воздух хорошо перемешивается. Если такой возможности нет, то терморегулирующий орган нужно устанавливать как можно дальше от охлаждаемых продуктов. Установленный факт возможности балластных тепловых потоков — еще один аргумент в пользу перехода на абсорбционные холодильные установки с использованием вторичного тепла, потенциал которого достаточно велик на любом пищевом предприятии, включая молочные и сыродельные заводы.

Независимо от того, какая применяется система отвода тепла, следует избегать притоков наружного воздуха в камеры охлаждения и замораживания пищевых продуктов, теплопритоков через ограждения холодильной камеры, оставлять включенные электрические лампы, поскольку все это является источником балластных тепловых потоков.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Чернюшок, О. А. Зв'язок технологічних і теплофізичних характеристик молочних продуктів / О. А. Чернюшок, О. В. Кочубей-Литвиненко, О. М. Скарбовійчук, В. Г. Федоров // Харчова промисловість, Київ НУХТ. — 2011. — № 10,11. С. 42 — 45.
2. Скарбовійчук, О. М. Хімічний склад і фізичні характеристики молочних продуктів. Довідник / О. М. Скарбовійчук, О. В. Кочубей-Литвиненко, О. А. Чернюшок, В. Г. Федоров. — Київ: НУХТ, 2012. — 311 с.
3. Федоров, В. Г. Основы тепломассометрии. / В. Г. Федоров. — Киев: Вища школа, 1987. — 184 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 04.09.2013

V. Fedorov, O. Kepko, A. Skarboviychuk

### RETURNING HEAT FLOW DURING THERMAL TREATMENT OF FOOD

Adaptation of newest thermophysical measuring devices permit to receive a new information concerning to technological processes, so permit to use sparingly of energy and raw materials.

Highly sensitive and fast-response compact heat meter was used during study of hard cheese ripening. The temperature of air in camera was  $10 \pm 0,25^\circ\text{C}$ . Exothermic processes during ripening are the reason for organization of continuous heat elimination from cheese.

Direct measurement of heat flux is unexpected: near 30 % of the heat which is released in the cheese and discharging with the cooling air is returned to the cheese.

The fact that the return (inverse) of the heat flow in the refrigeration of food processing was not known in the world of science.

Ballast heat fluxes were studying during stabilization of the surface layer of cooked sausages with oscillating infrared roasting. The selection of the coagulation time and the voltage on the emitter managed to reduce ballast heat flux in the central layers to one-third and the inverse flow of these layers — to zero.

The cooling process is necessary to make special arrangements.

УДК 005.332.4: [664.6: 543.9]

*Одной из приоритетных задач социально — экономического развития Республики Беларусь является сохранение и укрепление здоровья населения. Как известно, здоровье человека во многом зависит от качества потребляемых им пищевых продуктов. Одним из направлений инновационного пути развития пищевой отрасли Республики Беларусь, в настоящее время, является производство и реализация «обогащенных» продуктов питания. Наличие разработанных и апробированных на практике методологических подходов и методов в оценке качества и конкурентоспособности функциональных продуктов питания массового спроса и ежедневного потребления, значительно бы ускорили процесс развития рынка функциональных продуктов питания в Республике Беларусь. В статье изложены результаты анализа феномена «конкурентоспособности продовольственных товаров» и предложен метод оценки конкурентоспособности функциональных хлебных изделий с учетом особенностей пищевого продукта с применением современных методов анализа.*

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХЛЕБНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДЕСКРИПТОРНО-ПРОФИЛЬНОГО АНАЛИЗА

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

*А. В. Локтев, кандидат технических наук,  
доцент кафедры товароведения продовольственных товаров;  
О. Ю. Остапцева, студент*

В настоящее время, тенденции развития мирового рынка продовольствия, а как следствие и продовольственного рынка Республики Беларусь, обусловлены рядом экономических факторов и закономерностей: субъекты хозяйствования взаимодействуют в условиях рыночных отношений, конкурентной борьбы и стремительной изменчивости потребительского спроса, нужд и предпочтений в отношении продовольственных товаров. В силу этого, белорусскому производителю, для того чтобы выжить в условиях конкурентных взаимоотношений и сохранить свою

приоритетность в том или ином сегменте рынка продовольственных товаров, требуется применение новых инновационных подходов в стратегии своего развития.

Сегодня пищевая отрасль и потребительский рынок продовольственных товаров Республики Беларусь имеет два вектора инновационного развития: разработка, производство и реализация функциональных продуктов питания, и разработка, производство, реализация специализированных продуктов питания.

Функциональные хлебные изделия (далее — ФХИ) относятся к инновационным продуктам питания, которые имеют целый ряд существенных преимуществ по сравнению с традиционными продуктами питания — высокая усвояемость пищевого функционального ингредиента и высокая пищевая ценность продукта при его минимальной калорийности [1, с. 6]. При этом основным назначением ФХИ является поддержание сбалансированного соотношения макро- и микронутриентов в организме человека, носящих укрепляющий, тонизирующий характер.

Механизм конкурентоспособности на продовольственном рынке Республики Беларусь объективно уже существует, и в то же время, следует отметить, что сегодня отсутствует полное единство взглядов и подходов в этом вопросе. Специалисты смежных областей науки: маркетинга, экономики, товароведения используют различные подходы в толковании и определении термина «конкурентоспособность продовольственных товаров».

В общем и целом, можно сказать, что конкурентоспособность продовольственных товаров — это сложное многоаспектное понятие, означающее способность продукта питания, и соответственно товаропроизводителя, занять и удержать позицию на конкретном рынке (рынках) в рассматриваемый период при конкуренции с другими товарами аналогичного назначения и их производителями [2, с. 104].

Реально, основными составляющими категории конкурентоспособности продовольственного товара является цена и качество.

Однако, в высокоразвитых странах среди составляющих конкурентоспособности товара цена, как правило, не занимает доминирующее положение, главную роль там играет качество, при этом на лидирующие позиции выходит функциональность и уникальность продукции [3].

Учитывая все вышесказанное, новое определение конкурентоспособности функционального пищевого продукта можно определить как способность продукта питания удовлетворять комплекс потребностей в данный период времени, за счет наличия качественных, функциональных, ценовых и потребительских свойств, отличных от продукта-конкурента, в данном сегменте рынка.

Сообразно с этим, авторами работы, на рис. 1 предложен методологический подход к оценке конкурентоспособности ФХИ.

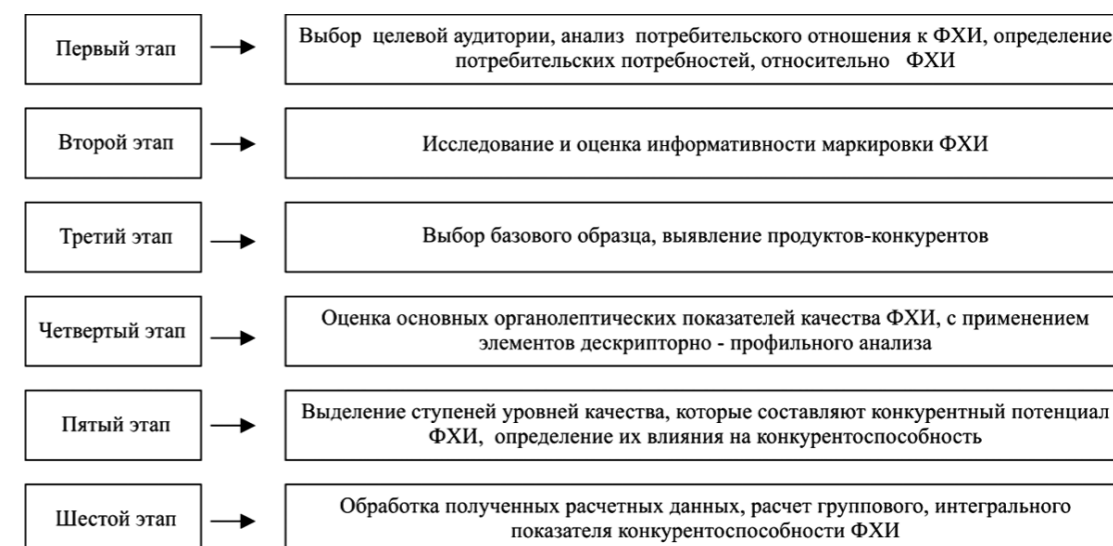


Рис. 1. Методологическая схема оценки конкурентоспособности ФХИ с применением дескрипторно — профильного анализа

**Первый этап** (рис. 2) включает выбор целевой аудитории, анализ потребительского отношения к ФХИ, и одновременное определение потребительских предпочтений, относительно ФХИ. Данный этап методики реализуется посредством применения современных маркетинговых инструментов. Следует отметить, что полученная информация будет достоверной и комплексной, поскольку источником непосредственного ее получения являются потребители, а местом сбора информации — торговый объект.

Практическая значимость такого подхода заключается в получении сопутствующей информации, которая послужит источником прогнозирования дальнейшего совершенствования качества оцениваемого продукта и позволит значительно сократить затраты на проведение дополнительных исследований.

В данном случае основным требованием является наличие грамотного, методически продуманного подхода к организации маркетингового мероприятия (составление анкеты, проведения опроса и т. д.).



Рис. 2. Первый этап методики оценки конкурентоспособности ФХИ с применением дескрипторно-профильного анализа

**Этап второй** (рис. 3) предполагает изучение и оценку маркировки функционального продукта питания. Следует отметить, что маркировка пищевого продукта является первичной актуальной информацией, которую получает потребитель, она доступна для понимания покупателя как о самом товаре, так и о свойствах и особенностях пищевого продукта [4, с. 18].

Вторым важным аргументом такого подхода в оценке конкурентоспособности ФХИ является то, что в ряде случаев, для субъектов рынка не всегда доступно и целесообразно проводить полномасштабное исследование конкурентоспособности товара, а производственно-коммерческая потребность в результатах оценки конкурентоспособности продукции — есть.

Таким образом, в настоящее время важно наличие экспресс-методов оценки конкурентоспособности продукта питания. Второй этап предлагаемой методики может быть использован в качестве экспресс-метода, как самостоятельное исследование.

**Третий этап** (рис. 4) подразумевает выявление на рынке потенциальных продуктов-конкурентов, их сравнительный анализ, с учетом предпочтений потребителей, выявление преимуществ и недостатков: функциональных, экономических, эстетических, организационно-коммерческих и других свойств продукта. На основании информации, полученной на первом этапе данной методики относительно потребительских предпочтений, группа специалистов определяет базовый образец, относительно которого будет осуществляться анализ. В данном случае анализ информации, на основе которой будет выбран базовый образец, рекомендуется осуществлять путем построения причинно-следственной диаграммы Исикавы.

**Четвертый этап** (рис. 5) предполагает оценку основных органолептических показателей качества, характерных для данного продукта, путем применения элементов дескрипторно-профильного анализа. Такой подход позволяет выявить органолептические преимущества и недостатки оцениваемых продуктов питания на стадии их реализации.

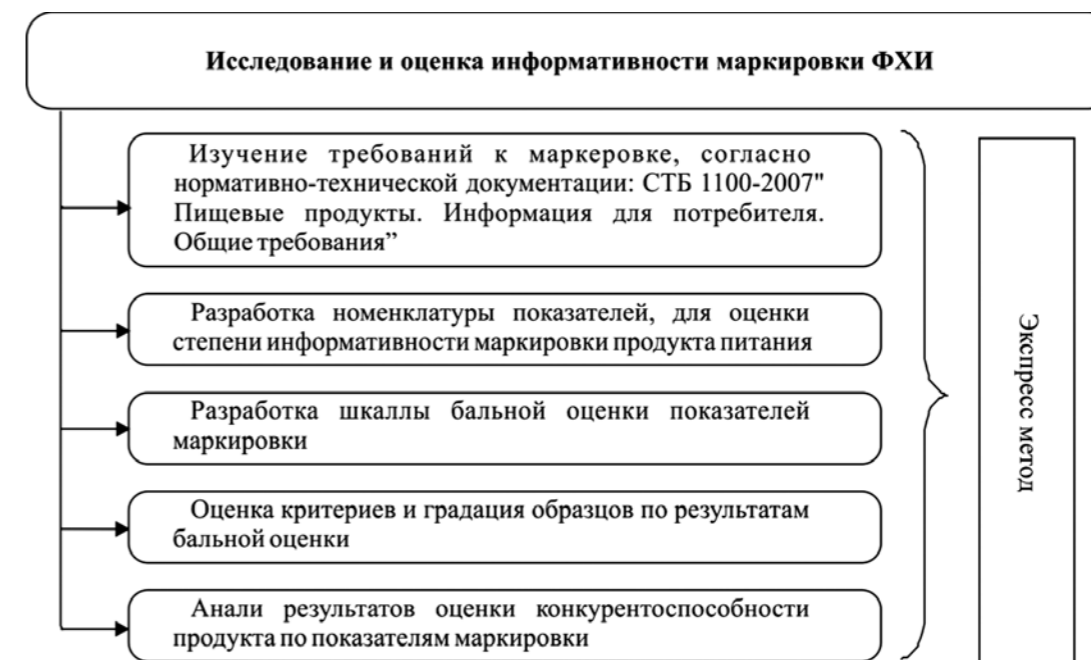


Рис. 3. Второй этап методики оценки конкурентоспособности ФХИ с применением дескрипторно-профильного анализа



Рис. 4. Третий этап методики оценки конкурентоспособности ФХИ с применением дескрипторно-профильного анализа

Данный этап подразумевает выделение признаков-дескрипторов, формирование панели дескрипторов, построение профиля «идеального продукта», с учетом коэффициента значимости каждого дескриптора, построение профиля оцениваемого продукта, сравнение профиля «идеального продукта» с профилем оцениваемого продукта. Определение значимости дескрипторов осуществляется путем их ранжирования от наиболее значимого к наименее значимому. Далее выстраивается комплексный графический портрет «идеального продукта».

Комплексный портрет «идеального продукта» может быть сформирован из отдельных элементов («подобразов») — это вкусовой, ароматический профиль, профиль внешнего вида [5, с. 55].

Особенностью четвертого этапа является параллельная работа двух фокус-групп. Одна из которых, целевая аудитория (потребители). По результатам работы первой группы, строится профиль «идеального продукта»; вторая — профессиональные дегустаторы, специалисты-практики, по результатам работы которой строятся профили продуктов-конкурентов.



Рис. 5. Четвертый этап методики оценки конкурентоспособности ФХИ с применением дескрипторно-профильного анализа

**Пятый этап** (рис. 6) предполагает выделение ступеней уровней качества, которые составляют конкурентный потенциал ФХИ, с учетом основных особенностей самого продукта и определение их влияния на уровень конкурентоспособности ФХИ путем разработки модифицированных балльных шкал.

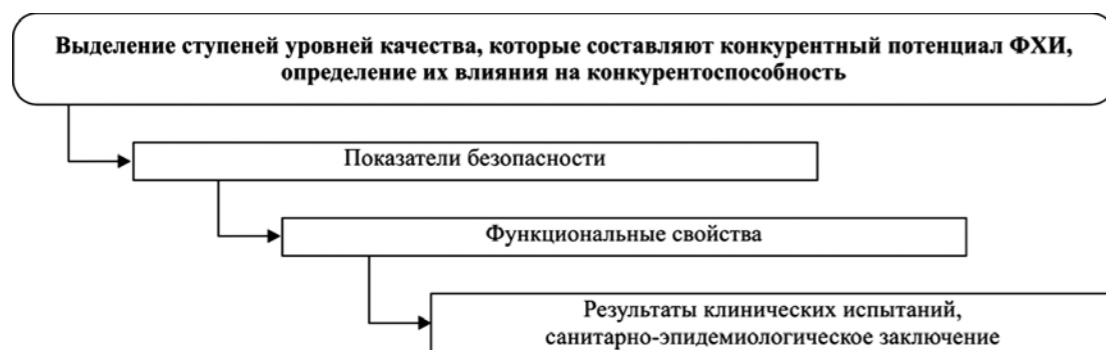


Рис. 6. Пятый этап методики оценки конкурентоспособности ФХИ с применением дескрипторно-профильного анализа

С учетом важности показателей безопасности и функциональных свойств для исследуемой группы пищевых продуктов в рамках методики были разработаны нормы процентного содержания вредных веществ, от допустимого уровня, табл. 1 и 2.

Функциональные свойства характеризуются наличием физиологически функциональных ингредиентов в продукте от 10 до 50 % от рекомендуемой нормы потребления. Процентное содержание физиологически функциональных пищевых ингредиентов, соответствующее уровню качества приведено в табл. 3 и 4.

1.

Уровень качества	Норма, %
Отлично	от 0 до 35 %
Хорошо	от 36 до 65 %
Удовлетворительно	от 66 до 99 %
Неудовлетворительно	более 100 %

2.

Критерии	Характеристика и оценка, баллы			
	5	4	3	2
<b>Токсичные элементы, мг/кг:</b>				
Свинец	0 – 0,16	0,17 – 0,33	0,34 – 0,5	более 0,5
Мышьяк	0 – 0,066	0,068 – 0,132	0,134 – 0,2	более 0,2
Кадмий	0 – 0,033	0,034 – 0,066	0,067 – 0,1	более 0,1
Ртуть	0 – 0,0066	0,0068 – 0,0132	0,0134 – 0,02	более 0,02
<b>Микотоксины, мг:</b>				
Афлатоксин	0 – 0,00165	0,0017 – 0,0033	0,0034 – 0,005	более 0,005
Дезоксиниваленол	0 – 0,23	0,24 – 0,46	0,47 – 0,7	более 0,7
Т-2 токсин	0 – 0,06	0,067 – 0,132	0,134 – 0,2	более 0,2
Охратоксин А	0 – 0,16	0,017 – 0,033	0,034 – 0,05	более 0,05
<b>Радионуклиды, Бк/кг:</b>				
Цезий – 137	0 – 1,2	1,3 – 2,4	2,5 – 3,7	более 3,7
Стронций – 90	0 – 13,2	13,6 – 26,4	26,8 – 40	более 40

3.

Уровень качества	Норма процентного содержания физиологически функциональных пищевых ингредиентов, от физиологической нормы потребления
Отлично	от 38 до 50 %
Хорошо	от 24 до 37 %
Удовлетворительно	от 10 до 23 %
Неудовлетворительно	менее 10 %

4.

Критерии	Характеристика и оценка, баллы			
	5	4	3	2
<b>Витамины, мг:</b>				
B <sub>1</sub>	0,76 – 1,0	0,48 – 0,75	0,2 – 0,47	>0,2
B <sub>2</sub>	0,95 – 1,25	0,6 – 0,94	0,25 – 0,93	>0,25
B <sub>6</sub>	1,14 – 1,5	0,72 – 1,13	0,3 – 0,71	>0,3
A	0,95 – 1,25	0,6 – 0,94	0,25 – 0,93	>0,25
PP	9,5 – 12,5	6 – 9,4	2,5 – 9,3	>2,5
<b>Минеральные вещества, мг:</b>				
Mg	190 – 250	120 – 189	50 – 119	>50
Fe	5,7 – 7,5	3,6 – 5,6	1,5 – 3,5	>1,5

Ī êîí ÷àí èà ò . 4.

Критерии	Характеристика и оценка, баллы			
	5	4	3	2
<b>Физиологически функциональные пищевые ингредиенты, мг:</b>				
Йод	0,08 — 0,10	0,05 — 0,08	0,02 — 0,05	< 0,02
Селен	0,19 — 0,25	0,12 — 0,19	0,05 — 0,12	< 0,05
β — каратин	1,90 — 2,50	1,20 — 1,90	0,5 — 1,20	< 0,5
Пищевые волокна	9,50 — 12,5	6,0 — 9,50	2,5 — 6,0	< 2,5

На основании шкалы оценки функциональных показателей может быть проведено ранжирование образцов по уровням качества с учетом коэффициента весомости, табл. 5.

5.

Уровень качества	5 (отлично)	4 (хорошо)	3 (удовлетворительно)	2 (неудовлетворительно)
Общая сумма баллов	55 — 45	44 — 34	33 — 23	22 и ниже
Коэффициент весомости	2	2	2	2

Предложенная методика имеет практическое значение как для предприятий хлебопекарной промышленности Республики Беларусь, так и для торговли в области поиска путей совершенствования ассортимента, качества и цены ФХИ.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Шендарев, Б. А. Современное состояние и перспективы развития концепции функционального питания / Б. А. Шендеров // Пищевая промышленность. — 2003. — № 6. — С. 6 — 8.
2. Печенкин, А. Об оценке конкурентоспособности товаров и товаропроизводителей / А. Печенкин, В. Фомин // Маркетинг. Специальный выпуск. — 2009. — № 15. — С. 104 — 107.
3. Евдокимова, О. В. Методология определения конкурентного потенциала функциональных пищевых продуктов / О. В. Евдокимова // Пищевая промышленность. — 2009. — № 8. — С. 36 — 39.
4. Габинская, О. С. Значение маркировки продовольственных товаров в оценке их конкурентоспособности / О. С. Габинская, Н. С. Дворецкая // Пищевая промышленность. — 2011. — № 1. — С. 18 — 21.
5. Чугунова, О. В. Использование методов дегустационного анализа при моделировании рецептур пищевых продуктов с заданными потребительскими свойствами: монография / О. В. Чугунова, Н. В. Заворохина. — Екатеринбург: Издательство Урал. гос. экон. ун-т, 2010. — 147 с.

*Рукопись статьи поступила в редакцию 19.11.2013*

**A. Loktsev, O. Ostaltseva**

### METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE EVALUATION OF COMPETITIVENESS OF FUNCTIONAL BAKERY PRODUCTS USING DESCRIPTIVE-PROFILE ANALYSIS

One of the top priorities of social-economic development of the Republic of Belarus is preservation and strengthening the inhabitants' health. It is known the health of people depends so much on the quality of food they use. The tendency of an innovative way of food-staffs development in the Republic of Belarus nowadays is characterized by manufacturing and sale so-called «enriched food».

Elaborated and approved methodological approaches and methods in the quality evaluation and competitiveness of functional food-staffs of mass demand and consumption would considerably quicken the process of functional food-staffs in the Republic of Belarus. So, in this article the results of analysis of competitiveness of food-staffs are given and a methodological approach to the evaluation of functional bakery products, taking into consideration the peculiarities of a food-staff, using modern methods of analysis is proposed.

УДК 663.2

*В данной статье описана методология идентификации и оценки содержания компонентов в образцах ягод с применением методов газовой хроматомасс спектрометрии и высокоэффективной жидкостной хроматомасс спектрометрии. Для выделения летучих компонентов в работе использован метод микротвердофазной экстракции, основанный на выдерживании волокна с адсорбентом над парами летучих компонентов в замкнутом пространстве определенный промежуток времени с последующей десорбцией компонентов в систему ввода газового хроматомасс спектрометра и идентификацией компонентов по масс спектрам на основании их совпадения с библиотечными базы данных NIST. Для выделения нелетучих компонентов выполнялась жидкостная экстракция их из матрицы и очистка на картридже с сорбентом. Разделение нелетучих компонентов осуществлялось методом ВЭЖХ на C<sup>18</sup>-колонке с последующей идентификацией их по псевдомолекулярным ионам и фрагментным ионам первого порядка, регистрируемыми с использованием ионно-ловушечного масс спектрометра компании THERMO LCQ Fleet. Приведены результаты идентификации и оценки содержания летучих компонентов, фенольных кислот, катехинов, флавонолов и антоцианинов в 4 образцах клюквы болотной и крупноплодной.*

### ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ЯГОД КЛЮКВЫ МЕТОДАМИ ХРОМАТОМАСС СПЕКТРОМЕТРИИ

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

- И. М. Почицкая, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая Республиканского контрольно-испытательного комплекса;*  
*В. П. Субач, кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории хроматографических исследований;*  
*В. Л. Рослик, заведующая лаборатории хроматографических исследований*

Клюква (лат. *Oxycoccus*) — таксон семейства Вересковых, имеет важное значение в питании человека.

Клюква культивируется в Беларуси и поставляется на экспорт. По данным ФАО ООН, Беларусь в 2010 году произвела 5800 т клюквы на сумму 4 810 000 долларов США и занимает по производству этих ягод 3 место в мире после США и Канады. Ягоды клюквы идут на приготовление морсов, соков, квасов, экстрактов, киселей, представляют собой хорошие источники витаминов. Ягоды используются как противогрибковое средство, при простудных заболеваниях, ревматизме, ангине, авитаминозах, для приготовления премиксов и биологически активных добавок.

Для контроля натуральности продукции необходимо знание подробного компонентного состава натуральных ягод. Несмотря на то, что кислотность-сахарный и витаминный состав клюквы хорошо известен, еще имеется мало сведений о содержании других биологически активных компонентов в их натуральной форме, характерной для сырья. К таким компонентам относятся прежде всего полифенольные соединения, их гликозиды и летучие соединения, ответствен-

ные как за лечебно-профилактические свойства плодов, так и за их органолептические характеристики (запах, вкус, цвет).

Цель данной работы — провести исследование химического состава ягод клюквы с применением методов газовой и высокоэффективной жидкостной хроматографии с УФ- и МС-детектированием. Определить компоненты, ответственные за органолептические свойства продукции и обеспечивающие возможность контроля подлинности и натуральности продукции из ягод клюквы.

**Объекты и методы исследования.** Объектами исследования являлись 3 образца клюквы болотной и 1 образец клюквы крупноплодной, приобретенных на рынке.

Экстрагирование образцов для исследования компонентного состава клюквы осуществляли в мягких условиях с целью сохранения компонентов в натуральной форме. Навеска ягод (20 г) заливалась 20 мл метанола и смесь оставлялась не менее, чем 2 недели в холодильнике для настаивания и установления однородного компонентного равновесия между жидкой и твердой фазой.

Для определения состава летучих (ароматообразующих) компонентов методом газовой хроматомасс-спектрометрии в 40 мл флакон помещали 1 мл экстракта и 9 мл деионизированной воды, флакон закрывали крышкой с мембраной и помещали его в баню, нагретую до 40 °С. Затем через мембрану в паровоздушное пространство флакона вводили шприц твердофазного микроэкстрактора и выдвигали из него волокно с адсорбентом таким образом, чтобы оно не касалось поверхности жидкости и стенок сосуда. Шприц микроэкстрактора выдерживали во флаконе с открытым волокном 30 мин, затем волокно задвигали во внутрь шприца, устройство вынимали из флакона и вводили его в систему ввода хроматомасс-спектрометра Agilent Technologies 6850 Series II (Network GC System /5975B (VL MSD) для десорбции компонентов. Регистрацию хроматограммы в режиме полного ионного тока начинали сразу после окончания десорбции. После регистрации хроматограмма интегрировалась для определения времен удерживания и площадей пиков. Идентификацию пиков хроматограммы осуществляли с использованием базы масс-спектральных данных NIST05a. L, а относительное содержание идентифицированных соединений определяли по площадям их пиков в хроматограмме.

Компонентный состав нелетучих (вкусообразующих) соединений определяли с использованием метода ВЭЖХ/МС в отрицательно ионном электроспрейном режиме ионизации и метода ВЭЖХ/УФ. Электроспрейный отрицательно ионный режим ионизации был выбран в связи с его более высокой чувствительностью при ионизации полярных соединений, по сравнению с химическим режимом и положительно ионным режимом ионизации. Предварительно были подобраны такие условия хроматографирования, чтобы достичь с одной стороны наиболее полное разделение компонентов экстракта клюквы, а с другой стороны, обеспечить хорошую ионизацию наибольшего числа компонентов. Перед анализом 0,2 мл метанольного экстракта клюквы пропускали через колонку, заполненную 200 мг обращено-фазного сорбента C18, затем компоненты элюировали 0,2 мл метанола и 0,6 мл дистиллированной воды. Элюат фильтровали через 0,45 мкм фильтр и помещали во флакон для ВЭЖХ анализа. Исследование состава экстракта осуществляли с применением хроматомасс-спектрометра LCQ Fleet компании THERMO SCIENTIFIC, состоящего из кватернарного насоса, автосамплера и диодно-матричного детектора ACCELA, а также масс-селективного детектора с ионной ловушкой. Аналитическое разделение компонентов выполнялось на колонке Hypersil GOLD C8 (100 мм Ч 3 мм, 3 мкм) с применением смеси: элюент А: вода + 0,1 % муравьиной кислоты, элюент В: метанол. Градиентная программа: 0 мин: элюент А 100 %, элюент В 0 %; 30 мин: элюент А 60 %, элюент В 40 %; 40 мин: элюент А 60 %, элюент В 40 %, 45 мин: элюент А 50 %, элюент В 50 %; 50 мин элюент А 50 %, элюент В 50 %; 55 мин элюент А 100 %, элюент В 0 %, 60 мин элюент А 100 %, элюент В 0 %. Скорость потока 0,2 мл/мин. Записывались УФ-хроматограммы с использованием диодноматричного детектора и МС-хроматограммы с применением масс-детектора. Масс-хроматографические профили компонентов записывались в диапазоне масс 100–1000 m/z в режиме полного сканирования спектров, диодно-матричные профили — в диапазоне 200–600 нм. Идентифика-

ция компонентов осуществлялась по УФ-спектрам, по псевдомолекулярным ионам в спектре МС, а также по фрагментным ионам в спектрах МС2, записываемым отдельно для выбранных псевдомолекулярных ионов. В некоторых случаях записывались масс-спектры более высоких порядков (МС3).

Для определения состава антоцианинов использовался также и метод ВЭЖХ/МС с ионизацией в положительно-ионном режиме.

**Результаты исследования и их обсуждение.** От компонентного состава плодов и продуктов на их основе зависят их органолептические показатели качества (запах, вкус, цвет) и лечебно-профилактические свойства. Все компоненты можно условно разделить на 3 группы: ароматообразующие, вкусообразующие и цветообразующие.

**Состав летучих, ароматообразующих компонентов экстрактов клюквы.** Летучие компоненты, в основном это эфирные масла, спирты, сложные эфиры, определяют запах продуктов. Клюква не обладает каким-либо ярко выраженным специфическим запахом. Данные по относительному содержанию идентифицированных по масс-спектрам компонентам приведены в табл. 1.

1.

RT	Относительное содержание	Название соединения	№ NIST	CAS #	K
10,7	28,35	Метилбензоат	15769	000093-58-3	94
11,8	3,07	Фенилметилацетат	23493	000140-11-4	87
11,9	15,93	Этилбензоат	23436	000093-89-0	91
12,3	36,55	$\alpha$ -терпинеол	25545	1000157-89-9	86
15,1	5,39	Этилкапринат	57086	000110-38-3	91
15,9	2,37	Геранилацетон	52822	003796-70-1	72
16,7	2,91	Метиллауринат	67169	000111-82-0	83
19,1	2,53	Метилмиристат	86752	000124-10-7	91
21,1	2,91	Метилпальмитат	105644	000112-39-0	91

Обозначения: RT — время удерживания пика на хроматограмме; № NIST — номер спектра в библиотеке NIST, совпавшего со спектром в хроматограмме при соответствующем RT; K — коэффициент совпадения библиотечного и экспериментального спектра.

Из табл. 1 видно, что основной вклад в ароматические свойства клюквы вносят три соединения: метилбензоат, этилбензоат и  $\alpha$ -терпинеол. Метилбензоат и этилбензоат — эфиры содержащейся в клюкве бензойной кислоты, а также  $\alpha$ -терпинеол могут служить компонентами, характерными для клюквы и продуктов ее переработки. Сильным ароматом обладает геранилацетон, однако это соединение широко распространено в растительных продуктах и характерно также для других плодов и ягод.

**Компоненты, формирующие вкус клюквы.** Вкусовые различия в продуктах питания, в том числе в ягодах и продуктах их переработки, формируют органические кислоты, сахара и полифенольные соединения. Клюква обладает кислым вкусом поскольку в ее составе обнаружено много кислот и относительно небольшое количество сахаров. Полифенольные соединения формируют такую составляющую вкуса, как терпкость продукции, а также придают ей лечебно-профилактические свойства.

Исследование хроматографических УФ-профилей 4 экстрактов клюквы, записанных в режиме полного сканирования спектров с использованием диодно-матричного детектора, показывает, что все экстракты содержат большое количество компонентов. Для идентификации наиболее интенсивных хроматографических пиков, отображающих эти компоненты на хроматограмме, были использованы УФ-спектры этих компонентов, литературные данные, молекулярные ионы компонентов из спектров МС, записанных в отрицательно-ионном электроспрейном режиме (МС-спектры первого порядка), а также масс-спектры вторичных ионов.



Количественная оценка содержания компонентов осуществлялась по площадям пиков в УФ-хроматограммах, за исключением органических кислот, которые в УФ-хроматограммах не имели характерных пиков и плохо разделялись на колонке. Поскольку для большинства определяемых соединений стандартные растворы были недоступны, идентифицированные соединения были разделены на группы по их спектральным свойствам: органические кислоты, флаванолы (катехины и проантоцианины), хлорогенные кислоты и флавонолы. В качестве стандартов для количественной оценки содержания были подобраны следующие соединения: эпикатехин,  $\lambda_{\max} = 278$  нм для флаванолов, п-кумаровая кислота,  $\lambda_{\max} = 309$  нм для хлорогенных кислот, рутин  $\lambda_{\max} = 355$  нм для флавонолов, цианидин гидрохлорид,  $\lambda_{\max} = 520$  нм, для антоцианинов. На основе площадей пиков в хроматограммах растворов этих соединений известной концентрации были получены коэффициенты пересчета площадей пиков в концентрации обнаруживаемых в хроматограммах экстрактов клюквы соединений. Эти данные были использованы для оценки содержания идентифицированных соединений.

На рис. 1 приведены хроматограммы (хроматографические УФ-профили) экстрактов 4 образцов клюквы. Все обнаруженные на хроматограммах экстрактов компоненты можно разделить на несколько разных классов.

**Оксикислоты.** Яблочная, лимонная и хинная кислоты на УФ-хроматограммах пики не образуют. Однако эти кислоты можно идентифицировать по их псевдо-молекулярным ионам на хроматографических МС-профилях. Хинная кислота, время удерживания 7,1 мин, псевдомолекулярный ион 191 m/z, образует ион димера с массой 383 m/z, идентификация подтверждена хроматограммой эталонного соединения. Яблочная кислота, время удерживания 7,7, псевдомолекулярный ион 133 m/z, аддукт с муравьиной кислотой и димеры не образует. В спектре МС2 отщепляется молекула воды с образованием фрагментного иона 115 m/z.

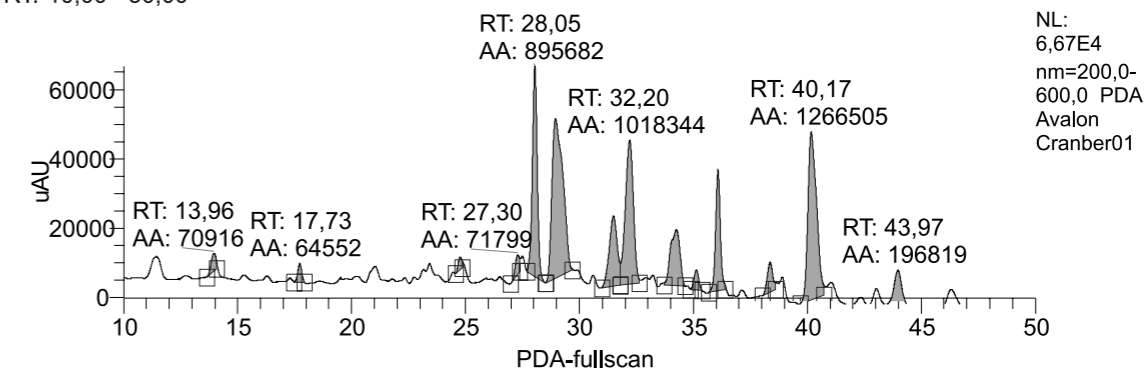
Лимонная кислота, время удерживания 10,0 мин, псевдомолекулярный ион 191 m/z, образует димер с массой 383 m/z, в спектре МС2 ион 191 распадается с образованием фрагментных ионов с массой 173 m/z и 111 m/z (основной пик). Идентификация подтверждена хроматограммой эталонного соединения.

**Флаванолы.** Флаванолы представляют собой большой класс фенольных соединений, наиболее известным представителем которых является танин. Танин — это полимерные соединения с разной длины цепи, состоящих из отдельных мономерных звеньев — катехинов. Известны 8 катехинов, в плодово-ягодном сырье наиболее распространены катехин и эпикатехин. Катехин и эпикатехин могут образовывать между собой димеры с образованием одной связи между молекулами типа (4→8), в результате получаются 4 основные изомеры проантоцианидинов типа В: В1 — эпикатехин-(4β→8)-катехин, В2—(-)-эпикатехин-(4β→8)-(-)-эпикатехин, В3 — catechin-(4β→8)-катехин и В4 — катехин-(4α→8)-эпикатехин. Возможны также изомеры с образованием связи (4→6). Изомеры типа А получаются с образованием двух межмолекулярных связей: (4β→8) и (2β→O→7). Димерный эпикатехин называется процианидин А2 [2].

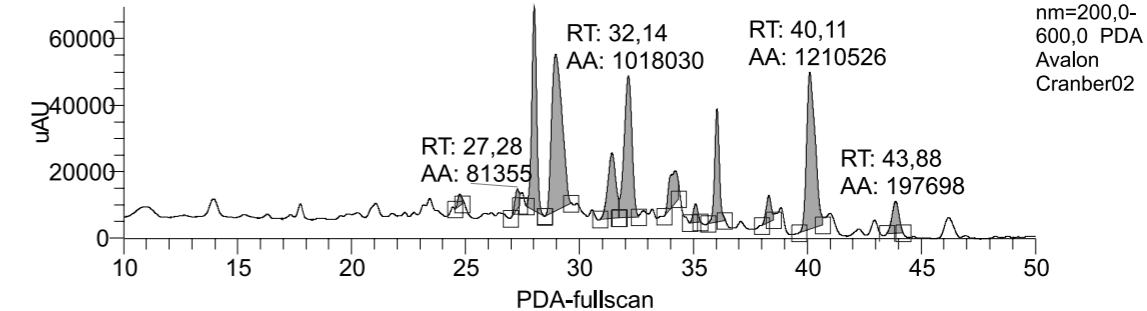
В экстрактах образцов клюквы наблюдались пики катехина (24,2 мин) и эпикатехина (29 мин), идентификация этих соединений подтверждена сопоставлением времен удерживания пиков с пиками в хроматограммах стандартных растворов этих соединений, масс спектром вторичных ионов, положением максимума в УФ спектре. При 22,4 мин и 25,9 мин в хроматограммах имеются пики соединений, имеющие псевдомолекулярные ионы 577 m/z в МС спектре и МС2 спектр, типичный для проантоцианидинов типа В. УФ-спектры соединений, представленных на хроматограммах, имеют максимумы при 280 нм, что подтверждает отнесение этих пиков к флаванолам.

В УФ-профиле при времени удерживания 35,1 мин наблюдался небольшой пик с максимумом в УФ спектре также примерно 280 нм, в МС-профиле по псевдомолекулярному иону 575 m/z также наблюдался пик с аналогичным временем удерживания, что свидетельствует об элюировании соединения с массой 576 у. е. Из литературных данных известно, что клюква может образовывать димер катехинов с двумя связями типа проантоцианидина А2. Данный пик и представляет собой такое соединение.

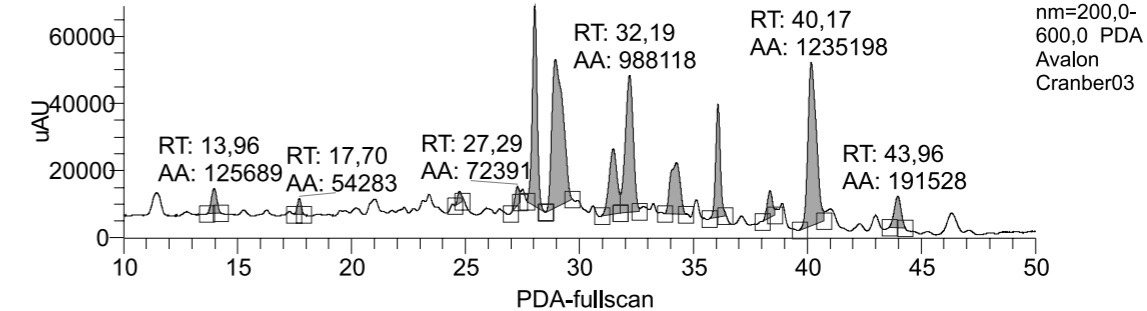
Инжекция 5,000000 Дата 07.02.2012 12:35:44  
 Файл D:\Sub\Cranber\Cranber01 Образец MS-full  
 RT: 10,00 - 50,00



RT: 10,00 - 50,00



RT: 10,00 - 50,00



RT: 10,00 - 50,00

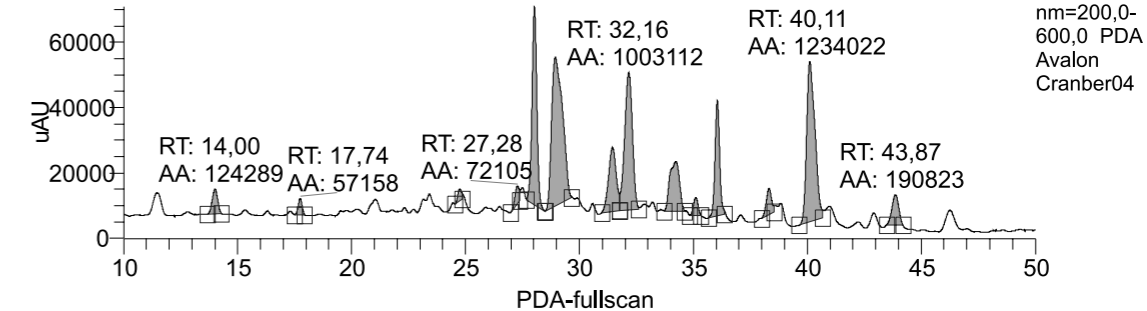


Рис. 1. Хроматографические УФ-профили экстрактов (диапазон — 200-600 нм) 4 образцов клюквы (внизу — клюквы крупноплодной)

RT	MI <sup>(*)</sup>	λ, нм	Содержание, мг/100г				FI <sup>(*)</sup>	Названия соединений
			Обр.1	Обр.2	Обр.3	Обр.4		
7,1	191						127	Хинная кислота
7,7	133						115	Яблочная кислота
10	191						111	Лимонная кислота
20,8	315	280	5,9	6,3	1,4	1,0		Неидентифицир.
22,4	577	280	3,4	3,0	3,3	3,1	289	Проантоцианин В2
24,4	289	280	2,4	2,5	2,2	0,9	245	Катехин
25,9	577	280	7,2	5,8	3,7	4,1	289	Проантоцианин В3
27,8	451	285	—	9,6	7,1			Неидентифицир.
28	353	325	9,8	10,4	10,7	10,6	191	Хлорогеновая к-та
29	289	280	1,0	0,7	0,7	3,1	245	Эпикатехин
29	283	276	16,7	15,6	26,3	23,6	121	Вакциниин
35,1	575	280	5,9	6,4	8,3	2,3		Проантоцианин А2
36,1	479	357	12,3	11,8	6,8	14,9	317	Мирицетин-3-галактозид
38,5	449	353	4,3	4,1	2,6	5,0	317	Мирицетин-3-арабинозид
39	463		1,3	1,4		2,1	317	Мирицетин-3-рамнозид
40,2	463	354	15,8	16,3	10,3	16,2	301	Кверцетин-3-галактозид
42,3	433	350	1,1	1,2	1,0	2,5	301	Кверцетин-3-ксилозид
43,1	433	355	1,8	1,8	1,2	1,3	300	Кверцетин-3-арабинопиранозид
44,1	433	355	4,7	4,7	3,8	9,5	301	Кверцетин-3-арабинофуранозид
46,2	447	355	3,2	3,3	2,1	4,8	301	Кверцетин-3-рамнозид

Примечание: **Обр.1** — Клюква болотная, 2010 год, после размораживания, **Обр.2** — Клюква болотная, 2011г., **Обр.3** — Клюква болотная, 2011г., **Обр.4** — Клюква крупноплодная, урожай 2011 года.

**Фенольные кислоты.** К фенольным кислотам относятся гидроксibenзойные и гидроксикоричные кислоты. В свободном виде эти кислоты в экстрактах клюквы при используемом методе определения не были обнаружены. Одним из интенсивных пиков в хроматограмме является пик при 28 мин, который в МС- профиле образует молекулярный ион с массой 353 m/z, распадающийся в спектре МС2 до иона 191 m/z. Эти данные, а также УФ-спектр с максимумом при 325 нм дают основание идентифицировать это соединение как хлорогеновая (5-кофеил-хинная) кислота [1].

**Флавонолы.** Клюква содержит значительное количество мирицетина и кверцетина, в среднем, по данным [3], 6,7 мг/100г и 15,9 мг/100г соответственно. В УФ-спектрах флавонолы имеют полосу поглощения с максимумом примерно при 355 нм. Такие полосы поглощения в УФ-профиле экстрактов клюквы соответствуют 8 соединениям. На основании данных МС, МС2 и порядка элюирования на хроматограмме эти пики отнесены к глюкозидам мирицетина и кверцетина в соответствии с работой Введенской и Ворса [4], (табл. 2). Авторы этой работы, используя МС метод с отрицательно-ионной химической ионизацией, исследовали компонентный состав крупноплодной клюквы и сделали аналогичные отнесения пиков на хроматограммах экстрактов, за исключением одного соединения: пики с молекулярными ионами 463 m/z авторы этой работы отнесли к кверцетин-3-галактозиду и кверцетин-3-глюкозиду. Наши данные свидетельствуют, что пики с молекулярными ионами 463 m/z относятся к мирицетин-3-рамнозиду (RT 39 мин) и кверцетин-3-галактозиду (RT 40,2). Отнесение первого пика подтверждается фрагментацией 463 m/z → 317 m/z в спектре МС2, а отнесение второго пика к кверцетин-3-галактозиду соответствует данным работы [5], в которой авторы провели гидролиз аналогичного соединения и масс спектрометрическим методом показали наличие в гидролизате галактозы.

Если подсчитать общее содержание производных мирицетина и производных кверцетина, то больше всего этих компонентов содержится в клюкве крупноплодной (22,0 и 34,3 мг/100 г ягод соответственно). Если сравнить эти данные со средними значениями, приведенными в базе данных [3], то результаты хорошо согласуются, так как в базе данных результаты основаны на

содержании мирицетина и кверцетина в гидролизате экстрактов без учета гликозных остатков, а в нашем случае данные приведены с учетом гликозных фрагментов.

По количественному содержанию отдельных флавонолов экстракты клюквы несколько отличаются, причем, больше всего флавонолов содержится в клюкве крупноплодной. Однако, для всех 4 образцов процентное содержание отдельных компонентов (относительно суммы флавонолов) является величиной практически постоянной и такой показатель, как флавонольный профиль может быть использован для идентификации продукции.

**Компоненты, формирующие цветовые свойства.** Цвет плодов и ягод, а также продукции на их основе, формируют соединения, имеющие полосы поглощения в видимой области света, т. е. от 400 нм до 700 нм. Окраска зависит от положения полос в спектрах поглощения в видимой области, их интенсивностей и относительного соотношения. В основном, окраска плодов и ягод зависит от содержания тех или иных антоцианидинов и их гликозидных форм. В литературе имеются противоречивые сведения о антоцианидиновом составе клюквы. Так в базе данных по флаваноидам [3] приведены средние содержания свободных цианидина 41,8 мг/100г и дельфинидина 7,7 мг/100 г ягод. В статье Обона и др. [6] в европейской клюкве обнаружены цианидин-галактозид (основной пик) и небольшие пики дельфинидин-3-галактозида, дельфинидин-3-глюкозида, цианидин-3-глюкозида и цианидин-3-арабинозида.

Исследование УФ-профилей на длине волны 515 нм экстрактов 4 образцов клюквы показывает, что во всех образцах содержится 5 компонентов, имеющих поглощение в области 515 нм. УФ-профили экстрактов 4 образцов клюквы приведены на рис. 2.

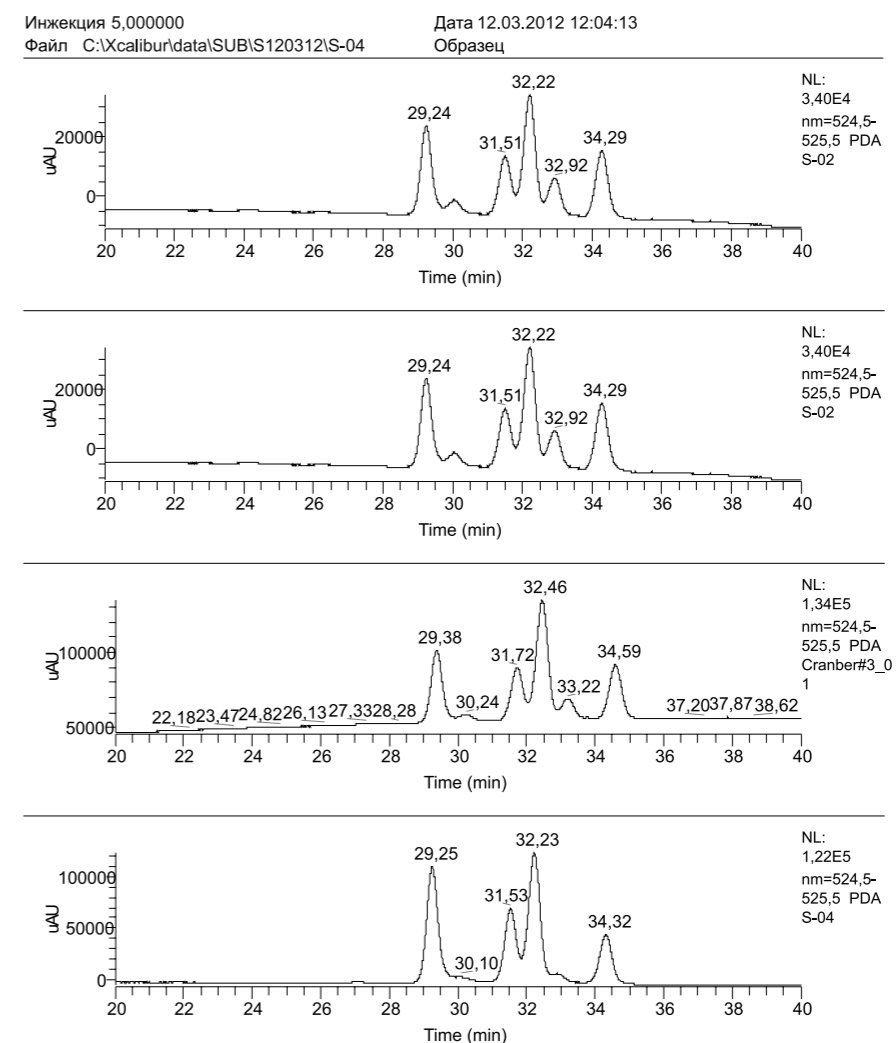


Рис. 2. Антоциановый УФ-профиль (λ = 515нм) экстрактов 4-х образцов клюквы

3.

4

RT	Содержание, мг/100 г (%от суммы)				Названия соединений
	Обр.1	Обр.2	Обр.3	Обр.4	
29,3	3,2(25)	10,4(29)	5,8(22)	5,9(22)	Цианидин-3-галактозид
31,5	2,1 (16)	6,2(17)	4,0(15)	3,9(15)	Цианидин-3-арабинозид
32,3	4,8(37)	13,6(39)	10,2(37)	10,3(38)	Пеонидин-3-галактозид
33,3	0,2 (1)		2,4(9)	2,1(7)	Дельфинидин-3-бензоил-глюкозид
34,3	2,6(20)	5,0(14)	4,3(16)	4,3(17)	Пеонидин-3-арабинозид

На основании псевдомолекулярных ионов в МС-спектрах, спектров МС2 и УФ-спектров можно делать однозначный вывод, что основными антоцианинами в клюкве являются цианидин-3-галактозид, цианидин-3-арабинозид, пеонидин-3-галактозид и пеонидин-3-арабинозид (табл. 3). Их количественное содержание (в мг/100 г) в разных образцах несколько различается, однако в процентном отношении относительно суммы пиков антоцианинов (значения приведены в скобках) являются практически постоянными. В результате постоянства процентного содержания компонентов антоцианиновый профиль может быть использован для идентификации продукции.

**Выводы.** Таким образом, исследование компонентного состава ягод клюквы показало, что химический состав их соответствует ягодам клюквы США и несколько отличается от европейской клюквы. При этом, состав болотной клюквы практически не отличается от химического состава крупноплодной клюквы, однако общее содержание компонентов немного ниже. Для идентификации видовой принадлежности продукции из клюквы могут быть использованы как антоцианиновые хроматографические профили, так и флавонольные хроматографические профили благодаря их постоянству относительного содержания компонентов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Дейнека, В. И. Хлорогеновая кислота плодов и листьев некоторых растений / В. И. Дейнека, В. А. Хлебников, В. Н. Сорокопудов, И. П. Анисимович // Химия Растительного Сырья. — 2008. — № 1. — С. 57–61.
2. Lai Yeap Foo. The structure of cranberry proanthocyanidins which inhibit adherence of uropathogenic P-imbriated Escherichia coli in vitro / Lai Yeap Foo, Yinrong Lua, Amy B. Howell, Nicholi Vorsa // Phytochemistry. — 2000. — № 54. — P. 173-181.
3. USDA Database for the Flavonoid Content of Selected Foods. Release 2.1. January 2007.
4. Vvedenskaya, I. O. Flavonoid composition over fruit development and maturation in American cranberry, Vaccinium macrocarpon Ait / Irina O. Vvedenskaya, Nicholi Vorsa // Plant Science.— 2004.— № 167, — P. 1043–1054.
5. Hao Chen. Identification of flavonol glycosides in American cranberry fruit. / Hao Chen, Yuegang Zuo // Food Chemistry 2007. № 101 — P. 1357–1364.
6. Obyn, J. M. Red fruit juice quality and authenticity control by HPLC/ J. M. Obyn, M. C. Dnaz-Garcna, M. R. Castellar // Food Chem. — 2012. — № 130, — Issue 4, — P. 1082-1089.

*Рукопись поступила в редакцию 12.11.2013*

**I. M. Potchitskaia, V. P. Subach, V. L. Roslik**

### STUDY OF THE CRANBERRY COMPOSITION BY MEANS OF CHROMATOGRAPHY / MASS SPECTROMETRY METHODS

In the work of I. M. Potchitskaia, V. P. Subach and V. L. Roslik «STUDY of the CRANBERRY COMPOSITION BY MEANS OF CHROMATOGRAPHY / MASS SPECTROMETRY METHODS» methodology of identification and assessment of the component quantity in the berry samples using the methods gas chromatography/ mass spectrometry and high performance liquid chromatography / mass

spectrometry is described. For separation of volatile components in the work the method of solid phase micro extraction is used, based on maintaining fiber with adsorbent in vapor of volatile components in the closed space for a certain period of time, followed desorption of components in a injection system of the gas chromatograph /mass spectrometer and the identification of the components on the basis of their mass spectra matches with library NIST spectra. For the separation of non-volatile components the liquid extraction from the berry matrix with solvent and cleanup on catridge with a sorbent are used. Separation of non-volatile components is carried out using HPLC C18-column with further identification on the basis of their pseudo molecular ions and fragment ions of the first order spectra, registered by means of ion trap mass spectrometer THERMO LCQ Fleet. Results of the identification and quantity assessment of volatile components of phenolic acids, catechins, flavonols and anthocyanins in 4 samples of cranberries are presented.

УДК 637.142.2

*Исследована возможность применения электроискровой обработки в технологии напитков из цельной творожной сыворотки с целью получения продукта без видимого белкового осадка. В ходе исследований наблюдалось диспергирование белковых частиц творожной сыворотки в 1,5...10 раз в зависимости от напряжения и количества импульсов, что способствовало стабилизации системы. Доказано положительное влияние электроискровой обработки на органолептические показатели творожной сыворотки. Представлены результаты сенсорного анализа напитков, выработанных из цельной творожной сыворотки, обработанной электроискровыми разрядами в сравнении с напитками из необработанной сыворотки.*

### СЕНСОРНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА НАПИТКОВ ИЗ ЦЕЛЬНОЙ СЫВОРОТКИ

**Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина**

*О. В. Кочубей-Литвиненко, кандидат технических наук, доцент, докторант кафедры технологии молока и молочных продуктов;*  
*О. А. Чернюшок, ассистент, аспирант кафедры технологии молока и молочных продуктов*

Согласно классификации А. Г. Храмцова напитки из молочной сыворотки, различаются по своему составу, пищевой и биологической ценности, способу производства, вырабатываются с использованием всех или отдельных ее компонентов [1, с. 194].

Напитки из цельной творожной сыворотки представляют собой значительную ценность, так как содержат все составные части «кладезя» биологически активных и питательных веществ — творожной сыворотки. Эти напитки непрозрачны и, согласно нормативным документам, в них допускается выпадение белкового осадка в небольших количествах.

Наличие указанного белкового осадка в некоторой степени может «отталкивать» потребителя. А, как известно, органолептические свойства в большей степени, чем химический состав и пищевая ценность, влияют на выбор большинства потребителей и формируют спрос на готовую продукцию. Поэтому интерес представляют исследования направленные на получение продукта, содержащего все ценные компоненты молочной сыворотки и при этом имеющего максимально привлекательные сенсорные свойства (внешний вид, консистенцию, вкус и запах).

По мнению авторов, реализация данной задачи возможна за счет диспергирования белкового осадка творожной сыворотки.

В работе исследована возможность применения инновационного способа обработки электроискровыми разрядами (ЭИР) в технологии напитков из цельной сыворотки с целью получения продукта без видимого белкового осадка с заданными сенсорными показателями качества.

Объектом исследований были размеры белков и сенсорные показатели сыворотки творожной, обработанной электроискровыми разрядами (СТЭИР).

Предметом исследований являлись напитки из творожной сыворотки, обработанной ЭИР, и цельной необработанной сыворотки (СТЦН).

Опытные образцы готовили следующим образом. Творожную сыворотку направляли на установку, состоящую из электроразрядной камеры объемом 3 дм<sup>3</sup> и генератора, обеспечивающего импульсную подачу разрядов [2]. Напряжение во время исследований изменяли в пределах 25...45 кВ, количество импульсов от 5 до 25 с шагом 5. Далее обработанную сыворотку пастеризовали при температуре (76 ± 2) °С с выдержкой 15...20 с и охлаждали до температуры (4 ± 2) °С.

Размеры белковой фазы сыворотки творожной до и после обработки определяли на анализаторе Zetasizer Nano ZS (Великобритания); сенсорный анализ проводили профильным методом [3, 4].

Методом лазерной дифракции установлен эффект диспергирования белковых частиц творожной сыворотки в 1,5...10,0 раз в зависимости от напряжения и количества импульсов.

Изучая динамику преобразований дисперсной фазы сыворотки с учетом параметров обработки (напряжения, количества импульсов), наблюдали присутствие более крупных частиц в пробах, обработанных при напряжениях 20...30 кВ, и уменьшение их размеров по мере увеличения напряжения и количества импульсов. Наилучший результат получен при обработке под напряжением 45 кВ и количеством импульсов 20...25.

На основе сенсорных показателей проводили сравнительный анализ сывороточных напитков с разной дозой яблочного сока от 3 до 15 %, выработанных на основе цельной сыворотки и сыворотки, обработанной электроискровыми разрядами. Оценку осуществляли по специально разработанной 5-ти бальной шкале (табл. 1). Количество экспертов, задействованных в исследовании — 40 человек.

Комплексным методом на основании органолептической оценки был определен уровень качества продукта, учитывающий значимость отдельных показателей в обобщенной оценке.

Необходимые для расчета коэффициенты значимости определяли методом ранжирования [3]: внешний вид и консистенция — 0,3; вкус — 0,3; запах — 0,2; цвет — 0,2. Их использовали при обработке дегустационных листов для расчета обобщенного показателя, представляющего собой сумму оценок единичных показателей, умноженных на соответствующие коэффициенты.

Установлены следующие градации качества: при уровне 5,0...4,3 — отличное качество, 4,3...3,7 — хорошее, 3,7...3,0 — удовлетворительное, ниже 3,0 — неудовлетворительное качество.

Согласно разработанным ранее критериям, установили категории качества оцениваемой продукции, представленные в табл. 2.

Результаты органолептической оценки свидетельствуют о том, что практически все образцы, выработанные из сыворотки, обработанной электроискровыми разрядами, имели выигрышную органолептическую характеристику по сравнению с образцами, выработанными из цельной необработанной сыворотки. В соответствии с категориями качества, оценку дегустаторов «отлично» получили образцы № 7 и 9, выработанные на основе СТЭИР с добавлением 10 и 15 % яблочного сока. Они имели привлекательный внешний вид, приятный вкус и запах, характерный яблочному соку, цвет — обусловленный цветом внесенного наполнителя, однородный по всей массе.

1.

Характеристика	Описание	Коэффициент значимости	Соответствующая характеристика при бальной оценке				
			5	4	3	2	1
Внешний вид и консистенция	Однородная, жидкая, без видимого белкового осадка	0,3	Однородная, жидкая, без видимого белкового осадка	Однородная, жидкая, со слегка заметными хлопьями белка	Однородная, жидкая, с заметным осадением хлопьев белка	Неоднородная жидкость с видимым осадением белком	Не соответствует общему описанию
Вкус	Приятный, кисло-сладкий, со вкусом внесенного наполнителя. С гармонией вкусов наполнителя и сыворотки. Без посторонних привкусов	0,3	Приятный, кисло-сладкий, со вкусом внесенного наполнителя. С гармонией вкусов наполнителя и сыворотки. Без посторонних привкусов	Достаточно приятный, кисло-сладкий со вкусом внесенного наполнителя. Во вкусовой гамме доминирует привкус сыворотки. Без посторонних привкусов	Кисло-сладкий, со вкусом внесенного наполнителя и четко выраженным сыровороточным привкусом. Слегка ощутимые посторонние привкусы	Кислый, ярко выраженный сыровороточный привкус. С незначительными отклонениями от общего описания	Со значительными отклонениями от общего описания
Запах	Чистый, характерный данному продукту с ароматом внесенного наполнителя, без посторонних запахов	0,2	Чистый, характерный данному продукту с ароматом внесенного наполнителя, без посторонних запахов	Чистый, характерный данному продукту с ароматом внесенного наполнителя, со слегка выраженным запахом сыворотки. Без посторонних запахов	Чистый, характерный данному продукту с ароматом внесенного наполнителя, с незначительными отклонениями от общего описания. Без посторонних запахов	С выраженным запахом сыворотки	Неприятный, со значительными отклонениями от общего описания
Цвет	Равномерный зеленовато-желтоватый или обусловленный цветом внесенного наполнителя	0,2	Равномерный зеленовато-желтоватый или обусловленный цветом внесенного наполнителя	Равномерный зеленовато-желтоватый или обусловленный цветом внесенного наполнителя, с незначительными отклонениями от общего описания	Равномерный зеленовато-желтоватый или обусловленный цветом внесенного наполнителя, с отклонениями от общего описания	Блеклый или слишком выраженный, не свойственный данному продукту	Не равномерный, блеклый или слишком выраженный, не свойственный данному продукту

2.

С

Номер образца	Наименование показателей				Обобщенный показатель качества	Категория качества
	внешний вид	вкус	запах	цвет		
Образец № 1	1,09	1,12	0,69	0,7	3,60	удовлетворительно
Образец № 2	1,04	0,97	0,61	0,67	3,29	удовлетворительно
Образец № 3	1,30	1,24	0,73	0,73	4,00	хорошо
Образец № 4	1,17	1,11	0,61	0,78	3,56	удовлетворительно
Образец № 5	1,33	1,24	0,73	0,73	4,03	хорошо
Образец № 6	1,23	1,11	0,61	0,61	3,67	удовлетворительно
Образец № 7	1,41	1,35	0,82	0,87	4,45	отлично
Образец № 8	1,40	1,11	0,61	0,83	3,95	хорошо
Образец № 9	1,45	1,42	0,91	0,90	4,68	отлично
Образец № 10	1,42	1,17	0,64	0,90	4,13	хорошо

Примечание: 1-й, 3-й, 5-й, 7-й, 9-й образец — напиток, выработанный на основе СТоЭИР с добавлением 3, 5, 8, 10, 15 % яблочного сока соответственно; 2-й, 4-й, 6-й, 8-й, 10-й образец — напиток, выработанный на основе СТЦн с добавлением 3, 5, 8, 10, 15 % яблочного сока соответственно.

Исследование вкуса опытных образцов сывороточных напитков на основе СТЦн и СТоЭИР проведено с учетом таких дескрипторов: положительные — общее впечатление, гармоничный, сывороточный, соковый, кислый, сладкий; отрицательные — пресный, посторонний, плесневый, неприятный.

Профилограммы приготовленных образцов с содержанием яблочного сока от 3 до 8 % хотя и имели преимущественно положительные дескрипторы вкуса, но к обозначениям максимума не доходили, что подтверждает их обобщенную оценку — «удовлетворительно» и «хорошо» (см. табл. 2).

Увеличение дозы яблочного сока до 10...15 % обогащает и гармонизирует вкус напитков обеих групп.

Профилограммы вкуса сывороточных напитков, выработанных на основе СТЦн и СТоЭИР с дозой яблочного сока 10 и 15 %, представлены на рис. 1 — 2.



Рис. 1. Профилограмма сывороточных напитков с содержанием яблочного сока 10 %

Из профилограмм видно, что разработанные напитки на основе СТоЭИР с добавлением яблочного сока 10 % и 15 % отличаются гармоничным вкусом, приятным кисло-сладким соковым привкусом. В напитках с аналогичной дозой сока, выработанных из СТЦн, доминирует выраженный сывороточный привкус, сглаживание которого требует увеличения массовой доли сока, что, в свою очередь, негативно отображается на себестоимости продукта.

По результатам работы сделаны следующие выводы.

Доказана перспективность применения электроискровой обработки в технологии напитков из цельной сыворотки для получения продукта с улучшенными органолептическими показателями.

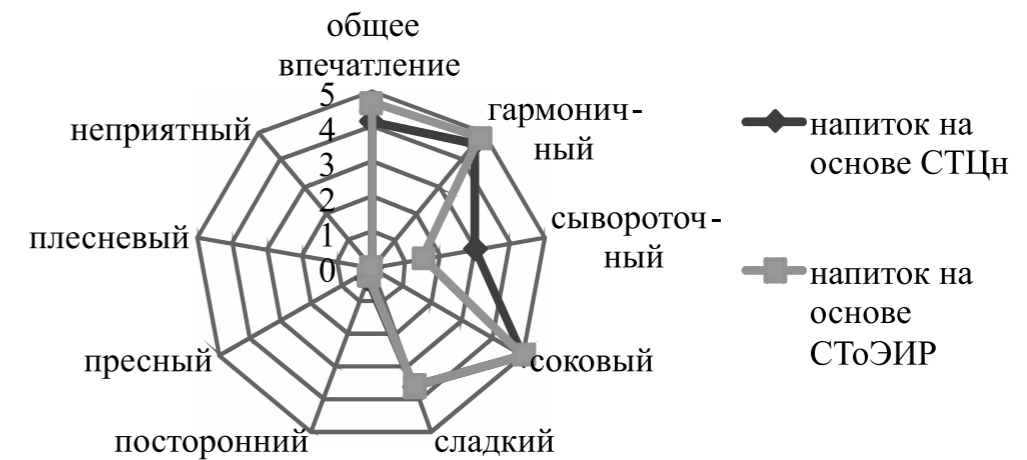


Рис. 2. Профилограмма сывороточных напитков с содержанием яблочного сока 15 %

Установлено, что обработка творожной сыворотки электроискровыми разрядами способствует диспергированию белковых частиц в 1,5...10,0 раз в зависимости от напряжения и количества импульсов.

Обработка при напряжении 45 кВ и количестве импульсов 20...25 обеспечивает получение продукта без видимого осаждения белка.

Дегустационной группой установлена предпочтительность напитков, выработанных на основе сыворотки, обработанной электроискровыми разрядами, с добавлением 10 и 15 % яблочного сока в сравнении с напитками из цельной необработанной сыворотки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Храмцов, А. Г. Технология продуктов из вторичного молочного сырья: учебное пособие / А. Г. Храмцов [и др.]; ГИОРД — СПб., 2009. — 424 с.
2. Установка для электроискровой обработки рідких середовищ: Патент України № 22033 / А.І. Маринін, Ю. О. Дашковський, А.І. Українець, В. П. Василів, В. В. Олішевський. — Опубл. 10.04.07. Бюл. № 4.
3. ДСТУ ISO 5495:2005 Дослідження сенсорне. Методологія. Метод парного порівняння.
4. Дослідження сенсорне. Методологія ранжування ДСТУ ISO 8587:2005.

Рукопись статьи поступила в редакцию 16.09.2013

O. V. Kochubey-Lytvynenko, O. A. Chernyushok

## SENSORY EVALUATION OF THE QUALITY OF BEVERAGES FROM THE WHOLE SERUM

One researched a potential application of electrical spark discharge processing in the technology of beverages production based on whole curd whey in order to obtain a product without visible protein sediments. During the research one could observe a dispersion of protein particles in 1,5 and 10 times in curd whey subject to voltage and discharge quantity that improved system stabilization.

One proved the favorable impact of electrical spark discharge processing on organoleptic indicators of curd whey. It is also presented results of a sensory analysis of beverages produced from whole curd whey after the electrical spark discharge processing and unprocessed whey.

УДК 637.136.045.075(045)

Представлена сравнительная характеристика белкового компонента обезжиренного и цельного молока, ферментированного молочнокислыми бактериями и их комбинациями (*Lactobacillus helveticus* 382 LA-AV и *Lb. acidophilus* 2649 TL-O; *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 1557 M-A, *Lb. casei* 1188 ML-OF и *Propionibacterium* sp. 2388 MHO-K). Описан алгоритм оценки количества гидролизованного белка в кисломолочных продуктах и специфичности действия бактериальных протеолитических систем на белки казеиновой и сывороточной фракций с использованием различных методических подходов.

## АЛГОРИТМ ИССЛЕДОВАНИЯ БЕЛКОВО-ПЕПТИДНОГО СОСТАВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

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

**Т. Н. Головач**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник  
лаборатории прикладных биотехнологий  
и детского питания отдела биотехнологий;

**Н. К. Жабанос**, кандидат технических наук, заведующий лабораторией прикладных  
биотехнологий и детского питания отдела биотехнологий;

**Н. Н. Фурик**, кандидат технических наук, заведующий отделом биотехнологий

Учреждение образования Белорусский государственный университет,  
Республика Беларусь, г. Минск

**В. П. Курченко**, кандидат биологических наук,  
заведующий лабораторией прикладных проблем биохимии;

**С. В. Ризевский**, кандидат биологических наук,  
старший научный сотрудник лаборатории прикладных проблем биохимии

**Введение.** Актуальным направлением прикладной биотехнологии является использование молочнокислых бактерий (МКБ) в качестве заквасочных культур для получения различных ферментированных молочных продуктов, в том числе, функциональной направленности. Источником белкового азота для МКБ (*Lactobacillus* spp., *Lactococcus* spp. и *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*) являются пептиды и аминокислоты, которые образуются в результате гидролиза казеина, составляющего 80 % белкового компонента молока. Казеин расщепляется под действием бактериальных протеиназ, связанных с клеточной стенкой (ПКС). Посредством специфического пептидного транспорта олигопептиды поглощаются клеткой и гидролизуются внутриклеточными ферментами на короткоцепочечные пептиды и аминокислоты [1].

Большинство молочнокислых бактерий обладают ПКС (стартовые МКБ); вместе с тем, некоторые штаммы (нестартовые МКБ), в связи с отсутствием указанных ферментов, используют продукты гидролиза казеина, образованные с участием стартовых бактерий. Это явление имеет промышленное значение: помимо обеспечения роста микроорганизмов, пептиды и аминокислоты определяют биологическую активность (гипотензивную, антимикробную, антифунгальную), а также органолептические свойства ферментированных продуктов [2].

Ряд современных работ посвящен изучению протеолитической активности как различных штаммов МКБ, так и в составе симбиотических заквасок с использованием ряда биохимических подходов: ДСН-электрофореза на полиакриламидном геле, иммунохимических методов, высокоэффективной жидкостной хроматографии [3]. В настоящее время создана модель бактериального расщепления казеина, транспорта и гидролиза пептидов, а также регуляции указанных

стадий. Выявлены, клонированы и охарактеризованы пять различных типов протеиназ клеточной стенки: PrtP из *Lc. lactis* и *Lb. paracasei*, PrtH из *Lb. helveticus*, PrtR из *Lb. rhamnosus*, PrtS из *Str. thermophilus* и PrtV из *Lb. bulgaricus*. Показана геномная и плазмидная локализация prtP-генов лактококков, тогда как ПКС лактобацилл кодируются бактериальным геномом. На основании специфики воздействия протеиназ лактококков на казеин выделены основные типы ПКС [1, 2].

Наряду с достигнутым уровнем фундаментальных исследований в области изучения очищенных ПКС (структуры, субстратной специфичности), новизна состоит в разработке научно обоснованного подхода к созданию моно- и поливидовых заквасок и концентратов с учетом протеолитической активности молочнокислых бактерий, а также их консорциумов.

Практическая значимость исследований обусловлена необходимостью направленного применения МКБ для получения кисломолочных продуктов с заданным белковым и пептидным профилем, детального изучения качественного и количественного состава белковых соединений и их производных с использованием современных биохимических методов.

Цель работы — сравнительная характеристика ферментированного белкового компонента кисломолочных продуктов с использованием различных методических подходов.

### Материалы и методы исследования

1. Получение образцов ферментированного обезжиренного/цельного молока.

Готовили 10 % раствор сухого обезжиренного молока (СОМ). Для отделения нерастворимого осадка полученный раствор СОМ и цельное молоко центрифугировали при 4 000 об/мин в течение 20 мин; отделяли супернатант восстановленного обезжиренного молока (ВОМ) и цельного молока. Супернатанты цельного молока и ВОМ пастеризовали в сухожаровом шкафу при 85 °С в течение 15 мин.

Для получения образцов кисломолочных продуктов в 50 мл пастеризованного обезжиренного / цельного молока вносили (5,0 ± 0,1)% (16 ± 2)-ч бактериальной культуры (табл. 1), выдерживали в термостате при оптимальной для анализируемого штамма температуре до формирования стутка; охлаждали до температуры (4 ± 2) °С и оценивали свойства стутка. Сохраняли контрольные образцы пастеризованного обезжиренного / цельного молока.

1.

Паспортный номер	Видовая принадлежность	Оптимальные условия культивирования	
		pH	T, °C
2649 TL-O	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	5,5±0,2	37±1
382 LA-AV	<i>Lactobacillus helveticus</i>	5,5±0,2	37±1
1188 ML-OF	<i>Lactobacillus casei</i>	5,5±0,2	34±1
1557 M-A	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	6,7±0,1	30±1
2388 MHO-K	<i>Propionibacterium</i> sp.	7,0±0,2	32±2

2. Приготовление образцов ферментированного обезжиренного/цельного молока для ДСН-электрофореза, ВЭЖХ и колориметрических исследований.

В пробирку на 10 мл вносили 2,5 мл контрольного / опытного образца, добавляли 5 мл фосфатно-цитратного буфера (pH 7,5; соотношение 1 : 2). Образцы интенсивно встряхивали (1/3 X) и отбирали часть (1 мл) для электрофоретических и ВЭЖХ-исследований.

2.1. **Колориметрические исследования.** В 500 мкл образцов ферментированного молока (1/3 X) вносили 1000 мкл 12 % раствора ТХУ и инкубировали в течение 10 мин при комнатной температуре; центрифугировали при 13 000 об/мин и температуре 4 °С в течение 5 мин.

Полученный супернатант использовали для последующего определения доли низкомолекулярной фракции методом М. L. Anson & А. Е. Mirsky в модификации А. М. Уголева [4].

2.2. В 1 мл контрольного / опытного образца (1/3 X) далее вносили 2 мл фосфатно-цитратного буфера (pH 7,5) в соотношении 1 : 2 (1/9 X).

**ДСН-электрофорез:** 50 мкл образца ресуспензировали в 50 мкл буфера разделяющего геля, вносили 50 мкл денатурирующей смеси и инкубировали на кипящей водяной бане в течение 10 мин; вносили 50 мкл раствора для окрашивания.

**ВЭЖХ (обезжиренное молоко):** 500 мкл образца (1/9 X) подвергали фильтрации через полипропиленовый фильтр и вносили в виалу (без предварительного осаждения термообработанного белка, так как отмечено неспецифическое выпадение его в осадок; относительно невысокое содержание бактериальных клеток позволяет эффективно отфильтровать полученные образцы).

**ВЭЖХ (цельное молоко):** с целью обезжиривания 500 мкл образца (1/9 X) охлаждали (4 °С) и подвергали центрифугированию при 700 об/мин и 4 °С в течение 10 мин, отбирали обезжиренную фракцию, фильтровали через микробиологический фильтр и вносили в виалу. Фильтрация образцов может быть затруднена, в отличие от ранее изученных образцов ферментированного обезжиренного молока, поэтому во избежание потерь белка при фильтрации рекомендовано использование ВОМ.

3. Определение количества гидролизованного белка в ферментированном обезжиренном/цельном молоке (продукте).

3.1. **Низкомолекулярную белковую фракцию получали путем осаждения трихлоруксусной кислотой (ТХУ).** В образец тщательно ресуспензированного ферментированного молока (п. 1) вносили 12 % раствор ТХУ в соотношении 1 : 2 (10 + 20 мл соответственно), перемешивали и инкубировали при комнатной температуре на протяжении 10 мин, далее центрифугировали при 13 000 об/мин и температуре 4 °С в течение 10 мин, осторожно отделяли супернатант от осаждаемого белка. Определяли количество общего азота (СТБ ISO 8968–1–2008) в растворе после осаждения ТХУ и в контрольном образце (исходном образце ферментированного молока).

Количество низкомолекулярной белковой фракции (НБФ) в ферментированном молоке (мг/мл) рассчитывали по формуле:

$$НБФ = 3 \times N, \quad (1)$$

где 3 — коэффициент разведения при приготовлении образцов; N — количество общего азота в образце после удаления белка, мг/мл.

Долю низкомолекулярной белковой фракции (степень протеолиза, СП) в ферментированном молоке (%) рассчитывали по формуле:

$$СП = 3 \times \frac{N}{N_{ФМ}} \times 100, \quad (2)$$

где 3 — коэффициент разведения при приготовлении образцов; N — количество общего азота в образце после удаления белка, мг/мл;  $N_{ФМ}$  — количество общего азота в исходном образце ферментированного молока, мг/мл.

3.2. **Низкомолекулярную белковую фракцию получали путем ультрафильтрации.** В образец ферментированного обезжиренного молока (п. 1) вносили фосфатно-цитратный буфер (рН 7,5) в соотношении 1 : 2 (2 + 4 мл соответственно) и тщательно перемешивали и центрифугировали при 6 000 об/мин в течение 10 мин для увеличения эффективности последующей фильтрации. При использовании образцов цельного молока (п. 1) их рекомендуется центрифугировать при 4 °С для отделения жирового компонента и, следовательно, предотвращения загрязнения фильтра. Полученный супернатант (4 мл) наносили на фильтр Amicon Ultra–10K, центрифугировали при 6 000 об/мин в течение 30 мин.

Определяли количество общего азота (СТБ ISO 8968–1–2008) в ультрафильтрате и в контрольном образце (исходном образце ферментированного молока, п. 1).

Количество низкомолекулярной белковой фракции ( $\leq 10$  кДа) в ферментированном молоке (мг/мл) рассчитывали по формуле (1); долю низкомолекулярной белковой фракции (степень протеолиза, СП) — по формуле (2):

4. ДСН-электрофоретическое разделение образцов ферментированного молока (продукта) в полиакриламидном геле согласно модифицированной методике [5].

Согласно полученным экспериментальным данным удается оценить накопление пептидной фракции в процессе ферментации молока. Следует отметить, что в технологическом процессе получения кисломолочных продуктов (кратковременная ферментация) образуется относительно невысокое количество гидролизованной фракции, которое не удается оценить с применением ДСН-электрофореза. Вместе с тем, для изучения убыли белков молока при пролонгированной ферментации (н. п., в исследовательских целях) предложены способы оценки количества гидролизованного белка.

Обработку белковых форефов проводили с помощью системы гель-документирования Image Master VDS–SL и программного обеспечения ImageMaster ID Software version 4.20 (Amersham Bioscience, США). Для количественного определения белков казеиновой фракции строили калибровочные графики для  $\alpha$ -,  $\beta$ -, и  $\kappa$ -казеина, в частности, уравнение зависимости интенсивности окрашивания белковых полос от концентрации белка (мг/мл). По калибровочным графикам рассчитывали содержание каждого белка в составе ферментированного молока (опытные образцы) и в контроле.

Количество гидролизованного казеина (ГК) в ферментированном молоке (мг/мл) рассчитывали по формуле:

$$ГК = 9 \times (K - \PhiМ), \quad (3)$$

где 9 — коэффициент разведения при приготовлении образца (см. п. 2.2); K — количество белка в контроле, мг/мл;  $\PhiМ$  — количество белка в ферментированном молоке, мг/мл.

Долю гидролизованного белка (степень протеолиза, СП) в ферментированном молоке (%) рассчитывали по формуле:

$$СП = 9 \times k \times \frac{K - \PhiМ}{K} \times 100, \quad (4)$$

где 9 — коэффициент разведения при приготовлении образца (см. п. 2.2); k — коэффициент пересчета на содержание казеиновой и сывороточной фракций в молоке (казеин составляет 80 %; 0,8); K — количество белка в контроле, мг/мл;  $\PhiМ$  — количество белка в ферментированном молоке, мг/мл.

5. Высокоэффективная жидкостная хроматография образцов ферментированного молока (продукта).

ВЭЖХ-анализ (модифицированная методика [6]) проводили на хроматографе Agilent 1100 (Agilent, США) с применением колонки Zorbax–300SB C8 (4,6 250 мм, 5 мкм; Agilent, США). Колонку уравнивали 0,1 % водным раствором ТФУ (раствор А). Элюирование белков и образцов ферментированного молока осуществляли с использованием градиента раствора Б (ацетонитрил–вода–ТФУ = 95 : 5 : 0,1 мл/100 мл): 0 — 5 мин, 30 %; 5 — 20 мин, 30 — 37 %; 20 — 25 мин, 37 — 55 %; 25 — 26 мин, 55 — 100 %; 26 — 28 мин, 100 %; 28 — 35 мин, 100 — 30 %. Разделение проводили при 46 °С в потоке 1,0 мл/мин, 33 мин; детекцию осуществляли при 280 нм.

Сопоставляя хроматографические профили, соответствующие стандартам  $\alpha$ -,  $\beta$ -, и  $\kappa$ -казеина, делали вывод о гидролизе белков казеиновой фракции в образцах ферментированного молока.

Количество гидролизованного казеина (ГК) в ферментированном молоке (мг/мл) рассчитывали по формуле (3); долю гидролизованного белка (степень протеолиза, СП) — по формуле (4).

6. Колориметрический анализ образцов ферментированного молока (продукта).

Приготовление раствора тирозина и разведений на его основе, определение калибровочного коэффициента (ккал) проводили в соответствии с [4].

Анализировали супернатант, полученный по п. 2.1 или п. 3.1. Количество тирозина (мг/мл) в низкомолекулярной белковой фракции после осаждения ферментированного молока ТХУ вычисляли по формуле:

$$Tyr = k_{разв} \times ОП_{ФМ} \times k_{калибр} \quad (5)$$

где Tyr — содержание тирозина в низкомолекулярной белковой фракции, мг/мл;  $k_{разв}$  — коэффициент разведения при приготовлении образцов для колориметрического анализа ( $k_{разв} = 9$  при получении образца по п. 2.1;  $k_{разв} =$  — по п. 3.1);  $ОП_{ФМ}$  — оптическая плотность образца ферментированного молока, отн. ед.;  $k_{калибр}$  — калибровочный коэффициент.

7. Статистическая обработка данных.

Построение графиков и математическую обработку результатов исследований осуществляли при помощи компьютерной программы «Microsoft Office Excel 2003 (Microsoft Corporation, США). При статистической обработке данных результаты представляли как среднее арифметическое значение  $\pm$  доверительный интервал. Достоверность различий между выборками экспериментальных данных определяли методом доверительных интервалов при уровне значимости  $p < 0,05$  [7].

Расщепление 1,0 мг/мл (белка) по данным ДСН-электрофореза и ВЭЖХ условно соответствует  $10^3$  ЕА/мл согласно спектрофотометрическим исследованиям, или 0,025 мг/мл (Tyr), регистрируемого колориметрическим методом.

**Результаты и их обсуждение.** Представлены экспериментальные данные об алгоритме исследования белково-пептидного профиля ферментированного молока в технологическом процессе получения кисломолочных продуктов. В работе использовали штаммы из Централизованной отраслевой коллекции РУП «Институт мясо-молочной промышленности»: *Lactobacillus helveticus* 382 LA-AV (*Lb. helveticus* 382 LA-AV, Хел) и *Lactobacillus acidophilus* 2649 TL-O (*Lb. acidophilus* 2649 TL-O, Ац) (пример 1); *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 1557 M-A (*Lc. lactis* 1557 M-A, М), *Propionibacterium* sp. 2388 МНО-К (П) и *Lactobacillus casei* 1188 ML-OF (*Lb. casei* 1188 ML-OF, Лб) (пример 2).

Пример 1. Термофильные лактобациллы *Lb. helveticus* 382 LA-AV и *Lb. acidophilus* 2649 TL-O культивировали в пастеризованном обезжиренном молоке в течение 24 ч при оптимальной температуре (37 °С). Использовали пролонгированное время ферментации (24 ч) по сравнению с технологическим процессом получения кисломолочных продуктов (8 — 12 ч) для установления потенциальной возможности использования методов ДСН-электрофореза, ВЭЖХ и колориметрии для оценки относительно невысокого количества гидролизованного субстрата.

С целью получения ультрафильтрата образцы ферментированного ВОМ наносили на фильтр Amicon Ultra-10K (Millipore, США) с пропускающей способностью 10 кДа согласно методике, представленной в п. 3.2. Наряду с этим, низкомолекулярную белковую фракцию получали путем осаждения ТХУ согласно п. 2.1.

В работе представлена сравнительная характеристика профилей разделения продуктов микробного протеолиза по молекулярной массе (ДСН-электрофорез), полярности компонентов белково-пептидной смеси (ВЭЖХ), а также по количеству низкомолекулярной фракции белковой природы, не осаждаемой ТХУ и отделяемой ультрафильтрацией.

На ДСН-электрофореграмме (рис. 1) отражен белково-пептидный профиль молока, ферментированного *Lb. helveticus* 382 LA-AV и *Lb. acidophilus* 2649 TL-O (дорожки 5 и 6), и соответствующих образцов после частичного осаждения казеиновой фракции центрифугированием (дорожки 2 и 3).

Так при ферментации ВОМ с использованием термофильных лактобацилл, обладающих эндопептидазами с различной субстратной специфичностью, обнаружены характерные пептиды (рис. 1, дорожки 5 и 6, в рамке). В целом, чувствительность ДСН-электрофоретического метода не позволила оценить невысокое количество расщепленного казеина. Следует особо отметить способность ацидофильной палочки расщеплять основной сывороточный белок —  $\beta$ -лактоглобулин (рис. 1, дорожки 2 и 3, в рамке); вместе с тем, количественный анализ сывороточной фракции затруднен по причине относительно низкого содержания сывороточной фракции в белковой составляющей молока (20 %, где 10 %  $\beta$ -лг).

Согласно данным ВЭЖХ (рис. 2; разделение по модифицированной методике [6], п. 5) в образце, ферментированном *Lb. helveticus* 382 LA-AV, содержится частично гидролизованный  $\beta$ -казеин, тогда как эндопептидазы *Lb. acidophilus* 2649 TL-O расщепляют  $\alpha$ - и  $\beta$ -казеин.

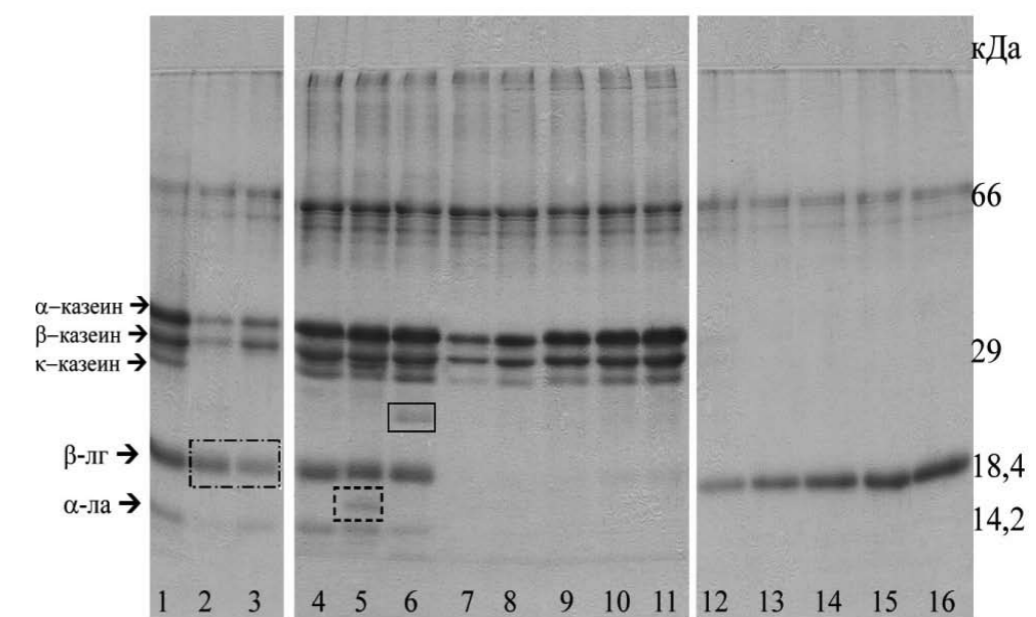


Рис. 1. ДСН-электрофореграмма молока, ферментированного *Lb. helveticus* 382 LA-AV и *Lb. acidophilus* 2649 TL-O (Ац, Хел), смеси стандартов казеинов и  $\beta$ -лг: 1 — контроль (ВОМ), 2 — ФМ (Хел, супернатант), 3 — ФМ (Ац, супернатант); 4 — контроль (ВОМ), 5 — ФМ (Ац), 6 — ФМ (Хел); 7 — 0,23 мг/мл  $\alpha\beta\kappa$ -смеси, 8 — 0,92 мг/мл, 9 — 1,38 мг/мл, 10 — 1,84 мг/мл, 11 — 2,3 мг/мл; 12 — 0,1 мг/мл  $\beta$ -лг, 13 — 0,2 мг/мл, 14 — 0,3 мг/мл, 15 — 0,4 мг/мл, 16 — 0,5 мг/мл

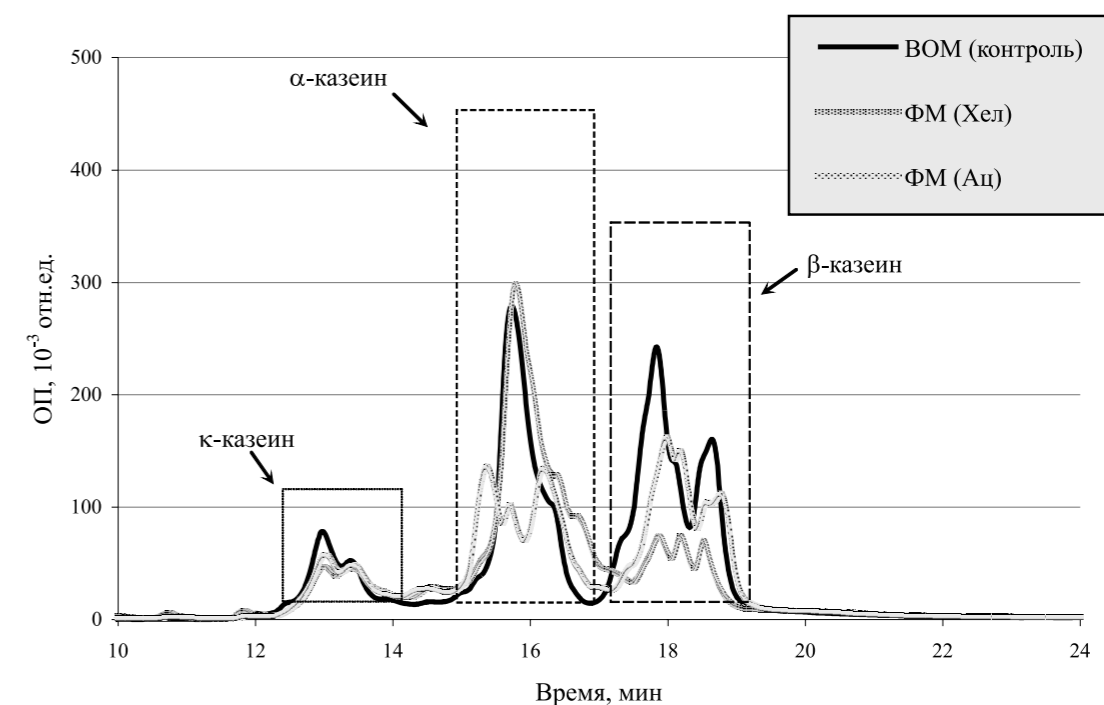


Рис. 2. ВЭЖХ-профили обезжиренного молока, ферментированного *Lb. helveticus* 382 LA-AV и *Lb. acidophilus* 2649 TL-O

На рис. 3 представлены сводные данные количественного анализа низкомолекулярной белковой фракции в образцах ВОМ, ферментированного *Lb. helveticus* 382 LA-AV и *Lb. acidophilus* 2649 TL-O. Степень протеолиза (%) определяли как количество расщепленной фракции по отношению к общему содержанию белка (рис. 3А).



Для удобства интерпретации дополнительно представлены данные об общем содержании низкомолекулярной фракции в ферментированном молоке (мг/мл) (рис. 3Б). По результатам оценки степени гидролиза с применением различных подходов (ультрафильтрация, осаждение ТХУ и обратнофазной ВЭЖХ) количество расщепленной фракции после ферментации *Lb. helveticus* 382 LA-AV составляет 11,7–16,3 % (или 3,56–4,78 мг/мл), тогда как при внесении *Lb. acidophilus* 2649 TL-O — 9,6–13,7 % (или 2,92–4,03 мг/мл).

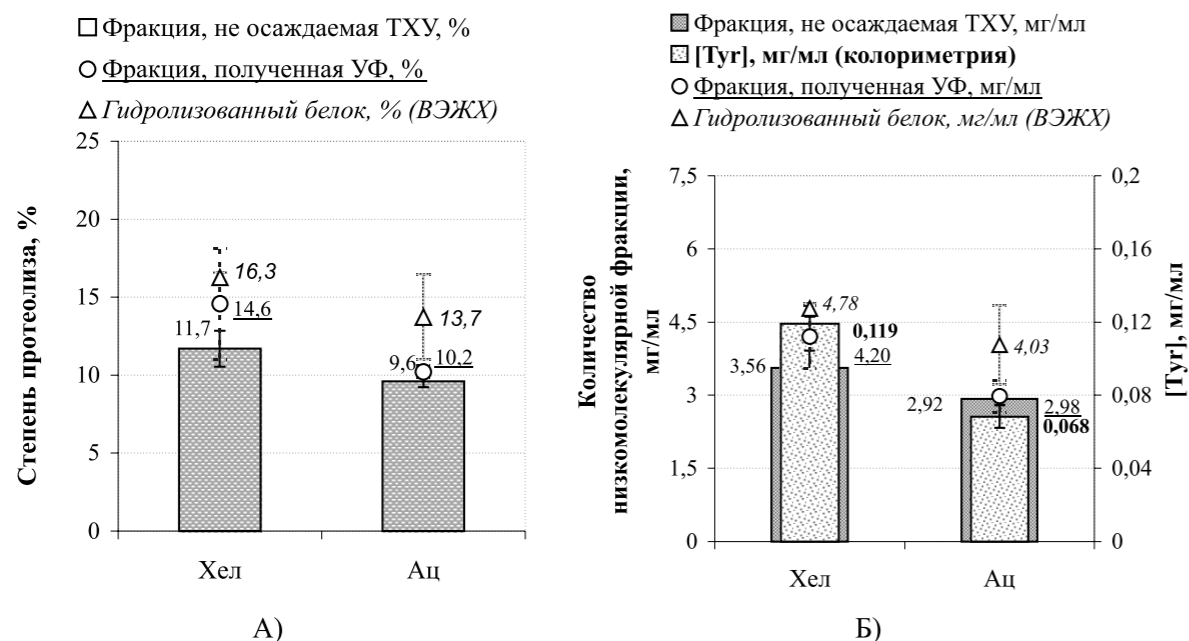


Рис. 3. Оценка степени протеолиза (%), А) и количества низкомолекулярной фракции (мг/мл), Б) молока, ферментированного *Lb. helveticus* 382 LA-AV (Хел) и *Lb. acidophilus* 2649 TL-O (Ац) согласно определению общего азота в супернатанте после осаждения ТХУ, ультрафильтрате (фракция с  $m_r \leq 10$  кДа), данным ВЭЖХ (А и Б) и колориметрических исследований (Б)

В целом, для каждого из примененных методов незначительное превышение доли гидролизованного белка показано для *Lb. helveticus* 382 LA-AV, в частности: по данным анализа не осаждаемых ТХУ соединений — в 1,2 раза, ультрафильтратов — в 1,4 раза; лишь по результатам колориметрических исследований количество высвобождаемого тирозина возрастает в 1,8 раза (рис. 3Б). Так при получении ферментированного молока с применением термофильных лактобацилл *Lb. helveticus* 382 LA-AV и *Lb. acidophilus* 2649 TL-O не установлены существенные различия в количестве гидролизованной фракции. Напротив, особое значение представляют специфические белково-пептидные профили, полученные при гидролизе казеина протеолитическими системами с различной субстратной специфичностью, а также способность ацидофильной палочки расщеплять преобладающий белок сывороточной фракции ( $\beta$ -лактоглобулин).

Следовательно, применение простых в исполнении и доступных методов, предполагающих определение содержания общего азота в ультрафильтрате и супернатанте после осаждения белка ТХУ, целесообразно для оценки суммарного количества низкомолекулярного белкового компонента в ферментированном молоке. Вместе с тем, использование относительно трудоемких и более затратных обратнофазной ВЭЖХ и ДСН-электрофореза позволяет охарактеризовать специфический белково-пептидный состав, а согласно ВЭЖХ-профилям установить количество гидролизованного белкового компонента (казеина).

Пример 2. Для получения образцов кисломолочных продуктов (п. 1) в 50 мл пастеризованного цельного молока вносили  $(5,0 \pm 0,1)\%$  ( $16 \pm 2$ )-ч бактериальной культуры (*Lc. lactis* 1557 М-А, М; *Propionibacterium sp.* 2388 МНО-К, П; *Lb. casei* 1188 МЛ-ОФ, ЛБ), выдерживали в термостате при температуре  $(34 \pm 1)^\circ\text{C}$  в течение 8 и 24 ч; охлаждали до температуры  $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$  и оценивали свойства сгустка (табл. 2).

Последующий анализ продуктов микробного протеолиза осуществляли с применением различных методических подходов: электрофоретического разделения и высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Кроме того, количество низкомолекулярных соединений белковой природы, не осаждаемых трихлоруксусной кислотой, устанавливали путем определения общего азота (СТБ ISO 8968–1–2008) и колориметрическим методом.

На ДСН-электрофореграмме (рис. 4) отражен белково-пептидный профиль цельного молока, ферментированного комбинациями микроорганизмов: М+ЛБ, М+П и М+ЛБ+П.

2.

Наименование образца кисломолочного продукта	Описание состава закваски	Количество закваски, мл (на 50 мл цельного молока)	Количество закваски, %	Органолептические показатели сгустка*
МЛБ	М+ЛБ	1,0+1,0	2,5+2,5	сгусток плотный, вкус и запах кисломолочный
МП	М+П	1,0+1,0	2,5+2,5	сгусток плотный, вкус сладковатый, запах кисломолочный
МЛБП	М+ЛБ+П	0,67+0,67+0,67	1,67+1,67+1,67	сгусток плотный, вкус сладковатый, запах кисломолочный

Примечание — \* — Для образцов со временем сквашивания 8 ч

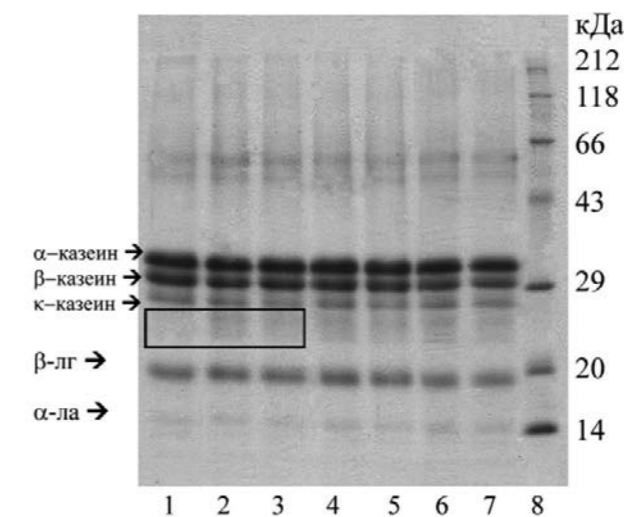


Рис. 4. ДСН-электрофореграмма цельного молока, ферментированного комбинациями микроорганизмов: М+ЛБ, М+П и М+ЛБ+П (им соответствуют кисломолочные продукты МЛБ, МП и МЛБП): 1 — контроль (цельное молоко), 2 — кисломолочный продукт МЛБ (8 ч) и 3 — МЛБ (24 ч); 4 — кисломолочный продукт МП (8 ч) и 5 — МП (24 ч); 6 — кисломолочный продукт МЛБП (8 ч) и 7 — МЛБП (24 ч), 8 — маркер

Количественный анализ убыли казеиновой фракции после ферментации не осуществляли по причине относительно невысокой глубины гидролиза субстрата. Вместе с тем, во всех образцах после 8 ч ферментации цельного молока установлено накопление промежуточных пептидов казеина, количество которых убывает при увеличении времени протеолиза до 24 ч (рис. 4, дорожки 2–3, 4 и 5, 6 и 7). В образцах кисломолочных продуктов сохраняется исходное количество устойчивых к расщеплению сывороточных белков, что согласуется с ранее полученными данными о субстратной специфичности протеолитических систем изучаемых микроорганизмов.

На рис. 5 представлены ВЭЖХ-профили цельного и обезжиренного молока, ферментированного различными микроорганизмами и их комбинациями. Согласно хроматограммам не установлены достоверные различия в количестве гидролизованного белка после 8 и 24 ч ферментации. Кроме того, пробоподготовка образцов ферментированного цельного молока затруднена, так как белок ассоциирован с молочным жиром. В связи с этим возможна потеря белка, что негативно сказывается на воспроизводимости результатов.

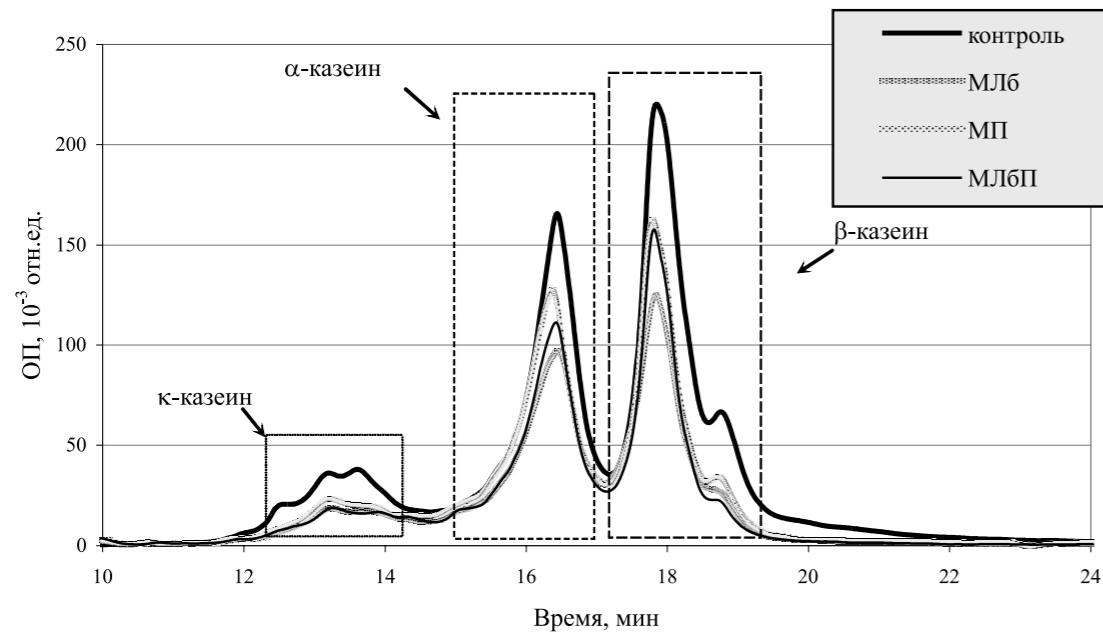


Рис. 5. ВЭЖХ-профили цельного молока, ферментированного комбинациями *Lc. lactis* 1557 М-А (М), *Propionibacterium sp.* 2388 МНО-К (П) и *Lb. casei* 1188 МЛ-ОФ (Лб)

При гидролизе казеина комбинациями *Lc. lactis* 1557 М-А (М), *Propionibacterium sp.* 2388 МНО-К (П) и *Lb. casei* 1188 МЛ-ОФ (Лб) показаны сходные профили разделения продуктов протеолиза (рис. 5). Наряду с этим, представленные исследования позволили установить существенные отличия в профилях элюции, характерных для *Lb. helveticus* 382 LA-AV и *Lb. acidophilus* 2649 TL-О (пример 1: рис. 2). Очевидно, выбор микроорганизмов с различной субстратной специфичностью и уровнем протеолитической активности определяет разнообразие компонентов гидролизованной фракции.

На предыдущих этапах выявлено, что мезофильные лактококки (в частности, *Lc. lactis* 1557 М-А) в смеси казеинов преимущественно расщепляют β-казеин [8]. В свою очередь, *Propionibacterium sp.* 2388 МНО-К и *Lb. casei* 1188 МЛ-ОФ способны гидролизовать α- и β-форму [9]. Следовательно, внесение в основу, представленную *Lc. lactis* 1557 М-А, указанных пропионовокислых бактерий и мезофильных лактобацилл обеспечивает гидролиз как α-, так и β-казеина.

В случае *Lb. helveticus* 382 LA-AV и *Lb. acidophilus* 2649 TL-О известно, что ацидофильная палочка эффективно расщепляет все белки казеиновой фракции, тогда как *Lb. helveticus* 382 LA-AV использует в качестве субстрата, главным образом, β-казеин. Для указанных штаммов результаты, полученные в модельной системе при определении субстратной специфичности и уровня протеолитической активности, подтверждены данными, выявленными при анализе ферментированных продуктов (рис. 1 и 2).

Обосновано, что в исследовательских целях необходимо применять обезжиренное молоко для получения достоверных результатов при оценке доли расщепленного белка методом ВЭЖХ. Это наиболее информативный методический подход, позволяющий определить как количественный, так и качественный состав белкового компонента ферментированных продуктов.

На рис. 6 представлены сводные данные количественного анализа низкомолекулярной белковой фракции в образцах цельного молока, ферментированного комбинациями *Lc. lactis* 1557 М-А, *Propionibacterium sp.* 2388 МНО-К и *Lb. casei* 1188 МЛ-ОФ.

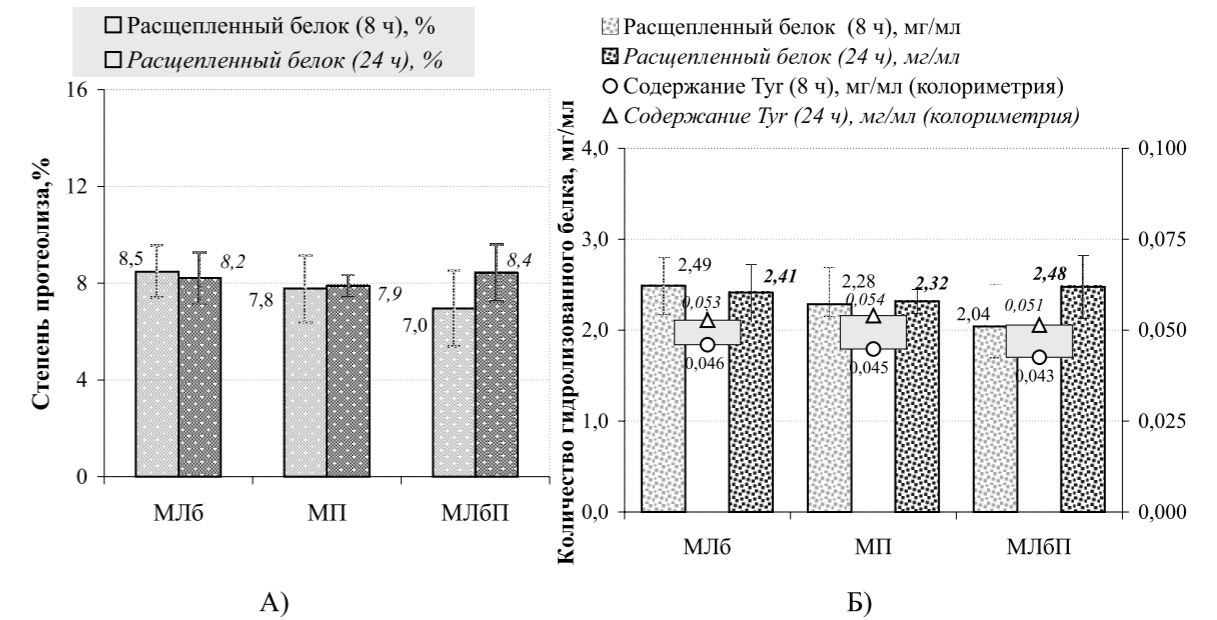


Рис. 6. Оценка степени протеолиза (% (А) и количества гидролизованного белка (мг/мл (Б) и при анализе образцов цельного молока, ферментированного комбинациями *Lc. lactis* 1557 М-А (М), *Lb. casei* 1188 МЛ-ОФ (Лб) и *Propionibacterium sp.* 2388 МНО-К (П) согласно колориметрическим исследованиям (Б) и определению общего азота (СТБ ISO 8968–1–2008) в супернатанте после осаждения ТХУ (А и Б)

Так для образцов кисломолочных продуктов, полученных с применением комбинаций М+Лб, М+П и М+Лб+П, не выявлены достоверные различия в количестве гидролизованной белковой фракции (согласно определению общего азота, СТБ ISO 8968–1–2008). Напротив, для всех комбинаций достоверное возрастание высвобождаемого Туг с 0,043–0,046 до 0,051–0,054 мг/мл показано при увеличении продолжительности ферментации с 8 до 24 ч. Кроме того, высокая сходимость результатов установлена для данных о содержании низкомолекулярной фракции по результатам определения общего азота и колориметрических исследований. Установлено, что количество гидролизованного субстрата в образцах кисломолочных продуктов составляет 2,04–2,49 мг/мл (белка), или 0,043–0,054 мг/мл (Туг), тогда как степень протеолиза — 7,0–8,5 % (рис. 6). Более чувствительным методом оказался колориметрический; вместе с тем, для оценки доли гидролизованного субстрата также предлагается арбитражный метод определения общего азота согласно СТБ ISO 8968–1–2008.

В целом, комплексный сравнительный анализ кисломолочных продуктов, полученных с применением комбинаций *Lc. lactis* 1557 М-А, *Propionibacterium sp.* 2388 МНО-К и *Lb. casei* 1188 МЛ-ОФ (пример 2), позволил установить, что в ферментированном цельном молоке содержится 7,0–8,5 % гидролизованной белковой фракции (рис. 6А). По данным колориметрических исследований возрастание высвобождаемого Туг с 0,043–0,046 до 0,051–0,054 мг/мл показано при увеличении продолжительности ферментации с 8 до 24 ч (рис. 6Б). ДСН-электрофоретический анализ также подтверждает дальнейшее расщепление пептидной фракции микробными протеазами (рис. 4). Наряду со сходными хроматографическими и электрофоретическими профилями ферментированного белкового компонента, различия касаются органолептических свойств продуктов. Так при внесении в основу, включающую *Lc. lactis* 1557 М-А и *Lb. casei* 1188 МЛ-ОФ, пропионовокислых бактерий (*Propionibacterium sp.* 2388 МНО-К) кисломолочный вкус густка приобретает характерную сладость (табл. 2).

Вместе с тем, по результатам представленных ранее исследований (пример 1) в обезжиренном молоке, ферментированном *Lb. helveticus* 382 LA-AV и *Lb. acidophilus* 2649 TL-О, степень протеолиза составляет 11,7–16,3 и 9,6–13,7 % соответственно. Следует отметить характерный состав ферментированного белкового компонента как результат расщепления казеина протеазами

с различной субстратной специфичностью. Кроме того, протеолитическая система ацидофильной палочки гидролизует  $\beta$ -лактоглобулин — основной аллерген сывороточной фракции.

**Заключение.** Для определения относительно невысокой доли расщепленного белка в ферментированных продуктах на основе цельного молока предложена количественная оценка низкомолекулярной фракции с помощью арбитражного метода (согласно СТБ ISO 8968—1—2008), тогда как в исследовательских целях целесообразным является применение колориметрического метода и обратноточной ВЭЖХ (при использовании в качестве субстрата обезжиренного молока).

При ферментации молока комбинациями микроорганизмов: *Lc. lactis* 1557 M-A + *Lb. casei* 1188 ML-OF, *Lc. lactis* 1557 M-A + *Propionibacterium sp.* 2388 МНО-К и *Lc. lactis* 1557 M-A + *Lb. casei* 1188 ML-OF + *Propionibacterium sp.* 2388 МНО-К — отличия кисломолочных продуктов связаны с изменением их органолептических свойств при внесении пропионовокислых бактерий; напротив, при использовании *Lb. helveticus* 382 LA-AV и *Lb. acidophilus* 2649 TL-O особое значение представляют специфические белково-пептидные профили, полученные при гидролизе казеина, а также способность ацидофильной палочки расщеплять преобладающий белок сывороточной фракции ( $\beta$ -лактоглобулин).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Savijoki, K. Proteolytic systems of lactic acid bacteria / K. Savijoki, H. Ingmer, P. Armament // Appl. Microbiol. Biotechnol. — 2006. — Vol. 71. — P. 394—406.
2. Evidence for proteolytic activity of lactobacilli isolated from kefir grains // P. Kabadjova-Hristova [et al.] // Biotechnol. Equip. — 2006. — Vol. 20. — P. 89—94.
3. Hurley, W. L. Milk protein / W. L. Hurley // InThech: Croatia, 2012. — Vol. 1. — P. 3—82.
4. Уголев, А. М. Исследование пищеварительного аппарата у человека / А. М. Уголев, [и др.] — Л.: Наука, 1969. — 216 с.
5. Остерман, Л. А. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот: Электрофорез и ультрацентрифугирование (практическое пособие) / Л. А. Остерман. — М.: Наука, 1981. — С. 56—65.
6. Veloso, A. C. A. Separation and quantification of the major casein fractions by reverse-phase high-performance liquid chromatography and urea-polyacrylamide gel electrophoresis. Detection of milk adulterations / A. C. A. Veloso, N. Teixeira, I. M. P. L. V. O. Ferreira // J. Chromatography A. — 2002. — Vol. 967. — P. 209—218.
7. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика. — Изд. 3-е, испр. — Минск, «Вышэйш. школа», 1973. — 320 с.
8. Головач, Т. Н. Закономерности расщепления белков молока протеолитическими системами мезофильных лактококков и термофильных стрептококков / Т. Н. Головач, Н. К. Жабанос, Н. Н. Фурик, В. П. Курченко // Труд. Белорусск. гос. ун-та. Сер.: Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. — 2011. — Т. 6, Ч. 2. — С. 66—74.
9. Головач, Т. Н. Гидролиз белков молока ферментными препаратами и протеолитическими системами молочнокислых бактерий / Т. Н. Головач, В. П. Курченко // Труд. Белорусск. гос. ун-та. Сер.: Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. — 2012. — Т. 7, Ч. 1. — С. 107—127.

Рукопись статьи поступила в редакцию 10.02.2014

T. N. Halavach, N. K. Zhabanos, N. N. Furyk,  
V. P. Kurchenko, S. V. Rizevsky

### THE ALGORITHM OF PROTEIN AND PEPTIDE COMPOSITION RESEARCH IN DAIRY PRODUCTS

The comparative characteristic of protein component of skimmed and whole milk fermented with lactic acid bacteria and their combinations (*Lactobacillus helveticus* 382 LA-AV and *Lb. acidophilus*

2649 TL-O; *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 1557 M-A, *Lb. casei* 1188 ML-OF and *Propionibacterium sp.* 2388 МНО-К) has been presented. The algorithm for estimating the amount of hydrolyzed protein in dairy products and specificity of bacterial proteinases reaction on proteins of casein and whey fractions have been described according to various methodical approaches.

УДК 637.524.4

Статья посвящена изучению качества варёных колбасных изделий, вырабатываемых разными производителями и реализуемых в г. Минске. Проведены маркетинговые исследования среди потребителей и дана комплексная оценка по качеству варёных колбас.

### ОСОБЕННОСТИ ТОВАРОВЕДНО-КОММЕРЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ВАРЕННЫХ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

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

Л. А. Вашкевич, кандидат технических наук,  
доцент кафедры товароведения продовольственных товаров

Научно-технический прогресс во всех отраслях народного хозяйства влечет за собой постоянное совершенствование процесса производства и расширения ассортимента выпускаемой продукции. Такие изменения имеются и в колбасном производстве отечественной и импортной продукции. Продукты переработки мяса занимают значительное место в рационе питания человека. По научно обоснованным нормам наиболее рациональной структурой потребления мяса является, %: говядина — 43 — 45, свинина — 36 — 37, мясо птицы — 17 — 18, мясо других животных — 1 — 3.

Производство мяса (в убойном весе) в 2012 году в 1,8 раза превысило объемы 2000 года и в 1,6 раза — 2005 года, что позволило увеличить его потребление. По данным за 2012 год по сравнению с 2005 годом потребление мяса и мясopодуKтов на душу населения (в пересчёте на мясо) в Республике Беларусь возросло на 26 кг и составило 88 кг (рациональная норма — 70 кг).

Актуальная проблема сбалансированного питания — обеспечение населения мясными продуктами с заданным химическим составом (колбасными, полуфабрикатами, консервами), в рецептурах которых снижено содержание жира, часть мяса заменена растительными белками.

В настоящее время в качестве наполнителей колбасных изделий часто используется обезжиренный соевый белок (40 — 54 %) в виде муки, концентрата и изолята (до 90 % белка), а также полученные из него текстурированные белки, придающие продуктам волокнистую или кучкообразную структуру.

Соевые белки имеют высокую биологическую ценность, кроме того, потребление соевых продуктов предотвращает развитие раковых заболеваний, что обусловлено содержанием в соевых бобах веществ, обладающих антиканцерогенным действием. При производстве колбасных изделий в США добавляют обезжиренную соевую муку или соевый белковый концентрат (3 — 5 %), соевый белковый изолят (2 %).

В последнее время наибольший интерес в производстве колбасных изделий представляют концентраты функциональных белков животного происхождения (свиная шкура, соединительная ткань, доля протеина в которых — 90 % и более). Они обладают высокими влагоудерживающими, эмульгирующими свойствами, улучшают органолептические свойства колбасных изделий.

В Республике Беларусь используют концентраты животного белка «Скангель А 95», введение которого в фарш улучшает внешний вид колбасных изделий, предотвращает отделение бульонно-жировых отеков, повышает органолептические свойства.

В качестве заменителя мяса, а также белкового обогатителя низкосортного мясного сырья, вырабатываемого в Германии используют «Супергель» — функциональный животный белок, содержащий не менее 95 % белка, 9 — 11 % жира.

Белки «Drinde» и «Scanpro» придают колбасному фаршу эластичность, обеспечивают плотную структуру готовых изделий, способствуют уменьшению потерь массы при термической обработке и хранении колбасных изделий.

При изготовлении мясо-растительных колбасных изделий в рецептурный состав вводят соевый белково-жировой обогатитель, который придает изделию приятный внешний вид, упругую консистенцию и более светлый цвет на разрезе. В Республике Беларусь в колбасном производстве используются следующие соевые белковые продукты: соевые изоляты «Профам», «Ардекс», «Данпро»; соевые концентраты «Майкон», «Аркон», «Данпро»; соевая мука (Россия, Краснодарский край), а также «Майфлор», «Нутрисол», «Сопролец», текстурированный соевый белок «Майкон Текс», «Данпротекс», «Сопротекс» и другие.

Дезодорированная полуобезжиренная пищевая соевая мука успешно применяется при изготовлении колбас: «Вареная для завтраков», «Вареная молодежная», «Вареная южная», сосисок: «Городские» и «Подольские». Мука вводится в продукты в сухом виде без изменения технологии составления фарша. Реальные концентрации белка, которые используются в технологии мясных продуктов, составляют от 3 до 25 %.

При производстве колбасного фарша используется соевая текстурированная мука «Текстра-теин» и TVP 165-118 карамельного цвета, а также соевые протеины «Каргилл».

Для изготовления вареных колбас используются соевые протеиновые суспензии в количестве от 15 до 25 %.

В ряде стран при производстве вареных колбас используют гороховые белковые препараты, а также другие бобовые и зерновые культуры. Эти препараты имеют хорошие функциональные свойства (эмульгирующая, стабилизирующая и водосвязывающая способность, адсорбция жира и воды, желеобразование, вязкость, способность к образованию волокон, эластичность и др.).

В Японии разработаны способы получения растительных добавок на основе просяного желе и клейковины пшеницы, которые при производстве вареных колбас стабилизируют их структуру.

С целью частичной замены животного белка при выработке колбасных изделий в состав фарша вводят белковые изоляты сладкого люпина.

Применение топинамбура в качестве добавки в рецептурах вареных колбасных изделий позволило получить продукты, необходимые при атеросклерозе, сахарном диабете, повышающие иммунную защиту организма, снижающие уровень холестерина в крови, нормализующие углеводный и жировой обмен.

В качестве рецептурного ингредиента при производстве колбас используются тыквенный, томатный, баклажанный, кабачковый, морковный, свекольный, яблочный порошки. Комбинирование молочного и мясного сырья с овощными наполнителями позволяют придать продуктам свойства диетического и лечебного питания при одновременном улучшении качественных показателей.

С целью стабилизации качественных характеристик колбасных изделий в течение срока их годности в их рецептурах используется морковь.

Важная роль отводится мясным продуктам с повышенным содержанием балластных веществ, называемых пищевыми волокнами растительного, животного и синтетического происхождения, которые положительно влияют на процессы метаболизма в организме человека. Эти волокна способствуют предупреждению почечнокаменной болезни, заболеваний кишечника, сердца, сосудов, ожирения [1, с. 71; 2, с. 155].

Основными источниками пищевых волокон в питании являются продукты переработки злаковых культур, травянистых растений, плоды, соединительная ткань мяса, субпродукты.

В колбасном производстве используется полуфункциональный наполнитель «Витацель» — вырабатываемая из вегетативной части зерновых культур, фруктовых или овощных шротов, содержит от 60 до 98 % балластных веществ (целлюлозы и гемицеллюлозы, причем 35 — 95 % из них нерастворимые). Применение ее в составе рецептур позволяет снизить уровень холестерина в крови, уменьшить калорийность пищи, что приближает эти продукты к разряду лечебно-профилактических [3, с. 133].

Вследствие волокнистой структуры «Витацель» заменяет эмульгатор, предотвращает образование жировых отеков, придает продукту устойчивый и мягкий вкус, предотвращает появление жирного привкуса.

Для улучшения формообразования и обеспечения связи между составными частями сырья при обработке холодных масс применяют фосфатные набухающие крахмалы, особенно аминопектиновый и тапиоковый.

Улучшение консистенции колбас достигается использованием модифицированных крахмалов — гидролизованных ферментами или термически обработанных крахмалов.

При приготовлении функциональных смесей для вареных колбасных изделий используют растительный пищевой крахмал «Радамил», модифицированные крахмалы: «Продукт углеводный «Рада», выпускаемый в виде 3 модификаций: «Рада-1», «Рада-2», «Рада-3».

Для образования однородной структуры фарша применяют стабильные белково-жировые эмульсии: колбаса вареная «Пригородная», «Трапезная», сосиски «Весенние», сардельки «Боровицкие», «Университетские».

Варьируя концентрацией и видом вводимых в мясные системы водно-спиртовых настоев трав, появляется возможность целенаправленно регулировать степень межмолекулярного взаимодействия мышечных белков и этим оказывать влияние на уровень водосвязывающей способности мяса, динамику обезвоживания и скорость вторичного структурообразования мясных фаршей.

Вареные колбасы — изделия из колбасного фарша в оболочках, подвергнутые обжарке, варке и охлаждению. Они составляют 75 % от общего объема вырабатываемых колбас в Республике Беларусь и у населения пользуются наибольшим спросом, так как обладают нежной консистенцией, характерными вкусом и ароматом.

Колбасные изделия, как и другие мясные продукты, считаются одним из главных источников белка, поэтому их питательная ценность должна определяться общим содержанием протеинов и количеством полноценных белков. Количество жира должно быть в пределах, при которых улучшаются качественные показатели колбас (вкус, консистенция), в чрезмерно больших количествах жир ухудшает вкусовые достоинства продуктов и их усвояемость.

Учитывая вышеизложенное, целью работы явилось изучение качества вареных колбасных изделий, вырабатываемых разными производителями и реализуемых в г. Минске.

Для комплексной оценки качества вареных колбас, вырабатываемых разными производителями, взяли 10 образцов вареной колбасы «Докторская» высшего сорта, производства Брестского, Витебского, Слуцкого, Борисовского, Минского, Гродненского, Волковысского, Березовского, Могилевского мясокомбинатов, «ИНКО-ФУД».

Оценка качества производилась по органолептическим (внешний вид, цвет, запах, консистенция, вкус и сочность) и физико-химическим (массовая доля поваренной соли, массовая доля влаги, качественная реакция на крахмал) показателям, в соответствии с требованиями СТБ 126-2011 «Изделия колбасные вареные. Общие технические условия». Также было оценено соответствие маркировки требованиям СТБ 1100-2007 «Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования» [4, с. 13; 5, с. 3].

Изучение маркировки исследуемых образцов вареных колбас показало соответствие ее установленным требованиям.

Данные органолептической и физико-химической оценки позволили сделать вывод, что лучшими по качеству были колбасы Витебского и Березовского мясокомбинатов: органолептические и физико-химические показатели соответствовали требованиям стандарта. Колбаса Волковысского мясокомбината по запаху и вкусу несколько уступала вареной колбасе Березовского мясокомбината; по физико-химическим показателям она соответствовала требованиям стандарта. Наиболее низким качеством характеризовалась колбаса Могилевского мясокомбината: в ней обнаружены пустоты больше установленной стандартом нормы — 4 мм, без посторонних привкусов и запахов, массовая доля влаги и поваренной соли соответствовали стандарту. Промежуточное положение по показателям качества занимали вареные колбасы остальных производителей.

Наивысшую балльную оценку («отлично») получила колбаса «Докторская» Березовского мясокомбината, оценку «хорошо» получили колбасы Витебского, Гродненского, Волковысского

мясокомбинатов, а наименьшую оценку («удовлетворительно») получила вареная колбаса «Докторская» высшего сорта Могилевского мясокомбината.

Проводились также маркетинговые исследования среди потребителей. Результаты анкетирования показали, что предпочтение вареным колбасам отдают 69 % опрошенных. Причинами негативного ответа явились недоброкачественность вареных колбас, неудовлетворение вкусовыми данными, применение в рецептурах различных добавок, малые сроки хранения.

Необходимо отметить, что данные опроса показали достаточное знание ассортимента вареных колбас: респонденты назвали около 30 наименований. Причем наибольший удельный вес занимают такие колбасы, как «Докторская», «Любительская», «Молочная», «Эстонская», «Прима».

Как показал социологический опрос, 37 % потребителей употребляют вареную колбасу 1 раз в неделю, 29 % — реже, 24 % — 3 раза в неделю и только 10 % употребляют ее 1 раз в день. Причем большинство студентов употребляют колбасу реже 1 раза в неделю, рабочих — один раз в неделю и реже, служащих — один раз в неделю, а большинство пенсионеров — три раза в неделю.

Из опрошенных респондентов, 44 % удовлетворяет качество колбас, а 56 % — нет.

На первом месте (36 %) для опрошенных основным критерием выбора вареных колбас является состав продукта, на втором (25 %) — цена, далее следует производитель (22 %), на последнем — пищевая ценность (6 %). При этом ни один респондент не учитывает рекламу, выбирая вареные колбасные изделия.

Стабильность качества мясной продукции имеет важное социальное значение для потребителей и экономическое значение для производителей мясной промышленности и состоит из таких параметров, как постоянство физико-химических, органолептических показателей, отсутствие брака и дефектов в готовой продукции [4, с. 49].

Результаты проведенного исследования позволили сделать вывод о том, что в настоящее время актуальными остаются вопросы повышения качества вареных колбасных изделий. Производителям необходимо акцентировать внимание на выпуске продукции надлежащего качества, а продавцам — учитывать выявленные нарушения при формировании торгового ассортимента.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Ильтяков, А. В.* Структурно-механические и сорбционные свойства нерастворимых пищевых волокон / А. В. Ильтяков [и др.] // Мясная индустрия. — 2007. — № 10. — С. 71.
2. *Устинова, А. В.* Технологические и медико-биологические аспекты применения пищевых волокон в мясной промышленности / А. В. Устинова [и др.] // Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. — М., 2008. — С. 155.
3. *Прянишников, В. В.* Технология МИМ в производстве деликатесов / В. В. Прянишников, А. В. Ильтяков, П. Микляшевски // Инновационные технологии переработки сельскохозяйственного сырья в обеспечении качества жизни: наука, образование и производство: материалы Междунар. науч.-технич. конф.— Воронеж, 2008. — С. 132 — 137.
4. Изделия колбасные вареные. Общие технические условия: СТБ 126-2011 Введ. 01.06.2012. — Минск: Госстандарт, 2011. — 28 с.
5. Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования» 1100-2007. — Введ. 12.04.2007. — Минск: Госстандарт, 2007. — 26 с.

*Рукопись статьи поступила в редакцию 11.02.2014*

**L. A. Vashkevich**

### FEATURES OF COMMODITY AND COMMERCIAL RESERCH INTO BOILED SAUSAGE

The article examines the quality of boiled sausage produced by different manufactures and sold Minsk. Conducted marketing research among consumers and given the quality of the comprehensive assessment of boiled sausage.

## 85 ЛЕТ НАН БЕЛАРУСИ



23-24 января 2014 года Национальная академия наук Беларуси отмечала свое 85-летие. На праздничные мероприятия в Минск съехались более 500 ведущих ученых Союзного государства, СНГ, зарубежных научных организаций Европы и Азии.

На торжественном открытии конференции "Наука — инновационному развитию общества", посвящённой 85-летию НАН Беларуси, выступили председатель Президиума НАН Беларуси Владимир Гусаков, Нобелевский лауреат и вице-президент Российской академии наук Жорес Алферов, председатель Сибирского отделения Российской академии наук академик Александр Асеев,

представители академий наук из Украины, Австрии и Китая.

В дни торжеств работала масштабная выставка результатов инновационной деятельности ученых Академии наук, вузовской и отраслевой науки. На ней были представлены последние научно-технические разработки учёных.



На торжественном собрании научной общественности, посвященное 85-летию НАН Беларуси и Дню белорусской науки, состоялось награждение лучших ученых страны.



## СОВЕЩАНИЕ ПО ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ НЕКОММЕРЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ «АССОЦИАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ КРАХМАЛОПАТОЧНОЙ ОТРАСЛИ ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА»

В РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию» 20 февраля 2014 года прошло совещание по вопросу создания некоммерческой организации «Ассоциация предприятий крахмалопаточной отрасли таможенного союза». В совещании принимали участие Буравлев Алексей Иванович — президент ассоциации российских производителей крахмалопаточной продукции «Роскахмалпатока»; Загородный Сергей Алексеевич — заместитель начальника управления концерна «Белгоспищепром»; Лукин Николай Дмитриевич — заместитель директора Всероссийского НИИ крахмалопродуктов, д.т.н.; Оспанкулова Гульназым Хамитовна — заведующая лабораторией био-переработки зерновых культур Казахского научно-исследовательского института переработки сельскохозяйственной продукции, к.б.н.; руководители крахмальных предприятий Беларуси; сотрудники РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»; представители организаций — потребителей крахмала.

*Основные цели ассоциации:*

- ♦ участие в разработке и реализации программ развития крахмалопаточного комплекса, законодательных и иных нормативных актов, в том числе по техническому регулированию;
- ♦ содействие развитию интеграционных связей в международной кооперации предприятий — членов Ассоциации по привлечению потенциальных заказчиков продукции;
- ♦ формирование и защита заявок на проведение научно-исследовательских работ, осуществление комплекса мероприятий по повышению престижности крахмалопаточной продукции: проведение семинаров, дней качества, симпозиумов, выставок, ярмарок, конференций с целью обмена опытом и внедрения передовых достижений.

По итогам совещания принято решение об общей поддержке создания «Ассоциации предприятий крахмалопаточной отрасли таможенного союза», определены конкретные шаги по ее организации и разработке проектов устава и учредительного договора.

