

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

№4(34)
2016

РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

Основан в 2008 году

Выходит 4 раза в год

Адрес редакции:

ул. Козлова, 29, г. Минск,
220037, Республика Беларусь
Тел./факс: (375-17) 285-39-70,
285-39-71, 294-31-41 (редактор)
e-mail: aspirant@belproduct.com

Редакция не несет ответственности
за возможные неточности по вине авторов.

Мнение редакции может не совпадать
с позицией автора

Отпечатано в типографии

УП «ИВЦ Минфина»

Подписано в печать 14.12.2016.

Формат 60×84/8. Бумага офсетная.

Гарнитура NewtonС. Печать офсетная.

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

Тираж 100 экз. Заказ 451.

ЛП № 02330/89 от 3 марта 2014 г.

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

Учредитель

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

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

Подписные индексы:

для индивидуальных подписчиков 01241

для ведомственных подписчиков 012412

СОДЕРЖАНИЕ

В. Г. Гусаков, А. В. Пилипук. Экономика питания: научная теория и практические рекомендации формирования эффективной национальной системы питания	3
С. А. Кондратенко, И. М. Почицкая, Е. С. Кизеева. Обеспечение продовольственной безопасности в Республике Беларусь.....	12
З. В. Ловкис, Д. А. Зайченко, С. А. Арнаут, А. А. Литвинчук, А. Э. Кошак. Многофункциональная линия по вакуумированию картофеля и топинамбура.....	18
З. В. Ловкис, А. А. Садовский. Тяговый расчет роликового конвейера для перемещения корнеклубнеплодов	24
А. В. Пчельникова, В. Н. Бабодей, К. И. Жакова. Исследование влияния химической перезэтерификации на качественные показатели жиров.....	29
О. В. Кочубей-Литвиненко, О. А. Чернюшок, Н. В. Рябоконе, Д. В. Рындюк. Новый подход к первичной обработке молочной сыворотки	37
И. М. Русина, И. М. Колесник, А. Ф. Макарович, Т. П. Троцкая, Т. А. Бородина. Влияние продуктов пчеловодства на технологические характеристики мучных композитных смесей и качество хлебобулочных изделий	45
Т. В. Бандюк, В. Н. Бабодей, С. Е. Томашевич. Разработка нового вида кондитерских изделий из жележных масс на основе каррагинана.....	54
Т. П. Троцкая, А. С. Кучер. Технологические подходы в фортификации пищевых продуктов витамином D.....	63
Л. А. Мельникова, Е. Н. Гурновская, С. Е. Томашевич. Характеристика льняной муки как перспективного ингредиента при изготовлении сахарного печенья с повышенной пищевой ценностью	68
Ю. С. Усеня, Л. В. Филатова, М. И. Гарлинская. Разработка полуфабрикатов мучных изделий функционального назначения	75
Е. В. Марцинкевич, А. Э. Пыж, Т. М. Лукашенко, А. А. Бирюков. Влияние геля из бурых водорослей на микрофлору кишечника при дисбактериозе, инициированном антибиотиками.....	79
Е. Т. Клишанец, Т. П. Троцкая, А. В. Потеха. Модификация цветовой окраски хитин-глюканового комплекса при формировании его эстетических характеристик	84
О. Н. Урсул, Т. М. Тананайко. Сравнительный анализ технологического потенциала древесины яблони и дуба белорусского происхождения для производства алкогольной продукции	90
Е. З. Гарус. К анализу модели достижения качества и безопасности пищевой продукции	98
З. В. Ловкис, С. И. Корзан. Качественные характеристики подземных вод Беларуси.....	101

В статье рассматриваются теоретические и практические аспекты экономики питания как сферы экономической науки, изучающей пути и направления сокращения неопределенности распределения ограниченных и дефицитных ресурсов питания путем поиска и выбора оптимальных путей их производства. Сформулированы основные принципы эффективной национальной системы питания и актуальные тенденции ее изменения. Предложен новый подход к изучению современной экономики питания не как продовольственной цепи, а как сети, в центре которой находится потребитель.

ЭКОНОМИКА ПИТАНИЯ: НАУЧНАЯ ТЕОРИЯ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ

**Президиум Национальной академии наук Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь**

*В. Г. Гусаков, доктор экономических наук, профессор, академик
Национальной академии наук Беларуси, заслуженный деятель науки
Республики Беларусь, председатель Президиума НАН Беларуси*

**ГП «Институт системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь**

*А. В. Пилипук, кандидат экономических наук, доцент, заведующий сектором экономики
перерабатывающей промышленности*

Вопросы здорового и сбалансированного питания чрезвычайно актуальны для Беларуси. В настоящее время их решению уделяется повышенное внимание в правительстве, науке, образовании, бизнесе, самими потребителями [1]. В Национальной академии наук Беларуси с февраля 2014 г. функционирует Межведомственный координационный совет по проблемам питания (далее, Совет) [2]. В числе важных проблем, озвученных в рамках заседаний Совета следует обозначить данные, отражающие мониторинг питания белорусов, свидетельствующие о преобладании насыщенных животных жиров и легких углеводов в питании населения страны, высоком объеме потребления кондитерских изделий, низкой доле традиционных для национальной кухни (согласно этнографических данных [3]) овощей, фруктов, злаков, ягод, грибов, которые произрастают в Беларуси, недостатке многих витаминов и микроэлементов (йод, селен, фолиевая кислота и др.), низкой осведомленности населения о влиянии питания на здоровье, проблемах детского питания и других актуальных вопросах. В настоящий момент Советом приняты ряд важных решений, в т.ч. разработана концепция государственной политики в области здорового питания населения Республики Беларусь на период до 2020 года [4], проводятся регулярные информационные мероприятия, обсуждаются вопросы и пути взаимодействия различных структур власти, бизнеса и науки.

Вместе с тем, очевидно, проблема питания в основе своей социально-экономическая и определяется потребностью человека в приемлемых для здоровья продуктах в достаточном количестве, обеспечивающих поддержание состояния полного *физического, душевного и социального благополучия* (англ.: wellbeing, или другое английское синонимичное понятие — welfare) [5].

В отечественной экономической науке категория «экономика питания» до настоящего времени совершенно не изучалась. При этом необходимо отметить, что традиции аграрной экономики, описывающей собственно сельское хозяйство, т.е. производство продуктов питания и некоторых видов сырья для перерабатывающей промышленности [1], глубоко и всесторон-

не исследованы как в отечественной так и в мировой научных школах. Невзирая на то, что проблема голода по-прежнему не решена в глобальном масштабе, актуализировались совершенно новые вызовы — созданная система питания поощряет рационы, которые стали основной причиной множества заболеваний, например, избыточного веса и ожирения, из-за которых к настоящему времени в мире умирает больше людей, чем от голода [9]. В данной связи современная, прогрессивная и долгосрочная национальная концепция и стратегия в сфере питания в настоящее время не может быть ограничена только критериями отсутствия голода. Важное значение имеют показатели сбалансированного, полноценного и здорового питания как ключевых параметров экономического благосостояния страны. Связанные с этим риски заболеваний и смертности в полной мере раскрывают необходимость совершенствования действующих подходов регулирования продовольственного обеспечения, которые нами предложено решать методами экономики в рамках более широких целей системы питания, включающей различные направления науки и практики, способствующие здоровой, активной и продолжительной жизни человека и социально-экономическому благополучию общества в целом.

Очевидно, что эффективная национальная система питания должна обеспечивать устойчивую структуру и состав питания населения страны (социальные критерии), оказывать минимальное и берегающее воздействие на окружающую среду (экологические) и способствовать экономическому процветанию (экономические), что в целом позволяет обеспечить здоровый образ жизни нынешнего и будущих поколений. В данной связи нами сформулированы следующие основные принципы эффективной национальной системы питания:

- ♦ защиты и бережного отношения к экосистемам с сохранением биоразнообразия за счет сохранения аутентичных, традиционных для страны видов культур и животных, вытесняемых более дешевыми (в большинстве своем менее ценными) в производстве аналогами. Происхождение продуктов — принципиальный вопрос, гарантирующий долгосрочный, постоянный во времени, устойчивый и безопасный (с точки зрения здоровья) процесс сбалансированного питания не зависимый от конъюнктуры и политики за пределами страны. Например, в ЕС с 1992 г. функционирует программа PGI «Protected Geographical Indication» — защищенное географическое наименование;

- ♦ соответствия внедряемых систем питания культурным традициям страны, путем реализации различных программ и грантов по сохранению национального пищевого культурного наследия Беларуси. Например, в настоящий момент реализуется общественный проект «Кулинарная карта Беларуси», финансируемый через систему пожертвований граждан на платформе «Улей»;

- ♦ физической доступности разнообразного ассортимента продуктов здорового питания, обеспечивающего реализацию прав граждан на осознанный выбор из множества альтернатив. Предполагает активные действия государства по стимулированию спроса и производства с целью расширения привлекательности данной сферы для бизнеса;

- ♦ максимально широкого распространения знаний и информации по вопросам сбалансированного, оптимального и здорового питания. Предполагает обеспечение и упрощение выбора продуктов, составления и подбора правильного ассортимента для всей семьи (например, целесообразна бюджетная поддержка частных, научных и общественных инициатив по созданию общедоступных ресурсов в сети интернет, содержащих научно-обоснованные данные о структуре и составе реализуемых в стране продуктах питания);

- ♦ относительной ценовой доступности продуктов здорового питания. Очевидно, что в современных условиях открытой экономики этого возможно достичь путем реализации инфраструктурных проектов, либо целевой адресной безвозмездной поддержки как производителей, так и групп населения. Например, приемлемой может быть форма выдачи так называемых «продовольственных талонов» как это реализовано в США, проведение специальных образовательных программ с обучением оптимальным тактикам устойчивого и сбалансированного питания на основе местных ресурсов. При этом не вызывает сомнения, что импортные продукты также должны присутствовать в современном питании, как варианты, балансирующие

структуру и снижающие совокупную стоимость и соответственно объемы государственной финансовой поддержки потребителей;

♦ долгосрочной оптимизации использования ограниченных природных и людских ресурсов с точки зрения достижения Парето эффективности, как основного критерия экономической справедливости, что предполагает использование новейших технологий, разработку и внедрение инноваций. Вместе с тем, их распространение в системе питания имеет критический негативный эффект — быстрое снижение эффективности и банкротство традиционных форм хозяйствования, не способных конкурировать по цене и качеству с дешевыми, высокотехнологичными, широко продвигаемыми аналогами (особенно актуально в международной торговле). В данной связи возникает вопрос конкурентоспособности технологий и продуктов питания как ключевой задачи государственной политики современного периода.

В результате выполненных исследований нами впервые предложено следующее определение для **экономики питания**, как научной дисциплины — *это сфера экономической науки, изучающая пути и направления сокращения неопределенности распределения ограниченных и дефицитных ресурсов питания путем поиска и выбора оптимальных путей их производства (экономические процессы преобразования ограниченных природных ресурсов в продукты питания) и потребления с целью максимизации функции здоровья и долголетия человека, а также социально-экономического благосостояния общества в целом (например, через показатели человеческого капитала)*. Очевидно, что экономика питания включает агропродовольственную систему в широком смысле: природные ресурсы, экологию и климатические условия, культурный и институциональный контексты, продовольственный рынок, трудовые ресурсы, процессы производства и потребления продовольствия, практики маркетинга, обрабатывающую промышленность, переработку промышленных и потребительских отходов, механизмы государственного регулирования, общественное питание, туристическую сферу, отрасли обслуживающие продовольственные цепи (торговля, финансы, образование, консалтинг и др.), а также науку, в т.ч. медицину, предлагающую критерии оценки положительных и негативных воздействий питания на экономику.

Основные преимущества выделенного нами научного направления заключены в том, что экономика питания, во-первых, в полной степени согласуется (не противоречит) современным требованиям к изучению экономики отраслей и сфер, формирующих продовольственную систему (лаборатории, производители, товаропроводящие сети, потребители, продукты, регулирующие механизмы и др.), во-вторых, наиболее полно концентрирует в себе весь комплекс современных и будущих социально-экономических проблем питания в их взаимосвязи со здоровьем и жизнедеятельностью человека, во многом определяющие потенциал роста человеческого капитала и экономического благосостояния стран, регионов и мира в целом, и в-третьих, позволяет сместить фокус исследователя и регулятора от решения проблемы голода (через достижение нормативов потребления энергии) к формированию устойчивой и эффективной системы взаимодействия субъектов экономики питания, способствующей росту благосостояния общества и индивида.

Важным преимуществом предложенного нами определения является также понятный и доступный для расчётов целевой критерий — продолжительность жизни и уровень развития человеческого капитала. В числе методологических недостатков нами выявлены сложности отделения эффектов экономики питания от прочих факторов, влияющих на человеческий капитал. С точки зрения экономики страны оценка системы питания возможна при выявлении и мониторинге важнейших внутренних факторов риска и определении их влияния на основные показатели потерь общественного здоровья (смертность, заболеваемость, нетрудоспособность). В настоящий момент широкое применение получили методы оценки QALY и DALY. Последний, позволяет рассчитать сопоставимые потери от заболеваний (бремя болезней) для отдельно взятых социально-экономических систем (например, регионов или стран).

Анализ внешних факторов воздействия предполагает мониторинг поставок контрафактной и вредной продукции из зарубежных стран и динамичное исследование изменений предпочтений потребителей, наличия ложных, навязанных стереотипов и привычек вредного и опасного

питания, особенно у детей, которые изменяют в худшую сторону традиции питания и общее состояние здоровья населения страны, способствуют росту заболеваемости и смертности граждан, снижают потенциал экономики в целом.

В числе основных современных, актуальных для Беларуси изменений системы питания и тенденций ее экономики нами выделены следующие:

Изменения в сфере потребления.

Потребительские предпочтения и образ жизни меняются и адаптируются к новым продуктам и условиям значительно быстрее других элементов системы питания [7]. Значительное влияние СМИ, рекламы, сети интернет ведет к практически мгновенному проникновению новых знаний (в т.ч. ложных), предрассудков и убеждений. В результате удобные (упрощенные) пищевые привычки и практики питания распространяются достаточно быстро, при соответствующем общем культурном окружении (недостаток понимания взаимосвязи питания и здоровье) и уровне доходов населения, который во многом определяет динамику изменения системы питания. Так, сохранение тенденций глобализации неизбежно ведет к переходу функций приготовления пищи в технологические промышленные цепи питания. Исследования доказывают, что увеличение ценности времени и рост доходов населения ведет к тому, что приготовление еды становится хобби и приятным времяпровождением. В развитых странах (США, Тайвань и др.) в жилых помещениях отсутствует плита и столовые принадлежности для полноценного питания, а в крупных городах еда стала круглосуточно доступной. В числе основных актуальных тенденций развития домашнего хозяйства следует выделить максимизацию приобретения товаров готовых к употреблению и перемещение традиционных рутинных работ по приготовлению в сферу услуг. Как подтверждают наши исследования все эти изменения — следствие экономической рациональности поведения потребителей, которые сравнивая полезности традиционных товаров и услуг с ростом собственной предельной производительности (как результат знаний и информационных технологий) выбирают наиболее ценные с точки зрения эффективности функций деятельности.

Таким образом, взаимное перемещение процессов между потребителями и производителями ведет к радикальному изменению способов производства продуктов и путей их потребления.

Изменения в сфере производства продуктов питания.

Совершенствование способов производства, применяемых технологий и уровня контроля. Например, в пищевой промышленности множество независимых компаний выпускают составные продукты из компонентов (сырье и материалы), приобретаемых у различных поставщиков. Подобная атомистическая структура является достаточно гибкой однако затраты рыночной координации (транзакционные издержки) могут быть очень высокими, в следствии высоких рисков постоянства качества конечной продукции и низкой восприимчивости к техническому прогрессу (отсутствие компетенций по распознаванию и адаптации полезных инноваций).

Углубление вертикальной интеграции ведет к тому, что технологическая цепь жестко контролируется с целью обеспечения максимизации прибыли от конечного выпуска.

Изменения в сфере услуг.

Новые технологии в торговле позволяют аккумулировать и анализировать значительный объем полезных данных, что, с одной стороны, предоставляет возможность управлять торговыми потоками более эффективно, а с другой увеличивает давление на производителей продуктов питания, которые не имеют доступа к указанной информации. Широкое распространение получают собственные торговые марки, которые при более низкой цене позиционируются как идентичные известным брендам.

Можно утверждать, что эффективная организация экономики питания — ключевой элемент долгосрочной государственной стратегии любого без исключения правительства. Согласованная на международном уровне (ООН) позиция представлена следующим образом: «Государства обязаны защищать право на сбалансированный рацион питания, в частности путем регулирования продовольственной системы, и обеспечивать право на достаточное питание путем проведения активной политики по расширению доступа населения к ресурсам, позволяющим ему нормально питаться» [9].

С точки зрения последовательного эволюционного развития экономики питания нами выявлены три основные формы социально-экономических отношений в сфере производства и потребления продуктов питания:

1. Создание системы продовольственного обеспечения для устранения рисков дефицита продуктов питания. Основу такой модели составляют производство и потребление стандартизированных переработанных продуктов питания, обогащенных питательными веществами, обеспечивающими поддержание жизнедеятельности человека и исключающей социальные проблемы голода. В глобальном масштабе продовольственные цепи становятся высоко интегрированными и жестко управляемыми, в том числе целенаправленно навязываются «удобные» для поставщиков модели питания. В результате производство и поставку продовольствия контролируют международные структуры, где независимые и самодостаточные компании испытывают значительные трудности выхода на рынок.

Очевидно, что построение такой системы — важнейший этап индустриального развития экономики, ликвидирующий угрозы голода и недоедания. При этом ее сохранение после ликвидации рисков недостатка продовольствия ведет к тому, что потребители многократно переплачивают за то, что является исходной причиной нездорового образа жизни, а именно, во-первых, оплачивают субсидии на поддержку низких цен на продовольствие, что стимулирует перерабатывающие предприятия использовать дешевое сырье для его переработки в товары с высоким содержанием энергии; во-вторых, приобретают широко разрекламированные продукты по завышенным ценам, себестоимость которых минимизирована путем применения наиболее дешевых компонентов, в-третьих, тратят средства на здравоохранение, лечение и профилактику неинфекционных заболеваний. Очевидно такую ситуацию не представляется возможным назвать адекватной современному уровню социально-экономического развития. В данной связи выработка конкретных мер и решений относительно регулирования экономики питания, обеспечивающих переход к эффективной системе питания — необходимая и своевременная инициатива;

2. Современная система питания, включает экологическую (оптимизация и бережное использование ограниченных природных ресурсов для удовлетворения растущих потребностей человека), экономическую (рост доходов населения, производство, логистика и потребление продуктов здорового питания), социальную (формирование культуры питания с учетом его влияния на здоровье и долголетие), политическую (регулирование производства и стимулирование здорового питания) и др. подсистемы в рамках которых создаются и поддерживаются стабильные условия производства и потребления сбалансированных по составу продуктов питания (здоровое питание), основанные на технологиях щадящей обработки, сохраняющих максимально возможное количество микроэлементов. В такой системе, как правило, расширяется роль производителей и фермеров, растут доходы сельских жителей за счет минимизации цепочек поставок, снижается влияние крупных торговых и перерабатывающих компаний. Расширяется разнообразие и площади посева региональных и локальных продовольственных культур. В части спроса увеличивается потребности в дифференцированных продуктах, проявляются тенденции к сохранению идентичности и специфических, уникальных свойств продуктов.

Реализация подобного подхода в условиях глобализации и открытой экономики предполагает разработку и поэтапное развитие специализированной стратегии продовольственной конкурентоспособности [10,11], которая позволит национальной системе питания конкурентно функционировать в соответствии с государственными интересами развития собственного человеческого и социального капитала в условиях либеральных правил международной торговли;

3. Смешанные системы. Необходимость поддержания которых может быть обусловлена трудностями организации стабильного производства (например, проблемы сезонности), проблемами логистики, хранения, переработки либо обязательным периодом переходного состояния экономики питания.

В числе эффективных современных мер, включающих в себя актуальные знания в области здоровья, маркетинговые подходы, способы мониторинга и контроля строгих стандартов качества, информационные технологии следует выделить национальные и глобальные программы

маркировки продуктов здорового питания. Например, в Финляндии с 2000 г. функционирует система обозначения продуктов питания знаком в форме сердца (The Heart Symbol), право нанесения, которого получили около 1000 продуктов. Критерии, установленные финскими рекомендациями по питанию, регулярно обновляются и утверждаются специализированным советом экспертов в разрезе основных групп продуктов (молочные, мясные, рыба и др.). Данный знак (при поддержке национального правительства и национального совета по питанию) информирует потребителей о том, что продукты, содержащие символ на упаковке, являются лучшим выбором в данной ассортиментной группе с точки зрения здорового питания.

Аналогичные национальные программы развиваются в Австралии, Сингапуре, Аргентине, Мексике, Скандинавии, Филиппинах, Канаде и др. странах.

В 2006 г. в ЕС «Международная организация выбора» (The Choices International Foundation) представила глобальную инициативу маркировки пищевых продуктов здорового питания — «программа выбора» (The Choices Programme) [14], которая направлена на реализацию разработанной в 2004 г. Всемирной организацией здравоохранения Глобальной стратегии по питанию, физической активности и здоровью [15]. Маркировка знаком «HEALTHY CHOICE» возможна при соответствии пищевых продуктов конкретному перечню критериев здорового питания в разрезе категорий (фрукты и овощи, молокопродукты, вода и др.), где четко представлены ограничения по насыщенным и трансжирам, соли, сахару и др. В настоящий момент соответствующую маркировку получили более семи тысяч продуктов 120 компаний в ЕС, Мексике, Аргентине, Индии, Китае, Сингапуре, странах Африки, др.

Выполненные нами исследования позволили установить наличие значительных современных тенденций роста объемов производства и потребления продуктов здорового питания. Так, глобальное исследование продовольственных компаний показало, что 87% из них производят продукты здорового питания, 75% развивают соответствующие направления, а 81% включили цели здорового питания в корпоративную стратегию [12].

Глобальные тенденции трансформации экономики питания не могут не оказывать значительного влияния на сферу производства и сбыта продовольствия. Возможности маркетинга влиять на пищевое поведение хорошо известны [16]. При этом анализ показывает, что объем государственных средств, выделяемых на просвещение в вопросах питания, значительно ниже финансирования рекламы полуфабрикатов, блюд быстрого приготовления, сладких безалкогольных напитков и кондитерских изделий [9]. Основная суть проблемы в том, что принципы саморегулирования в пищевой промышленности не работают. В данной связи, очевидно, что при совершенно четко прослеживаемом положительном влиянии интенсивного развития сельского хозяйства и пищевой промышленности (позволило решить проблему голода для большей части населения мира), данная сфера требует значительного общественного контроля и/или государственного регулирования с точки зрения влияния питания на здоровье человека. Например, отсутствие общепризнанных норм содержания компонентов в продуктах питания, совмещенное с глобальными бизнес интересами создают явные и совершенно естественные (с точки зрения теории игр) стимулы для экстенсивного, хищнического поведения фирм на рынке. Негативный эффект также имеет увеличение сроков годности продовольствия, при резком снижении полезных свойств продукта, различные методы увеличения урожайности и сохранности продукции, включая применение генетически модифицированных компонентов, гормонов, химизация продовольствия и др. Одно из следствий — проблема высокой расточительности продовольственной системы развитых стран, которая широко известна как «The Global waste food scandal», где представлены данные [16], согласно которым до 50% продуктов производимых в мире выбрасывается.

Суть проблемы совершенно четко и однозначно нами сформулирована с применением аналитических инструментов теории игр, которые явно и совершенно объективно демонстрируют необходимость выработки конкретных, понятных институтов, ограничивающих хищническое поведение производителей продуктов питания на рынке. Так, например, производитель, применяющий потенциально и условно (в ограниченных количествах) опасные для здоровья потребителей вещества, а также более дешевые замещающие компоненты (не равноценные по содержанию микроэлементов), получает с одной стороны, возможность значительно снизить себестоимость производ-

ства, а с другой создает значимый резерв средств на стимулирование потребления большого объема пищевых продуктов с повышенным содержанием жиров, сахара и соли [9].

Исследования показали высокую эффективность налоговых мер в развитых странах (Венгрии, Дании, Финляндии и Франции) [9], основная цель которых — изменение относительных цен. Например, акцизы на насыщенные жиры, излишнее количество соли, сахара, безалкогольные напитки [17]. На практике установлено, что при назначении 10% налога на безалкогольные напитки их потребление снижается на 8-10%.

В числе важных мер со стороны государства следует также указать изменение системы субсидирования и государственного регулирования, с точки зрения учета потенциальных негативных эффектов роста производства продуктов с высоким содержанием энергии (белка и калорий) для общественного здравоохранения и окружающей среды в пользу продуктов, обеспечивающих полноценное питание (фрукты, овощи, льняные масло и мука). Вместе с тем, очевидно, что это потребует перестроения множества технологических цепочек (хранение, обработка (чистка, упаковка, первичная обработка), консервирование с сохранением питательных веществ — заморозка, сушка, вакуумирование). В данном контексте возникает необходимость увеличения поддержки производства овощей, фруктов, ягод, льняного зерна, бобовых, способствующих формированию более здорового состава потребительской корзины населения страны.

Выполненные нами исследования показали, что созданное индустриальным производством пищевое изобилие, с одной стороны снизило зависимость человека от «бремени еды» [6], а с другой привело к замещению неопределенности в части дефицита продовольствия — озабоченностью переизбытком и полезностью продуктов питания (область социально-медицинских наук), которые в научных исследованиях представлены как «культурно обусловленные заболевания», например, феномен «пищевых ужасов», «эпидемия ожирения» и др.

В данной связи нами выделены ряд ключевых видов неопределенности продовольственной сферы (физического наличия, экономической доступности, достаточности, безопасности, влияния на здоровье, стабильности поставок и качества, справедливого распределения ограниченных ресурсов питания и др.) значительно влияющие на возможности инструментов экономического регулирования. При этом указанные параметры являются следствием более фундаментальных форм неопределенности. Например, погодные условия, чрезвычайные ситуации, конъюнктура рынков, макроэкономические факторы и др., которые достаточно широко изучены, и требуют соответствующих мер страхования и сглаживания (например, создание государственных запасов, рыночные интервенции и закупки и др.).

Установлено, что формирование в Беларуси достаточного и устойчивого спроса на продукты здорового питания требует постоянного мониторинга соответствия ожидаемой и фактической полезностей альтернативных наборов питания для потребителей с точки зрения их сопоставимой стоимости, которая основана не на денежном эквиваленте обмена, а на сравнительной ценности альтернативных благ с учетом их цены.

Современный продовольственный рынок не способствует, а зачастую препятствует выбору потребителем здорового питания и здорового образа жизни в целом. С позиции «теории игр», описывающей суть рыночного взаимодействия, потребители делают осознанный оптимизированный выбор «вредного» рациона в результате отсутствия достоверной информации, позволяющей гарантированно выбрать продукты здорового питания в объеме и качестве, обеспечивающем достаточный уровень микроэлементов для конкретного человека.

Основное преимущество сформулированных нами предложений в том, что оценка и сопоставление потребителями реальной ценности продуктов питания, прозрачность состава и понимание влияния компонентов на здоровье потребителей повышает общий социальный капитал экономики питания за счет широких возможностей осознанного выбора исходя из фактической потребительской стоимости. В данной связи **важным направлением экономики питания является снижение совокупной альтернативной ценности дешевых продуктов в оценочной шкале потребителей.**

Практика реализации подобных мер показывает [13], что ограничение мер только стимулированием потребительского спроса на продукты здорового питания не приносит достаточного

результата без соответствующей оптимизации предложения (в т.ч. путем ужесточением стандартов, повышением налогов и пошлин на потенциально опасные продукты питания), расширения ассортимента и доступности (в т.ч. ценовой) важных продуктов с точки зрения здорового питания. Например, льготное налогообложение, прямые государственные субсидии производителям, поставщикам и потребителям продуктов здорового питания. В данном контексте установлено, что задачи воздействия на поведение и стиль жизни населения требуют включения в экономику питания методов и моделей социальных, поведенческих, медицинских и биологических наук. Такой подход позволил нам сформулировать комплексный подход к теории экономики питания, которую возможно использовать в качестве руководства по изменению моделей поведения производителей (требует создания государством соответствующих условий) и потребителей продовольствия.

Таким образом, достижение эффективного состояния экономики питания для общества в целом предполагает расширение конкуренции субъектов хозяйствования и потребителей [18], что очевидно актуализирует проблемы их конкурентоспособности как на уровне предложения (выявляет продукты с лучшим соотношением цена-ценность), так и на уровне спроса (определяет возможности индивидов к сбалансированному питанию). На агрегированном уровне нами предложено решать задачи усиления продовольственной конкурентоспособности [11], направленные на минимизацию неопределенности в условиях, когда за одну цель (платежеспособный спрос, земельные и человеческие ресурсы) борются многие, независимые игроки. В данном контексте в качестве важнейшего параметра развития на национальном уровне следует признать формирование в стране сбалансированного рациона питания населения, способствующего росту продолжительности жизни как важнейшего критерия человеческого капитала.

Вместе с тем наши исследования подтверждают, что ответственность за соблюдение норм питания не может находиться только у Государства. Ключевую роль тут приобретают три другие сферы: бизнес, наука, сами потребители. В данном контексте возникает важная проблема разграничения зон ответственности при достижении обозначенной выше цели.

Как показала анализ наиболее приемлемой моделью, достаточно широко апробированной в мире, и имеющей множество практических примеров успешного применения, научное обоснование и поддержку правительств многих стран следует признать кластерную концепцию, в которой с научно-практической точек зрения широко представлены способы и меры согласованного и эффективного взаимодействия обозначенных выше сфер (государство, наука, бизнес) с центральной ролью потребителей, как активного динамичного субъекта, не только потребляющего продукцию кластера, но и создающий запрос на инновации, поставляющий идеи, предпринимателей, критические мнения, и активные действия. Такая активная внутренняя система со множеством внешних связей динамично меняет сам кластер. Роль государства в подобной системе значительно трансформируется при сохранении функции стимулирования и создания условий, содействующих достижению целей.

Новизна в том, что нами предложено рассматривать экономику питания не как технологическую цепочку стоимости (подход продовольственной системы), а как сеть, связанную социальным капиталом, важной характеристикой которой следует признать в первую очередь развитие процессов и взаимоотношений и только потом развитие продуктов. Основным акцентом нами предложено сделать на том, каким образом упростить производство, продажи, выбор и потребление, создать широкие возможности здорового питания, эффективно и прибыльно донести наиболее значимые преимущества продуктов до конечного потребителя (увеличить сопоставимую ценность). Решение подобных задач в сети выполняется наиболее эффективным образом, организациями и структурами имеющими сравнительные и конкурентные преимущества для их выполнения при том, что в подобной системе связи могут быть совершенно беспорядочные и не привязанные географически, однако четко выстроенные экономически на максимизацию сопоставимой ценности для потребителя. Это достигается фокусированием на функциональных процессах, а не на отдельных компаниях и экономических единицах.

В данном контексте справедливым следует признать предложенный нами подход к изучению современной экономики питания не как продовольственной цепи, а как сети, в центре которой находится потребитель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Продовольственная безопасность: термины и понятия: энцикл. справ. / В.Г. Гусаков [и др.]. — Минск: Беларус. наука, 2008. — 535 с.
2. Положение о Межведомственном координационном совете по проблемам питания при Национальной академии наук Беларуси. Утверждено Приказом Председателя Президиума Национальной академии наук Беларуси № 17 от 10.02.2014 г.
3. *Шутова, О.* Кулінарні дискурси білоруського націоналізму: Про «справжню білоруську кухню» та «картоплєїдів» / О. Шутова // Схід-Захід: іст.-культ. зб. Вип. 16–17. Нео-анти-колоніалізм vs нео-імперіалізм: релевантність постколоніального дискурсу на пострадянському просторі / за ред. Г. Грінченко, Т. Дзядевич; Східний інститут українознавства ім. Ковальських та ін. — Харків: «НТМТ», [Електронний ресурс]. — 2013.— Режим доступа: <http://www.shutova.com/pdf/Shutova-cuisine-Belarus-nationalism.pdf>. — Дата доступа: 11.05.2016.
4. Концепция Государственной политики в области здорового питания населения Республики Беларусь на период до 2020 года.— Минск: РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук по продовольствию», 2015 —13 с.
5. Устав (Конституция) Всемирной организации здравоохранения. Принят Международной конференцией здравоохранения, от 22 июля 1946 г. с поправками 1977, 1984, 1994, 2005 г. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://apps.who.int/gb/bd/PDF/bd47/RU/constitution-ru.pdf>. — Дата доступа: 04.11.15.
6. *Веселов, Ю. В.* Повседневные практики питания / Ю.В. Веселов // Социологические исследования. — 2015. — № 1. — С. 95-104. Эл. Ресурс http://socis.isras.ru/files/File/2015/2015_1/Veselov.pdf дата доступа 13.08.15.
7. *Kinsey, J.D.* The New Food Economy: Consumers, Farms, Farms, and Science / J.D. Kinsey // American Journal of Agricultural Economics. [Электронный ресурс]. — 2001. — N. 5 — P. 1115-1130. — Режим доступа <http://www-management.wharton.upenn.edu/raff/documents/Jean%20Kinsey%20EOI%20background%20reading%20No.%202.pdf>. — Дата доступа: 14.08.2015 г.
8. *Thompson, A.* Recent Trends in the World Food Economy / A. Thomson, M. Metz // Глава в книге. [Электронный ресурс] Implications of Economic Policy for Food Security: A Training Manual. — Rome: FAO, 1999. — Режим доступа: <http://www.fao.org/docrep/004/x3936e/X3936E03.htm#recent>. — Дата доступа: 20.11.2015.
9. *Де Шуттер, О.* О праве на питание / О. Де Шуттер. Доклад, представленный Совету по правам человека в соответствии с резолюцией 13/4 Совета 26 Декабря 2011 г. A/HRC/19/59 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.ohchr.org/Documents/HRBodies/HRCouncil/RegularSession/Session19/A-HRC-19-59_ru.pdf. — Дата доступа: 10.10.2015.
10. Продовольственная безопасность Республики Беларусь. Мониторинг-2012: в условиях развития процессов глобализации и региональной интеграции / В.Г. Гусаков [и др.]. — Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2012. — 211 с.
11. *Пилипук, А.В.* Институциональная модель национальной продовольственной конкурентоспособности / А.В. Пилипук, М.И. Запольский, Ф.И. Субоч // Весці НАН Беларусі. Сер. агр. навук. — 2012. — № 2. — С. 20–28.
12. *Пилипук, А.В.* Организация фирменных торгово-сбытовых систем в агропромышленном комплексе Беларуси / А.В. Пилипук; под ред. В.Г. Гусакова. — Минск: Ин-т системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2011. — 178 с.
13. ВОЗ. 57 сессия. Глобальная стратегия в области режима питания, физической активности и здоровья. Доклад секретариата. А57/9 — 17 апреля 2004 г. [Электронный ресурс]. — 2004. — Режим доступа: http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA57/A57_9-ru.pdf. — Дата доступа: 01.11.2015.
14. Choices International Foundation // The Choices Programme [Электронный ресурс] — 2016. — Режим доступа: <http://www.choicesprogramme.org/>. — Дата доступа: 11.05.2016.

15. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health // World Health Organization. [Электронный ресурс]. — 2004. — Режим доступа: http://www.who.int/dietphysicalactivity/strategy/eb11344/strategy_english_web.pdf. — Дата доступа: 11.05.2016.
16. *Орье, Ф.* Маркетинг пищевых продуктов / Ф. Орье, Л. Сирьё, пер. с фр. — Санкт-Петербург: ИД Профессия, 2014. — 328 с.
17. *Vartanian, L.R.* Effects of soft drink consumption on nutrition and health: a systematic review and meta-analysis / L.R. Vartanian and oth. // American Journal of Public Health. — 2007. — vol. 97. — No. 4. — pp. 667–675.
18. Круглый стол «Конкуренция — противоречивый идеал» // Современная конкуренция. — 2011. — № 1 (25). — С. 31–54.

Рукопись статьи поступила в редакцию 01.08.2016

V. G. Gusakov, A. V. Pilipuk

ECONOMY FOOD: SCIENTIFIC THEORY AND PRACTICAL RECOMMENDATIONS FORM AN EFFECTIVE NATIONAL FOOD SYSTEM

The article deals with the theoretical and practical aspects of the economy as a power sphere of economics that studies the ways and directions of reducing the uncertainty distribution of limited resources and scarce food by finding and selecting the best ways of their production. The basic principles of an effective national food system and its current trends change. A new approach to the study of modern economics power not as the food chain, as well as a network, in the center of which is the consumer.

УДК 637.146(476)

В статье обозначены основные результаты мониторинга национальной продовольственной безопасности, результаты мониторинга качества и безопасности пищевых продуктов на внутреннем рынке Республики Беларусь. Выявлены наиболее актуальные тенденции в сфере продовольственной безопасности и безопасности продовольствия в Республике Беларусь. Обозначены перспективные направления работы по реализации концепции государственной политики в области здорового питания населения Республики Беларусь на период до 2020 года.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

**ГП «Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь**

С. А. Кондратенко, кандидат экономических наук, доцент, заведующая сектором продовольственной безопасности

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

*И. М. Почицкая, кандидат сельскохозяйственных наук, начальник Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания;
Е. С. Кизеева, кандидат технических наук, начальник отдела информационной и кадровой работы*

Продовольственная безопасность считается достигнутой при наличии у всех людей постоянного физического, социального и экономического доступа к достаточному количеству безопас-

ной и питательной пищи, позволяющей удовлетворять их пищевые потребности и вкусовые предпочтения, вести активный и здоровый образ жизни. Качество питания — это неотъемлемая часть современной концепции продовольственной безопасности.

Обеспечение продовольственной безопасности на международном и национальном уровнях непосредственно определяет качество жизни населения и рассматривается как комплексная социально-экономическая задача.

Одновременно усиливается значение таких критериев как качество продовольствия и безопасность продовольствия на внутреннем рынке, которые представляют совокупность свойств сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов в нормальных условиях использования, при которых они не являются вредными и не представляют опасности для жизни и здоровья потребителей и в полной мере способны удовлетворять физиологические потребности.

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 10 марта 2004 г. № 252 была утверждена «Концепция национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь», в которой определены стратегия и модели развития отдельных отраслей агропромышленного комплекса. В качестве базового набора, отвечающего современным требованиям науки о питании, принято 9 основных продуктовых групп: зерно и хлебопродукты, картофель и картофелепродукты, овощи, плоды, сахар, масло растительное, молоко и молокопродукты, мясо и мясопродукты, яйца.

Мониторинг национальной продовольственной безопасности проводится ежегодно по широкому спектру критериев и индикаторов, как в натуральном, так и в стоимостном выражении, что позволяет объективно оценить достигнутый уровень обеспеченности в изучаемый период. Действующая система оценок состояния продовольственной безопасности в Беларуси соответствует международным рекомендациям и учитывает социально-экономические особенности страны [1].

Основные результаты мониторинга национальной продовольственной безопасности, результаты мониторинга качества и безопасности пищевых продуктов на внутреннем рынке Республики Беларусь, а также другие актуальные вопросы регулярно рассматриваются на Межведомственном координационном совете по проблемам питания, который создан при Национальной академии наук Беларуси, приказом НАН Беларуси № 17 от 10.02.2014 г. На заседаниях совета, которые проходят ежеквартально. На повестку выносятся вопросы взаимосвязи питания и здоровья, контроля безопасности и качества производства продовольственного сырья и пищевых продуктов в Республике Беларусь, проблемы питания детей различного возраста, проблемы и перспективы использования пищевых добавок, типичные нарушения рекламы пищевых продуктов и многие другие.

Наиболее актуальные тенденции, выявлены в сфере продовольственной безопасности и безопасности продовольствия в Республике Беларусь, следующие:

В сфере продовольственной безопасности. По результатам мониторинга национальной продовольственной безопасности 2015 г., проведенного Института системных исследований в АПК НАН Беларуси, установлено, что интегральный индекс, который объединяет параметры производства, доступной энергетической ценности рациона, потребления продуктов и качества с 2010 г. выше единицы и в 2015 г. составил 1,10. Продовольственная безопасность Республики Беларусь обеспечивается преимущественно за счет собственного производства, которое достаточно для удовлетворения внутренней потребности в молоке и молочных продуктах на 220%, мясе и мясопродуктах — 134%, яйцах — 129%, в сахаре и масле растительном — на 180 и 120%, соответственно [1].

Объем производства сельскохозяйственной продукции на душу населения в Беларуси превышает показатели наших партнеров по ЕАЭС. Производство зерна в Республике Беларусь достигает 912,3 кг (в России — 712,4, в Казахстане — 1057), мяса — 121 кг (в России — 63, в Казахстане — 53, в Кыргызстане и Армении — 35 кг.), молока — 743 кг (в России — 210, в Казахстане — 293), яиц — 402 шт (в России — 290, в Казахстане — 269).

Нормативы потребления продуктов питания в Республике Беларусь достигнуты практически по всем продуктам, однако оптимальный рацион остается необеспеченным по показателям

качества. Потребление сахара в 2015 году превысило норму на 8,2 кг, растительного масла на 5 кг. Вместе с тем наблюдалось недостаточное потребление молока и молокопродуктов, хлеба и хлебопродуктов, ягод и фруктов. Количество употребляемых белков и углеводов несколько ниже рекомендованной нормы, жиров — выше.

При этом, Белорусы покупают до 90 % импортных фруктов, овощей — 26, рыбы — 53, кондитерских изделий из сахара — 3, фруктовых и овощных соков — 28, масла растительного — 76, детского питания — 33 %.

Значительными остаются различия в рационе питания населения городской и сельской местности. В домашних хозяйствах городов потребляется больше молочных и мясных продуктов, овощей и фруктов. Хлеба в сельской местности потребляют больше на 29 кг (табл. 1).

Таблица 1. Оценка уровень потребления основных продуктов питания в городской и сельской местности, кг, 2015 г.

Индикатор	Год				Отношение 2015 г. к уровню 2014 г., %
	2010	2013	2014	2015	
Города и поселки городского типа					
Хлеб и хлебопродукты	73	75	78	80	102,6
Молоко и молокопродукты	288	292	294	287	97,6
Мясо и мясопродукты	67	73	76	78	102,6
Рыба и рыбопродукты	14	16	18	15	83,3
Масло растительное	8	9	10	9	90,0
Яйца, шт.	183	187	198	199	100,5
Картофель	46	53	54	54	100,0
Овощи и бахчевые	75	79	84	85	101,2
Фрукты и ягоды	64	70	76	73	96,1
Сельские населенные пункты					
Хлеб и хлебопродукты	99	104	104	104	100,0
Молоко и молокопродукты	276	270	276	259	93,8
Мясо и мясопродукты	61	71	72	72	100,0
Рыба и рыбопродукты	14	16	17	15	88,2
Масло растительное	9	9	10	10	100,0
Яйца, шт.	210	187	199	214	107,5
Картофель	92	79	77	86	111,7
Овощи и бахчевые	94	88	92	91	98,9
Фрукты и ягоды	47	53	58	50	86,2

Примечание. Таблицы 1-3 составлены авторами по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь. Показатели потребления приведены в расчете на домашнее хозяйство по результатам выборочного обследования.

В 2015 г. по сравнению с прошлым годом значительно вырос удельный вес потребления продуктов, произведенных в личных подсобных хозяйствах. Причем в сельских населенных пунктах этот рост произошел более значительно по молоку — на 0,6 п. п., мясу — 2,5, по рыбе — 3,3, яйцам — 5,3, картофелю — 0,7, овощам — 2,8 и на 3,3 процентных пункта по фруктам и ягодам.

Уровень потребления высокоценных видов мяса (говядины, телятины, баранины) не увеличивается, за последние шесть лет выросли покупки мясных полуфабрикатов, котлет, колбасных

изделий, а потребление сырокопченых колбас в 2015 г сократилось на 0,2 кг, консервов мясных — 0,2, фарша — 1,0, сосисок, сарделек — 0,4, субпродуктов из птицы — на 0,3 кг (табл. 2).

Таблица 2. Изменение качественной структуры приобретаемого населением мяса и мясопродуктов, 2010–2015 гг.

Продукция	Объем покупки в 2015 г., кг	Стоимость покупки в 2015 г., тыс. руб.	Средняя цена в 2015 г. за 1 кг сопоставимого продукта, тыс. руб.	Прирост покупки, кг	
				2014–2015 гг.	2010–2015 гг.
Продукты с более высокой стоимостью (выше средней)					
Язык говяжий, свиной	0,1	14,2	142,0	–0,10	–0,11
Колбасы сырокопченые	3,5	490,6	89,3	–0,20	0,30
Говядина и телятина	1,9	148,8	78,3	0,00	0,00
Баранина и козлятина	0,03	2,3	76,7	0,01	0,01
Котлеты	1,0	50,0	71,4	–0,10	0,10
Консервы мясные	1,5	128,2	71,2	–0,20	0,40
Свинина и поросятина	18,7	1267	67,8	2,90	4,60
Сало	4,2	309,4	64,1	0,00	–0,80
Колбасы вареные высшего сорта	15,1	860,7	67,1	–1,00	0,30
Фарш мясной	12,9	717,9	61,8	0,40	2,50
Сосиски, сардельки	13,5	702,1	61,2	–0,40	–0,50
Субпродукты из птицы	3,4	99,9	49,0	–0,30	0,40
Полуфабрикаты из говядины	0,1	5,9	45,4	0,00	–0,78
Продукты с более низкой стоимостью (ниже средней)					
Колбасы вареные I и II сорта, бессортовые	5,0	187,5	50,0	–0,40	–0,80
Печень говяжья, свиная	1,5	59,1	39,4	–0,40	–0,90
Колбасы ливерные и кровяные	1,0	22,1	31,6	–0,10	0,00
Мясо птицы	21,3	652,4	30,6	–1,20	–2,90
Суповые наборы из разных видов мяса	9,8	176,7	30,1	0,10	2,00

При том, что в целом потребление молока и молокопродуктов недостаточно, в 2015 г. объем покупки йогуртов на семью сократился на 0,4 кг, творога жирного — 0,4, сметаны — 0,1 и кефира — на 0,1 кг. Вместе с тем приобретали больше нежирного творога на 1,1 кг, твердых сыров — 0,6, молока пастеризованного — 7,6 кг (табл. 3).

Потребление дорогих и ценных продуктов ограничивается с увеличением количества детей в семье. Домашние хозяйства с одним ребенком потребляют 82 кг мяса и 16 кг рыбы на человека, с тремя детьми — 69 и 13 кг соответственно. В семьях с тремя детьми отмечено самое высокое потребление картофеля, хлеба и хлебопродуктов.

Для того, чтобы обеспечить рост качества питания населения Беларуси, а в особенности, детского населения, необходимо повысить экономическую доступность продуктов, насытить внутренний рынок отечественной продукцией высокого качества, улучшить продовольственное снабжение сельских территорий. Одновременно следует информировать население о возможностях по улучшению рациона на всех этапах жизни, предоставлять потребителям достоверную

и доступную информацию, позволяющей делать здоровый и рациональный продовольственный выбор.

Таблица 3. Изменение качественной структуры приобретаемого населением молока и молокопродуктов, 2010–2015 гг.

Продукция	Объем покупки в 2015 г., кг	Стоимость покупки в 2015 г., тыс. руб.	Средняя цена в 2015 г. за 1 кг сопоставимого продукта, тыс. руб.	Прирост покупки, кг	
				2014–2015 гг.	2010–2015 гг.
Продукты с более высокой стоимостью (выше средней)					
Йогурт	8,7	278,8	21,4	–0,40	2,50
Творог жирный	7,3	340,6	14,1	–0,40	0,50
Творог нежирный	7,9	331,2	12,7	1,10	3,00
Сливки	0,8	22,4	10,4	0,10	0,10
Сыры твердые	8,2	701,1	9,7	0,60	0,60
В том числе брынза, сулугуни	0,5	41,7	9,5	–0,10	0,20
Продукты с более низкой стоимостью (ниже средней)					
Молоко пастеризованное	120,3	1085	9,0	7,60	2,40
Сметана	25,0	778,7	5,1	–0,10	0,80
Кефир	43,9	392,7	4,7	–0,10	0,90

В сфере безопасности продовольствия. Вопросам повышения качества и конкурентоспособности пищевых продуктов в работе РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» уделяется особое внимание. В Республиканском контрольно-испытательном комплексе по качеству и безопасности продуктов питания ежегодно проводится мониторинг показателей качества и безопасности сырья и пищевых продуктов [2].

В 2016 г. было испытано около 18 тысяч образцов продовольственного сырья и пищевых продуктов. По результатам лабораторных испытаний из проверенных мясных продуктов установлено несоответствие нормативным данным по микробиологическим показателям в 0,2 % исследуемых образцов.

Установлено несоответствие в 3 % исследованных образцов молока и молочной продукции. В образцах сыра сычужного обнаружен нитрит натрия; в образцах сыра плавленого обнаружены стерилы растительного происхождения (фитостерины), что свидетельствует о добавлении растительных масел. В образце сырка с заменителем молочного жира обнаружены дрожжи.

Результаты испытания рыбы и морепродуктов позволили установить несоответствие нормативным данным по предельно допустимой концентрации мышьяка, микробиологическим показателям в 0,1 % исследуемых образцов.

В испытанных образцах зерновых, мукомольно-крупяных и хлебобулочных изделий несоответствия не выявлены. Результаты испытаний кондитерских изделий и сахара показали несоответствия в 0,3 % исследуемых образцов: превышение массовой доли влаги, превышение по кадмию.

Выявлено несоответствие в 3-х образцах (1,8 %) масложировой продукции. В образцах лецитина растительного соевого установлено превышение содержания железа и меди. Исследования напитков показали, что 0,2 % образцов, производства РБ не соответствуют требованиям нормативных документов. Было исследовано около 2 тысяч образцов алкогольной продукции. Установлено несоответствие в 0,3 % исследуемых образцов по показателям подлинности, массовой доле дубильных веществ, сахара, двуокиси углерода, микробиологическим, органолептическим показателям.

Наиболее значительное число несоответствий (в 4,7%) было установлено при испытании плодоовощной продукции, специй, пряностей по микробиологическим показателям, содержанию нитратов, бензойной кислоты, оксиметилфурфурола.

Исследования содержания транс-изомеров жирных кислот показали, что несмотря на то, что количество их не превышало уровней, нормируемых в ТР ТС 024/2011, были получены достаточно высокие величины.

Таким образом, данные мониторинга качества и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов свидетельствуют о том, что существующая законодательная и нормативно-правовая база, а так же и материально-техническое обеспечение лабораторий позволяют осуществлять контроль пищевых продуктов на высоком уровне. Результатом этого является существенное улучшение характеристик качества и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов.

Производство пищевой продукции в нашей стране с 2010 г. наращивается быстрыми темпами. Так как население в достаточной степени обеспечено основными продуктами питания, стоит задача сделать данные продукты максимально полезными и полноценными. При проведении исследований и разработке новых видов продовольствия для обогащения продуктов питания в первую очередь используют те ингредиенты, дефицит которых реально имеет место, широко распространен и опасен для здоровья, для Республики Беларусь это витамин Д3, витамины С, селен, минеральные вещества, такие как йод, железо и кальций, омега-3 — полиненасыщенные жирные кислоты, пищевые волокна, антиоксиданты природного происхождения.

Перспективными направлениями работы являются реализация концепции государственной политики в области здорового питания населения Республики Беларусь на период до 2020 года, а также плана мероприятий по реализации концепции, реализация комплекса мероприятий в рамках кластера «Республиканский центр технологий здорового питания», повышение качества продуктов питания за счет совершенствования нормативно-правовой базы (межгосударственные и национальные стандарты) и технологий производства продуктов питания, разработки новых высокоточных методов и методик контроля показателей качества и безопасности с целью предотвращения поступления на рынок некачественных и фальсифицированных продуктов питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Продовольственная безопасность Республики Беларусь в условиях функционирования Евразийского экономического союза. Мониторинг 2015. В 2 ч. Ч.1. / В.Г. Гусаков [и др.]. — Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2016. — 205 с.
2. Ловкис, З.В. Научные достижения в пищевой промышленности: становление и развитие / З.В. Ловкис. — Минск: ИВЦ Минфина, 2016. — 336 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 11.11.2016

S. A. Kondratenko, I. M. Pochitskaya, E. S. Kizeeva

ENSURING OF FOOD SECURITY IN THE REPUBLIC OF BELARUS

The main results of the monitoring of national food security, the results of monitoring food quality and safety in domestic market of the Republic of Belarus have been designated. The most actual tendencies in the field of food security and food safety in the Republic of Belarus have been revealed. Обозначены перспективные направления работы по реализации концепции государственной политики в области здорового питания населения Республики Беларусь на период до 2020 года. Promising directions for the implementation of the concept of public policy of healthy eating of Belarusian population for the period up to 2020 have been designated.

Рассмотрены результаты научного сопровождения задания 2.6 «Разработать технологию и сформировать многофункциональную линию по вакуумированию картофеля и топинамбура» программы Союзного государства «Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура на 2013–2016 годы», выполняемого сотрудниками отдела новых технологий и техники в 2015 г. Приведены основные этапы работ и результаты проведенных исследований.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЛИНИЯ ПО ВАКУМИРОВАНИЮ КАРТОФЕЛЯ И ТОПИНАМБУРА

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

- З. В. Ловкис, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, генеральный директор;*
- Д. А. Зайченко, кандидат технических наук, заместитель генерального директора по инновационной работе;*
- С. А. Арнаут, кандидат технических наук, и.о. начальника отдела новых технологий;*
- А. А. Литвинчук, кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела новых технологий;*
- А. Э. Кошак, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник отдела новых технологий*

Важнейшей отраслью экономики и главной составляющей агропромышленного комплекса Российской Федерации и Республики Беларусь является сельское хозяйство. Максимальный удельный вес в сельскохозяйственном сегменте принадлежит растениеводству. Очевидно, что концепции государственной политики обоих государств направлены на обеспечение населения востребованными высококачественными продуктами питания.

Рынок пищевых продуктов динамично изменяется, и на первый план выдвигаются вопросы правильного, полезного, сбалансированного по основным пищевым веществам питания. С развитием концепции здорового питания население все больше внимания уделяет употреблению полезной пищи: свежих овощей и фруктов, продуктов с минимальной обработкой, сохранивших нативную пищевую ценность сырьевых ингредиентов. Немаловажным критерием при выборе пищевых продуктов является удобство употребления или приготовления, упрощение процесса получения готовой продукции.

Картофель занимает одну из лидирующих позиций в продуктовом рационе населения РБ, что, в свою очередь, определяет необходимость масштабного возделывания данной культуры. Так, РФ по объемам производства (выращивания) картофеля уступает лишь Китаю, занимая второе место в мире. Беларусь находится на восьмом месте.

Топинамбур в Республике Беларусь пока не нашел широкого распространения как промышленная культура ни в возделывании, ни в переработке. Вместе с тем, результаты исследований его химического состава и диетических свойств дают основание рассматривать топинамбур как очень перспективную сельскохозяйственную культуру при создании различных продуктов здорового питания, в том числе в домашних условиях.

Решению проблемы обеспечения населения высококачественными продуктами переработки картофеля и топинамбура, максимально сохранившими свои полезные свойства, призвана действовать программа Союзного государства «Инновационное развитие производства карто-

феля и топинамбура на 2013–2016 годы». Комплексный подход от выращивания до переработки этих культур позволит придать им особый статус в решении проблем продовольственной безопасности Союзного государства в свете современных тенденций развития потребительского рынка.

Известно, что хранение картофеля длительное время приводит к значительным потерям, как за счет его естественной убыли, так и в результате порчи. Строительство картофеле- и овощехранилищ при высоких показателях эффективности (сохранение картофеля с высокими характеристиками) требует значительных инвестиций. Альтернативным вариантом рационального использования сырьевых ресурсов является переработка корнеплодов в промышленных масштабах на готовые продукты либо полуфабрикаты быстрого приготовления.

Вышесказанное обосновывает актуальность разработки новых технологий и расширения ассортимента продуктов из картофеля и топинамбура и, прежде всего, полуфабрикатов быстрого приготовления.

Внедрение новых технологий с применением новых и усовершенствованных технологических процессов, а также использование при производстве продуктов питания новых видов сырья влечет за собой неизбежную модернизацию существующих производств путем установки нового и модернизированного оборудования.

В Республике Беларусь накоплен большой опыт в разработке и производстве отечественного оборудования по первичной обработке плодоовощного сырья. В частности, в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» разработано и изготавливается, в том числе и на экспорт, технологическое оборудование для разгрузки из контейнеров, мойки, калибровки, измельчения, бланширования, сушки, дробления, дозирования, смешивания различного плодоовощного сырья.

В рамках выполнения Научно-технической программы Союзного государства «Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура» была поставлена задача по разработке универсального комплекта оборудования для производства подготовленного сырого картофеля и топинамбура, упакованных под вакуумом.

Целью работы являлась разработка современной технологии и оборудования для производства подготовленного вакуумированного картофеля и топинамбура. Объектами исследований — плоды картофеля и топинамбура, рабочие органы машин и оборудования.

Не смотря на имеющийся достаточно большой опыт по аппаратурному оформлению процесса подготовки картофеля к переработке, для подготовки топинамбура, учитывая его видо-вые характеристики, необходима разработка специализированного оборудования, позволяющего эффективно удалять поверхностные загрязнения минимально повреждая клубни топинамбура.

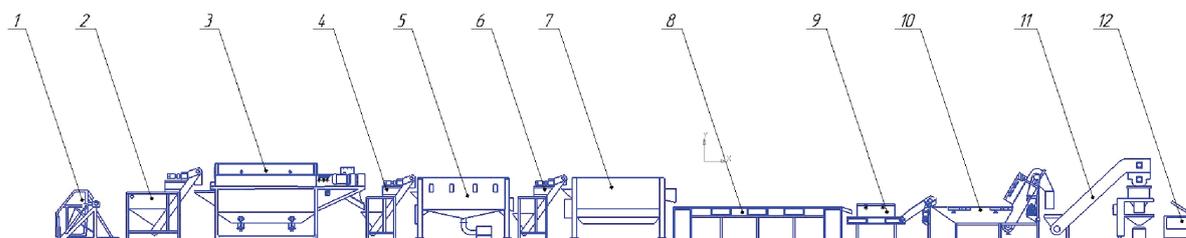
Цель исследований этапа 2015 года — разработать конструкторскую документацию на отдельные единицы технологического оборудования и изготовить опытные образцы технологического оборудования. Разработать комплект программ и методик проведения испытаний, изготовить и провести испытания опытных образцов основного технологического оборудования, провести исследования обеспечения точности выполнения заданных технологических параметров опытными образцами оборудования.

По результатам проведенных исследований специалистами Центра по продовольствию разработана и спроектирована линия по переработке и вакуумированию картофеля и топинамбура. Она предназначена для мойки сырья с удалением камней, очистки, дочистки, отбраковывания некачественной продукции, обработки продукта растворами пищевых добавок, его обсушивания, дозировки и вакууммирования. Основными технологическими требованиями, предъявляемыми к проектируемой в рамках проекта линии, были компактность и возможность установки как на специализированных предприятиях по переработке плодов и овощей, так и на малых фермерских предприятиях, выращивающих картофель и топинамбур.

В 2015 г. в рамках выполнения данной тематики были изготовлены опытные образцы оборудования: контейнероопрокидыватель Ш12-ККТ; бункер накопительный Ш12-ТШТ; машина

моечная барабанного типа Ш 12-ММТ; машина моечная щеточного типа Ш12-МШТ; конвейер инспекционный Ш12-ТИ; конвейер-осушитель роликовый Ш12-ОР; конвейер передающий Ш12-КПД; ванна для обработки продуктов растворами пищевых добавок Ш12-ВОД, а также осуществлен авторский надзор за их изготовлением.

На рис. 1 изображена аппаратурно-технологическая схема многофункциональной линии по вакуумированию картофеля и топинамбура.



Аппаратурно-технологическая схема многофункциональной линии по вакуумированию картофеля и топинамбура

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1 контейнероопрокидыватель; | 7 машина абразивной очистки; |
| 2 ванна с транспортером | 8 транспортер инспекционный; |
| 3 машина барабанная моечная; | 9 транспортер с дублирующим устройством; |
| 4 транспортер | 10 ванна с транспортером, обдувом и системой обеззараживания; |
| 5 машина моечная щеточного типа; | 11 машина дозирующая; |
| 6 транспортер; | 12 упаковщик вакуумный. |

Рис. 1. Аппаратурно-технологическая схема многофункциональной линии по вакуумированию картофеля и топинамбура

На рис 2. Представлены отдельные единицы оборудования многофункциональной линии по вакуумированию картофеля и топинамбура.



Рис. 2. Отдельные единицы оборудования многофункциональной линии по вакуумированию картофеля и топинамбура: 1 — контейнероопрокидыватель Ш12-ККТ, 2 — машина моечная барабанная Ш12-ММТ, 3 — машина моечная щёточного типа Ш12-МШТ, 4 — ванна обработки растворами пищевых добавок Ш12-ВОД, 5 — конвейер передающий Ш12 — КПД

На основании проведенных теоретических расчётов разработана конструкторская документация и изготовлены опытные образцы оборудования. Для определения основных характеристик оборудования разработан комплект программ и методик проведения испытаний. Проведены предварительные (заводские) испытания опытных образцов оборудования. По результатам

проведенных предварительных (заводских) испытаний была осуществлена доработка опытных образцов оборудования и проведен второй этап предварительных (эксплуатационных) испытаний. Сформирован комплект документации, включающий паспорт, руководство по эксплуатации, «Обоснование безопасности» к ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования» на опытные образцы оборудования. Проведены испытания и декларирование оборудования на соответствие ТР ТС 004/2011, ТР ТС 010/2011, ТР ТС 020/2011.

В процессе проведения второго этапа предварительных (эксплуатационных) испытаний установлены технические характеристики машин (табл. 1, рис. 3–8).

Таблица 1. Технические характеристики оборудования

Наименование	Производительность, не менее, кг	Установленная мощность, кВт, не более
Опытный образец конвейер инспекционный Ш12-ТИ	1600	1,5
Опытный образец контейнероопрокидыватель Ш12-ККТ	2000	3,0
Опытный образец бункер накопительный Ш12-ТШТ	1780	2,0
Опытный образец осушитель роликовый Ш12-ОР	600	2,0
Опытный образец конвейер передающий Ш12-КПД	1800	1,5
Опытный образец машина моечной барабанного типа Ш12-ММТ	1630	3,73
Опытный образец машина моечная щеточного типа Ш12-МШТ	1580	8,0
Опытный образец ванна для обработки продуктов растворами пищевых добавок Ш12-ВОД	600	0,75

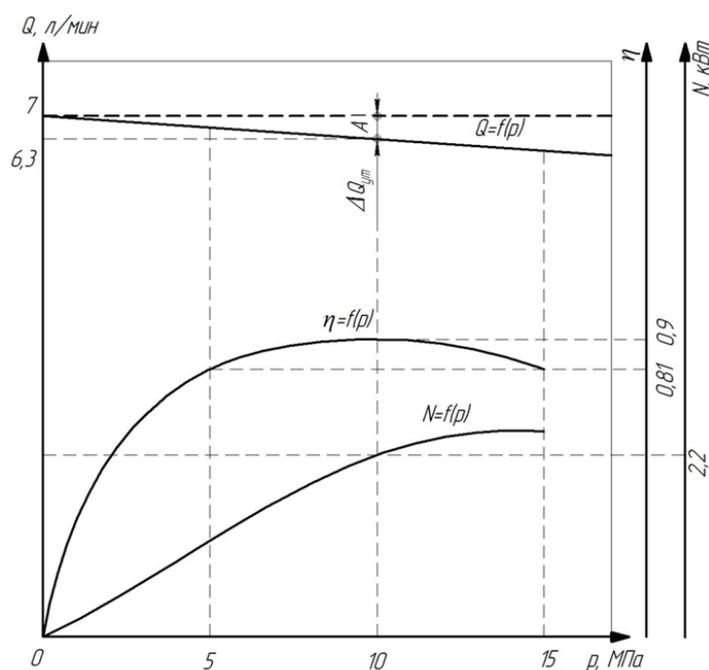


Рис. 3. Характеристики насоса

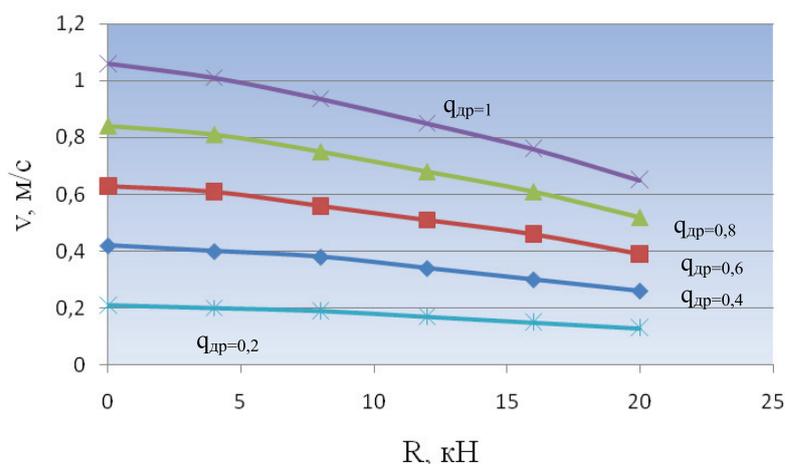


Рис. 4. Характеристика опрокидывателя

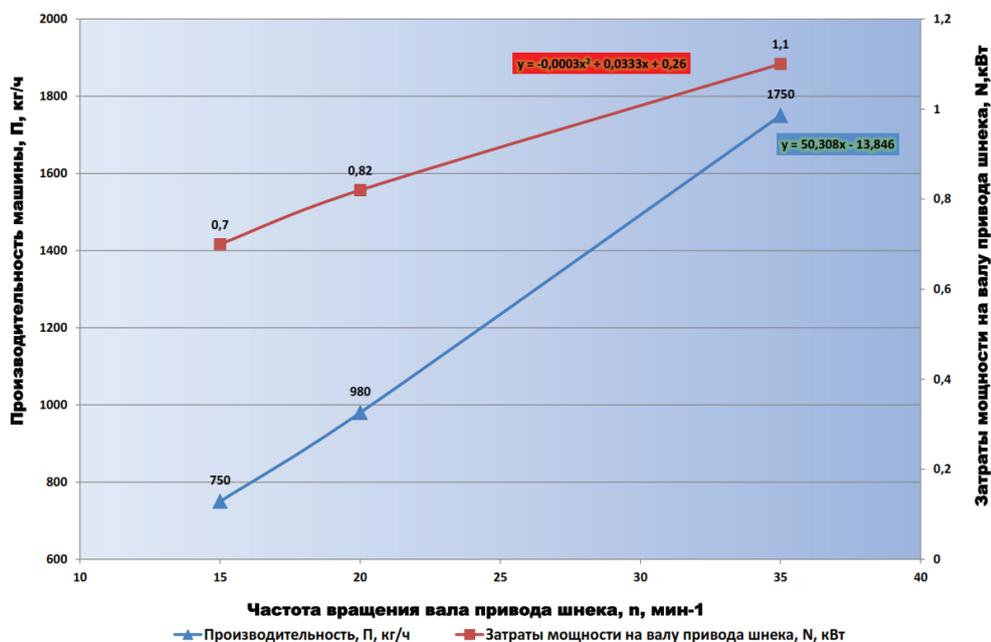


Рис. 5. Характеристика бункера накопителя Ш12-ТШТ

Проведена оценка технологической пригодности для обеспечения точности выполняемых операций оборудования, входящего в технологическую линию по вакуумированию картофеля и топинамбура.

Для оценки работоспособности технологической линии для каждой конкретной технологической операции были определены показатели и критерии, по результатам оценки которых, можно сделать выводы о качестве работы каждой единицы оборудования.

Разработанное и изготовленное оборудование прошло 2 этапа предварительных (эксплуатационных) испытаний. Опытные образцы оборудования, успешно прошедшие второй этап испытаний на предприятии-изготовителе, доставлены на предприятие-потребитель — КСУП «Брилево» (Гомельская обл.), где ведутся работы по их монтажу. После монтажа и наладки технологического оборудования будут проведены исследования в производственных условиях при полной загрузке сырьем на точность выполнения технологических параметров с микробиологическим контролем на промежуточных операциях.

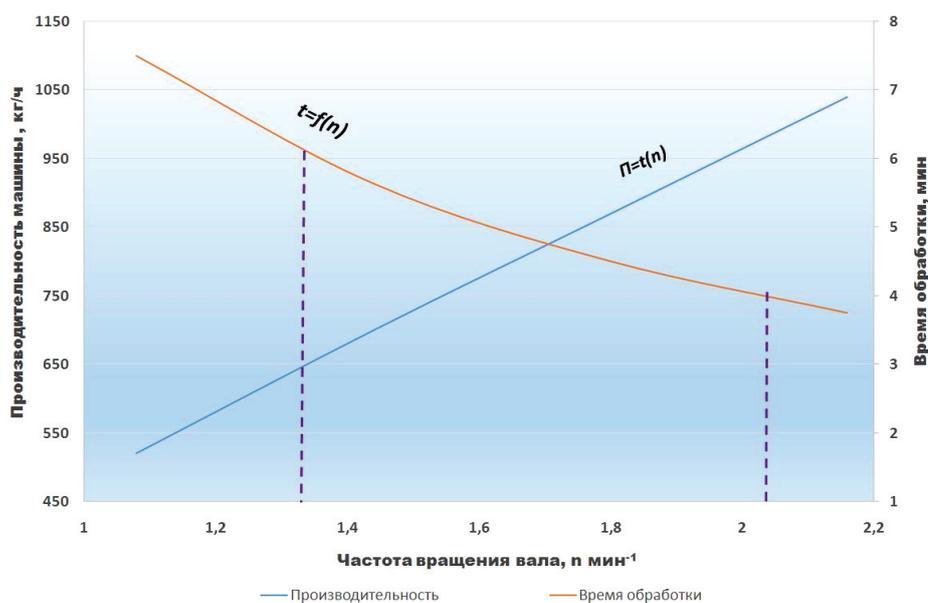


Рис. 6. Характеристика ванны обработки Ш12-ВОД

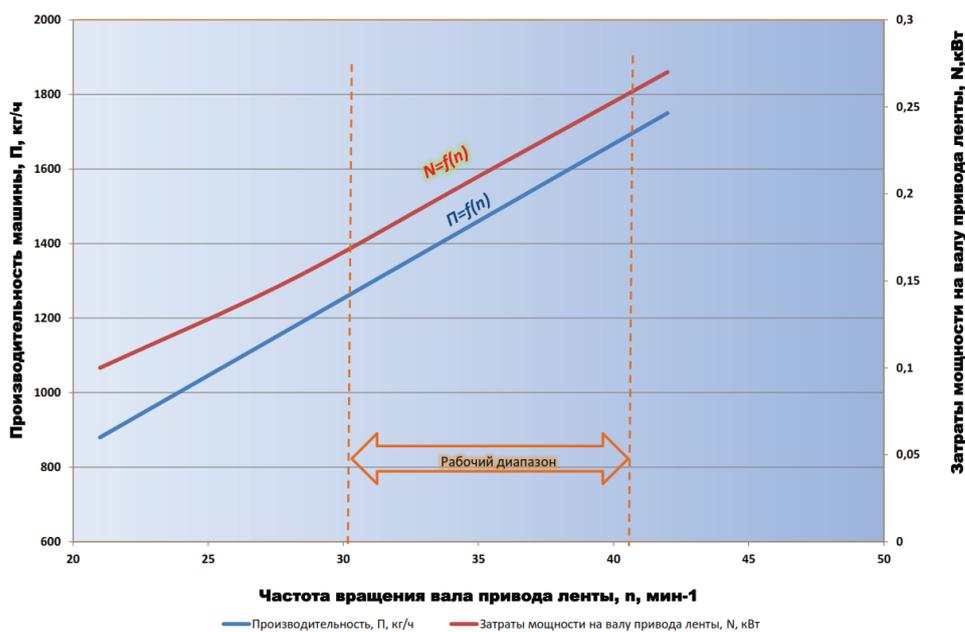


Рис. 7. Характеристика конвейера передающего Ш12-КПД

ЛИТЕРАТУРА

1. Ситников, Е. Д. Практикум по технологическому оборудованию консервного и пищекокцентратного производств / Е. Д. Ситников. — СПб.: ГИОРД, 2004. — 416 с.
2. Ловкис, З. В. Гидравлика: учебное пособие / З.В. Ловкис. — Минск: Беларуская навука, 2012. — 439 с.
3. Практикум по процессам и аппаратам пищевых производств / А. В. Логинов [и др.]. — Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2003. — 336 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 11.11.2016

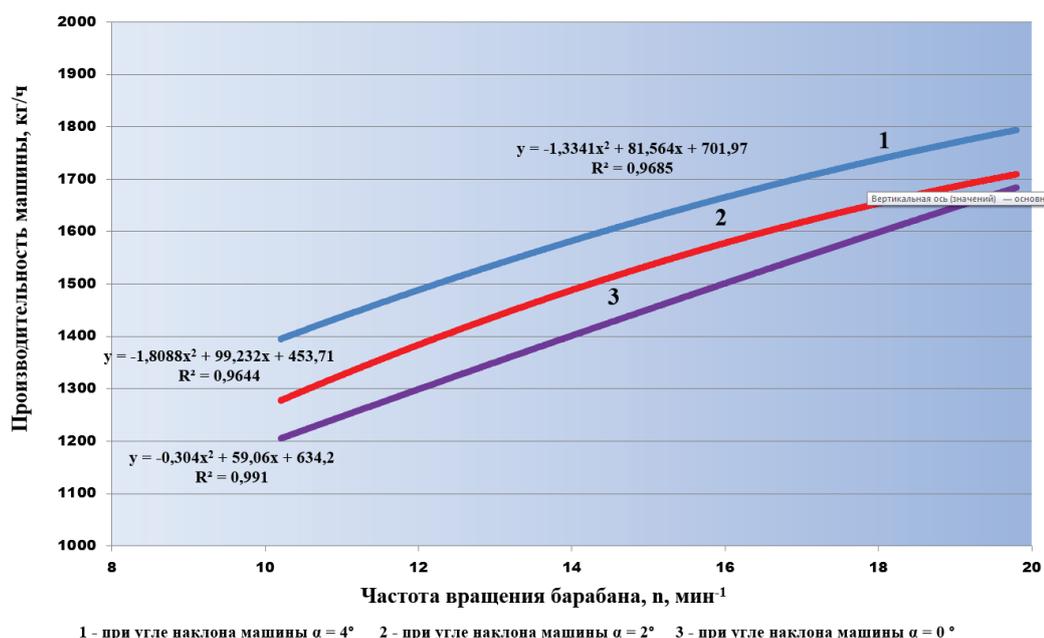


Рис. 8. Характеристика моечной машины Ш12-ММТ

Z. V. Lovkis, D. A. Zaichenko, S. A. Arnaut, A. A. Litvinchuk, A. E. Koshak

MULTIFUNCTION LINE FOR EVACUATING POTATO AND TOPINAMBUR

The results of scientific support tasks 2.6 «To develop technology and build a multifunctional line for evacuating potato and Jerusalem artichoke» Union State program «Innovative development of the potato and Jerusalem artichoke on 2013-2016gody» performed by employees of the department of new technologies and equipment in 2015. The main stages of work, and research results.

УДК 621.867

В статье рассмотрена конструкция роликового конвейера, предназначенного для перемещения картофеля и топинамбура за счет вращения роликов вокруг своей оси и поступательного движения вместе с конвейером. Выполнен силовой расчет, определены силы сопротивления и натяжения на всех участках контура конвейера, проведен расчет потребляемой мощности при заданной производительности технологической линии вакуумирования сырья.

ТЯГОВЫЙ РАСЧЕТ РОЛИКОВОГО КОНВЕЙЕРА ДЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ

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

З. В. Ловкис, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, генеральный директор;

А. А. Садовский, кандидат технических наук, и.о. начальника отдела сертификации, метрологии и систем качества

Высокопроизводительная и эффективная работа современного предприятия пищевой промышленности зависит не только от внедрения организационных и технологических новшеств,

но, в первую очередь, от создания и внедрения в производство различных транспортирующих машин, устройств и механизмов, связывающих в единую транспортную систему как основные, так и вспомогательные производственные операции [1, 2]. Многообразие конструкций транспортирующих машин, а также их основных геометрических и конструктивных параметров обусловлено широким ассортиментом перемещаемых материалов, имеющих различные физико-механические свойства [3]. При учете данного фактора следует принимать во внимание и требования по сохранности перемещаемого материала, надежности работы машины и обеспечения благоприятных условий труда [4].

В рамках мероприятий научно-технической программы Союзного государства «Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура» специалистами Центра была разработана технология и спроектирована линия по переработке и вакуумированию картофеля и топинамбура [5]. Технологическая линия подготовленных сырого картофеля и топинамбура, упакованных под вакуумом, включает следующие операции: накопление сырья в бункере, очистка и мойка клубней картофеля и топинамбура с одновременным удалением камней и других тяжелых и лёгких примесей, ручная доочистка, ополаскивание предварительно очищенных клубней картофеля и топинамбура, обработка растворами пищевых добавок, дозировка и упаковка [5], а также перемещение сырья между этапами с помощью конвейеров, установленных в линии. Для транспортирования на упаковку очищенного картофеля или топинамбура с одновременным удалением лишней влаги перед упаковкой с помощью обдува был разработан роликовый осушитель, представленный на рис. 1.

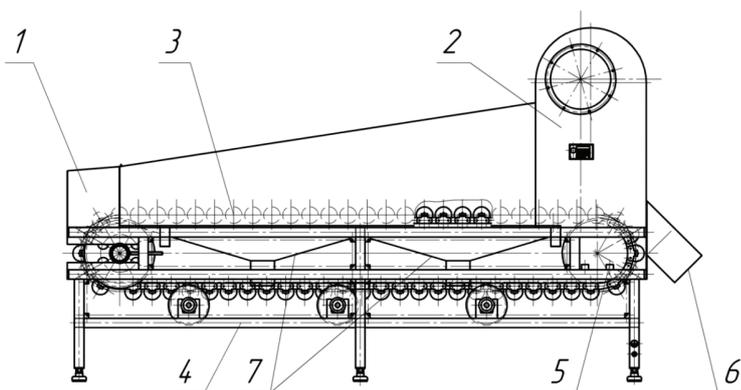


Рис. 1. Общий вид конвейера роликового:

1 – загрузочный лоток; 2 – обдувочное устройство (диффузор, вентилятор); 3 – роликовый транспортер; 4 – рама; 5 – электропривод; 6 – выгрузной лоток; 7 – поддоны; 8 – приводной барабан

Установка работает следующим образом: передвижение сырья по конвейеру осуществляется роликовым транспортером 3, установленным на раме 4, и приводимым в движение приводным барабаном 8 с установленным на валу мотор-редуктором и муфтой 5. Ролики, вращаясь вокруг своей оси и линейно двигаясь, перемещают сырье по направлению к лотку 6 для последующей выгрузки, при этом, клубни картофеля и топинамбура оказываются под воздействием направленного потока воздуха, создаваемого вентилятором обдувочного устройства 2. В конструкции конвейера установлены поддоны 7, расположенные под роликовым транспортером и предназначены для сбора жидкости.

Расчетная производительность конвейера Q_p равна [1]:

$$Q_p = \frac{Q \cdot K_n}{K_B \cdot K_T}, \quad (1)$$

где Q – заданная производительность конвейера, т/ч; K_n – 1,25...2,0 – коэффициент неравномерности загрузки, зависящий от способа и характера загрузки; K_B – 0,8...0,95 – коэффициент использования времени; K_T – 0,96 – коэффициент готовности конвейера.

Ширину конвейера рассчитываем по формуле [1]:

$$B = 1,1 \left(\sqrt{\frac{Q_p}{v \cdot \rho \cdot K_n}} + 0,05 \right), \quad (2)$$

где v — скорость вращения роликов, м/с; ρ — насыпная плотность картофеля, топинамбура ($\rho = 0,6-0,8$), т/м³; K_n — коэффициент типа роlikоопор, выбирается в соответствии с табличными данными ($K_n=158$) [1].

Для производительности конвейера $Q = 0,6$ т/ч ширина конвейера составляет $B_p=550$ мм. Действительная линейная скорость движения роликов равна [6]:

$$v_p = \frac{B^2}{B_p^2} \cdot v. \quad (3)$$

Тяговый расчет конвейера выполнен методом последовательного суммирования сил сопротивления движению ленты по всей длине конвейера. Контур конвейера разделен на отдельные участки по виду сопротивлений, так конвейер имеет четыре контура: прямолинейные (горизонтальные), повороты — отклонения ленты на барабанах, узлы загрузки или разгрузки [1]. Нумерация и расчет начинается от точки сбегания ленты с приводного барабана (точка 1) и продолжается по всему контуру трассы до конечной точки набегания ленты на приводной барабан (точка 4) (рис. 2).

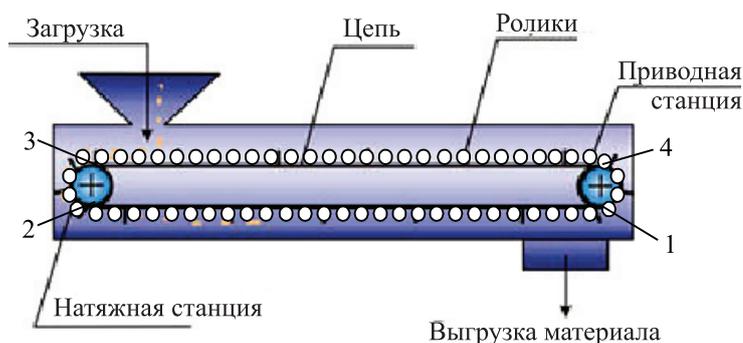


Рис. 2. Схема конвейера с разбивкой на участки с различным сопротивлением

В точке 1 будет минимальное натяжение $F_1 = F_{\min}$. Для цепных конвейеров минимальное натяжение цепи $F_{\min} = 0,5...3$ кН. У горизонтальных конвейеров точка F_{\min} расположена в точке сбегания цепи с приводной звездочки ($F_1 = F_{сб}, F_n = F_{нб}$).

Определим сопротивление движению на различных участках конвейера:

а) Сопротивление движению на прямолинейном участке на грузенной ветви:

$$R_{rp} = (q_r + q_0) L \cdot \omega, \quad (4)$$

где q_s — вес материала (груза), приходящегося на один погонный метр конвейера, Н/м; q_0 — вес одного погонного метра рабочей части конвейера, Н/м; ω — коэффициент сопротивления движению опорных элементов тяговых цепей, $\omega = 0,02...0,045$ для катков на подшипниках качения; $\omega = 0,06...0,13$ для катков на втулках скольжения; L — длина прямолинейного участка конвейера, м.

Коэффициент сопротивления движению опорных элементов тяговых цепей (коэффициент тяги) (ω), принимается в зависимости от конструкции ходовой части и условий работы конвейера [7].

Вес материала на один погонный метр конвейера (т.е. количество груза, приходящееся на один метр длины ленты конвейера) (q_r , Н/м):

$$q_r = \frac{Q \cdot g}{3,6v}. \quad (5)$$

Вес одного погонного метра рабочей части конвейера:

$$q_0 = k_q \cdot q_r, \quad (6)$$

где $k_q = 0,5-0,6$ — эмпирический коэффициент для одноцепных конвейеров; $k_q = 0,6-0,8$ — для двухцепных конвейеров.

б) Сопротивление движению на прямолинейном участке холостой ветви

$$R_x = q_0 L \omega, \quad (7)$$

где L — длина конвейера ($L=2$), м

в) Сопротивление движению ленты на звездочках (барабанах) по натяжному барабану определяют по формуле:

$$R_{зв} = F_{n-1} (k_{ц} - 1), \quad (8)$$

где $k_{ц}$ — коэффициент сопротивления на звездочках; при звездочках на подшипниках качения — 1,03...1,04; при звездочках на подшипниках скольжения — 1,05...1,07 (большие значения относятся к тяжелым условиям работы конвейера).

г) Сопротивление движению ленты по приводному барабану — участок 4-1:

$$R_{нб} = (0,05...0,06)(F_{нб} - F_{сб}), \quad (9)$$

где $F_{нб}$, $F_{сб}$ — натяжение ленты в точках набегания на приводной барабан и сбегания с него, соответственно, F_1 и F_4

Расчет сил сопротивления и натяжения приведены в таблице.

Таблица. Силы сопротивления и натяжения

Сила сопротивления, Н	Натяжение в точках конвейера, Н
$R_{1-2} = R_x = q_0 L \omega,$	$F_1 = F_{\min}$
$R_{2-3} = F_2 (k_{ц} - 1),$	$F_2 = F_1 + R_{1-2}$
$R_{3-4} = R_{тр} = (q_r + q_0) L \cdot \omega,$	$F_3 = F_2 + R_{2-3}$
	$F_4 = F_3 + R_{3-4}$

Определяя и суммируя все действующие на участках ленты конвейера распределенные и сосредоточенные силы сопротивления, находим суммарную силу сопротивления движению (тяговое усилие), равную разности усилий в набегавшей и сбегавшей ветвях на приводной барабан:

$$R_0 = F_n - F_1 = F_{нб} - F_{сб} = \sum R_i, \quad (10)$$

где R_i — сопротивление движению ленты на прямолинейных, горизонтальных участках ленты.

Необходимая мощность (N , кВт) двигателя определяется по выражению [6]:

$$N = \frac{v k_3 R_0}{1000 \cdot \eta}, \quad (11)$$

где k_3 — коэффициент запаса, $k_3=1,1-1,35$; η — КПД привода конвейера; W_0 — тяговое усилие на приводном барабане, Н.

На основании проведенного расчета построена расчетная характеристика конвейера (рис. 3).

Таким образом, для перемещения сырья (картофель, топинамбур) с заданными физико-механическими свойствами ($\rho=0,6-0,8$ т/м³) в линии производительностью ($Q=0,6$ т/ч) проведено обоснование конструкции и силовой расчет конвейера, установлена необходимая мощность двигателя привода конвейера ($N=0,6$ кВт) для указанной производительности.

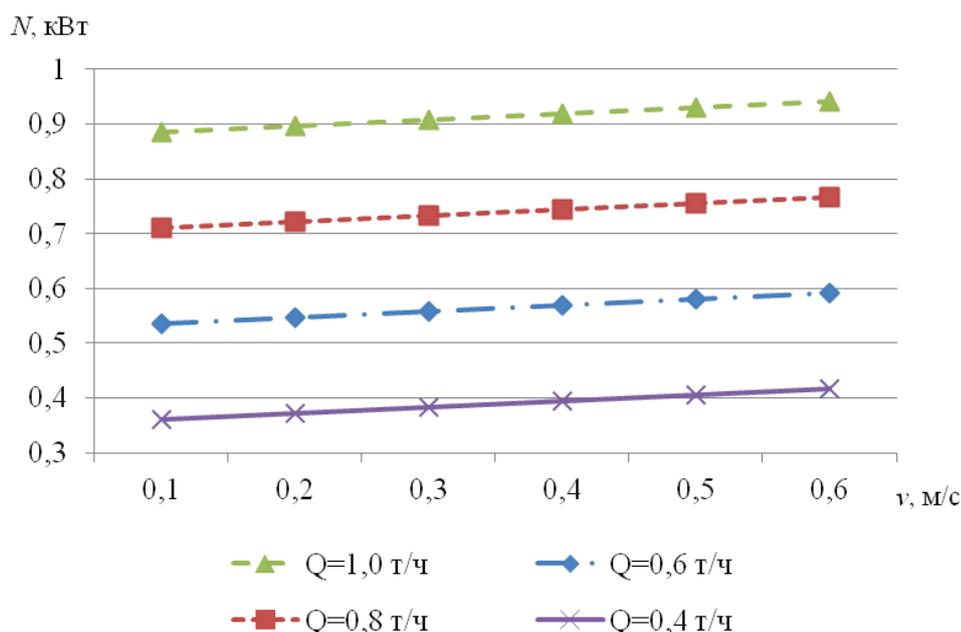


Рис. 3. Расчетная зависимость потребляемой мощности (N) роликового конвейера от скорости движения ленты (v) при различной заданной производительности конвейера (Q)

ЛИТЕРАТУРА

1. Проектирование ленточного конвейера. Методические указания для студентов специальности 190205 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование» / А.В. Тарнопольский [и др.]. — Пенза : ПензГУ, 2009. — 60 с.
2. Лускань, О. А. Определение рациональных параметров инерционного роликового конвейера: дис. ... к-та тех. наук: 05.05.04 / О.А. Лускань; Сар. гос. техн. ун-т. — Саратов, 2004. — 149 л.
3. Байбара, С. Н. Обоснование параметров однозаходного вертикального шнекового конвейера с двухлопастной загрузкой : автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.02.13 / С.Н. Байбара; ЮРГУЭС. — Шахты, 2008. — 22 с.
4. Ромакин, Н. Е. Конструкция и расчет конвейеров: справочник / Н.Е. Ромакин. — Старый Сокол: ТНТ, 2011. — 504 с.
5. Зайченко, Д.А. Линия по вакуумированию картофеля и топинамбура / Д.А. Зайченко, С.А. Арнаут, А.А. Литвинчук // Инновационные технологии в пищевой промышленности: матер. XV Междунар. науч.- практ. конф., (Минск, 5–6 октября 2016 г.) / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»: редкол.: З.В. Ловкис [и др.]. — Минск: ИВЦ Минфина, 2016. — С. 275–278.
6. Мусияченко, Е. В. Расчет и проектирование машин непрерывного транспорта [Электронный ресурс]: учеб. пособие по курсовому проектированию / Е. В. Мусияченко, В. М. Ярлыков, Г. С. Гришко и др. — Красноярск : ИПК СФУ, 2009. — Режим доступа : http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/1582/u_practical.pdf. — Дата доступа: 02.10.2016.
7. Ленточный конвейер. Определение ширины ленты. Определение параметров роликовых опор. Расчёт распределённых масс. Выбор коэффициента и определение местных сил сопротивления. — Электронный ресурс. — Режим доступа: [<http://vunivere.ru/work46129>]. — Дата доступа: 20.09.2015.

Рукопись статьи поступила в редакцию 14.11.2016

Z. V. Lovkis, A. A. Sadouski**TRACTION CALCULATION OF THE ROLLER CONVEYOR FOR ROOT CROPS MOVEMENT**

The roller conveyor construction for potato and sunchoke moving at the expense of rolls rotation around its axis is considered in article. Conveyor power calculation and the power consumption at processing line of specified productivity were carried out, resistance force and tension in all parts of the circuit was determined.

УДК 664.3

Одним из основных направлений развития масложировой промышленности республики Беларусь на ближайшую перспективу является совершенствование технологических процессов путем внедрения прогрессивных способов получения модифицированных жиров. Это позволит повысить производительность отечественных предприятий, улучшить качество и расширить ассортимент изготавливаемой масложировой продукции. Большие возможности для создания жировых композиций, соответствующих современным требованиям безопасности, открывает процесс переэтерификации, получивший широкое распространение во многих развитых странах мира. Данная статья посвящена исследованиям влияния технологических факторов химической переэтерификации на физико-химические и реологические свойства модифицируемых жиров.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПЕРЕЭТЕРИФИКАЦИИ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЖИРОВ

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

***А. В. Пчельникова**, научный сотрудник группы по масложировой отрасли отдела технологий кондитерской и масложировой продукции;*
***В. Н. Бабодей**, начальник отдела технологий кондитерской и масложировой продукции;*
***К. И. Жакова**, кандидат биологических наук, ученый секретарь*

В последнее время активно развивающимся направлением масложировой промышленности является производство маргаринов, спредов, жиров специального назначения с использованием модифицированного жирового сырья. Наиболее прогрессивным методом модификации жиров с целью придания им определенных свойств, является процесс переэтерификации.

Переэтерификация представляет собой реакцию обмена структурных элементов жиров, которая заключается в изменении глицеридного состава масел и жиров путем перераспределения радикалов жирных кислот внутри молекул глицеридов (внутримолекулярная переэтерификация) или между ними (межмолекулярная переэтерификация). Эти изменения в распределении жирных кислот в триглицеридах позволяют изменять триглицеридный состав одного жира или смеси жиров, не изменяя его жирнокислотного состава. При этом в готовом продукте снижается содержание триненасыщенных и тринасыщенных глицеридов и повышается содержание среднеплавких разнокислотных моно- и динасыщенных глицеридов, что оказывает существенное влияние на его физико-химические и реологические свойства.

В зависимости от используемого катализатора выделяют энзимную (ферментативную) и химическую переэтерификацию. Химическая переэтерификация, как и ферментативная,

широко используется производителями специализированных жиров в Европе и СНГ для получения жировых продуктов с низким содержанием транс-изомеров и является безопасным методом модификации масел по всем показателям. При этом для получения пластичных пищевых жиров чаще применяется процесс однофазной переэтерификации смесей твердых и жидких жиров. Однофазная химическая переэтерификация проводится обычно при температуре от 40° С, т.е. в условиях, когда жир находится в полностью расплавленном состоянии. Контроль хода процесса, а также установление конечного момента проводится путем определения температуры плавления. По достижении статистического равновесия системы величина температуры плавления, несмотря на дальнейшее проведение процесса, не подвергается изменению.

С целью расширения ассортимента и повышения качества отечественной масложировой продукции, в лаборатории РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» были проведены исследования по изучению влияния процессов химической переэтерификации на физико-химические и реологические показатели переэтерифицированных жиров.

Известно, что в процессе переэтерификации смесей жиров с различными исходными физическими показателями происходит значительное изменение их свойств, что позволяет проследить динамику данных изменений при различных условиях проведения процесса и выявить общие закономерности. Поэтому в качестве компонентов модельной смеси нами были использованы саломас М5, отличающийся повышенной твердостью, и рапсовое масло — жидкое растительное масло, вносимое для снижения температуры плавления и содержания твердых триглицеридов (ТТГ) в исследуемых смесях. Соотношение ингредиентов в модельной смеси: М5: РМ как 9:1.

Исследование влияния различных дозировок химического катализатора (этилата натрия) на физико-химические показатели переэтерифицированных жиров проводили в соответствии с методикой, изложенной в [1, с.96]. Результаты исследования представлены в табл. 1.

Таблица 1. Изменение свойств переэтерифицированной модельной смеси в зависимости от содержания катализатора

№ образца	Содержание катализатора (в пересчете на натрий), %	T _{пл} , °С	Твердость, г/см	Содержание ТТГ, %, при температуре, °С						
				10	15	20	25	30	35	40
исх.	-	41,5	544	77,11	73,86	66,26	54,78	39,89	22,79	11,37
1	0,2	41,5	493	74,35	70,20	62,04	50,85	35,16	18,87	11,47
2	0,4	39,5	393	68,62	62,67	52,54	40,06	24,03	11,38	3,20
3	0,6	36,9	307	63,55	55,37	44,27	32,19	18,49	9,17	1,57
4	0,8	35,4	264	59,71	51,16	38,19	26,13	14,45	5,88	0,18
5	1,0	35,0	213	53,78	46,17	31,30	18,49	8,86	3,31	-
6	1,2	35,0	213	54,99	46,10	31,95	20,07	9,08	3,95	0,10
7	1,4	34,9	204	55,52	45,21	32,34	21,05	10,24	3,28	0,07

Исследования показали, что переэтерифицированные жировые смеси имеют более низкие значения содержания ТТГ по сравнению с исходной смесью. При этом наиболее значительные изменения по сравнению с исходными жирами наблюдаются в переэтерифицированной смеси, полученной при содержании этилата натрия в количестве 1 % (в пересчете на натрий). Дальнейшее увеличение содержания катализатора, не оказывает заметного влияния на результат эксперимента. Подобные зависимости можно проследить и в отношении изменения температуры плавления и твердости исследуемых образцов (рис. 1).

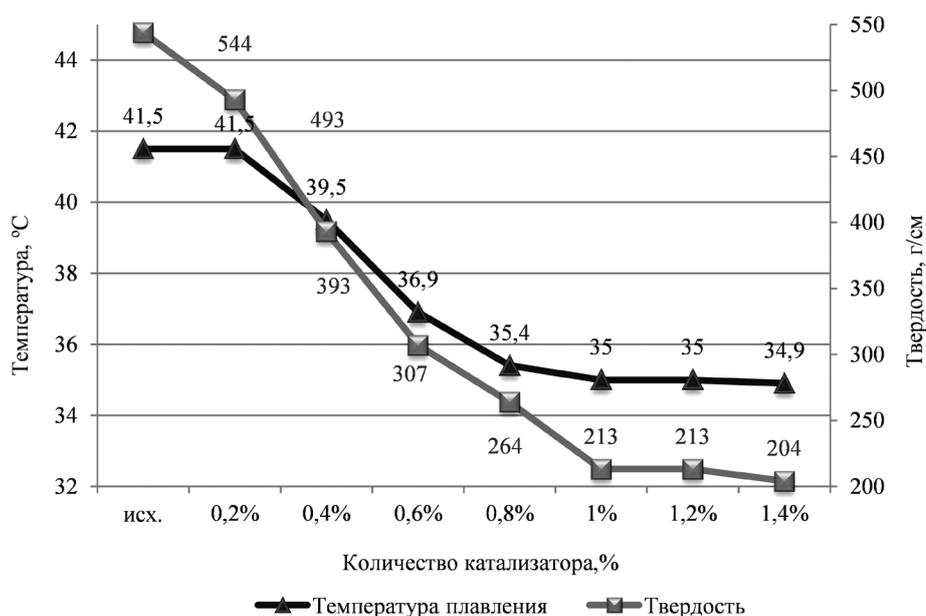


Рис. 1. Зависимость температуры плавления и твердости переэтерифицированной смеси жиров от содержания этилата натрия

Таким образом, для проведения эффективной химической переэтерификации содержание этилата натрия в реакционной смеси должно составлять не менее 1% (в пересчете на натрий).

При выборе оптимальных параметров технологического режима проведения химической переэтерификации следует учитывать влияние каждого из них на эффективность процесса. Основными технологическими параметрами, оказывающими влияние на данный процесс, являются температура и продолжительность реакции. Для изучения влияния продолжительности проведения химической переэтерификации на физико-химические показатели переэтерифицированных жиров в ходе выполнения задания была проведен эксперимент по химической переэтерификации модельных жировых смесей при соблюдении следующих условий: соотношение ингредиентов в модельной смеси: М5:РМ как 9:1, длительность реакций — от 20 мин, содержание катализатора — 1% (в пересчете на натрий).

Результаты эксперимента показали, что наибольшие изменения в содержании ТТГ, температуре плавления и твердости экспериментальных жировых смесей наблюдаются при продолжительности переэтерификации 60 мин.

С целью определения оптимального температурного режима переэтерификации проводился процесс переэтерификации модельных смесей при температурах 40-120 °C, продолжительность реакции — 1 час (табл. 2).

Таблица 2. Изменение свойств переэтерифицированной смеси от температуры переэтерификации

№ образца	Температура переэтерификации, °C	T _{пл} , °C	Твердость, г/см	Содержание ТТГ, %, при температуре, °C						
				10	15	20	25	30	35	40
исх.	-	41,5	544	77,11	73,86	66,26	54,78	39,89	22,79	11,37
1	40	40,7	528	76,55	72,8	64,25	53,12	37,04	20,31	12,05
2	60	39,2	355	67,03	59,78	49,15	36,34	21,42	10,05	2,27
3	80	35,0	210	53,78	46,17	31,30	18,49	8,86	3,31	-
4	100	34,9	210	57,4	46,28	33,17	21,12	10,66	4,02	-
5	120	35,0	211	55,65	46,24	33,03	18,98	9,05	3,76	-

Из приведенных данных следует, что повышение температуры до определенных пределов повышает эффективность переэтерификации. Однако скорость каталитических реакций имеет свой температурный оптимум (80°C) (рис. 2, 3).

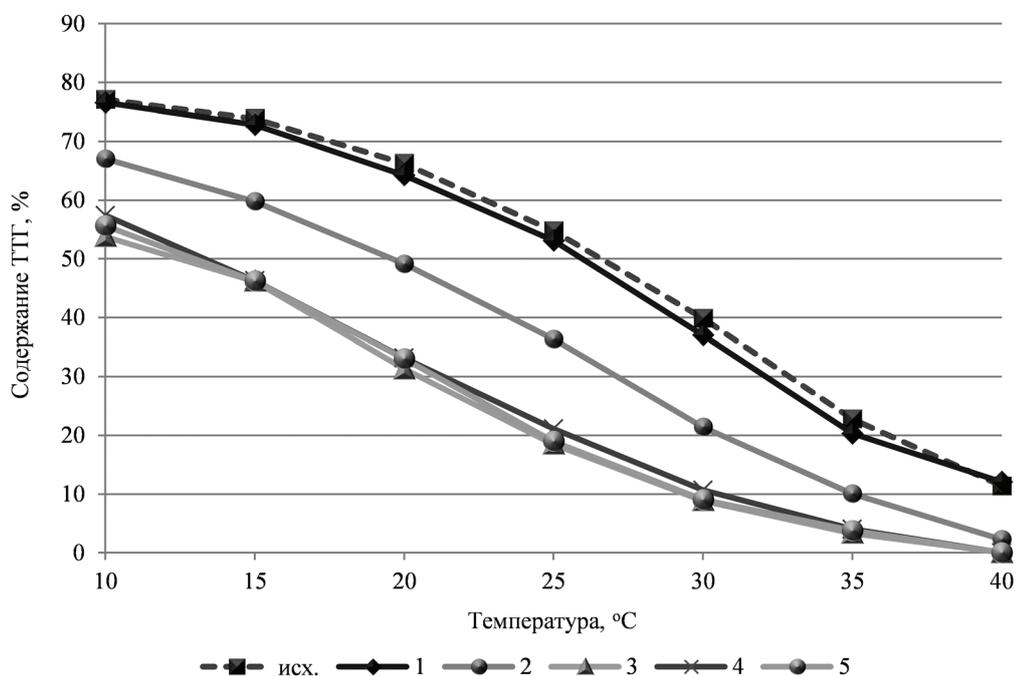


Рис. 2. Зависимость содержания ТГ модельных смесей жиров от температуры переэтерификации

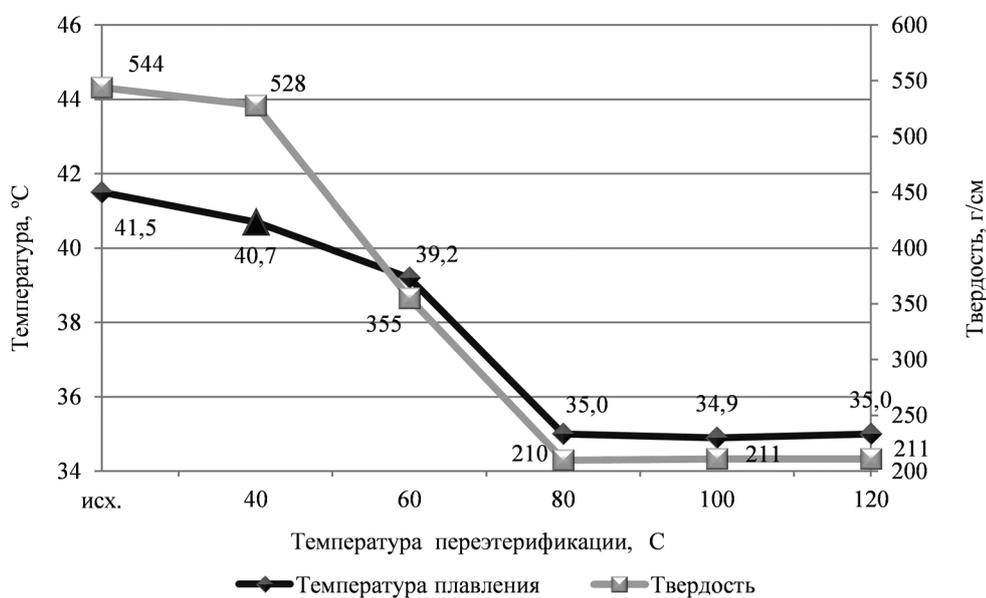


Рис. 3. Зависимость температуры плавления и твердости модельных смесей жиров от температуры переэтерификации

Данное явление связано с накоплением в смеси свободных жирных кислот и перекисей, которые стехиометрически связывают щелочной катализатор, уменьшая его активность. В связи с этим была изучена динамика гидролитических процессов в переэтерифицированных жирах.

Как видно из данных, представленных на рис. 4, кислотное число исходной смеси составляет 0,27 мг КОН/г, перекисное — 1,25 ммоль [1/2 O]/кг. При увеличении температуры реакции в ходе переэтерификации происходит постепенное увеличение данных показателей, что особенно выражено в отношении кислотного числа.

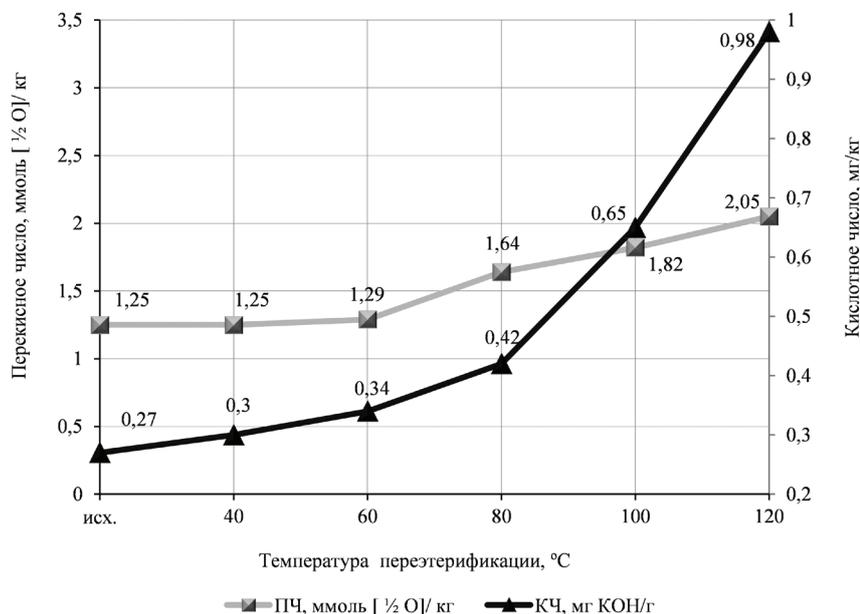


Рис. 4. Динамика изменения кислотного и перекисного числа в зависимости от температуры переэтерификации

Высокие кислотные числа переэтерифицированных жиров обусловлены как остаточной влажностью исходных смесей жиров (до 0,1%), используемых для переэтерификации, так и присутствием в смеси жидкого растительного масла, содержащего, как известно, большое количество ненасыщенных жирных кислот. Поэтому процесс однофазной переэтерификации в промышленных условиях должен проводиться в присутствии инертного газа, например азота, электролитического водорода — в процессах, катализируемых щелочами, или углекислого газа — в процессах, катализируемых металлом.

Традиционным способом получения жировых основ маргариновой продукции является смешение твердых натуральных или гидроированных жиров с жидкими растительными маслами. В качестве компонентов жировых основ чаще всего используют следующие виды жирового сырья:

- ♦ животные жиры (свиной, говяжий жир);
- ♦ гидроированные жиры (саломасы различных марок);
- ♦ тропические масла и их фракции (пальмовое, кокосовое, пальмоядровое, пальмовый стеарин, пальмоядровый стеарин, пальмовый олеин);
- ♦ жидкие растительные масла.

В настоящее время основными твердыми жирами для отечественной маргариновой продукции вследствие своей повышенной твердости, крутой кривой плавления являются гидроированные растительные масла. Высокая твердость пищевых саломасов (до 800 г/см) позволяет их смешивать с относительно большим количеством жидкого растительного масла и тем самым компенсировать снижение биологической ценности саломаса, вызванное селективным насыщением ненасыщенных жирных кислот (в частности линолевой). Как правило, смеси пищевого саломаса и жидкого растительного масла отличаются достаточной твердостью для формирования брускового маргарина, однако отличаются высоким содержанием транс-изомеров (более 20%). Кроме того, данные жировые основы характеризуются высоким содержанием твердых триглицеридов в интервале температур 10–30°С, что вызывает крошливость

разработанных на их основе маргаринов при 10°С и их повышенную твердость в области более высоких температур.

Для исследования динамики изменения свойств конечного продукта в зависимости от исходного жирового набора, в ходе выполнения работы нами была проведена однофазная переэтерификация жировых смесей различного состава. Условия процесса переэтерификации: температура — 80°С, содержание катализатора — 1% (в пересчете на натрий), продолжительность — 60 мин.

В результате исследований установлено, что вне зависимости от вида масла введение жидких растительных масел оказывает одинаковое воздействие на содержание ТТГ и температуру плавления, что выразилось в снижении содержания ТТГ и температуры плавления переэтерифицированных жиров по сравнению с исходными. Подобная картина отмечается также при исследовании бинарных смесей на основе саломаса М5 и таких жиров как пальмовое масло, свиной жир, а также смесях с введением кокосового и пальмоядрового масла.

Данное явление связано с тем, что в процессе переэтерификации происходит лишь внутри- и межмолекулярное перераспределение жирных кислот с образованием смешанных триглицеридов, не сопровождаемое количественным и качественным изменением их состава. Миграция жирных кислот носит вероятностный характер и при температуре полного расплавления смеси триглицеридов завершается статистическим перераспределением жирных кислот. Взаимная растворимость триглицеридов при данной температуре возрастает и образуется более однородный жир с мелкокристаллической структурой твердой фазы, который в большинстве случаев не расслаивается и имеет улучшенные технологические показатели, в частности пластичность.

Таким образом, глицеридный состав, а, следовательно, и физические показатели статистически переэтерифицированных жировых смесей однозначно определяется лишь количеством насыщенных и ненасыщенных жирных кислот в смеси, т.е. не зависит от исходного глицеридного состава жирового сырья, взятого для переэтерификации. Следовательно, для увеличения содержания смешанных триглицеридов наиболее целесообразно переэтерифицировать жиры в соотношении, соответствующем отношению насыщенных жирных кислот к ненасыщенным жирным кислотам, близком 1:1.

В табл. 3 представлены физические показатели переэтерифицированных смесей, полученных из исходных жиров различного глицеридного состава, но имеющих одинаковое суммарное содержание насыщенных и ненасыщенных жирных кислот (табл. 4). Характеристики данных переэтерифицированных жиров практически совпадают.

Таблица 3. Физические показатели переэтерифицированных смесей с одинаковым соотношением насыщенных и ненасыщенных жирных кислот

№ образца	T _{пл} , °С	Содержание ТТГ, %, при температуре, °С						
		10	15	20	25	30	35	40
1	32,0	78,17	73,32	62,90	40,27	8,87	1,69	-
1г	32,0	78,42	72,94	62,85	41,5	9,14	0,32	-
2	41,5	87,6	82,01	72,58	60,68	42,59	24,58	9,34
2г	41,3	87,29	82,38	73,29	61,32	43,61	25,85	9,82
3	27,0	31,72	23,97	16,20	8,44	3,48	1,55	-
3г	27,0	31,65	23,85	16,34	8,65	3,67	1,73	-
4	40,5	40,49	46,26	39,45	27,29	17,77	11,13	5,23
4г	40,4	39,11	44,89	39,17	27,69	17,64	11,04	5,44
5	32,9	80,46	75,98	67,59	48,35	13,28	0,96	-
5г	32,7	80,22	76,20	68,03	48,26	11,80	0,32	-
6	39,3	77,77	69,82	59,45	46,75	31,59	17,55	6,97
6г	39,4	80,55	71,28	59,79	45,61	30,54	16,46	5,79

Таблица 4. Состав переэтерифицированных смесей с одинаковым соотношением насыщенных и ненасыщенных жирных кислот

Состав смеси, %	№ образца											
	1	1г	2	2г	3	3г	4	4г	5	5г	6	6г
М5			90	80							80	80
М1					80	80						
ПМ		20		20			40					
ПС	10								10			
ПО	10		10					20	10			
ПЯМ										40		20
ПЯС	70	80							80	60		
КМ											20	
СЖ	10											
ГЖ							60	80				
РМ					20							
РсМ						20						
Содержание жирных кислот, %												
<i>насыщенных</i>	81,7	82,6	35,4	37,1	17,9	17,3	52,3	53,1	85,6	86,3	44,5	43,3
<i>ненасыщенных</i>	18,0	17,1	53,0	52,6	77,7	77,2	44,6	43,9	14,2	13,8	45,7	46,4

Кроме того, необходимо отметить и тот факт, что определение содержания ТТГ позволяет количественно оценить консистенцию жирового продукта и найти область пластической деформации (диапазон пластичности) — температурный интервал, считающийся оптимальным для смешивания жирового продукта с другими ингредиентами. Содержание ТТГ при этом должно составлять от 15 до 25 % (рис. 6).

Исследования переэтерифицированных смесей различного состава показало, что наиболее пластичными являются жировые основы, в состав которых наряду с тугоплавкими жирами (говяжий жир, пальмовый саломас) входят жидкие жиры, а также жиры содержащие повышенное количество среднеплавких глицеридов с температурой плавления 20 — 30 °С. Такие основы можно получить путем добавления в жировую смесь жиров с большим содержанием низкомолекулярных жирных кислот, например кокосового или пальмоядрового масла.

Так диапазон пластичности смесей на основе саломаса М5 и рапсового (подсолнечного) масла в количестве 20% составляет примерно 5 °С в температурном интервале от 21,7 до 26,7 °С. Для смеси на основе кокосового масла и говяжьего жира (20% от состава смеси) диапазон пластичности (2,0–2,5 °С) находится в интервале от 20 до 22,5 °С, на основе кокосового масла и пальмового стеарина — в интервале от 22,5 до 24,5 °С. Смеси на основе пальмоядрового масла (80% от состава смеси) и говяжьего жира (пальмового стеарина) имеют диапазон пластичности 2,0 (3,0) °С в интервале 22,5–24,5 (24,5– 27,5) °С.

Таким образом, в результате проведенной работы изучено влияние различных дозировок химического катализатора на физико-химические показатели переэтерифицированных жиров, определено оптимальное содержание катализатора (1% в пересчете на натрий).

Исследовано влияние различных технологических режимов проведения химической переэтерификации на физико-химические показатели переэтерифицированных жиров, определены оптимальные технологические режимы процесса переэтерификации: температура реакции — 80 °С, продолжительность реакции — 60 мин.

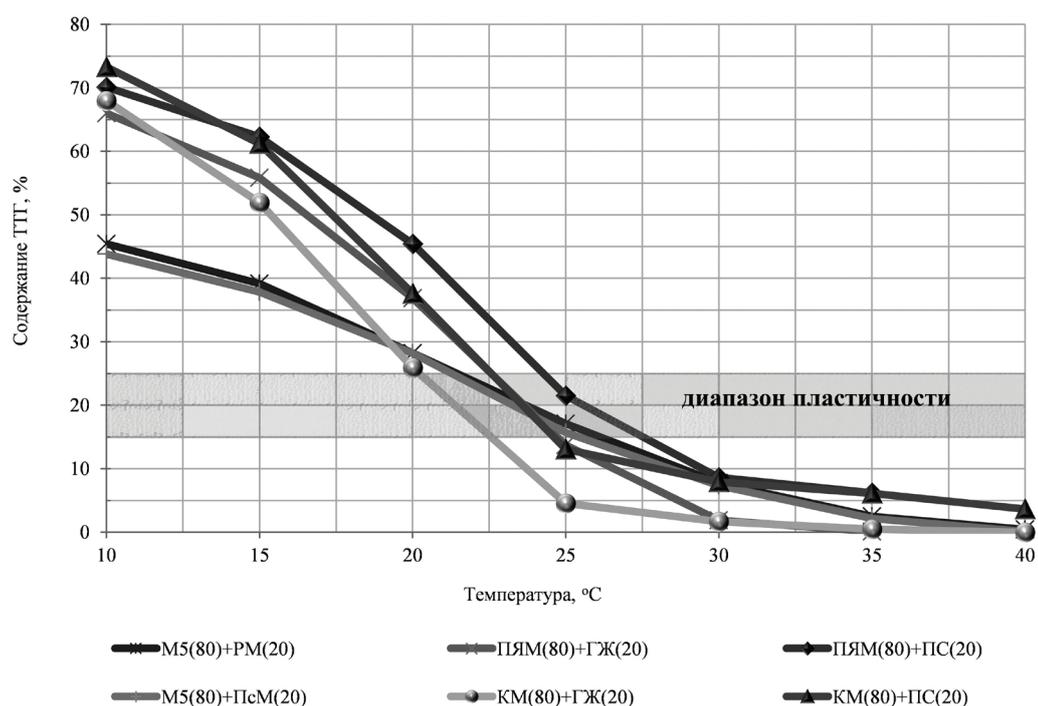


Рис. 6. Кривые плавления наиболее пластичных модельных смесей

Изучена динамика гидролитических процессов в переэтерифицированных жирах. Установлено, что при увеличении температуры реакции в ходе переэтерификации происходит постепенное увеличение кислотного и перекисного числа, что обусловлено присутствием в смесях ненасыщенных жирных кислот и остаточной влажностью исходных жиров, поэтому процесс однофазной переэтерификации в промышленных условиях должен проводиться в присутствии инертного газа.

Исследовано влияние количественного соотношения жирового сырья на качественные показатели переэтерифицированных жиров. Установлено, что глицеридный состав статистически переэтерифицированных жиров однозначно определяется лишь количеством насыщенных и ненасыщенных жирных кислот в смеси, т.е. не зависит от исходного глицеридного состава жирового сырья, взятого для переэтерификации. Статистическая химическая переэтерификация таких смесей приводит к снижению содержания жидких (низкоплавких) и высокоплавких компонентов и повышению количества среднеплавких смешанных глицеридов, что приводит к снижению температуры плавления смеси. Для увеличения содержания смешанных глицеридов наиболее целесообразно переэтерифицировать жиры в соотношении, соответствующем отношению насыщенных жирных кислот к ненасыщенным жирным кислотам, близком 1:1.

Наиболее пластичными показали себя жировые основы, в состав которых наряду с тугоплавкими жирами входят жидкие жиры, а также жиры содержащие повышенное количество среднеплавких глицеридов с температурой плавления (20 — 30°C).

ЛИТЕРАТУРА

1. Арутюнян, Н.С. Лабораторный практикум по технологии переработки жиров / Н.С.Арутюнян [и др.]. — М.: Агропромиздат, 1991. — 160 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 11.10.2016

A.V. Pchelnikova, V.N. Babodey, K.I. Zhakova

STUDY OF INFLUENCE CHEMICAL TRANSESTERIFICATION ON QUALITY INDICATORS FATS

One of the main directions of development of fat-and-oil industry of the Republic of Belarus for the near future is improvement of technological processes by the introduction of progressive methods of producing modified fats. This will improve the performance of domestic enterprises, improve the quality and expand the range of the produced oil products. An excellent opportunity to create fat compositions relevant current safety requirements, opens the transesterification process that is widespread in many developed countries of the world. This article is devoted to the research of the influence of technological factors of chemical transesterification on physicochemical and rheological properties of modified fats.

УДК 637.142.2:621.7.044.4

Статья посвящена проблеме первичной переработки сыворотки молочной и перспективам ее обработки электрическими разрядами. Экспериментальными исследованиями, методами математического и статистического анализа, подтверждена целесообразность использования электрических разрядов в технологии первичной обработки сыворотки молочной. Подтверждено положительное влияние электрогидравлического эффекта на микробиологические показатели обрабатываемой сыворотки. Предложена технологическая схема первичной обработки молочной сыворотки с использованием электрогидравлического способа.

НОВЫЙ ПОДХОД К ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКЕ МОЛОЧНОЙ 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, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии мяса и мясных продуктов;

Н. В. Рябокони, кандидат технических наук, ассистент кафедры теоретической механики и ресурсосберегающих технологий;

Д. В. Рындюк, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической механики и ресурсосберегающих технологий

На предприятиях с небольшими объемами производства преимущественной сферой использования сыворотки является возврат сельскохозяйственным товаропроизводителям на откорм скота. Как известно, молочная сыворотка благодаря содержанию полноценных белков животного происхождения — незаменимый продукт питания молодняка крупного рогатого скота и свиней. Так, по питательности 14 кг сладкой или 17 кг кислой сыворотки эквивалентны 1 кг ячменя (12,5 МДж обменной энергии и 11 % сырого протеина), однако качество протеина сыворотки вследствие значительного содержания незаменимых аминокислот значительно выше, чем у ячменя [1]. Поэтому максимальное сохранение белковой составляющей молочной сыворотки является актуальным.

Транспортировка и хранение натуральной сыворотки без предварительной обработки неизбежно сопровождается потерями белка вследствие осаждения частиц казеиновой пыли. Пос-

ледние, в свою очередь, затрудняют процесс теплообмена при нагревании свыше 65 °С. При этом на поверхностях теплообменных аппаратов интенсивно выделяется белок, который образует трудно устранимый пригар, что не только приводит к уменьшению количества ценного компонента, но и снижает эффективность пастеризации, усложняет мойку оборудования.

Устранить нежелательную денатурацию сывороточных белков и их агрегирование с казеиновой пылью возможно при использовании мягких режимов (термизации) [2], но это не предотвратит их нежелательное осаждение.

Поэтому интерес представляют исследования, направленные на поиск новых способов обработки молочной сыворотки, позволяющих сохранить в сырье все ценные компоненты, гарантировать при этом седиментационную устойчивость системы и достаточную микробиологическую чистоту.

Способность системы противостоять оседанию частиц характеризуется седиментационной устойчивостью. Она обеспечивается различными факторами, в зависимости от которых различают кинетическую седиментационную устойчивость (КСУ) и термодинамическую седиментационную устойчивость (ТСУ) [3,4].

Кинетическая седиментационная устойчивость (КСУ) (форм.1) характерна для дисперсных систем с относительно крупными частицами и ее мерой является величина обратная константе седиментации ($S_{\text{сед}}$), которая, в свою очередь, определяется скоростью седиментации (u) (форм.2):

$$КСУ = \frac{1}{S_{\text{сед}}} = \frac{9\eta}{2r^2(p-p_0)} \quad (1)$$

$$u = \frac{2g(p-p_0)r^2}{9\eta} \quad (2)$$

где g — ускорение свободного падения; p, p_0 — плотность дисперсной фазы и дисперсной среды соответственно; r — радиус частиц; η — вязкость среды.

Для частиц размером менее чем 0,1 мкм во внимание принимают также тепловое движение и диффузию. При этом, во время осаждения частиц концентрация изменяется по высоте столба — в верхних слоях уменьшается, а в нижних — увеличивается. Для таких систем характерна термодинамическая седиментационная устойчивость, непосредственно связанная с седиментационно-диффузионным равновесием (форм.3).

$$ТСУ = \frac{k_B T}{vg(p-p_0)} \quad (3)$$

где v — объём частиц, $v = \pi r^3 / 3$ T — температура, k_B — константа.

В натуральной сыворотке размер частиц сывороточных белков находится в диапазоне до 50 нм, коагулированных частиц казеиновой пыли — до 2 — 2,5 мкм [1], поэтому для данной системы, в первую очередь, следует учитывать кинетическую седиментационную устойчивость.

Как видно из формулы 1, КСУ будет выше для частиц меньшего размера.

Поэтому приемлемым решением проблемы нежелательного осаждения крупных частиц казеиновой пыли и остатков творожных зерен видится их диспергирование.

Большинство способов, основанных на различных механических и физических эффектах (раскалывание, растирание, раздавливание частиц, сверхскоростное прохождение жидкости через узкий зазор «седло-клапан», адиабатное кипение в вакууме, дисковое распыление, гидродинамическая кавитация, ударные, импульсные, ультразвуковые возмущения среды и другие) обеспечивают измельчение частиц до среднего диаметра 1...2 мкм и более.

Указанная степень диспергирования не соответствует нашей цели, поскольку размер коагулированных частиц казеиновой пыли, остающихся в сыворотке после сквашивания или осаждения основного продукта и способных образовывать нежелательный осадок, достигает 2...2,5 мкм [1].

Перспективными в данном направлении являются электрофизические методы, способствующие не только диспергированию, но и снижению количества общей микрофлоры [5, 6]. Особый интерес вызывает высоковольтный импульсный разряд в жидкости, следствием действия которого является электрогидравлический эффект. Суть данного способа обработки заключается в осуществлении внутри объёма жидкости специально сформированного импульсного электрического разряда, способствующего образованию высоких гидравлических давлений и вызывающего комплекс физических и химических явлений, среди которых ударные волны; линейные перемещения жидкости со сверхскоростями; импульсная кавитация; полидисперсное ультразвуковое излучение; действие плазмы канала искры, сопровождающееся инфракрасным, ультрафиолетовым излучением; импульсные электромагнитные поля и прочие [7, 8].

Сведений о влиянии данного электрофизического метода на состав и свойства молочной сыворотки, а также перспективы его реализации с целью диспергирования коагулированных частиц казеинового пыли и снижения уровня бактериальной загрязненности недостаточно.

В связи изложенным, усовершенствование первичной обработки молочной сыворотки за счет использования электрогидравлического эффекта является актуальным и перспективным научным направлением.

Объекты и методы исследований. Экспериментальные исследования выполнены в Проблемной научно-исследовательской лаборатории Национального университета пищевых технологий (г. Киев, Украина).

Объектом исследований выступала молочная сыворотка с массовой долей белка 1,0 ... 1,5 %, полученная при производстве творога нежирного.

Обработку молочной сыворотки электрическими разрядами осуществляли на экспериментальном технологическом комплексе, состоящем из генератора импульсных токов ГИТ 50-5Ч1/4С УХЛ4, разрядной камеры, измерительных и вспомогательных приборов [6].

Параметры разрядного контура и обрабатываемой среды были следующими:

- ♦ напряжение — 30–45 кВ с шагом 5;
- ♦ количество разрядных импульсов 5–25 с шагом 5;
- ♦ энергия в канале разряда — 4,5–5,5 кДж;
- ♦ объем разрядной камеры — 2700–3000 см³;
- ♦ температура обрабатываемой среды — (6±2) °С, (20±2) °С и (30±2) °С.

Статистическое распределение размеров частиц молочной сыворотки и электрокинетический потенциал (ζ -potential) исследовали методом динамического светорассеяния на анализаторе *Malvern Zetasizer Nano ZS* (*Malvern Instruments Ltd.*, Великобритания) с углом детектирования 173°, гелий-неоновым лазером He-Ne мощностью 4 мВт с длиной волны 633 нм. Все измерения в данном исследовании осуществлялись при температуре 25 °С. Для контроля повторяемости результатов для каждого образца было выполнено не менее трех измерений. Распределение по размерам в единицах интенсивности были получены из анализа корреляционных функций с использованием алгоритма *General purpose* программного обеспечения анализатора *Zetasizer Software 6.20*.

Микробиологические показатели исходной и обработанной сыворотки определяли стандартными методами посевом на питательной среде.

Проводили многофакторный эксперимент с последующим статистической обработкой результатов и созданием соответствующих математических зависимостей среднего гидродинамического диаметра и индекса полидисперсности от напряжения и количества электрических разрядов. Математические зависимости представляли в таком общем виде:

$$D = f(U, n) \text{ и } \text{ИП} = f(U, n), \quad (4)$$

где D – средний гидродинамический диаметр, ИП – индекс полидисперсности, U – напряжение, n – количество разрядов.

Результаты и их обсуждение. Целесообразность применения предлагаемого способа в технологии первичной обработки молочной сыворотки обосновывали на основании экспериментальных исследований размеров частиц до и после обработки, седиментационной устойчивости системы, микробиологических показателей творожной сыворотки и ее хранимоспособности.

Изучая динамику преобразований дисперсной фазы сыворотки вследствие диспергирования рассмотренным способом, установили зависимость размера частиц от параметров обработки, а именно: напряжения и количества разрядов.

В многих реальных системах, и молочная сыворотка не исключение, форма частиц отличается от сферической, поэтому для таких частиц вводится понятие средний гидродинамический радиус (диаметр).

Отмечено, что при напряжении 30 и 35 кВ и количестве разрядов 5 ... 15 диспергирование частиц было несущественным. Средний размер частиц уменьшался только на 22 ... 30%. С увеличением напряжения и количества разрядов отмечено смещение пиков на кривых распределения в сторону частиц размером до 500 ... 1000 нм и снижение среднего гидродинамического диаметра. Лучшие результаты при электрогидравлической обработке (ЭГО) сыворотки творожной были достигнуты при напряжении 45 кВ и количестве разрядов 25. Кривые распределения размеров частиц исходной сыворотки и сыворотки после ЭГО при указанных параметрах приведены на рис. 1 (а, б).

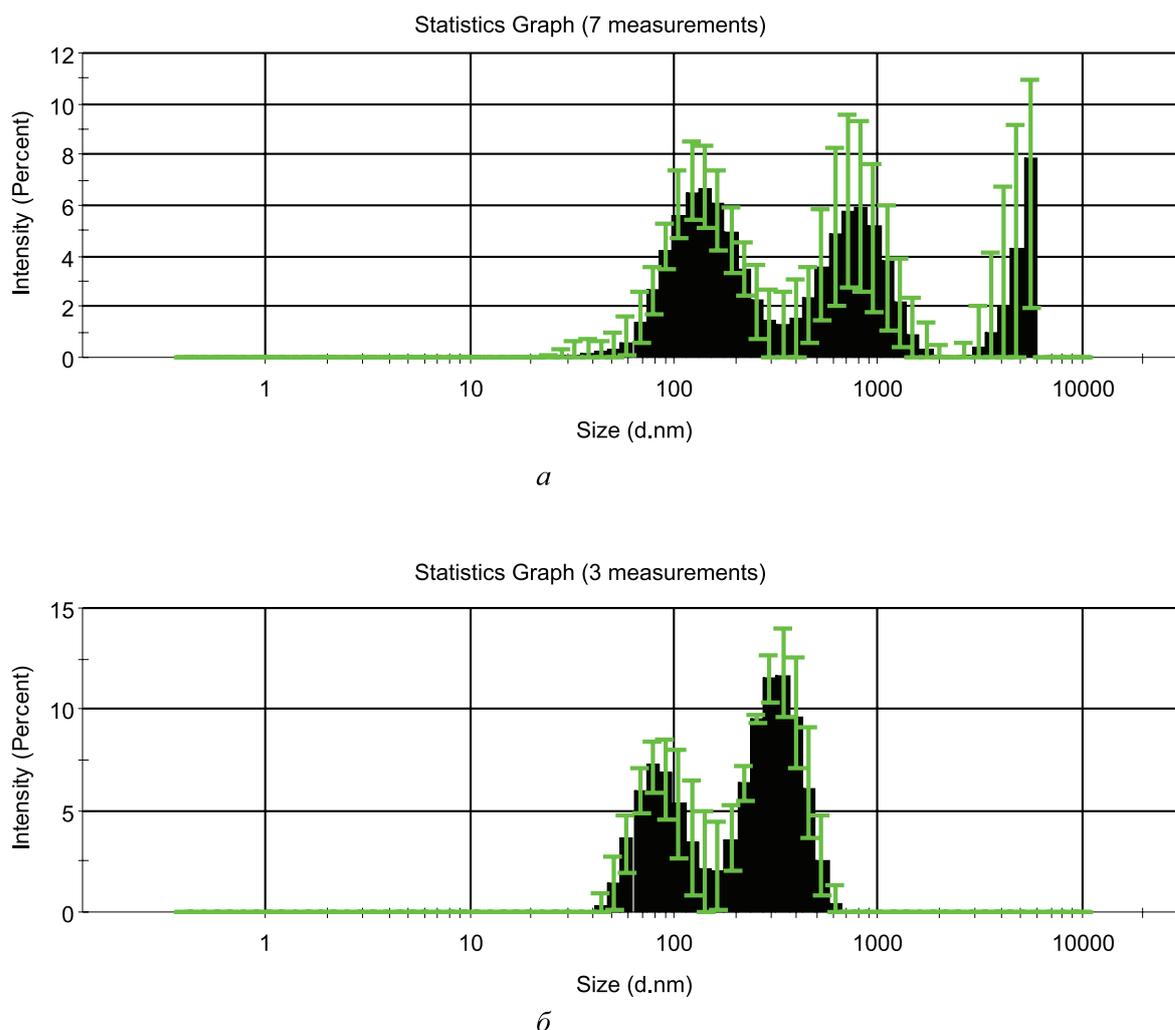


Рис. 1. Распределение по размерам частиц молочной сыворотки до (а) и после ЭГО при напряжении 45 кВ и количестве разрядов 25 (б).

Отмечено, что в исходной сыворотке размер частиц находился преимущественно в диапазоне свыше 500 нм, их объем составлял 89 %. Средний гидродинамический диаметр частиц — $(1697,5 \pm 82,38)$ нм, индекс полидисперсности — 1,0.

Обнаружено, что после обработки средний гидродинамический диаметр уменьшился с $(1697,5 \pm 82,38)$ нм до $(221,34 \pm 10,3)$ нм при максимальном напряжении и количестве разрядов. Индекс полидисперсности при этом снижался с 1,0 до 0,35 ... 0,40, что характеризует систему как приближенную к монодисперсной. Частицы с размером более 500 нм практически отсутствовали.

В результате статистической обработки результатов проведенных экспериментальных исследований получены уравнения регрессии, описывающие влияние параметров ЭГО на характеристики степени дисперсности системы — средний гидродинамический диаметр и индекс полидисперсности. Графическое отображение полученных уравнений имеет вид поверхностей отклика (рис. 2).

Математическая и статистическая обработка данных (табл. 1) подтвердила существенное влияние напряжения U и количества разрядов n на степень дисперсности частиц и позволило установить рациональные параметры электрогидравлической обработки: напряжение 45 кВ и количество разрядов 25.

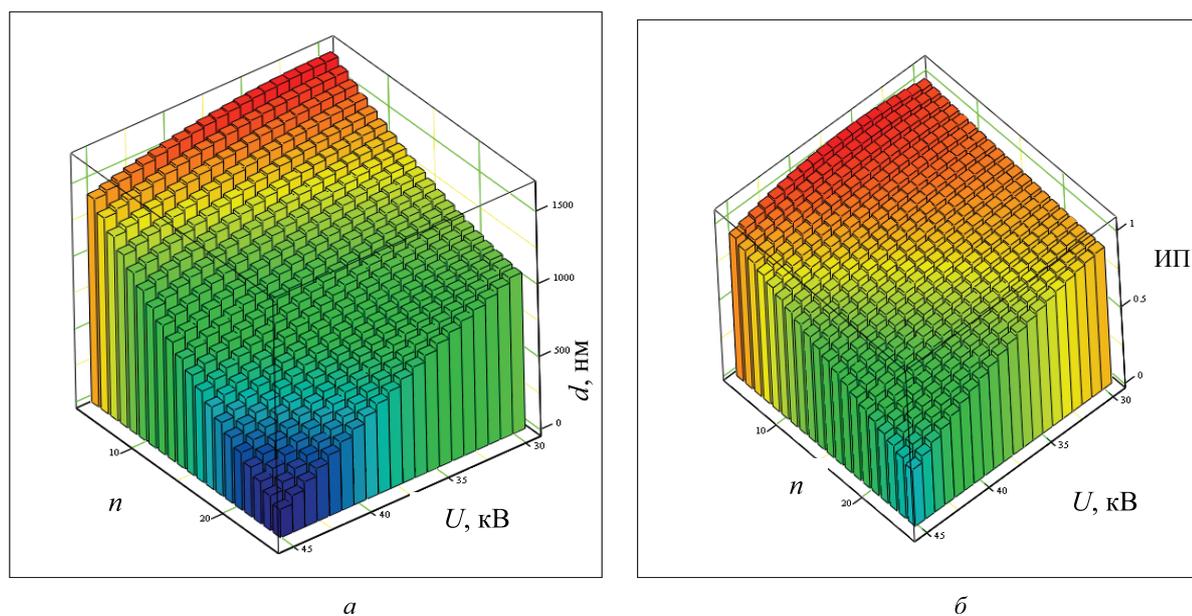


Рис. 2. Поверхности влияния напряжения и количества разрядов ЭГО на средний гидродинамический диаметр частиц молочной сыворотки (а) и индекс полидисперсности (б).

Таблица 1. Результаты статистической обработки результатов экспериментов

Управляемый показатель	Уравнение регрессии
Средний гидродинамический диаметр	$D(U,n) = 71.4116 \cdot U - 2.167 \cdot U \cdot n - 1.01036 \cdot U^2 + 0.8817 \cdot n^2 + 9.283 \cdot n + 681.1$
Индекс полидисперсности	$ИП(U,n) = 0.1092 \cdot U - 0.00149 \cdot U \cdot n - 0.0014 \cdot U^2 + 0.000068 \cdot n^2 + 0.03685 \cdot n - 0.947$

Для оценки седиментационной устойчивости частиц сыворотки до и после обработки определяли скорость оседания частиц и КСУ (формула 1 и 2), а также объем осадка, отделившегося в результате принудительного осаждения в гравитационном поле. Установлено, что в результате уменьшения размера белковых частиц вследствие ЭГО, скорость их оседания замедлялась в разы, кинетическая седиментационная устойчивость повышалась. Объем осадка в обработанной сыворотке уменьшался с 0,9 ... 1,1 до 0,1 ... 0,2 см³ при напряжении 45 кВ и количестве разрядов 25. В обработанной сыворотке видимый осадок белка отсутствовал в течение трех суток хранения в отличие от исходной сыворотки, где осаждение белковых частиц наблюдалось уже с первых часов хранения.

В пользу стабилизации системы и замедления процесса осаждения частиц сыворотки после электрогидравлической обработки свидетельствуют результаты определения электрокинетического потенциала. Так, при напряжении 45 кВ по мере увеличения количества разрядов абсолютное значение ζ -потенциала частиц обработанной сыворотки увеличивалось с $(-0,06 \pm 0,002)$ до $(-4,02 \pm 0,26)$ мВ, что свидетельствует о повышении седиментационной устойчивости обработанной молочной сыворотки.

Экспериментально подтверждено, что электрогидравлическая обработка обладает определенным инактивирующим действием на микроорганизмы. Причем на снижение популяции микроорганизмов оказывали влияние, как мощность воздействия, так и количество электрических разрядов. Так, после обработки при напряжении 30...40 кВ и количестве разрядов 5...10 наблюдалась частичная инактивация микроорганизмов — их количество уменьшилось в среднем на 8...28 % по сравнению с сывороткой творожной необработанной (контроль). Тогда как обработка электрическими разрядами с напряжением 45 кВ и количеством разрядов 15... 25 обеспечивала наиболее эффективную инактивацию микроорганизмов творожной сыворотки (табл. 2). При этом первичная бактериальная обсемененность (МАФАНМ) молочной сыворотки снижалась на один-два порядка: $n \cdot 10^5 \rightarrow n \cdot 10^4 \rightarrow n \cdot 10^3$ КОЕ/г, при n от 1 до 9.

Дальнейшее увеличение напряжения до 50 кВ не приводило к ожидаемому увеличению степени инактивации микроорганизмов, а напротив, наблюдалось снижение бактерицидного эффекта электроискровой обработки.

Таблица 2. Показатели молочной сыворотки при электрогидравлической обработке

Режимы обработки			Количество микробных клеток	
Продукт	Напряжение, U, кВ	Количество разрядов, n	МАФАНМ, КОЕ/г	Бактерии группы кишечной палочки (БГКП)
Творожная сыворотка (контроль)	Без обработки		$1,54 \times 10^5$	Обнаружено в 0,001
Творожная сыворотка после электрогидравлической обработки	45	5	$1,51 \times 10^5$	Обнаружено в 0,001
		10	$1,00 \times 10^5$	Обнаружено в 0,001
		15	$1,70 \times 10^4$	Не обнаружено
		20	$0,90 \times 10^4$	Не обнаружено
		25	$3,00 \times 10^3$	Не обнаружено

Приведенные в табл. 2 данные позволяют утверждать, что ЭГО при напряжении 45 кВ и количестве разрядов свыше 15 обеспечивает достаточную бактериальную санацию обрабатываемой молочной сыворотки.

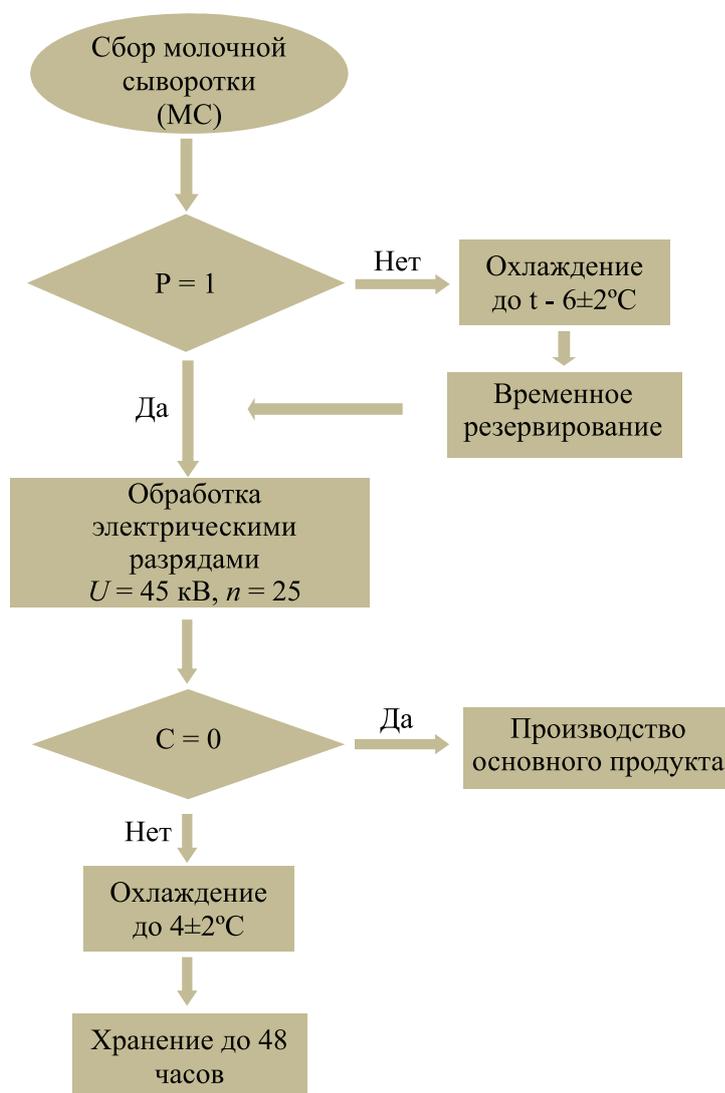
Установлено, что количество МАФАНМ в обработанной творожной сыворотке не превышало допустимого действующего нормативным документом Украины уровня.

Чувствительными к действию электрогидравлического эффекта оказались также плесневые грибы и дрожжи. Их количество после обработки электроискровыми разрядами уменьшалось на 40 ... 55 % в зависимости от напряжения и количества разрядов.

Полученные данные согласуются с результатами исследователей, изучавших действие электроискровых разрядов в других средах, в частности в диффузионном соке [8].

На основании проведенных исследований предложена блок-схема алгоритма первичной обработки молочной сыворотки с применением электрогидравлического способа (рис. 3).

Обработку можно осуществлять сразу после получения молочной сыворотки или промежуточного резервирования. После обработки электрическими разрядами сыворотку направляют на дальнейшие технологические цели в зависимости от вида вырабатываемого продукта.



$P=1$ — проверка возможности переработки молочной сыворотки после ее получения;
 $C=0$ — проверка направленности потока молочной сыворотки на дальнейшую переработку или хранение

Рис. 3. Блок-схема алгоритма технологии переработки молочной сыворотки с применением электроискровой обработки

По результатам исследований, после такой обработки молочная сыворотка способна храниться в течение 48 часов сохраняя седиментационную устойчивость, органолептические, физико-химические и микробиологические свойства.

Таким образом, в результате серии экспериментов нами установлено, что электрогидравлическая обработка творожной сыворотки обеспечивает повышение ее седиментационной устойчивости за счет диспергирования частиц казеиновой пыли до среднего гидродинамического диаметра ($221,34 \pm 10,3$) нм. Был определен рациональный режим обработки творожной сыворотки, а именно: напряжение 45 кВ, количество разрядов 25. Доказано, что данный режим обработки приводит к снижению числа МАФАНМ на два порядка, полному уничтожению БГКП и стабильности свойств в течение 48 часов.

Итак, предложенная технологическая схема первичной обработки молочной сыворотки с использованием электрогидравлического способа позволит добиться стабилизации и сохранения качества исходной сыворотки, а также продления сроков ее хранения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Храмцов, А. Г. Феномен молочной сыворотки / А. Г. Храмцов. — СПб.: Профессия, 2011. — 804 с.
2. Процессы и методы переработки молочной сыворотки / В. В. Червецов [и др.] // Переработка молока. — 2007. — № 12. — С. 30–32.
3. Нужин, Е. В. Гомогенизация и гомогенизаторы: монография / Е. В. Нужин, А. К. Гладушняк. — Одесса: Печатный дом, 2007. — 264 с.
4. Фиалкова, Е. А. Гомогенизация. Новый взгляд: монография-справочник / Е. А. Фиалкова. — СПб.: ГИОРД, 2006. — 392 с.
5. Микробиологические показатели качества при обработке электроимпульсным методом / Л. Д. Божко [и др.] // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2009. — №3 (5). — С. 31–35.
6. Вплив електрогідравлічного ефекту на мікрофлору дифузійного соку / Ю.В. Слива [та ін.] // Цукор України. — 2005. — № 4. — С.20–22.
7. Маринін, А. І. Розроблення та застосування імпульсного електро-гідравлічного способу оброблення сировини рослинного походження: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12 / А. І. Маринін; НУХТ. — К., 2007. — 20 с.
8. Василів, В. П. Розроблення та застосування способу електрогідравлічної інтенсифікації процесів харчових виробництв: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12 / В. П. Василів; НУХТ. — К., 2005. — 20 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 24.12.2015

**O. V. Kochubei-Lytvynenko, O. A. Chernyushok,
N. V. Ryabokon, D.V. Rindyuk**

NEW APPROACH TO PRIMARY PROCESSING OF MILK WHEY

The article is about the primary processing of milk whey, in particular, the prospect of its processing with electric spark discharges. Reasonability of application of electric discharges in whey processing technology is confirmed by experimental researches and mathematical and statistical analysis.

It is confirmed that electro-hydraulic impact influenced positively on microbiological indicators of processed milk whey. It is proposed a technological scheme of primary processing of milk whey with electro-hydraulic method.

В статье рассматривается влияние некоторых продуктов пчеловодства (меда, перги и гомогенат трутневого расплода) на технологические характеристики мучных композитных смесей, а также качество хлеба. Результаты исследований показали, что вышеперечисленные апиодобавки улучшают биотехнологические свойства дрожжей и положительно влияют на вкус и запах хлеба. Благодаря своему уникальному химическому составу перга и гомогенат трутневого расплода могут рассматриваться в качестве биологически активных добавок для повышения питательной ценности пшеничной муки для производства хлебобулочных изделий.

ВЛИЯНИЕ ПРОДУКТОВ ПЧЕЛОВОДСТВА НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МУЧНЫХ КОМПОЗИТНЫХ СМЕСЕЙ И КАЧЕСТВО ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

**УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь**

И. М. Русина, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры технологии хранения и переработки растительного сырья;

А. Ф. Макаричов, доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой химии

**УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,
г. Гродно, Республика Беларусь**

И. М. Колесник, старший преподаватель кафедры экологии

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

*Т. П. Троцкая, доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник отдела питания*

**РУП «Институт биохимии биологически активных соединений НАН Беларуси»,
г. Гродно, Республика Беларусь**

Т. А. Бородина, научный сотрудник

Продукты пчеловодства — мед, прополис, пыльца-обножка, пчелиный яд и маточное молочко — применяются в пищевой индустрии, фармацевтике, косметическом производстве и медицине благодаря наличию в них целого комплекса веществ, обладающих как питательной ценностью, так и разносторонними лечебными свойствами [1–4].

Среди продуктов, производимых пчелами, в пищевом отношении наиболее ценными являются пыльца-обножка и перга. В пыльце-обножке в среднем содержится 22,7 % белков, 30,8 % углеводов и 5,1 % липидов, в т. ч. 0,4 % незаменимых жирных кислот. К числу важнейших компонентов, которые присутствуют в пыльце-обножке в достаточно больших количествах (1,6 %) и оказывают разностороннее физиологическое действие на организм человека, относятся фенольные соединения, включающие флавоноиды, лейкотриены, катехины и фенольные кислоты. Кроме того, пыльца-обножка богата жиро- и водорастворимыми витаминами, макро- и микроэлементами. Общее содержание витаминов в ней составляет примерно 0,7 %, а биоэлементов — 1,6 %. В экспериментах на животных и клинических исследованиях получены данные о гипополидемическом, антимикробном, антиоксидантном, противовоспалительном,

иммуномодулирующем и адаптогенном действии пыльцы-обножки; она препятствует развитию атеросклеротических изменений в кровеносных сосудах, обладает гепато- и кардиопротекторными свойствами [3, 5].

Перга, называемая также «пчелиным хлебом» (bee bread), представляет собой продукт анаэробной молочнокислой ферментации пыльцы-обножки, смешанной пчелами с небольшими количествами меда и слюны. После упаковки в ячейки сотов эта смесь подвергается действию микроорганизмов, влаги и температуры в улье (35–36 °С), созревая в течение двух недель до перги [6, с. 33]. По сравнению с пыльцой-обножкой перга имеет более низкие значения pH (3,8–4,3) и отличается меньшим содержанием белков (20,3–21,7 %) и липидов (0,67–1,58 %). Вместе с тем, доля углеводов в перге несколько возрастает [7]. Обладая аналогичными пыльце-обножке биологическими свойствами, перга более эффективна в применении, поскольку ее белковые и углеводные компоненты частично ферментированы и поэтому лучше усваиваются организмом человека.

В качестве весьма перспективного для пищевой промышленности продукта пчеловодства может рассматриваться гомогенат трутневого расплода. В этом продукте содержится 9,4–15,4 % белков, 3,7–4,7 % липидов, 0,4–0,5 % углеводов, 0,8 % минеральных веществ, присутствуют в небольших количествах водо- и жирорастворимые витамины и гормоны, такие как прогестерон, тестостерон, пролактин, эстрадиол [8]. В некоторых азиатских и африканских странах гомогенат трутневого расплода или же сами личинки и куколки традиционно используются в пищу из-за высокого содержания белка [6, с. 41–42]. Как свидетельствуют результаты немногочисленных исследований, трутневый гомогенат обладает анаболическим, иммуномодулирующим и гонадотропным действием, повышает физическую выносливость, улучшает работу печени и пищеварение у людей и экспериментальных животных [8].

В настоящее время изделия с добавлением меда не находят достойного места в ассортименте продукции, выпускаемой хлебопекарной отраслью Республики Беларусь, а перга и трутневое молочко не применяются совсем, хотя данные продукты отвечают критериям добавок, способных повышать биологическую ценность пищевых систем и придавать изделиям функциональные свойства. Кроме того, апидобавки, вероятно, могут влиять на физико-химические показатели качества мучных изделий, а также на технологические характеристики процесса выпечки, выступая в роли регуляторов бродительной активности дрожжей. Немаловажным является и то обстоятельство, что увеличение спроса на сырье могло бы послужить мощным импульсом для развития пчеловодства в нашей стране.

Цель данной работы состояла в исследовании некоторых важных в технологическом отношении биохимических показателей натурального меда (цветочного и падевого), перги и гомогената трутневого расплода, а также действия апидобавок на бродительную активность дрожжей, показатели качества композитных смесей и пробных выпечек пшеничного хлеба.

Материалы и методы. В работе использованы тиамин «Acros Organics», тетрагидрофуран «Fisher», тетра-*n*-бутиламмонийгидрогенсульфат (ТБА) «AppliChem Panreac», трихлоруксусная кислота (ТХУ) «Sigma»; остальные реагенты производства «Реахим» квалификаций «хч» и «осч».

Содержание тиамина регистрировали методом обращенно-фазовой ион-парной высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с предколоночной дериватизацией [9]. Содержание глутатиона и активность каталазы определяли с помощью описанных в литературе методов [10, с. 158–196], активность кислой фосфатазы — по скорости гидролиза *n*-нитрофенилфосфата при pH 5,5. Интенсивность брожения, осуществляемого хлебопекарными дрожжами в композитных смесях, изучалась стандартным методом в колбах с затвором Мейссля при 30 °С [11, с. 191].

Оценку хлебопекарных показателей качества композитных смесей проводили по методикам ГОСТ 9404-88, 27839-88, 28797-90, 27493-87, 21094-75, 5669-96, 5670-96.

Результаты и обсуждение. Важнейшей стадией технологического процесса при производстве хлебобулочных изделий является разрыхление теста, осуществляемое дрожжами перед выпечкой. На бродительную активность пекарских дрожжей оказывают действие различные факторы,

основные их них температура и влажность теста, наличие минеральных солей и витаминов, кислотность, состав рецептуры. Известно, что в процессе спиртового брожения лучшими субстратами для дрожжей *Sacharomyces cerevisiae* служат глюкоза и фруктоза, несколько хуже сбраживаются мальтоза и простые декстрины; лактоза, крахмал и целлюлоза практически не сбраживаются. Дрожжи отличаются высоким содержанием витамина В₁, и это не случайно, так как они в больших количествах экспрессируют пируватдекарбоксилазу (КФ 4.1.1.1) — тиминдифофат-зависимый фермент, необходимый для спиртового брожения. Дрожжевые клетки способны производить тиамин самостоятельно, однако данный биосинтетический путь весьма энергозатратен по причине участия в нем двух суицидных белков — ТН14 и ТН15 [12, 13]. Поэтому при наличии тиамина в окружающей среде дрожжи активно поглощают его посредством специфической транспортной системы [14]. Очевидно, что внесение в рецептуру обогатительных добавок, содержащих органические и минеральные субстраты, может существенно влиять на жизнедеятельность дрожжей. В связи с этим одна из задач проводимого нами исследования состояла в определении некоторых биохимических показателей апидобавок, способных оказывать действие на бродильную активность дрожжей, с последующей оценкой скорости газообразования в модельных экспериментах.

Результаты биохимических исследований апидобавок представлены в табл. 1.

Таблица 1. Некоторые биохимические показатели пчелиного меда, перги и гомогената трутневого расплода

Апипродукт	Белок, %	Глутатион окисл. мкмоль/г	Глутатион восстанов., мкмоль/г	Кислая фосфатаза, мкмоль/мин/г	Каталаза, мкмоль/мин/г
Цветочный мед	0,65	0,014	0,144	0,012	2,32
Падевый мед	0,78	0,017	0,218	0,044	1,91
Перга	19,2	0,013	0,227	1,125	1,16
Трутневый гомогенат	14,3	0,015	0,315	2,145	2,05

Из данных табл. 1 видно, что массовая доля белка в обоих видах меда не превышала 1 %. В то же время перга и трутневый гомогенат отличаются высоким содержанием белковых веществ, что позволяет рассматривать возможность их использования в качестве обогатительных добавок для повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий. Следует отметить, что полученные нами результаты по количеству белка в продуктах пчеловодства хорошо согласуются с данными литературы [3, 5–8].

Глутатион — тиолсодержащий трипептид — является одним из основных компонентов в регуляции редокс-баланса клеток животных, растений и микроорганизмов. Глутатион играет важную роль в антиоксидантной защите, метаболизме нутриентов и регуляции многочисленных процессов жизнедеятельности клетки, таких как экспрессия генов, синтез белка, пролиферация, апоптоз, производство цитокинов и иммунные ответы [15]. В большинстве биологических объектов содержание восстановленной формы глутатиона (GSH) более чем в 10 раз выше, чем окисленной (GSSG). Помимо отмеченных биологических функций, глутатион, вступая с легкостью в реакции дисульфидного обмена, способен также существенно влиять на технологические (реологические) характеристики полуфабрикатов путем модификации сульфгидрильных групп белков клейковинного комплекса. Как следует из данных табл. 1, для продуктов пчеловодства характерно достаточно высокое содержание глутатиона, причем соотношение GSH/GSSH составляет 10–21 к 1. Необходимо также сказать, что во всех исследованных апипродуктах была обнаружена активность глутатионредуктазы — фермента, катализирующего восстановление GSSH. Кроме того, в апипродуктах присутствует каталаза (табл. 1), функции которой состоят в разложении токсичной для клеток H₂O₂. Таким образом, внесение продуктов пчеловодства, создавая восстановительную среду, должно благотворно влиять на активность дрожжевых клеток в процессе биологического разрыхления теста. Помимо этого, под действием глута-

тиона возможны некоторые изменения в состоянии клейковинного комплекса. Исследование активности кислой фосфатазы в образцах апипродуктов показало, что наибольшие ее величины регистрируются в трутневом гомогенате и перге, тогда как в цветочном и падевом меде ферментативная активность незначительна. Свободные фосфаты, образующиеся в ходе реакции гидролиза фосфатсодержащих соединений (нуклеозидфосфатов, фосфорилированных сахаров и т.д.), катализируемой кислой фосфатазой, могут метаболизироваться дрожжевыми клетками, выступая для них в роли нутриента, и в то же время улучшать реологические свойства полуфабрикатов за счет эмульгирующего действия.

По данным ВЭЖХ, содержание тиамин в цветочном меде составляет 0,0165 мг/100 г, в падевом — 0,0081 мг/100 г, в перге — 0,29 мг/100 г, в трутневом гомогенате — 0,144 мг/100 г (рис. 1).

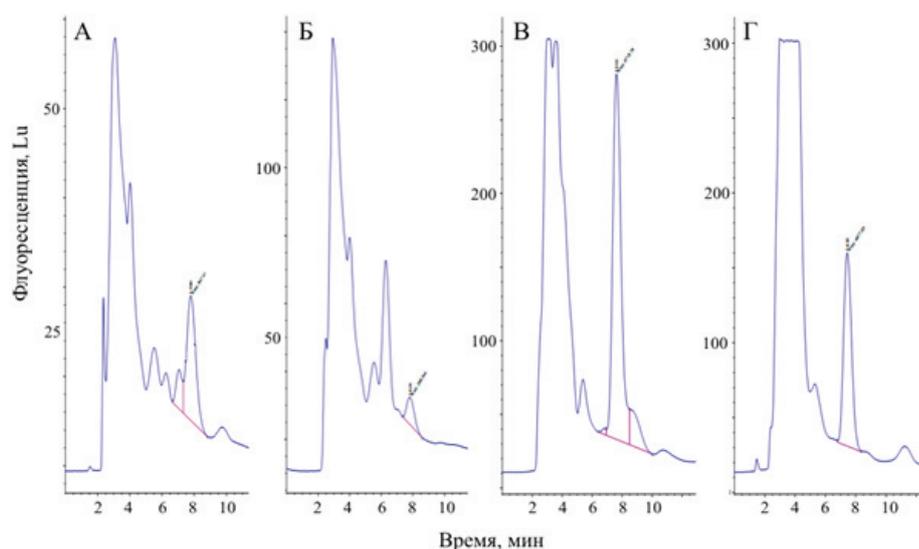


Рис. 1. Хроматограммы экстрактов из продуктов пчеловодства: А — цветочный мед, Б — падевый мед, В — перга, Г — трутневый гомогенат

Как уже отмечалось выше, витамин В, исключительно важен для процесса брожения, в связи с чем также можно ожидать, что внесение продуктов пчеловодства в рецептуру должно оказывать благотворное влияние на жизнедеятельность дрожжевых клеток.

Таким образом, результаты исследования некоторых биохимических свойств апипродуктов позволили предположить, что вносимые добавки способны стимулировать процессы брожения при производстве мучных изделий. Следует сказать, что в ряде работ также отмечалось, что значительное содержание белков, углеводов, витаминов, микроэлементов в составе продуктов пчеловодства, позволяет рассматривать их в качестве модуляторов дрожжевой клетки [16, 17, с. 183]. На основании всего этого, мы провели серию модельных экспериментов, в которых изучалась бродильная активность пекарских дрожжей. Количество вносимых продуктов пчеловодства рассчитывали в разных пропорциях к массе муки по рецептуре пробной выпечки (табл. 2). Контролем служила проба без добавок. Количество выделенного CO_2 оценивали по разности массы колбы в начале опыта, через 60 мин, 120 мин и 150 мин наблюдения.

Таблица 2. Варианты добавок продуктов пчеловодства в композитные смеси

Компонент	Доля добавки к массе муки, %		
	Мед цветочный	10	15
Мед падевый	10	15	20
Перга	3	5	7
Трутневый гомогенат	3		

Полученные результаты свидетельствуют о значительном повышении газообразования в опытных образцах в сравнении с контролем (рис. 2).



Рис. 2. Сравнение суммарного газообразования (за 150 мин) в различных вариантах композитных смесей

При этом наибольшее суммарное выделение CO₂ наблюдалось в образцах, содержащих мед падевый (10 %), мед цветочный (10 %) и пергу (7 %). Существенную роль в процессе сбраживания углеводов играла концентрация вносимых добавок. Установлено, что при повышении количества вносимого меда (независимо от его происхождения) с 10 % до 20 % бродильная активность заметно снижалась. Наблюдаемый ингибиторный эффект высоких концентраций меда вполне объясним, так как для этого продукта характерно значительное содержание моносахаридов — глюкозы и фруктозы, составляющих по массе 58–70 % [18, с. 30]; известно, что большие концентрации сахара замедляют процесс брожения вследствие того, что создается высокое осмотическое давление. В то же время увеличение концентрации перги обеспечивало большее суммарное выделение CO₂. Это становится понятным, исходя из химического состава данного продукта. В отличие от меда перга может содержать до 15 % грубых волокон и до 21 % белка, проявляющих низкую осмотическую активность, а концентрация низкомолекулярных сахаров в ней колеблется в пределах 12–35% [7, 19]. С другой стороны, количество вносимой перги составляло лишь 3–7 %. Наименьшей энергией брожения отличался образец с добавлением трутневого гомогената, однако и в этом варианте опыта масса выделившегося газа более чем в 6 раз превышала контрольное значение. Надо полагать, что относительно слабое влияние трутневого гомогената на бродильную активность дрожжей по сравнению с другими апипродуктами в значительной степени обусловлено низким содержанием в нем углеводов.

Поэтапное наблюдение за динамикой выделения CO₂ показало, что в первые 60 минут наиболее интенсивным было газообразование во всех образцах с пергой — 0,15–0,16 г/час (рис. 3). То, что именно данный продукт вызывал быструю активацию дрожжей, вероятно, обусловлено сочетанием двух факторов.

С одной стороны, перга отличается высокой питательной ценностью, так как содержит большие количества белковых веществ, минеральных компонентов и витаминов, в т. ч. тиамин (рис. 1В), которые могут использоваться дрожжевыми клетками. В то же время в ней

присутствует достаточно большое количество легкодоступных низкомолекулярных сахаров, способных служить энергетическим субстратом брожения. Высокая скорость газообразования, на уровне 63–67 % по сравнению с пергой, также наблюдалась в образце с гомогенатом трутневого расплода. В связи с этим следует сказать, что трутневый гомогенат является богатым источником белков, минеральных солей и витаминов, однако в нем, как уже отмечалось, практически нет углеводов. В пробах с 10 %-ным цветочным и падевым медом интенсивность брожения в первые 60 мин превышала контрольную величину в 9–10 раз. В последующий час наблюдения в этих образцах скорость газообразования выросла в еще большей степени — в 11–13 раз по сравнению с первым этапом. Здесь, очевидно, имеет место экспоненциальный рост числа дрожжевых клеток на фоне достатка пищевых ресурсов (сахаров, вносимых с медом). В остальных образцах с медом, а также с 5 и 7 %-ной пергой, брожение на втором этапе активизировалось не так значительно — в 2–5 раз. В пробах с 3 %-ной пергой и трутневым гомогенатом скорость газообразования в промежутке 61–120 мин снизилась. Можно предположить, что количество легкодоступных сахаров в данных образцах было недостаточным для дальнейшей интенсификации брожения. В заключительный период наблюдений бродильная активность продолжала нарастать только в пробах с 15 и 20 %-ным медом.

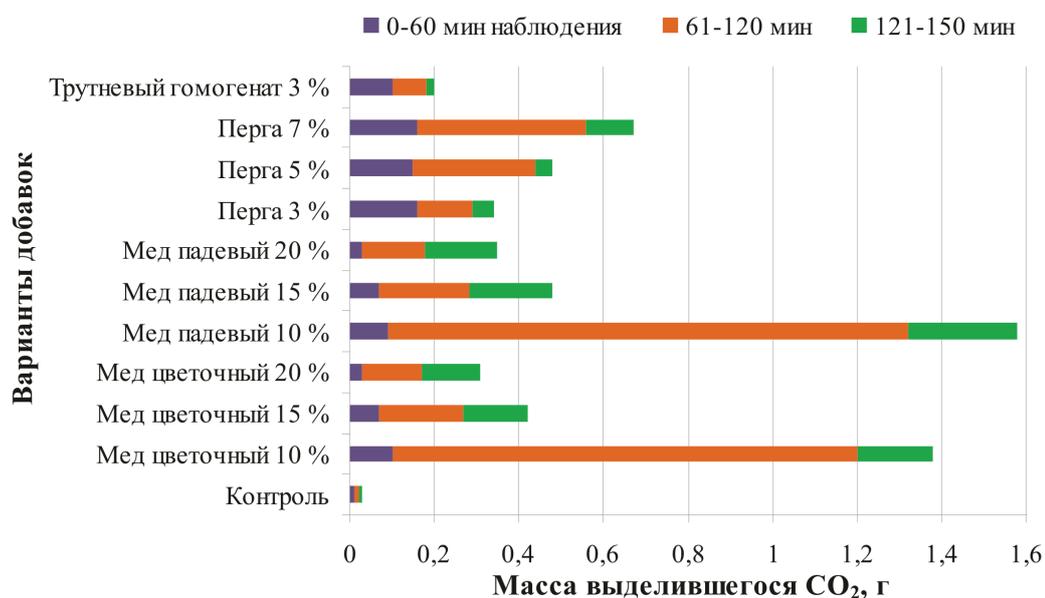


Рис. 3. Динамика газообразования на разных этапах опыта

Полученные результаты свидетельствуют о том, что включение в состав композитных смесей продуктов пчеловодства приводит к значительной интенсификации брожения. Наиболее быстрой активации дрожжей способствовала перга, а самому высокому суммарному газообразованию — мед в концентрации 10 %. Установленные нами зависимости в целом хорошо объяснимы в рамках s-образной модели роста численности популяции с учетом временного фактора, наличия пищевых ресурсов и оптимальности условий среды.

На следующем этапе работы составились композитные смеси, включавшие пшеничную муку высшего сорта и апидобавки в указанных в таблице 2 концентрациях к массе муки. Муку и продукты пчеловодства тщательно перемешивали до получения однородной по консистенции массы и определяли в полученных смесях показатели качества (табл. 3).

Как видно из табл. 3, апипродукты по-разному действуют на клейковинный комплекс муки. При добавлении цветочного и падевого меда массовая доля клейковины в композитных смесях снижалась по отношению к контрольным пробам на 8,9–18,6 %, а ее качество

несколько ухудшалось. В то же время, внесение перги и трутневого гомогената оказывало, хотя и небольшое, но положительное действие на качество клейковины, практически не влияя на ее содержание. Наблюдаемые эффекты, очевидно, могут объясняться сочетанием нескольких факторов. Надо полагать, что более низкое содержание клейковины в образцах с цветочным и падевым медом, в первую очередь, обусловлено тем, что значительная часть муки в них замещается медом. С другой стороны, в обоих видах меда в достаточно высоких концентрациях присутствует GSH (табл. 1), который, как известно, обладает расслабляющим клейковину действием, восстанавливая дисульфидные связи белков клейковинного комплекса и активируя протеолитические ферменты. Кроме того, наличие в меде каталазы, расщепляющей перекись водорода, является фактором противодействия окислению белково-протеиназного комплекса муки активными формами кислорода. Все это должно приводить к снижению массовой доли сырой клейковины и ее расслаблению. Напротив, перга и трутневый гомогенат проявили способность укреплять клейковину, несмотря на то, что для них также характерна высокая концентрация глутатиона и каталазная активность, повышающие восстановительный потенциал системы. Здесь, по-видимому, следует учитывать тот факт, что данные апипродукты отличаются высоким содержанием белковых компонентов, а также наличием в своем составе веществ липидной природы. Хотя реологические свойства теста в основном определяются белково-протеинажным комплексом муки, сила муки зависит и от других факторов, в частности, от присутствия липидов. Известно, что глютеиновая фракция, придающая клейковине упругость, образует с жироподобными веществами адсорбционные комплексы [20, с. 40–42], поэтому внесение в тесто с добавками экзогенных липидов может влиять на структуру клейковины, изменяя тем самым ее реологические характеристики. Другой аспект действия липидов связан с работой липоксигеназы, образующей гидроперекиси ненасыщенных жирных кислот, которые в свою очередь окисляют сульфгидрильные группы белков до –S–S– мостиков, упрочняющих структуру клейковины. По сравнению с трутневым гомогенатом перга содержит мало липидов [7,8], однако в ее составе присутствуют значительные количества молочной кислоты, оказывающей влияние на структуру белков. Немаловажная роль в укреплении клейковинного комплекса, вероятно, также принадлежит белок-белковым взаимодействиям, поскольку существует прямая зависимость между содержанием белка в муке и реологическими свойствами приготовленного из нее теста [20, с. 42].

Таблица 3. Состояние и свойства клейковинного комплекса контрольных образцов и композитных смесей из пшеничной муки высшего сорта и продуктов пчеловодства

Варианты эксперимента	Показатели качества		
	Массовая доля клейковины, %	Качество клейковины, ед. ИДК	Гидратационная способность, %
Контроль, пшеничная мука в/с	29,1 ± 0,4	80,2 ± 0,4	179,1 ± 1,2
Композитная смесь из пшеничной муки высшего сорта и цветочного меда, % к массе муки			
10	25,4 ± 0,6	81,6 ± 0,3	181,1 ± 1,0
15	24,6 ± 0,6	82,5 ± 0,3	181,2 ± 0,8
20	24,3 ± 0,7	83,1 ± 0,2	182,6 ± 0,9
Композитная смесь из пшеничной муки высшего сорта и падевого меда, % к массе муки			
10	26,5 ± 0,5	81,3 ± 0,4	181,3 ± 1,1
15	24,6 ± 0,4	82,8 ± 0,5	182,6 ± 1,0
20	23,7 ± 0,4	83,6 ± 0,3	183,9 ± 1,2

Варианты эксперимента	Показатели качества		
	Массовая доля клейковины, %	Качество клейковины, ед. ИДК	Гидратационная способность, %
Композитная смесь из пшеничной муки высшего сорта и перги, % к массе муки			
5	28,0 ± 0,4	79,7 ± 0,3	180,0 ± 0,7
7	27,4 ± 0,6	79,6 ± 0,4	180,6 ± 0,8
Композитная смесь из пшеничной муки высшего сорта и трутневого гомогената, % к массе муки			
3	29,0 ± 0,5	73,0 ± 0,3	185,0 ± 1,8

Гидратационная способность клейковины композитных смесей с медом и пергой незначительно повышалась по сравнению с контрольным образцом. Более выражено этот показатель изменялся при добавлении гомогената трутневого расплода.

Для выяснения действия апипродуктов на качество готовых изделий был проведен ряд пробных выпечек. Тесто готовилось безопасным способом, добавки вносили в виде водной суспензии в концентрациях, приведенных в табл. 2. Органолептическая оценка показала, что все пробы хлеба с медом и пергой по сравнению с контрольной отличались более «румяной» коркой, специфическим медовым привкусом и ароматом. С повышением дозировки этих компонентов вкус изделия становился насыщеннее, а цвет корки темнее, что указывает на более интенсивные процессы меланоидинообразования. Наиболее ярко выраженный медовый вкус и запах ощущался у хлеба с внесением 20 % цветочного меда. Весьма привлекательный внешний вид и вкусовые качества имели образцы из композитной смеси, включавшей трутневый гомогенат: хлеб получился светлым, с необычным приятным вкусом.

Из физико-химических показателей качества хлеба анализировались влажность, пористость, кислотность и формоустойчивость. Исследования показали, что при внесении апидобавок влажность мякиша во всех пробах хлеба по сравнению с контролем существенно не изменяется (38,0–40,0 %). Пористость опытных образцов также практически не отличалась от контрольной величины. В изделиях с медом кислотность мякиша заметно увеличилась (30–54 % по отношению к контролю) при концентрациях вносимой добавки 15 и 20 %. Более существенное возрастание кислотности наблюдалось при внесении перги — на 84,6 и 100 % соответственно дозе добавки 5 и 7 %. Самой высокой кислотностью характеризуется хлеб, выпеченный с добавкой трутневого гомогената — $3,0 \pm 0,2$ град, что в 2,3 раза выше, чем в контрольных образцах ($1,3 \pm 0,1$ град). Формоустойчивость подовых изделий практически не изменялась.

Подводя итог результатам настоящей работы, следует отметить, что апидобавки, улучшая биотехнологические свойства дрожжей, открывают возможности для оптимизации технологического процесса тестоведения. Кроме того, продукты пчеловодства способствуют получению готовых изделий с привлекательными органолептическими характеристиками. Особое внимание в качестве компонентов композитных смесей заслуживают такие апипродукты, как перга и гомогенат трутневого расплода. Ввиду уникальности и многокомпонентности химического состава, высокого содержания веществ, обладающих физиологической активностью, эти продукты могут рассматриваться в качестве биологически активных добавок для производства хлебобулочных изделий из пшеничной муки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Functional properties of honey, propolis and royal jelly / M. Viuda-Martos [et. al] // J. Food Sci. — 2008. — Vol. 73. — P. R117–R124.
2. Pathare, S. Promising pharmaceutical applications of honey: a review / S. Pathare, Ravikumar P., A. Mistry // World J. Pharm. Pharmaceut. Sci. — 2015. — Vol. 4. — P. 377–392.

3. Bee pollen: chemical composition and therapeutic application / K. Komosinska-Vassev [et al.] // *Evid-Based Complem. Altern. Med.* — Vol. 2015. Article ID 297425.
4. Mahmoud Abdu Al-Samie Mohamed Ali. Studies on bee venom and its medical uses / Mahmoud Abdu Al-Samie Mohamed Ali // *Int. J. Advanc. Res. & Technol.* — 2012. — Vol. 1. — P. 1–15.
5. *Bogdanov, S.* Pollen: production, nutrition and health: a review / S. Bogdanov. — Bee Product Science, www.bee-hexagon.net, April 2016. — 36 p.
6. Bee products. Properties, processing and marketing / M. Mutsaers [et al.]. — Wageningen: Agromisa Foundation, 2005. — 94 p.
7. *Barene, I.* Investigation of bee bread and development of its dosage forms / I. Barene, I. Daberte, S. Sikсна // *Med. Teor. Prakt.* — 2015. — T. 21. — P. 16–22.
8. *Bogdanov, S.* Royal jelly, bee brood: composition, health, medicine: a review / S. Bogdanov. — Bee Product Science, www.bee-hexagon.net, April 2016. — 36 p.
9. Determination of thiamin and its phosphate esters in cultured neurons and astrocytes using an ion-pair reversed-phase high-performance liquid chromatographic method / L. Bettendorff [et al.] // *Anal. Biochem.* — 1991. — Vol. 198. — P. 52–59.
10. *Современные проблемы биохимии. Методы исследований.* — Минск: Высш. шк., 2013. — 491 с.
11. *Практикум по микробиологии* / под ред. Н. С. Егорова. Учебное пособие. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. — 307 с.
12. *Saccharomyces cerevisiae* THI4p is a suicidal thiamin thiazole synthase / A. Chatterjee [et al.] // *Nature.* — 2011. — Vol. 478. — P. 542–546.
13. Thiamin pyrimidine biosynthesis in *Candida albicans*: a remarkable reaction between histidine and pyridoxal phosphate / R.-Y. Lai [et al.] // *J. Am. Chem. Soc.* — 2012. — Vol. 134. — P. 9157–9159.
14. *Iwashima, A.* Carrier-mediated transport of thiamine in baker's yeast / A. Iwashima, H. Nishino, Y. Nose // *Biochim. Biophys. Acta.* — 1973. — Vol. 330. — P. 222–234.
15. Glutathione metabolism and its implications for health / G. Wu [et al.] // *J. Nutr.* — 2004. — Vol. 134. — P. 489–492.
16. *Чекурова, Н. В.* Разработка технологии хлебобулочных изделий с использованием цветочной пыльцы-обножки : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Н.В. Чекурова ; Моск. гос. ун-т технол. и управл. им. К. Г. Разумовского. — М., 2010. — 26 с.
17. *Темнов, В. А.* Технология продуктов пчеловодства / В. А. Темнов. — М.: Колос, 1967. — 192 с.
18. *Bogdanov, S.* The bee products: the wonders of the bee hexagon / S. Bogdanov. — Bee Product Science, www.bee-hexagon.net, July 2011. — 200 p.
19. *Herbert, E. W.* Chemical composition and nutritive value of bee-collected and bee-stored pollen / E. W. Herbert, H. Shimanuki // *Apidologie.* — 1978. — Vol. 9. — P. 33–40.
20. *Ауэрман, Л. Я.* Технология хлебопекарного производства / Л. Я. Ауэрман. — СПб: Профессия, 2005. — 416 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 24.10.2016

M. Rusina, I. M. Kolesnik, A. F. Makarchikov, T. P. Trotskaya, T. A. Baradzina

EFFECT OF APIPRODUCTS ON TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF WHEAT FLOUR COMPOSITE MIXTURES AND BREAD QUALITY

The paper concerns with effect of some apiproducs, namely honey, bee bread and drone brood homogenate, on technological characteristics of wheat flour composite mixtures as well as bread quality. All the products have been found to improve biotechnological properties of yeast and influence positively on bread taste and odor. Due to their unique chemical composition, bee bread along with drone brood homogenate could be treated as biologically active additives to enhance nutritional value of wheat flour products.

В статье представлены результаты исследований по разработке нового вида жележных кондитерских изделий на каррагинане. Обоснован выбор сырьевых ингредиентов, обладающих структурообразующими свойствами, и проведен анализ их влияния на реологические характеристики и показатели качества готовых изделий. В разработанных кондитерских изделиях дозировка желирующего агента ниже на 10 % — 20 % по сравнению с традиционными рецептурами на пектине.

РАЗРАБОТКА НОВОГО ВИДА КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЖЕЛЕЙНЫХ МАСС НА ОСНОВЕ КАРРАГИНАНА

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

Т. В. Бандюк, ведущий инженер-технолог отдела технологий кондитерской и масложировой продукции;

В. Н. Бабодей, начальник отдела технологий кондитерской и масложировой продукции;

С. Е. Томашевич, старший научный сотрудник отдела технологий кондитерской и масложировой продукции

Кондитерские изделия из жележных кондитерских масс, к которым относятся конфеты с жележными корпусами и начинками, жележный мармелад, широко востребованы потребителями из-за оригинальных вкусовых качеств, разнообразной формы. Для придания жележному мармеладу и конфетам желаемой консистенции (от мягкой, жележной до сильно желированной, жевательной) используется широкий ассортимент структурообразующего сырья (гидроколлоидов): желатин, пектин, каррагинан, агар, альгинаты, камеди, гуммиарабик, модифицированный крахмал.

Гидроколлоиды могут выполнять функции загустителей, гелеобразователей, стабилизаторов, влагоудерживающих агентов, регулировать активность воды в полуфабрикатах и готовых изделиях, способствовать сохранению их качества в течение срока годности.

Для изготовления продукции с заданными свойствами перспективным направлением является комбинирование нескольких структурообразователей.

К комплексным структурообразователям относятся сочетания различных гидроколлоидов, эмульгаторов, стабилизаторов. Их качественный состав, соотношение компонентов могут быть весьма разнообразными, что зависит от характера пищевого продукта, его консистенции, технологии получения, условий хранения, способа реализации [1].

Целью исследований являлась разработка новых видов жележных кондитерских масс, обладающих жевательной консистенцией, с применением комплексных структурообразующих компонентов.

Традиционно для изготовления кондитерских изделий с жележными корпусами и начинками отечественными предприятиями в качестве структурообразователей используются пектин и агар, реже желатин.

Каррагинан является достаточно новым ингредиентом для отечественных предприятий, который, однако, на мировом рынке представлен в достаточно широком ассортименте торговых марок. Интерес представляет изучение процесса гелеобразования каррагинана с целью определения потенциала его использования в отечественной кондитерской продукции, обладающей привлекательными для потребителей жевательными свойствами.

Каррагинан — гелеобразователь, полисахарид с высокой молекулярной массой, который представляет собой неразветвленные сульфатированные гетерополисахариды и состоит из повторяющихся дисахаридных звеньев р-D-галактопиранозы и 3,6-ангидро-α-D-галактопиранозы.

В зависимости от степени полимеризации и этерификации каррагинаны классифицируются на 3 группы: κ-каррагинан (каппа-каррагинан), ι-каррагинан (йота-каррагинан), λ-каррагинан (лямбда-каррагинан) [2, с. 127].

Основным показателем качества гелей является их прочность и стабильность, отсутствие синерезиса (разделения фаз) при хранении или механическом воздействии. Прочность геля характеризует способность гелеобразователя удерживать воду и придавать готовому продукту плотную однородную структуру. Кроме того, важным показателем качества гидроколлоидов является скорость гелеобразования, от величины которой зависит продолжительность технологического процесса изготовления жележных кондитерских изделий. Более быстрый процесс гелеобразования означает сокращение производственного процесса.

Провели исследования по разработке рецептур жележных конфет с использованием комплекса каррагинана и сорбитового сиропа (влагоудерживающий агент, стабилизатор). В результате проведенных исследований установили, что оптимальная дозировка каррагинана, обеспечивающая необходимую прочность геля и привлекательные органолептические показатели готовых изделий, составляет 1,5 вес. %, дозировка сорбитового сиропа — 4,6 вес. %.

Практическое применение комплекса каррагинана и сорбитового сиропа при изготовлении жележных масс требует научных данных о его сочетаемости с основными рецептурными компонентами кондитерской продукции. Поэтому в работе изучили развитие прочности гелей с применением комплекса каррагинана и сорбитового сиропа (далее — гели каррагинана) в жележной массе с соотношением сахара и патоки 40:55, 45:50, 50:45 при общем содержании сухих веществ — 80 %.

Прочность лабораторных образцов гелей определяли на анализаторе текстуры «Brookfield СТЗ» путем измерения усилия (силы в граммах), необходимого для разрушения геля при его пенетрации цилиндрическим индентором.

Зависимость прочности гелей каррагина от количественного содержания сахара и патоки представлена на рис. 1.

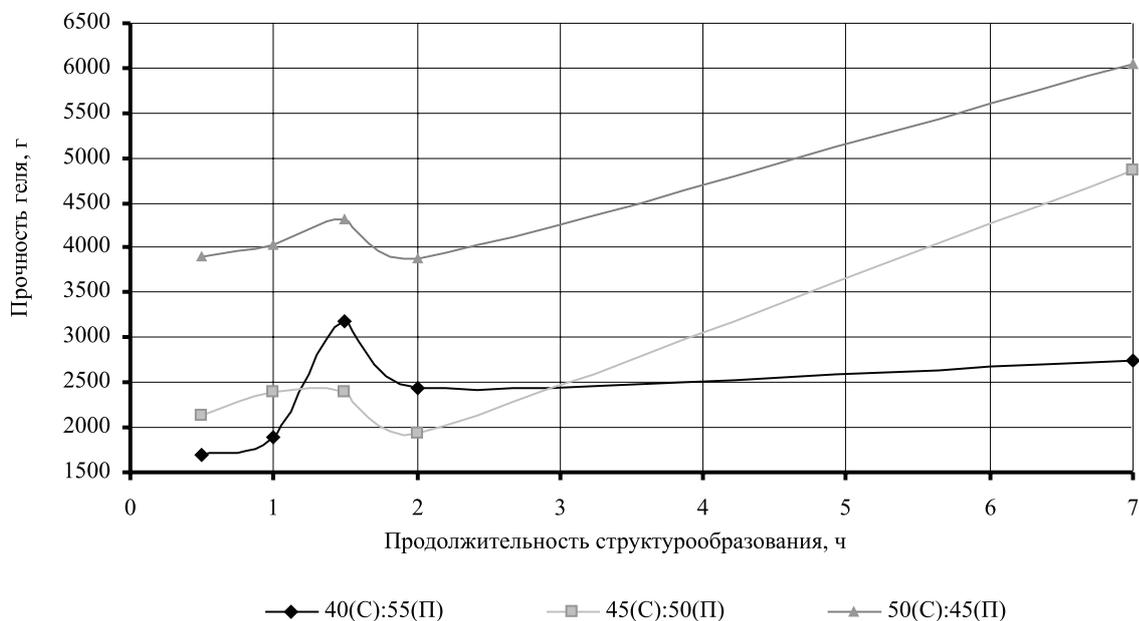


Рис. 1. Зависимость прочности гелей каррагинана от соотношения сахара (С) и патоки (П)

Из рис. 1 видно, что прочность гелей каррагинана возрастает с увеличением доли сахара в рецептуре. Через 7 часов выстойки образцов наибольшая прочность отмечена у гелей каррагинана с дозировкой сахара 50 % (6031 ± 150 г), наименьшая — у гелей с дозировкой сахара 40 % (2744 ± 69 г).

При изготовлении кондитерских изделий возможно проявление негативного явления адгезии — прилипания продукции к технологическому оборудованию, транспортерным лентам, лоткам и т.д. Кроме того, проявление адгезии косвенно отражает прилипание кондитерских изделий к зубам при разжевывании.

Адгезия обусловлена реологическими характеристиками массы и зависит от наличия в составе продукта поверхностно-активных веществ, влажности массы, вязкости, с уменьшением которой сила адгезии обычно снижается, и др.

Адгезионная прочность (или прочность адгезии) определяется силой, которую необходимо приложить для отделения адгезива от субстрата.

Изучено влияние соотношения сахара и патоки на адгезионную прочность образцов гелей каррагинана.

Установлено, что адгезионная прочность гелей уменьшается при увеличении доли сахара и уменьшении содержания патоки (с $14,0 \pm 0,1$ кПа при соотношении сахара и патоки 40 : 55 до $11,7 \pm 0,1$ кПа при соотношении сахара и патоки 50 : 45), что объясняется дегидратирующей способностью сахара, а также способностью декстринов патоки увеличивать вязкость желейной массы, и, следовательно, ее липкость.

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено оптимальное соотношение сахара и патоки в рецептуре желейных масс на каррагинане — 50:45.

Значимое влияние на структурно-механические свойства гелей с использованием каррагинанов оказывает уровень рН. Растворы каррагинанов теряют вязкость и прочность геля в системах, имеющих рН ниже 3,8. Причиной этого является автогидролиз гидроколлоида, который происходит при низких значениях рН и вследствие которого каррагинан в кислотной форме расщепляет молекулу по связи 3,6-ангидрогалактозы. Скорость автогидролиза увеличивается с повышением температуры и при низком уровне содержания катионов. Однако, если раствор каррагинана был охлажден до температуры ниже точки гелеобразования, он сохраняет связанные сульфитными группами ионы калия, что предотвращает процесс автогидролиза. Таким образом, во избежание чрезмерной кислотной деструкции и минимизации разрушения молекулы полимера в кислых продуктах, каррагинан следует вводить в пищевую систему на последней стадии, непосредственно перед отливкой. При непрерывном процессе время обработки должно быть минимальным. В системах, рН которых выше 4,5, последовательность стадий технологического процесса становится несущественной, так как в тот период времени, который необходим для производства большинства пищевых продуктов, раствор каррагинана сохраняет устойчивость [2, с. 128 — 129].

Пищевая кислота, которая с одной стороны, обуславливает вкус продукта, а с другой — влияет на его структурно-механические характеристики, является важным рецептурным компонентом желейных кондитерских изделий. Дозировка кислоты в рецептурах желейных кондитерских изделиях традиционно составляет не более 1,0 %. Изучено влияние лимонной кислоты в количестве от 0 вес. % до 0,8 % вес. на прочность гелей каррагинана. Зависимость прочности гелей от дозировки лимонной кислоты, то есть значения рН через 24 ч. структурообразования представлена на рис. 2.

Установлено, что введение дозировки лимонной кислоты приводит к снижению прочности гелей каррагинана. Так, наибольшей прочностью (4441 ± 111 г) обладает гель без внесения лимонной кислоты (рН среды 6,7). При введении лимонной кислоты 0,8 % (рН среды 3,7) прочность геля снижается на 47 %. Наиболее привлекательными органолептическими характеристиками (приятный кислый привкус и приемлемая консистенция) обладают образцы с введением 0,6 % лимонной кислоты (рН среды 4,0). Снижение прочности геля при такой дозировке по отношению к массе без подкисления составило 36 %, с минимальным внесением лимонной кислоты — 28 %. Кроме того, в образце с введением 0,6 % лимонной кислоты течение 3-х месяцев хранения отсутствует синерезис, что позволило рекомендовать данную дозировку в качестве оптимальной.

В практике кондитерского производства с целью регулирования процессов студнеобразования применяются буферные соли. Данные компоненты, не влияя на вкус продукта, позволяют

контролировать рН среды и, таким образом, оказывают существенное влияние на текстуру готового продукта.

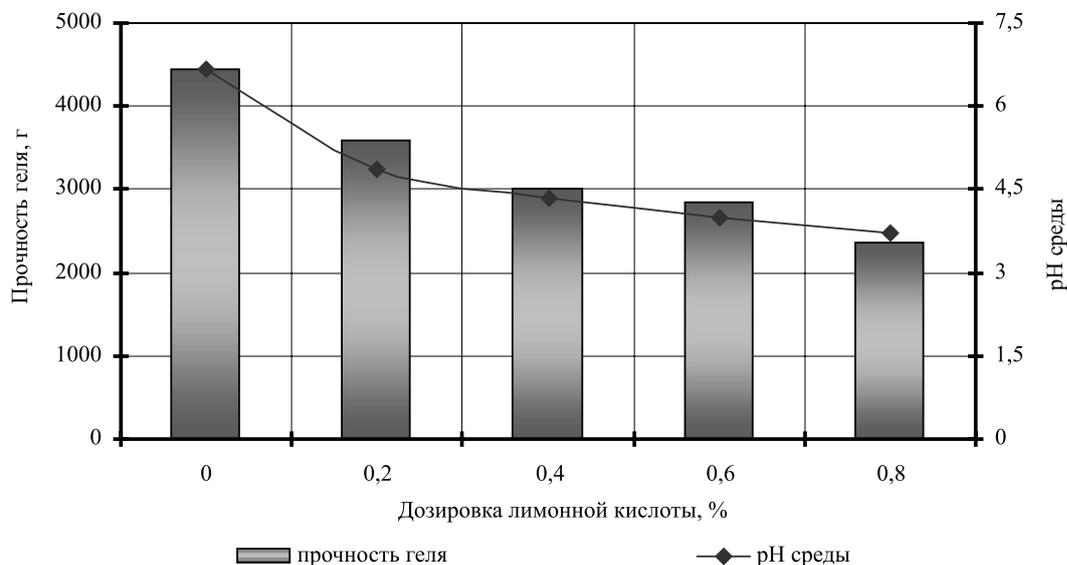


Рис. 2. Влияние дозировки лимонной кислоты рН среды на прочность геля каррагинана

Изучено влияние цитрата натрия (буферная соль, традиционно применяемая в кондитерском производстве) на рН среды и прочность гелей каррагинана. Дозировку цитрата натрия варируют от 10 % до 40 % (к массе каррагинана). Испытание проводились в системе с содержанием лимонной кислоты 0,6 %. Установлено увеличение прочности гелей каррагинана с повышением дозировки цитрата натрия. При введении буферной соли в количестве 40 % к массе каррагинана (рН среды 4,2) отмечена максимальная прочность геля (3915 ± 97 г), что позволяет рекомендовать это соотношение в качестве оптимального.

Желирующая способность каррагинанов зависит от их структуры, в основном от количества сульфатных групп, которые приходится на два остатка галактозы: чем меньше этих групп, тем прочнее гель, полученный с использованием данного полисахарида. Структура каррагинанов также обуславливает гидратацию, прочность геля и текстуру, температуру плавления и гелеобразования, синергизм и синергизм [2, с. 127].

Поэтому интерес представляло изучение процесса гелеобразования жележных масс на различных видах каррагинана, присутствующих на мировом рынке сырьевых ингредиентов. В качестве объектов исследований использовали каррагинан под торговыми наименованиями SC10, 203ME (Cargill, Германия), GG 135 (CP Kelco, Дания) и комплекс каррагинанов Cargill SC9: SC10 в соотношении 1:2, обеспечивающий получение гелеобразной структуры с жевательной консистенцией. Содержание основных рецептурных компонентов (сахара, патоки, буферной соли и лимонной кислоты) было принято согласно описанным ранее рекомендациям.

Немаловажным фактором при изготовлении жележных конфет является вязкость жележных масс, от которой зависит процесс их транспортирования по технологическим трубопроводам и формования (отливки). Поэтому в работе изучили зависимость вязкости образцов жележных масс от температуры, скорости сдвига, напряжения сдвига. Определение динамической вязкости образцов гелей каррагинана проводили на вискозиметре коаксиально-цилиндрического типа Reolab QC в интервале скоростей сдвига от 1 до 50 c^{-1} при температуре $110 \text{ }^\circ\text{C}$ (рис. 3).

Из рис. 3 видно, что вязкость жележных масс на каррагинане уменьшается с увеличением скорости сдвига, что обусловлено постепенным разрушением структуры каррагинана, причем более резкое снижение вязкости происходит при изменении малых скоростей. При достижении скорости сдвига 34 c^{-1} вязкость снижается до минимального значения и остаётся практически неизменной при дальнейшем увеличении скорости сдвига.

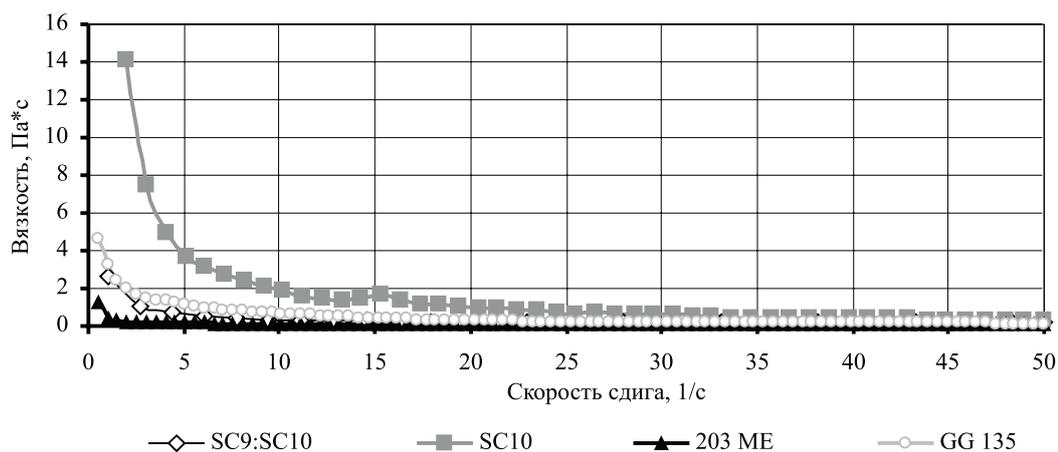


Рис. 4. Зависимость динамической вязкости желейных масс на каррагинане от скорости сдвига

Зависимость вязкости образцов желейных масс на каррагинане от напряжения сдвига представлена на рис. 4.

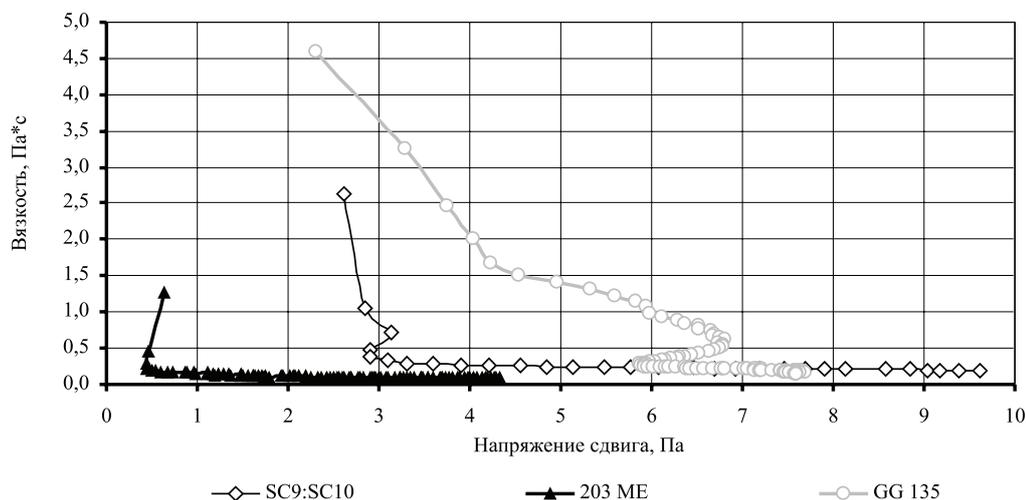


Рис. 4. Зависимость динамической вязкости желейных масс на каррагинане от напряжения сдвига

На рис. 4 показано, что с ростом напряжения сдвига вязкость желейных масс на каррагинане уменьшается неравномерно вследствие неодинакового разрушения структуры: вначале при малых напряжениях система частично восстанавливает свою структуру, при более высоких скоростях происходит значительное разрушение структуры. Наиболее устойчивой структурой обладает желейная масса с использованием каррагинана GG135 (разрушение структуры каррагинана начинается после достижения напряжения сдвига 6,7 Па). Разрушение структуры желейной массы с использованием каррагинана 203 ME начинается после достижения напряжения сдвига 0,9 Па, с использованием смеси каррагинанов SC9:SC10 — 2,9 Па.

Так как в производственных условиях регулирование процесса формирования кондитерских масс практически может осуществляться только изменением температурного режима, изучили зависимость вязкости желейных масс на каррагинане от температуры при скорости сдвига 34 с^{-1} (рис. 5). Интервал температур, в котором проводились измерения, определен с учетом режимов формирования (отливки) желейных кондитерских изделий.

Как показано на рис. 5, со снижением температуры вязкость желейных масс на каррагинане увеличивается. В целом максимальной вязкостью обладает масса с использованием каррагинана 203ME, однако за время охлаждения массы от $110 \text{ }^\circ\text{C}$ до $90 \text{ }^\circ\text{C}$ ее величина повысилась на

8 % (с 0,74 Па·с до 0,8 Па·с). Наибольшее повышение вязкости при охлаждении характерно для массы с использованием комплекса каррагинанов SC9:SC10 (на 65 %). Для остальных желейных масс повышение вязкости в интервале температур 110 °С — 90 °С составило 18 % — 24 %.

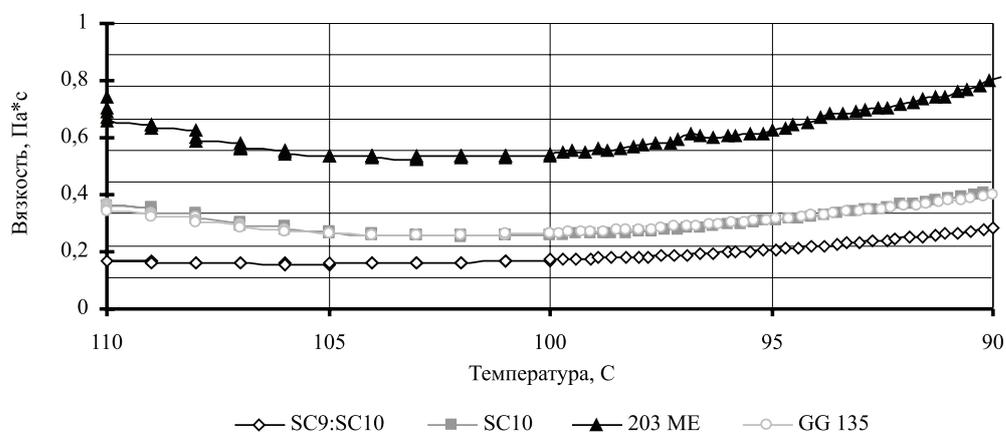


Рис. 5. Зависимость динамической вязкости желейных масс на каррагинане от температуры

Кроме того, на рис. 5 видно, что зависимость вязкости всех желейных масс от температуры в интервале значений 110 °С — 100 °С носит линейный характер и изменяется незначительно. Следовательно, процесс отливки желейных масс на каррагинане целесообразно проводить при температуре не ниже 100 °С.

Зависимость прочности желейных масс с различными видами каррагинана от продолжительности структурообразования представлена на рис. 6.

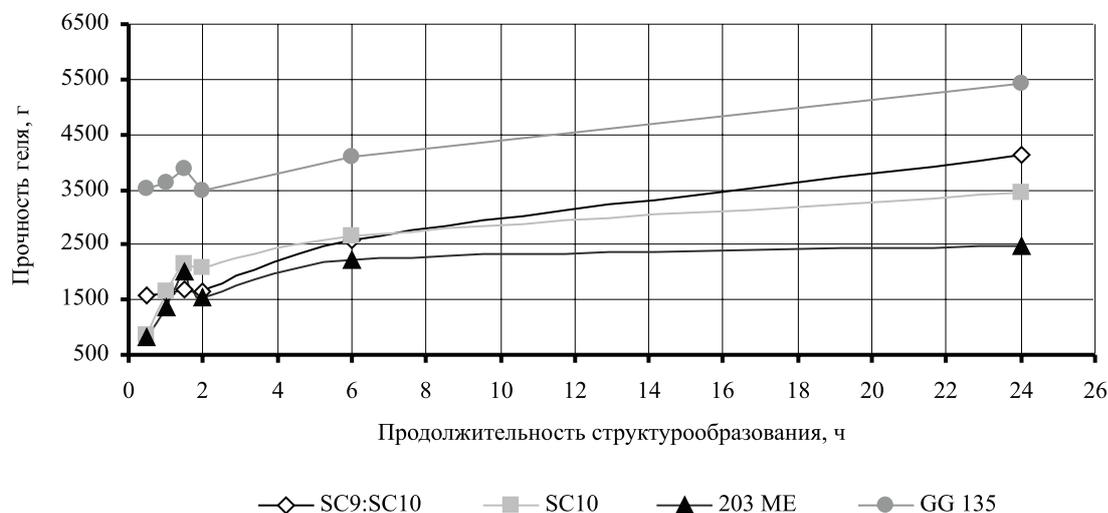
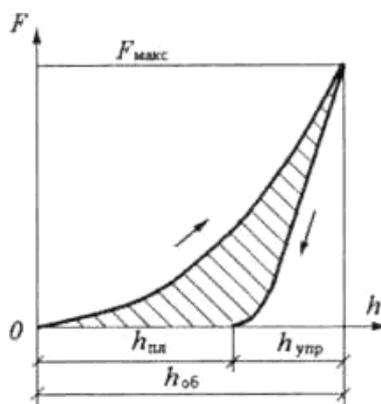


Рис. 6. Зависимость прочности желейных масс с различными видами каррагинана от продолжительности структурообразования

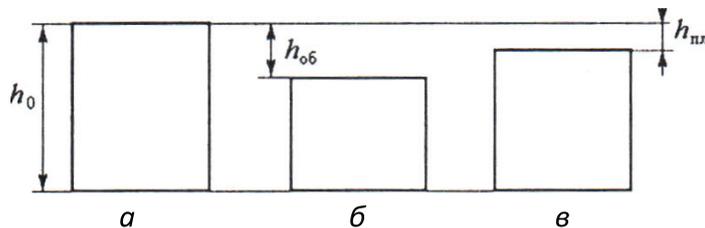
Как свидетельствует график на рис. 6, с увеличением продолжительности структурообразования прочность гелей возрастает. Прочность геля с использованием каррагинана GG135 выше остальных образцов и через 24 часа достигает значения 5428 ± 138 г. Наименьшей прочностью (2459 ± 61 г) обладает образец с использованием каррагинана 203 ME; при этом данный образец достигает максимальной прочности спустя 6 часов структурообразования. Таким образом, установленные характеристики позволяют рекомендовать использование каррагинана 203 ME с целью получения желейных изделий с мягкой структурой, каррагинана GG135 — с более жесткой структурой.

Желейные кондитерские изделия с сильно желированной структурой и жевательной консистенцией проявляют как пластические, так и упругие свойства, что влияет на их потребительские свойства. Определение общей, упругой и пластической деформации образцов желейных масс осуществляли путем испытания образцов на сжатие. В результате испытаний получили зависимости $F - h$, которая называется кривой сжатия. Внешний вид данной кривой представлен на рис. 7 [3, с. 119 — 121].



$h_{об}$ — общая деформация пробы, мм;
 $h_{пл}$ — пластическая деформация пробы, мм;
 $h_{упр}$ — упругая деформация пробы, мм.

Рис. 7. Кривая сжатия нелинейно упругого материала



a — до начала нагружения;
 b — при максимальной нагрузке F_{\max} ;
 c — после разгрузки.

Рис. 8. Диаграмма пробы при сжатии нелинейно упругого материала

Кривая на рис. 7 состоит из двух участков: участка нагружения и разгрузки. При нагружении образца с постоянной скоростью деформации нагрузка (усилие на пуансоне) прирастает неравномерно. В начале процесса скорость изменения усилия значительно меньше, чем в конце. Это свидетельствует о том, что материал ведет себя как нелинейно упругое тело. В момент остановки нагружения перемещение пуансона (деформация пробы) достигает максимального значения, соответствующего общей деформации $h_{об}$ (рис. 8б).

При разгрузке пробы и перемещении пуансона с той же скоростью в обратном направлении скорость уменьшения нагрузки практически постоянна, т. е. материал проявляет свойства линейно упругого тела, и только когда нагрузка приближается к нулю, скорость изменения нагрузки резко уменьшается. При полном снятии нагрузки деформация $h_{пл}$ (рис. 8в) оказывается не равной нулю, т. е. материал имеет остаточную деформацию, что свидетельствует о проявлении пластических свойств.

При наложении друг на друга участки нагружения и разгрузки кривой сжатия не совпадают, и образующаяся между ними площадь соответствует работе, затраченной на необратимое пластическое деформирование материала.

Для определения упругопластических свойств желейных масс на каррагинаны бьюксы с образцами (диаметр образцов кондитерских масс составлял 45 мм, высота — 20 мм) помещали на платформу анализатора текстуры «Brookfield СТЗ» и проводили сжатие геля цилиндрическим индентором диаметром 25 мм. Для каждого образца в качестве критерия остановки индентора является 1/3 высоты образца — 7,0 мм ($h_{об}$).

При анализе результатов испытаний на сжатие определили:

1) условный предел прочности, $\sigma_{пр}$, Па (значение нормального напряжения, при котором первоначальная высота пробы уменьшается на одну треть) по формуле

$$\sigma = \frac{4F}{\pi D^2} \cdot 10^6, \text{ Па}, \quad (1)$$

где F — сила (нагрузка), действующая на пуансон, Н; D — диаметр цилиндрической пробы, мм [3, с. 121].

Условный предел прочности при сжатии вычислили, приняв $F = F_{max}$.

2) относительную пластическую деформацию, $\varepsilon_{пл}$, которая определяется как отношение деформации $h_{пл}$ к первоначальной высоте пробы $h_{об}$.

Диаграмма сжатия, построенная в координатах σ – ε , называется диаграммой сжатия материала, т. к. нормальное напряжение и относительная деформация не зависят от абсолютных размеров пробы.

3) эффективный модуль упругости материала, $E_{эф}$, Па, который для нелинейно упругого материала определяется как отношение напряжения к деформации на линейном участке диаграммы сжатия [3, с. 130]:

$$E_{эф} = \frac{\sigma}{\varepsilon}, \text{ Па} \quad (2)$$

4) упругую деформацию, $h_{упр}$, мм, определили как разность между $h_{об}$ и $h_{пл}$.

Диаграмма сжатия образцов желейных масс, изготовленных с использованием различных видов каррагинана, приведена на рис. 9. В табл. 1 приведены результаты испытаний.

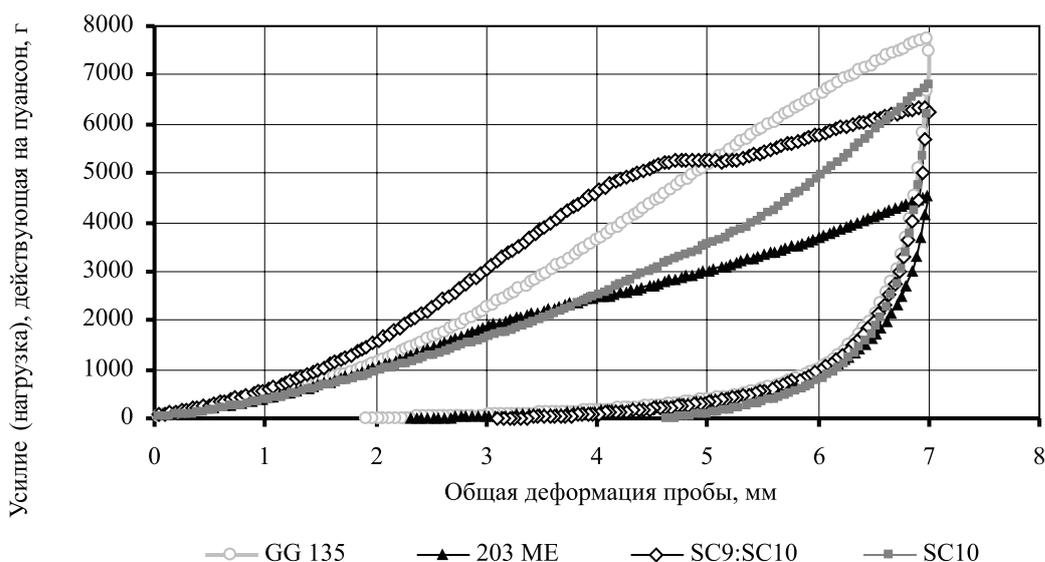


Рис. 9. Диаграмма сжатия желейных масс с использованием различных видов каррагинана

Таблица 1. Характеристики, отражающие упругопластические свойства жележных масс на различных типах каррагинана

Образец жележной массы на каррагинане	$F_{\text{макс}}, \text{Н}$	$h_{\text{об}}, \text{мм}$	$h_{\text{пл}}, \text{мм}$	$h_{\text{упр}}, \text{мм}$	$h_{\text{упр}}/h_{\text{пл}}$	$\sigma_{\text{пл}}, \text{Па}$	$\varepsilon_{\text{пл}}$	$E_{\text{эф}}, \text{Па}$
SC9: SC10	62293,5	7	3,11	3,89	1,25	0,039	1,56	0,025
SC10	66570,7	7	4,64	2,36	0,51	0,042	2,32	0,018
203ME	44488,4	7	2,31	4,69	2,0	0,028	1,16	0,024
GG 135	76125,6	7	1,92	5,08	2,65	0,048	0,96	0,050

В результате исследований установлено, что для получения кондитерских изделий с мягкими пластическими свойствами целесообразно использовать каррагинан SC10. Наиболее упругими свойствами обладает жележная масса с использованием каррагинана GG 135. Данные образцы характеризуются максимальными значениями модуля упругости (0,05 Па) и упругой деформации (5,08 мм), минимальным значением пластической деформации (1,92 мм). Следовательно, данный вид каррагинана можно рекомендовать для создания новых видов отечественных кондитерских изделий с жевательными свойствами.

Из литературы известно, что для эффективного использования каррагинанов важен ионный состав пищевой системы. В частности, каппа-каррагинану, формирующему твердые, хрупкие, ломкие гели, для стабилизации стыковых зон необходимы ионы калия. Йота-каррагинану, образующему эластичные гели, для создания мостиков между соседними молекулярными цепями необходимы ионы кальция [2, с. 129].

Так как гели с использованием каррагинана GG 135 проявляют упругие свойства, можно предположить, что состав данного каррагинана представлен в большей степени йота-каррагинаном. С целью определения возможности дополнительного упрочнения структуры кондитерских изделий на каррагинане, изучили влияние ионов кальция в форме лактата кальция на упругопластические свойства жележных масс. Добавку вводили в количестве 20 % от массы каррагинана согласно рекомендации фирмы-изготовителя.

Установлено, что введение 20 % лактата кальция приводит к увеличению модуля упругости каррагинанового геля на 20 %.

Таким образом, на основании результатов проведенных исследований установлены оптимальные дозировки ингредиентов в рецептуре кондитерских изделий из жележных масс на каррагинане:

- ♦ каррагинан 1,5 вес. %, сорбитовый сироп — 4,6 вес. %.
- ♦ соотношение сахар : патока 50:45;
- ♦ лимонная кислота — 0,6 вес. %;
- ♦ цитрат натрия — 40 % (к массе каррагинана).

Комплексное использование различных видов структурообразующих веществ позволило создать ассортимент кондитерских изделий из жележных масс на основе каррагинана с использованием вкусов нейтральной группы (сгущенное молоко, кола, пинаколада), хорошо проявляющих себя в продуктах, содержащих небольшое количество пищевых кислот. Для получения кондитерских изделий с более упругой, жевательной консистенцией рекомендуется использование каррагинана GG 135, для получения более мягких изделий — каррагинана SC10. В случае использования каррагинана GG 135 (CP Kelco) для повышения прочности его геля можно использовать лактат кальция в дозировке 20 % (от массы каррагинана).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кочеткова, А. А. Пищевые гидроколлоиды / А.А. Кочеткова // Кондитерское производство. — 2000. — № 1. — С. 10–17.

2. *Филлипс, Г. О.* Справочник по гидроколлоидам; пер. с английского; под ред. А. А. Кочетковой и А. А. Сарафановой. — СПб.: ГИОРД, 2006. — 536 с.
3. *Максимов, А. С.* Реология пищевых продуктов. Лабораторный практикум / А. С. Максимов, В. Я. Черных. — СПб.: ГИОРД, 2006. — 176 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 24.10.2016

T.V. Bandziuk, V. N. Babodey, S. E. Tamashevich

WORKING OUT OF THE NEW KIND OF CONFECTIONERY PRODUCTS FROM JELLY MASS ON THE BASIS OF CARRAGEENAN

In the article cited dates about elaboration of technology of the new kind of jelly confectionery products on the basis of carrageenan. The influence of the different raw materials on structure making processes in jelly mass with carrageenan is studied. Jelly confectionery products which the reduce dosage of jelling agent is developed.

УДК613.2 + 637.04 + 641.56

Изучены известные технологические подходы в производстве продуктов питания, обогащенных витамином D, фортификационные дозировки кальциферола. Обоснована необходимость использования в технологии обогащения совместно с витамином D других витаминных факторов и кальция. Разработана модель пищевой добавки (премикса), содержащей кальциферол, витамины С, В₂, А, фолиевую кислоту и кальций.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В ФОРТИФИКАЦИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ВИТАМИНОМ D

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

*Т. П. Троцкая, доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник отдела питания;*

А. С. Кучер, аспирант дневной формы обучения отдела питания

В течение последнего десятилетия проведен ряд исследований, который показал широкую распространенность D-витаминной недостаточности среди различных категорий населения, в том числе и в Республике Беларусь. Недостаточность (дефицит) кальциферолов в питании населения представляет серьезную проблему, которая усугубляется сопутствующими нарушениями нутритивного статуса [1, 2].

Существует ряд способов коррекции D-витаминного статуса: рациональная инсоляция, прием пищевых добавок, использование специальных пищевых рационов. Однако наиболее перспективным и предпочтительным направлением является фортификация продуктов питания. Использование в питании обогащенных пищевых продуктов способствует достижению увеличения биодоступности и биоэффективности витамина D. Обогащенные продукты, содержащие 100 МЕ витамина D в одной порции, как правило, увеличивают уровень биомаркера 25(OH)D в плазме или сыворотке крови. Потребление 11 мкг/сут холекальциферола (440 МЕ/сут) приводит к повышению уровня 25(OH)D на 7,7 нг/мл, что соответствует росту на 0,5 нг/мл на каждые 40 МЕ (1 мкг) пищевого потребления холекальциферола в день [3].

В настоящее время количество и разнообразие имеющихся на мировом рынке обогащенных витамином D продуктов питания существенно различается в зависимости от стран-производителей. Относительный дефицит такой продукции объясняется отсутствием унифицированной политики фортификации. Однако даже в странах, где обогащение продуктов является обяза-

тельным, уровни фортификации недостаточны для удовлетворения физиологических потребностей. Кроме того, только ограниченное число продуктов оказывает существенное влияние на D-витаминный статус населения ввиду гастрономических пристрастий и сложившихся традиций. В связи с этим разработка продуктов массового потребления, обогащенных витамином D, и исследование их профилактической эффективности (биодоступности) является актуальным вопросом в гигиене питания и диетологии.

Цель работы — обоснование рецептуры пищевой добавки, обогащенной витамином D, предназначенной для использования в технологиях производства продукции массового потребления.

В соответствии с поставленной целью сформулированы следующие задачи исследования:

- ♦ провести анализ литературных данных по вопросу фортификации продуктов питания витамином D;
- ♦ оценить влияние различных режимов технологической обработки на устойчивость кальциферов в пищевых продуктах;
- ♦ выявить оптимальные фортификационные дозы эргокальциферола и холекальциферала в технологии обогащения;
- ♦ разработать модель рецептуры пищевой добавки для производства функциональных продуктов, обогащенных витамином D.

Объекты и методы исследований. Изучена и проанализирована научно-техническая литература и патентная информация по технологии производства функциональных продуктов, обогащенных витамином D. Обоснована рецептура пищевой добавки для производства D-витаминизированных продуктов питания.

Результаты исследований и их обсуждение. За последние несколько лет были разработаны несколько моделей оптимального обогащения пищевых продуктов. Существует эффективный критерий адекватной D-витаминизации разрешенных для фортификации продуктов — не более 20 МЕ/100 кКал (нормальная порция пищи содержит не менее 40 кКал, т.е. 2% от суточной нормы 2000 кКал) [3]. Различные виды молока (ацидофильное молоко, ароматизированное молоко и другие) предполагают максимальный уровень обогащения 42 МЕ/100 г продукта, молочные продукты (йогурт, сметана и прочие) — 89 МЕ/100 г продукта, маргарин — 331 МЕ/100 г, кальций-фортифицированные фруктовые соки и напитки — 100 МЕ на рекомендуемую дозу потребления. В случае обогащения напитков или формирования жидкой диеты величина фортификации находится в диапазоне 100-400 МЕ/1000 кКал (но не более 2500 кКал). Однако американские эксперты обращают внимание на необходимость увеличения концентрации субстанции холекальциферола при обогащении молока и одновременной фортификации витамином D и кальцием до 10 мкг/сут и 1200 мг/сут, соответственно [4].

Основными задачами процесса фортификации являются повышение стабильности витамина D в готовых продуктах, обеспечение равномерного распределения кальциферола и высокой биодоступности. Главное требование к D-витаминоносителю — это должен быть широко распространенный и регулярно потребляемый продукт, постоянно имеющийся в продаже и доступный по ценовому фактору. Пищевые добавки, содержащие витамин D, используются в технологии обогащения сыров, маргаринов, сухих завтраков, молочных продуктов, соков и других продуктов, причем, как правило, совместно с профилактической дозой кальция. Результаты исследований зарубежных ученых доказано, что биодоступность витамина D из обогащенных продуктов как на жировой основе, так и мало- или безжировой основе приемлема для технологии фортификации [3].

D-витаминизация молока и молочной продукции наиболее популярна в США и насчитывает уже более 50 лет. С 1940-х гг. и до настоящего времени в технологии производства фортифицированной продукции используется водорастворимый концентрат кальциферола (100000 МЕ/г в сухой форме). Для обогащения продукта в количестве 100 МЕ/порцию (240 г) вносится 2,2 г добавки, которую растворяют в 97,8 мг дистиллированной воды. К каждому 10,5 мл разведенного витамина добавляют до 54,5 л нормализованного молока, тщательно перемешивают, гомогенизируют (13,8/3,4 МПа), пастеризуют при 73 °С в течение 15 сек и упаковывают готовый

продукт (срок хранения D-витаминизированного молока 21 суток при 4 °С). Установлено, что стабильность кальциферола во время тепловой обработки и в течение срока хранения не изменяется [4].

Производство D-витаминизированных кисломолочных продуктов (ароматизированное молоко, кефир и йогурт) включает схожие технологические приемы: смешивание всех рецептурных компонентов, введение разбавленного концентрата витамина D и приготовление продукта по классической технологии. Для обогащения шоколадного молока кальциферолом в количестве 100 МЕ/порцию (240 мл) вводят 1,41 г концентрата витамина D, клубничного йогурта — 0,80 г [4].

В фортификации продуктов питания возможно использование не только кристаллической, но и эмульгированной формы витамина D, которая обеспечивает защиту кальциферола от разрушения в процессе технологической обработки и хранения, от воздействия ферментов и кислотности в процессе пищеварения. Эмульгированная форма витамина D получила распространение в производстве йогурта, сметаны, мороженого, сухого обезжиренного молока и сыра. Количественный анализ витамина D₃ в готовой продукции показал сохранение витамина D₃ 92,1±0,9% в эмульсии. При этом жирность продукта, технологическая обработка и продолжительность хранения не оказывают влияния на стабильность витамина D₃ в готовом продукте [5].

Однако использование обогащенного молока и молочных продуктов для предотвращения распространенной недостаточности витамина D среди населения зачастую является неэффективным из-за высокой распространенности непереносимости лактозы. Поэтому в последние годы получило распространение обогащение витамином D апельсинового сока. В ходе проведенных исследований было обнаружено, что наличие жира в продукте-витаминоносителе не является обязательным аспектом для абсорбции витамина D. Апельсиновый сок обогащают в концентрации 1000 МЕ витамина D₃ [6].

Также известны другие технологические подходы в фортификации в сфере производства мясной и рыбной продукции. Путем увеличения содержания витамина D₃ в рационах свиней возможно получение мяса и свиной печени с высокими уровнями холекальциферола. Установлено, что при добавлении 50 мкг витамина D₃/кг корма для свиней в течение 70 дней уровень холекальциферола составляет 7-59 мкг/кг в жировой ткани животного и 1-18 мкг/кг в мышечной ткани [7]. Аналогичным образом за счет кормления витамин D₃-обогащенным кормом повышается D-витаминная ценность мяса рыбы [8] и куриных яиц. При добавлении в рацион кур-несушек 2500 МЕ/кг корма витамина D₃ содержание холекальциферола увеличивается вдвое — до 5,0 мкг/100 г яичного желтка [9]. Причем стабильность кальциферола в процессе кулинарной обработки и в течение срока хранения достаточно высокая — потери <10%. Исследования, проведенные ирландскими учеными, показали, что еженедельное потребление 112 г яиц, обогащенных витамином D (в том числе в составе блюда и кулинарных изделий), соответствует 5,2 мкг витамина D, что в два раза выше, чем при употреблении в пищу необогащенных яиц (2,1 мкг) [10].

В Индии широкое распространение получило обогащение витамином D пресных лепешек (чапати) из разных сортов муки, пшеничной, кукурузной, просовой, сорго, ячменной [3]. Хорошим прецедентом для выбора способа обогащения хлебопродуктов в количестве 5000 МЕ витамина D₃ в ежедневной порции стала эффективность и безопасность обогащения пшеничной муки для престарелых жителей в Румынии, которые по социальному статусу получали недостаточную инсоляцию. Несмотря на то, что процесс выпечки является высокотемпературным (выше 200 °С), основное количество витаминизированной субстанции достаточно устойчиво в основной массе изделия.

Жирорастворимые свойства витамина D являются очевидным показанием для обогащения масел, маргарина и кулинарных жиров. Известен способ фортификации холекальциферолом (добавка содержит 100000 МЕ витамина или 2500 мг/г в жидкой форме) маргаринов и растительных масел в количестве от 480 до 5300 МЕ/кг. 15 г порции (1 столовая ложка) такого продукта обеспечивает 4-51 % от рекомендуемой суточной дозы потребления. При этом обогаще-

ние холекальциферолом комбинируют с одновременной фортификацией витаминами А и Е в количествах 3180-45000 МЕ/кг и 65-190 мг/кг, соответственно. Установлено, что в процессе кулинарной обработки маргарин остается достаточно стабильным: нагревание до 160 °С, 180 °С и 200 °С в течение 30 мин приводит к потерям 20, 35 и 50 %, соответственно, а в процессе выпечки печенья, тортов и хлеба потери составляют до 20%. Использование обогащенного маргарина в процессе приготовления кулинарной продукции не изменяет ее органолептических показателей [11].

На белорусском рынке также известна продукция, обогащенная витамином D: сыр плавленый — 1,31 мкг/100 г; сметана (Осиповичи) — 1,17 мкг/100 г; зефир — 3,79 мкг/100 г; халва арахисовая — 4,0 мкг/100 г; ирис молочный — 3,1 мкг/100 г и др. [12]. Исследованиями последних двух лет выявлены следующие D-витаминсодержащие продукты: сухие молочные смеси для детского питания (Беллакт) — 7,2-8,0 мкг/100 г; каши сухие — 7,86-8,15 мкг/100 г; продукты сухие Беллакт — 8,0-8,5 мкг/100 г; напитки сухие для детского питания «Оптимум +3», «Иммунис +3» (Беллакт) — 9,0-9,2 мкг/100 г; икра мойвы деликатесная — 1,9-5,1 мкг/100 г; сок кокосовый — 4,0 мкг/100 г; молоко — 1,25-1,31 мкг/100 мл; бифидопродукты — 0,87-1,3 мкг/100 г и др. (данные РУП «Научно-практический центр гигиены», г. Минск).

Очевидно, что при рекомендуемой суточной норме потребления в 10-15 мкг (тенденции ее роста >20 мкг) выше перечисленные продукты не способны в полной мере удовлетворить потребность организма в витамине D ввиду невысоких концентраций кальциферола и недостаточной популярности среди населения. Важно также отметить необходимость в технологии фортификации сочетания кальция (300 мг/сут) с витамином D даже при условии незначительной недостаточности кальциферола. Также существуют предпосылки, что потребность в витамине D (как и других витаминах) может быть модулирована за счет функционального взаимодействия других витаминных факторов. Значительный вклад в разрешение этого вопроса внес цикл работ, выполненных в Институте питания РАМН под руководством В.Б. Спиричева и положенных в основу концепции «Витамин D₃ + 12 витаминов», предлагаемой к реализации в различных технологиях фортификации пищевых продуктов [13].

В условиях сложившейся критической ситуации: широко распространенная недостаточность (дефицит) витамина D среди населения и ограниченность ассортимента функциональных продуктов, обогащенных кальциферолом — важной задачей, стоящей перед наукой и пищевой промышленностью, является разработка эффективных технологий производства функциональных продуктов массового потребления.

Предлагается модель функциональной пищевой добавки (премикса), содержащей витамин D (табл. 1). Для приготовления добавки будут применяться концентрированные формы витаминов и кальция, разрешенные Министерством здравоохранения Республики Беларусь для использования при производстве функциональных пищевых продуктов. Предполагается введение модельных смесей в рецептуру хлебобулочных изделий на различных технологических стадиях.

Таблица 1. Модель пищевой добавки, содержащей витамин D, для обогащения продуктов питания

Наименование нутриента	Содержание нутриента		Интервал дозирования
	нижний предел	верхний предел	
Витамин D, мкг	2,5 (100 МЕ)	20 (800 МЕ)	2,5 (100 МЕ)
Витамин С, мг	30	120	10
Фолиевая кислота, мг	0	200	20
Витамин В ₂ , мг	0	1,6	0,2
Кальций, мг	200	1000	200
Витамин А, мкг	600	800	100

Оценка функционального продукта будет производиться по количественному содержанию кальциферола, физико-химическим и органолептическим показателям.

Имеющиеся на рынке Республики Беларусь фортифицированные продукты частично удовлетворяют требованиям, способным скорректировать D-витаминный статус населения. Данный факт требует пересмотра существующей фортификационной политики, поскольку недостаточность кальциферола является фактором риска многих неинфекционных заболеваний и способна привести к серьезным последствиям для здоровья нынешнего и будущих поколений страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мойсеенок, А. Г.* D-витаминный дефицит в питании населения и возможности его предупреждения / А. Г. Мойсеенок, О. В. Шуляковская, О. С. Воронцова // Вопросы питания. — 2014. — Т.83, №3. — С.30–31.
2. *Мойсеенок, Е. А.* Гигиеническая оценка обеспеченности микронутриентами организма женщин репродуктивного возраста: автореф. дис. ...канд. мед. наук: 14.02.01 / Е. А. Мойсеенок; РУП «Научно-практический центр гигиены». — Минск, 2015. — 24 с.
3. *Ritu, G.* Fortification of foods with vitamin D in India / G. Ritu, A. Gupta // J. Nutr.— 2014. — № 6. — S. 3601–3623.
4. *Calvo, M. S.* Vitamin D fortification in the United States and Canada: Current status and data needs / M. S. Calvo, S. J. Whiting, C. N. Barton // J. Clin. Nutr. — 2004. — V. 80.— P. 1710–1716.
5. Fortification of dairy products with vitamin D₃ / I. Leskauskaite [et. al.] // International J of Dairy Technology. — 2015. — № 69 (2). — P. 563–569.
6. Bread fortified with cholecalciferol increases the serum 25-hydroxyvitamin D concentration in women as effectively as a cholecalciferol supplement / A. M. Natri [et. al.] // J. Nutr. — 2006. — V.136.— P. 123–127.
7. 25-hydroxyvitamin D₃ affects vitamin D status similar to vitamin D₃ in pigs-but the meat produced has a lower content of vitamin D / J. Jakobsen [et. al.] // Br. J. Nutr. — 2007. — V. 98. — P. 908–913.
8. Three different levels of dietary vitamin D₃ fed to first-feeding fry of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): Effect on growth, mortality, calcium content and bone formation / I. E. Graff [et. al.] // Aquac. Nutr. — 2002.— V.8.— P. 103–111.
9. Effect of vitamin D₂- and D₃-enriched diets on egg vitamin D content, production, and bird condition during an entire production perio / P. Mattila [et. al.] // Poult. Sci. — 2004. — V.83. — P. 433–440.
10. The Potential role of vitamin D enhanced foods in improving vitamin D status / L. O'Mahony // J Nutr. — 2011. — V. 3. — P. 1023–1041.
11. Fortification basics. Oilsand Margarine [Электронныйресурс] / Режим доступа: https://dsm.com/content/dam/dsm/nip/en_US/documents/oils. —Дата доступа: 21.05.2016.
12. *Шуляковская, О. В.* Исследование содержания витамина Д в продуктах питания методом высокоэффективной жидкостной хроматографии / О. В. Шуляковская, О. С. Воронцова, А. Г. Мойсеенок // Пищевая промышленность: наука и технологии. —2014. —№4(26). — С.66–73.
13. *Спиричев, В. Б.* Научная концепция «D₃+12 витаминов» — эффективный путь обогащения пищевых продуктов / В. Б. Спиричев, Л. Н. Шатнюк // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. —2013.— № 1.— С. 24–32.

Рукопись статьи поступила в редакцию 24.11.2016

T. P. Trotskaya, A. S. Kuchar

TECHNOLOGICAL APPROACHES FOR FOOD FORTIFICATION VITAMIN D

Studied technology known hikes in the production of food enriched with vitamin D, fortification dosage calciferol. The necessity to use enrichment technology in conjunction with vitamin D and other vitamin factors calcium. A model of a food additive (premix) containing calciferol and vitamins C, B2, A, folic acid and calcium.

УДК 664.641

Статья посвящена исследованию характеристик льняной муки как перспективного ингредиента при обогащении сахарного печенья. Показано, что льняная мука обладает высокой пищевой ценностью, которая определяется аминокислотным и жирно-кислотным составом, комплексом макро- и микронутриентов, что позволяет рассматривать возможность использования ее в качестве добавки для обогащения готовых изделий с целью придания им профилактических свойств. Рассматривается химический состав льняной муки в сравнении с пшеничной мукой высшего и первого сорта, органолептическая и физико-химическая оценка качества сахарного печенья, изготовленного по рецептуре с добавлением 20 % льняной муки, пищевая ценность готового изделия.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЬНЯНОЙ МУКИ КАК ПЕРСПЕКТИВНОГО ИНГРИДИЕНТА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ САХАРНОГО ПЕЧЕНЬЯ С ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТЬЮ

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

*Л. А. Мельникова, кандидат биологических наук,
доцент кафедры товароведения продовольственных товаров;
Е. Н. Гурновская, магистрант кафедры товароведения продовольственных товаров*

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

*С. Е. Томашевич, старший научный сотрудник отдела технологий кондитерской
и масложировой продукции*

Формирование рациона здорового питания на основе концепции сбалансированности пищевых веществ диктует необходимость создания продуктов с повышенной пищевой ценностью. Одним из объектов модификации являются хлебобулочные и мучные кондитерские изделия, относящиеся к продуктам регулярного потребления, ассортимент которых в последнее время активно пополняется.

Выпуск мучных кондитерских изделий за 5 лет увеличился почти на 40 %. Значительное место среди данной продукции занимает печенье. Его доля в производстве мучных кондитерских изделий составляет около 35 %. В Беларуси потребление мучных кондитерских изделий в расчете на 1 жителя превышает 9 кг в год, печенья — 4,8 кг в год на человека. При потребности рынка печенья в количестве 27 тыс. тонн объем выпуска отечественных производителей с учетом экспортных поставок покрывают около 80% (21 тыс. тонн).

Печенье — вид мучных кондитерских изделий с большим содержанием сахара-песка и жира, низким содержанием влаги, разнообразной формы. Его изготавливают из муки пшеничной высшего, 1-го и 2-го сортов, а также из муки овсяной с добавлением сахара, жиров, молочных продуктов, ароматизирующих веществ, химических разрыхлителей. Печенье характеризуется достаточно низким или полным отсутствием витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон, поэтому является продуктом, целесообразным для обогащения.

Перспективным сырьем для обогащения считают льняную муку, богатую полноценными белками, пищевыми волокнами, минеральными элементами и витаминами.

Целью работы явилось исследование характеристик льняной муки как перспективного ингредиента для обогащения и разработка на ее основе нового вида сахарного печенья.

Интерес представляет изучение научной информации, касающейся химического состава и пищевой ценности льняной муки.

Аминокислотный состав белков льняной муки аналогичен аминокислотному составу белков сои, которые считаются наиболее питательными протеинами растительного происхождения. Протеинами в льняной муке являются альбумин и глобулин. Они отличаются друг от друга растворимостью. В льняной муке преобладают глобулины высокой молекулярной массы (58—66 %), доля альбуминов в общем объеме белковой составляющей — 20—42 % [1]. По показателю НАК, характеризующему общее содержание незаменимых аминокислот, белки льняной муки обладают высокой биологической ценностью (НАК = 41,1). Значение скорректированного аминокислотного коэффициента усвояемости белков (PDCAAS = 0,95) позволяет говорить о полноценности аминокислотного состава с точки зрения обеспечения суточной нормы потребления белков [2].

Льняная мука богата жирами (13 %), при этом отличается низким содержанием нежелательных в пищевом рационе насыщенных жирных кислот и поэтому весьма ценна. Уникальность льняной муки заключается в высоком содержании в ней α -линоленовой кислоты и линолевой кислоты. Эти полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) выполняют ряд важных биологических функций в организме человека, являются предшественниками длинноцепочечных ПНЖК и входят в состав практически всех клеточных мембран. Баланс двух типов ПНЖК (α -линоленовой и линолевой) важен для гомеостаза и нормального развития организма человека [1].

Пищевые волокна в льняной муке представлены оболочками клеток растения, состоящими из полисахаридов. На клетчатку приходится примерно 28 % сухой массы льняной муки. Содержание растворимых и нерастворимых волокон варьирует обычно в пределах 20:80 — 40:60. Нерастворимая фракция клетчатки состоит из углеводов, таких как целлюлоза, и сложных полимерных соединений, таких как лигнины. Лигнины выполняют роль инкрустирующего вещества, связывающего волокна целлюлозы и гемицеллюлоз. Они обладают связывающими свойствами, что позволяет удерживать на своей поверхности токсины, болезнетворные бактерии, ионы металлов и выводить их из организма человека. На водорастворимую фракцию клетчатки приходится 7—10 % от сухой массы льняной муки. Обе формы клетчатки ценны из-за их физиологического действия (способствуют работе кишечника, уменьшают атеросклероз и липодемические отложения).

В состав льняной муки входят сложные фенольные кислоты, такие как феруловая, транс-синаповая, транс-гумариновая и транс-кофеиновая. Общее содержание фенольных кислот в льняном семени составляет от 7,9 до 10,3 мг/г. Своеобразный горьковатый вкус льняной муке придает гликозид линамарин, расщепляемый глюкозидазой на синильную кислоту, глюкозу и ацетон.

Льняная мука является одним из богатейших источников лигнанов, относящихся к классу фитоэстрогенов, т.е. веществ растительного происхождения, проявляющих эстрогеноподобную активность в организме человека. Кроме того, лигнаны способны подавлять рост и развитие раковых клеток [3].

Содержание витаминов и минеральных веществ в льняной муке представлено в табл. 1.

Таблица 1. Содержание минеральных веществ и витаминов в льняной муке

Минеральное вещество	Содержание минеральных веществ	Витамины	Содержание витаминов
Кальций, мг/100 г	336	Водорастворимые	
Медь, мг/100 г	1	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	0,50
Железо, мг/100 г	5	Тиамин (витамин В1), мг/100 г	0,53
Магний, мг/100 г	431	Рибофлавин (витамин В2), мг/100 г	0,23
Марганец, мг/100 г	3	Ниацин (никотиновая кислота), мг/100 г	3,21
Фосфор, мг/100 г	622	Пиридоксин (витамин В6), мг/100 г	0,61
Калий, мг/100 г	831	Пантотеновая кислота, мг/100 г	0,57
Натрий, мг/100 г	27	Фолиевая кислота, мкг/100 г	112
Цинк, мг/кг	5	Биотин, мкг/100 г	6
Алюминий, мг/кг	3,00	Жирорастворимые	
Барий, мг/кг	2,00	Токоферолы (витамин Е)	
Кадмий, мг/кг	0,25	α-Токоферол, мг/кг	0,55
Хром, мг/кг	1,00	δ-Токоферол, мг/кг	0,45
Кобальт, мг/кг	0,17	γ-Токоферол, мг/кг	29,70
Молибден, мг/кг	0,50		
Никель, мг/кг	1,70		
Свинец, мг/кг	0,25		
Олово, мг/кг	3,00		

Примечание – Источник [1, с. 18].

Как видно из табл. 1, льняная мука богата калием, магнием, фосфором, кальцием и другими микроэлементами. Ценится и витаминный состав льняной муки, который представлен витаминами В₁, В₂, В₆, фолиевой кислотой. Витамин Е представлен в льняной муке преимущественно γ-токоферолом, являющимся сильным природным биоантиоксидантом.

С точки зрения безопасности, использование льняной муки в рецептурах различных изделий не ухудшает гигиенические свойства продукции, так как содержание в ней антиалиментарных веществ, в частности сенильной кислоты при тепловой обработке (при температуре не менее 170 °С) понижается до безопасных значений (на 27 %) [4].

В работе был исследован образец льняной полуобезжиренной муки «Гарнец» производителя ООО «Гарнец», Россия, выработанный по ТУ 9293-010-89751414-10.

По органолептическим показателям льняная мука представляет собой сыпучий порошок коричневого цвета с темными вкраплениями неразрушенных оболочек семени, сладковатая на вкус, с легкой горчинкой и легким травянистым запахом.

Вначале определили влажность исследуемой муки по ГОСТ 9404-88 [5]. Массовая доля влаги льняной муки составила 7,7 %, что значительно меньше установленного для пшеничной муки 15 %-ного значения по СТБ 1666-2006 [7]. Следовательно, в данной муке по влажности не создаются условия для ее самосогревания, плесневения и прогоркания, что подтверждается органолептическими показателями.

Льняная мука обладает высокими водоудерживающими свойствами, ее можно применять в любых рецептурах мучных кондитерских изделий. Использование муки при приготовлении хлебобулочных и кондитерских изделий не нарушает технологический процесс и позволяет скорректировать пищевую ценность изделия [6].

В связи с тем, что планируется использовать льняную муку в качестве замены пшеничной муки при производстве сахарного печенья, нами был проведен анализ химического состава исследуемой льняной муки в сравнении с пшеничной мукой высшего и первого сортов (табл. 2) с применением стандартных гостированных методов определения. В качестве образцов сравнения была выбрана пшеничная «Лидская мука» высшего сорта марки М 54-25 и первого сорта марки М 36-27, ОАО «Лидахлебпродукт», Республика Беларусь, соответствующая требованиям СТБ 1666-2006 [7].

Таблица 2. Химический состав льняной муки «Гарнец» в сравнении с пшеничной мукой «Лидская мука» высшего и первого сорта

Пищевые вещества	Массовая доля в 100 г		
	Вид муки		
	Льняная	Пшеничная высшего сорта	Пшеничная первого сорта
Белки, г	25,0	10,0	10,5
Жиры, г	5,0	1,0	1,3
Сахара, г	2,1	1,9	2,1
Крахмал, г	10,9	69,7	66,6
Пищевые волокна, г	36,7	4,1	5,1
Зола, г	6,79	0,58	0,81

Примечание: Источник — собственная разработка.

Как видно из данных, приведенных в табл. 2, в льняной муке по сравнению с пшеничной мукой высшего и первого сортов в 2,5 раза больше содержание белков, в 5 раз больше жиров, а крахмала в 100 г содержится лишь 10,9 г. Количество пищевых волокон в льняной муке составило 36,7 %, что в 6–8 раз превышает содержание данного компонента в муке пшеничной первого и высшего сортов.

По рассмотренным данным видно, что льняная мука имеет ценный нутриентный состав, поэтому далее разработали сахарное печенье с добавлением льняной муки.

На основе муки высшего сорта «Лидская» марки М 54-25, ОАО «Лидахлебпродукт», Республика Беларусь и исследуемой льняной полуобезжиренной муки «Гарнец», ООО «Гарнец», Россия, была рассчитана рецептура сахарного печенья с внесением льняной муки взамен 20 % пшеничной муки высшего сорта с пересчетом других компонентов рецептуры для ее корректировки по сухим веществам. Для расчета за основу бралась унифицированная рецептура сахарного печенья «Юбилейное».

Рассчитанная рецептура на 150 г готовой продукции представлена в табл. 3.

Таблица 3. Рецептура сахарного печенья с добавлением льняной муки

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на 150 г готовой продукции, г	
		В натуре	В сухих веществах
Мука пшеничная, в/с	86,52	74,28	64,27
Мука льняная полуобезжиренная	92,29	18,57	17,3
Крахмал кукурузный	87,00	6,87	5,98
Пудра сахарная	99,85	26,93	26,89
Сироп инвертный	70,00	3,72	2,6
Маргарин	84,00	32,77	27,525
Молоко коровье паст.	11,50	3,39	0,39
Меланж	27,00	4,65	1,26
Пудра ванильная	99,85	0,65	0,649
Соль	96,50	0,60	0,58
Сода питьевая	50,00	0,65	0,325
Углеаммонийная соль	0	0,48	0
Эссенция (лимон)	0	0,186	0
Итого	-	173,746	145,28
Выход	95,5	150	143,25

Примечание: Источник — собственная разработка.

По разработанной рецептуре было выпечено сахарное печенье. Процесс изготовления печенья осуществляли следующим образом: эмульсию готовили из смеси сахарной и ванильной пудры, инвертного сиропа, меланжа, молока, соли, соды, лимонной эссенции маргарина и воды, замешивали в течении 15 минут, за 5 минут до конца замеса вводили углеаммонийную соль; добавили заранее просеянную пшеничную и льняную муку, и крахмал, далее замешивали тесто при $t=21^{\circ}\text{C}$ в течение 10 минут до полного смешивания компонентов; формовка осуществлялась при помощи круглой формы диаметром 60 мм, толщина теста 4—5 мм; выпечка проводилась в лабораторной печи при $t=240^{\circ}\text{C}$ в течение 4,5 минут — оптимальный режим для получения равномерно пропеченного печенья; охлаждение готовых изделий осуществлялось при комнатной температуре в естественных условиях среды.

Изготовление печенья осуществлялось на расчетную влажность 18,5 %, что является оптимальным значением для получения изделий с хорошими пластичными свойствами. Превышение данной влажности будет приводить к расплыванию и липкости тестовых заготовок, затруднению его формования.

Качество готового печенья было исследовано по органолептическим показателям по ГОСТ 24901[8], представленным в табл. 4.

Таблица 4. Органолептическая оценка печенья с добавлением льняной муки

Наименование показателя	Характеристика и норма для сахарного печенья	Фактические данные готового печенья
Форма	Правильная, соответствующая данному наименованию печенья, без вмятин, края печенья должны быть ровными или фигурными.	Форма печенья круглая правильная, без вмятин, с ровными краями.
Поверхность	Гладкая с четким рисунком на лицевой стороне, не подгорелая, без вкраплений крошек.	Поверхность гладкая, не подгорелая, без вкраплений крошек.
Цвет	Свойственный данному наименованию печенья, различных оттенков, равномерный.	Насыщенный песочный цвет, равномерный по всей поверхности.
Вкус и запах	Свойственные данному наименованию печенья, без посторонних запаха и привкуса.	Вкус выраженный, сладковатый, с ярким привкусом льняного семени, насыщенный запах льняного семени, слегка травянистый.
Вид в изломе	Пропеченное печенье с равномерной пористостью, без пустот и следов непромеса.	Пропечено с равномерной пористостью, без пустот и следов непромеса.

Как видно из табл. 4, по органолептическим показателям качество сахарного печенья с добавлением льняной муки соответствует требованиям ГОСТ 24091, вкусовые характеристики печенья улучшены, с привкусом используемой муки, цвет печенья темнее, чем при использовании только пшеничной муки.

Далее были проанализированы физико-химические показатели готового печенья в сравнении с контрольным изделием, изготовленным по той же технологии с использованием только пшеничной муки в/с. Данные представлены в табл. 5.

Таблица 5. Оценка физико-химических показателей готового печенья

Наименование показателя	Норма для печенья по ГОСТ 24901	Фактические данные контрольного образца	Фактические данные исследуемого печенья
Влажность, %	3,0—8,5	6,5	5,3
Щелочность в град., не более	2,0	1,1	0,5
Намокаемость, %, не менее	150	210	198

Значения ГОСТ 24901 приведены для печенья из пшеничной муки в/с и использованы для установления соответствия его требованиям показателей контрольного образца. По данным таблицы 5 видно, что все исследованные физико-химические показатели контрольного образца соответствуют требованиям ГОСТ 24901 и могут быть взяты для сравнения с исследуемым образцом печенья. Для печенья с добавлением льняной муки такие показатели, как влажность и щелочность составляют 5,3 % и 0,5 град. соответственно, что ниже показателей контрольного образца, но находятся так же в пределах нормы по ГОСТ 24901 и говорят о возможности более продолжительного хранения печенья. Показатель намокаемости — 198 % на 12% уступает контрольному образцу, что свидетельствует о хорошей пористости исследуемого печенья.

В заключение исследования по справочнику Скурихина И.М. рассчитали пищевую ценность исследуемого сахарного печенья с добавлением льняной муки, учитывая потери пищевых веществ после выпечки и пересчитывая их на массу 100 г.

Так как основными потребителями печенья являются дети различного возраста, согласно Санитарным нормам и правилам «Требование к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь» рассчитали содержание в 100 г исследуемого печенья доли (%) физиологической потребности в сутки. Полученные данные представлены в табл. 6.

Таблица 6. Пищевая ценность исследуемого сахарного печенья и доля в 100 г от нормы физиологической суточной потребности для детей различного возраста

Пищевые вещества	Содержание в 100 г печенья	Степень удовлетворения суточной потребности для детей, %					
		4-6 лет	7-10 лет	11-13 маль- чики	11-13 лет девочки	14-17 лет мальчики	14-17 лет девочки
Белки, г	8,32	11	9,56	8,15	8,85	7,36	8,49
Жиры, г	17,57	24,7	21,43	18,30	19,74	16,42	19,10
Клетчатка, г	4,59	18,36	18,36	14,81	17,65	12,07	17,65
К, мг	139,15	23,19	15,46	9,28	9,28	5,57	5,57
Са, мг	46,78	5,20	4,25	3,9	3,9	3,9	3,9
Mg, мг	50,16	25,08	20,06	16,72	16,72	12,54	12,54
P, мг	102,44	12,8	9,31	8,54	8,54	8,54	8,54
Fe, мг	1,08	10,8	9	9	7,2	7,2	6
B1, мг	0,105	11,67	9,55	8,08	8,08	7,0	7,0
B2, мг	0,063	6,3	5,25	4,85	4,85	4,2	4,2
PP, мг	0,85	7,73	5,67	4,72	4,72	4,25	4,72

Примечание: Источник — собственная разработка.

Добавление льняной муки способствует обогащению сахарного печенья клетчаткой, магнием, калием и значительному увеличению содержания витаминов и минеральных веществ в сравнении с традиционным продуктом.

На основе представленной информации обоснована целесообразность внесения льняной муки в рецептуру сахарного печенья.

Применение льняной муки при производстве сахарного печенья позволит:

- ♦ повысить пищевую ценность печенья за счет содержания витаминов и минеральных элементов;

- ♦ улучшить физиологическую ценность изделия благодаря способности клетчатки стимулировать перистальтику кишечника и регулировать его моторную функцию, а также благодаря радиопротекторным свойствам данного полисахарида;
- ♦ повысить биологическую ценность, так как льняная мука характеризуется адекватным содержанием незаменимых аминокислот.

На основе рассмотренного материала можно сделать вывод, что использование льняной муки, обладающей оптимальным белковым, витаминным, минеральным составом, позволит расширить ассортимент сахарного печенья, улучшить его функционально-технические и пластические свойства.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Зубцов, В. А.* Льняное семя, его состав и свойства / В.А. Зубцов, Л.Л. Осипова, Т.И. Лебедева // Журнал российского научного общества им. Д.И. Менделеева. — 2002. — № 2. — С. 14–16.
2. *Владимирова, Е. Г.* Биохимия зерна, биохимия хлебопечения; биохимия бродильных производств: методические указания к лабораторному практикуму / Е. Г. Владимирова, Г. И. Ушакова, О. П. Кушнарёва. — Оренбург: ОГУ, 2004. — 61 с.
3. *Фомичева, Ю. Ю.* Совершенствование технологии мелкоштучных хлебобулочных изделий / Ю. Ю. Фомичева // Материалы II Международной научно-практической конференции «Технология и продукты здорового питания». — Саратов, 2008. — С. 146–149.
4. *Рудницкая, Ю. И.* Безопасность использования льняной муки в технологиях кулинарной продукции / Ю. И. Рудницкая, И. П. Березовикова // Техника и технология пищевых производств. — 2012. — №1. — С. 24.
5. Мука и отруби. Метод определения влажности: ГОСТ 9404-88.— Введ. 01.01.1990. — Москва: Стандартинформ, 2007. — 5 с.
6. *Супрунова, И. А.* Мука льняная перспективный источник пищевых волокон для разработки функциональных продуктов / И. А. Супрунова, О. Г. Чижикова, О. Н. Самченко // Техника и технология пищевых производств. — 2010. — №4. — С. 19.
7. Мука пшеничная. Общие технические условия: СТБ 1666-2006.— Введ. 29.08.2006. — Минск: Госстандарт, 2011. — 17 с.
8. Печенье. Общие технические условия: ГОСТ 24901-89.— Введ. 30.06.1990. — Москва: Стандартинформ, 2006. — 11 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 01.08.2016

**L. A. Melnikova, K. N. Hurnouskaya,
S. E. Tomashevich**

THE CHARACTERISTIC OF THE LINEN FLOUR AS PERSPECTIVE INGREDIENT AT MANUFACTURING OF THE SUCAR COOKIE WITH THE RAISED ALIMENTARY VALUE

The article investigates the characteristics of flax meal as a promising ingredient in the enrichment of sugar cookie. It is shown that flax flour has a high nutritional value, which is determined by the amino acid and fatty acid composition, macro- and micronutrient complex, that allows us to consider the possibility of using it as a supplement to enrich the finished products with the aim of giving them preventive properties. We consider the chemical composition of flax flour compared to wheat flour senior and first grade, organoleptic and physico-chemical evaluation of the quality of sugar cookies, made according to a recipe with the addition of 20% flax meal, the nutritional value of the finished product.

В статье отражены результаты исследований по разработке новых видов функциональных продуктов питания с использованием картофельно-топинамбурового пюре или порошка топинамбура на основе полуфабрикатов мучных изделий (хлеба, оладий, кексов, печенья).

РАЗРАБОТКА ПОЛУФАБРИКАТОВ МУЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

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

Ю. С. Усемя, кандидат технических наук, старший научный сотрудник — заместитель начальника отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов;

Л. В. Филатова, старший научный сотрудник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов;

М. И. Гарлинская, аспирант отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов

В современных экологических условиях в связи с выявленным дефицитом необходимых микронутриентов в рационе питания человека остро стоит вопрос выбора продуктов питания, способных в полной мере удовлетворить потребности организма. В питании населения экономически развитых стран мира широко используются продукты промышленного производства, прошедшие технологическую обработку, в результате чего в них частично или полностью отсутствуют природные биологически активные вещества. Дефицит таких веществ, приводит к снижению защитных сил организма, формированию синдрома хронической усталости, снижению умственной и физической работоспособности. Наиболее эффективным путем восполнения выявленных дефицитов необходимых пищевых веществ в рационе питания населения и повышения сопротивляемости организма вредным факторам является разработка нового ассортимента пищевой продукции, обогащенной микронутриентами, пищевыми волокнами, пребиотиками, способствующей улучшению состояния здоровья, укреплению нервной системы, повышению умственной работоспособности и т.д.

При выборе вида пищевой продукции, подлежащей обогащению, необходимо учитывать современные тенденции развития пищевой промышленности, ориентированные на производство продукции повышенной пищевой ценности массового потребления, в том числе по содержанию физиологически активных ингредиентов, продуктов быстрого приготовления, с длительными сроками хранения и др.

Сегодня большим спросом в мире пользуются полуфабрикаты мучных изделий — готовые многокомпонентные сухие смеси, которые применяются для выработки широкого ассортимента кондитерских и хлебобулочных изделий, пищевых концентратов, используются в производственных и домашних условиях. Только в Республике Беларусь вырабатывается более 30 наименований мучных полуфабрикатов для приготовления в домашних условиях хлеба, блинов, оладий, кексов, печенья, тортов.

Полуфабрикаты мучных изделий богаты белком и витаминами группы В. Однако изделия этой группы содержат недостаточное количество нутриентов (витаминов, пищевых волокон и минеральных веществ), а также имеют высокую сахароемкость.

В последнее время все большее значение в Республике Беларусь уделяется нетрадиционным видам сырья как источникам биологически активных веществ, среди которых можно выделить топинамбур. Клубни топинамбура являются ценным сырьем для производства продуктов питания лечебно-профилактического назначения. Существенным критерием пищевой ценности топинамбура являются наличие биологически активных веществ — инулина и пекти-

новых веществ. Инулин — полимер D-фруктозы, который в отличие от крахмала и целлюлозы, содержащих исключительно глюкозу, состоит в основном из фруктозы с малыми примесями глюкозы. Инулин представляет собой порошок белого или желтоватого цвета, легко растворим в горячей воде, гигроскопичен. Он легко усваивается организмом человека, в связи с чем инулин применяется в пищевой промышленности в качестве пластификатора и сахарозаменителя.

Инулин положительно влияет на видовой и количественный состав микрофлоры кишечника, связывает и выводит из организма токсичные и балластные вещества, стимулирует двигательную активность (моторику и перистальтику) желудочно-кишечного тракта, замедляет гидролиз углеводов, снижает уровень холестерина и триглицеридов крови. Инулин влияет на микроциркуляцию крови, в результате чего повышается скорость кровяного потока, облегчается доставка питательных веществ и кислорода к тканям организма и отведение продуктов жизнедеятельности клеток, мешающих нормальному функционированию всех органов человека [1, 2].

Основываясь на высокой пищевой и биологической ценности топинамбура, его можно рекомендовать к использованию в качестве обогащающего ингредиента при производстве мучных полуфабрикатов функционального назначения, путем частичной замены муки и сахара на порошок топинамбура или сухое картофельно-топинамбуровое пюре, что позволит снизить сахароемкость конечного продукта, а с другой стороны придаст ему функциональные свойства, обогатив пребиотиком и витаминами.

Таким образом, целью данного исследования является разработка функциональных продуктов с использованием картофельно-топинамбурового пюре и/или порошка топинамбура на основе полуфабрикатов мучных изделий.

Изучение нормативно технологической базы на производство мучных полуфабрикатов, научно-технической документации на новые обогащающие ингредиенты, организации промышленного производства подтвердило целесообразность применения порошка топинамбура и картофельно-топинамбурового пюре в производстве мучных полуфабрикатов.

В результате анализа унифицированных рецептур полуфабрикатов мучных изделий хлеба, оладий, кексов, печенья с целью выявления взаимосвязей между основными компонентами рецептур, установлено, что содержание муки в рецептурах хлеба колеблется около 80%, оладий (блинов) от 75–88 %, кексов изменяется от 52 до 69 г, яичного порошка во всех продуктах — от 2 до 11 г, молока сухого — от 2 до 28 г и сахара песка — от 20 до 44 г.

С учетом полученных данных разработаны проекты технологической инструкции и 6 рецептур на функциональные продукты — полуфабрикаты мучных изделий с использованием картофельно-топинамбурового пюре или порошка топинамбура: «Хлеб с порошком топинамбура», «Печенье с картофельно-топинамбуровым пюре», «Печенье с порошком топинамбура», «Кекс с картофельно-топинамбуровым пюре», «Смесь для оладий с порошком топинамбура», «Смесь для оладий с картофельно-топинамбуровым пюре». В разработанных проектах рецептур произведена количественная замена муки и сахара на порошок топинамбура или картофельно-топинамбуровое пюре до 20 %. Так, в рецептуру мучного полуфабриката хлеба за счет замены муки пшеничной ввели 20% порошка топинамбура. Данная количественная замена обусловлена органолептическими и физико-химическими характеристиками готового выпеченного продукта — отсутствие неприятного землистого вкуса топинамбура, внешнего вида выпеченного изделия, пропеченного мякиша и др. параметров.

Проведены исследования по определению влияния картофельно-топинамбурового пюре и порошка топинамбура на реологические, физико-химические и органолептические свойства теста, полученного из мучных полуфабрикатов с целью определения количества вносимых для восстановления сухой смеси ингредиентов (вода, кефир, сметана, масло сливочное и др.) и получения теста требуемой консистенции.

На рис. 1 приведены результаты исследований по определению влияния обогащающих добавок на вязкость теста, приготовленного из полуфабрикатов мучных изделий — сухих смесей для оладий.

Анализ данных, приведенных на рис. 1, показал, что наибольшее количество жидких ингредиентов необходимо вводить в полуфабрикаты мучных изделий, обогащенных картофельно-топинамбуровым пюре (от 200 до 350 мл). В то же время для восстановления образцов сухих смесей без обогащающих ингредиентов требовалось от 170 до 200 мл жидких компонентов. Для восстановления образцов сухих смесей, обогащенных порошком топинамбура, требовалось от 200 до 300 мл жидких компонентов.

При проведении исследований по определению влияния обогащающих ингредиентов на качественный показатель готового продукта — хрупкость установлено, что максимальную пластическую прочность имел образец теста с картофельно-топинамбуровым пюре, а образец с порошком топинамбура имел более низкую пластическую прочность.

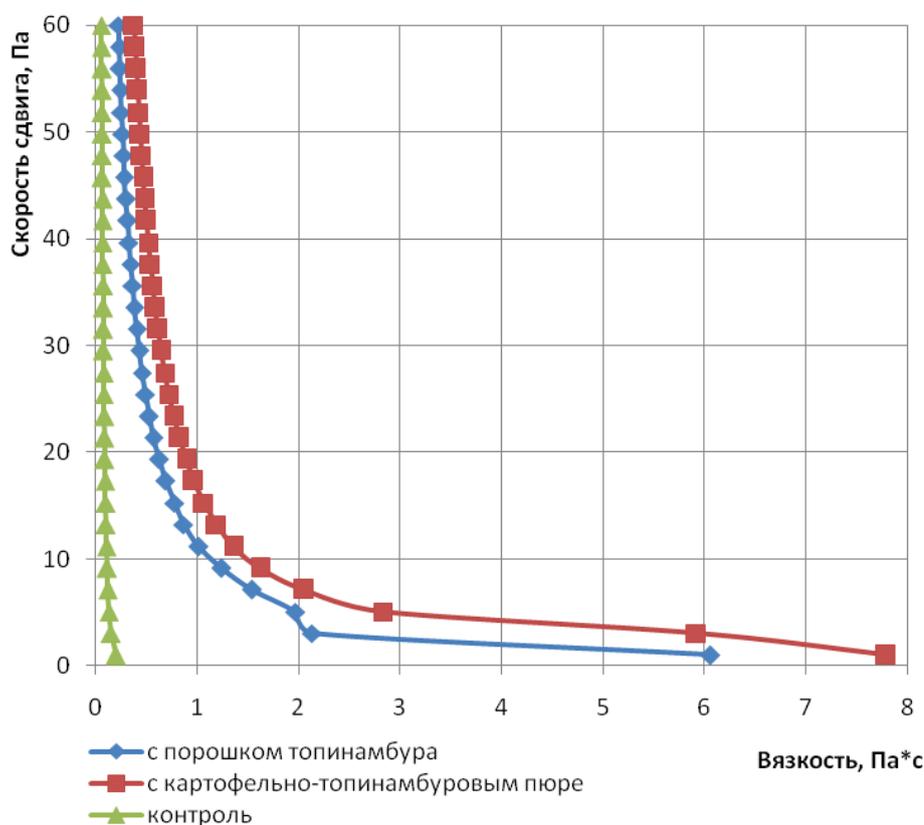


Рис. 1. Зависимости вязкости теста (Па*с) от скорости сдвига (Па) при приготовлении теста при температуре 22 °С

На рис. 2 приведены результаты определения пластической прочности образцов теста, полученных из полуфабрикатов мучных изделий печенья.

То есть введение обогащающих ингредиентов снижают хрупкость готовых изделий, что можно рассматривать с двух сторон: с одной стороны — при снижении хрупкости продукта снижаются потери в виде лома при транспортировке, а с другой стороны — более хрупкие изделия имеют более нежную консистенцию, что предпочтительно для многих потребителей.

Для получения готового продукта с наилучшими органолептическими показателями, с учетом результатов реологических и физико-химических исследований теста, проведены контрольные выпечки с целью уточнения количества восстанавливающих ингредиентов.

Приготовленные изделия представлены на рабочую дегустационную комиссию, где получили хорошую оценку. С учетом полученных замечаний, доработаны рецептурные составы мучных полуфабрикатов, разработаны и утверждены 6 рецептур на полуфабрикаты мучных изделий функционального назначения.

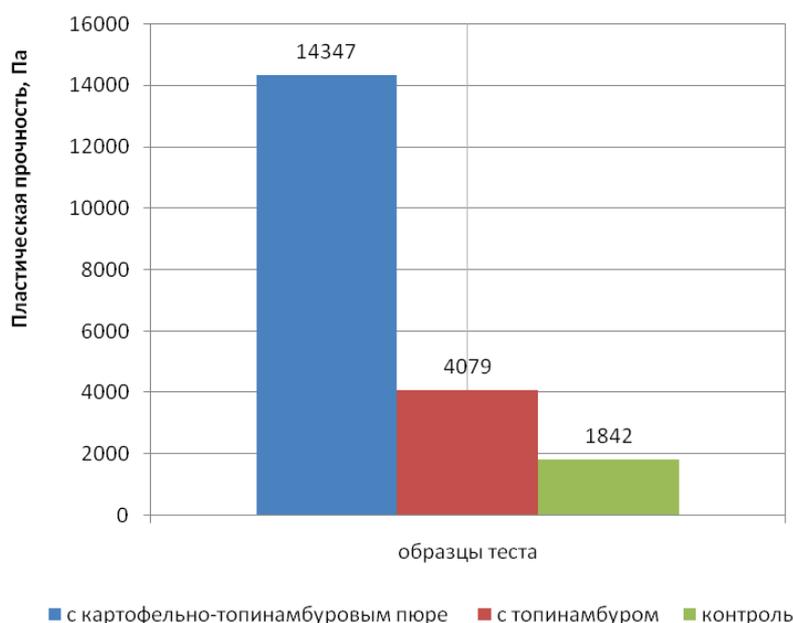


Рис. 2. Пластическая прочность образцов теста, приготовленного при температуре 22 °С

Таким образом, в ходе проведенных исследований проанализированы унифицированные рецептуры полуфабрикатов мучных изделий (хлеба, оладий, кексов, печенья и т.д.) с целью выявления взаимосвязей между основными компонентами рецептурных составов. С учетом полученных результатов составлены рецептурные составы на 6 видов полуфабрикатов мучных изделий, обогащенных картофельно-топинамбуровым пюре или порошком топинамбура.

Отработан процесс восстановления готового изделия из обогащенных полуфабрикатов мучных изделий (блинов, оладий, хлеба, кекса). Проведены исследования по определению влияния картофельно-топинамбурового пюре и порошка топинамбура на реологические, физико-химические и органолептические свойства теста, полученного из мучных полуфабрикатов с целью определения количества вносимых для восстановления сухой смеси ингредиентов. Установлена возможность замены ингредиентов в смеси (муки и сахара) на картофельно-топинамбуровое пюре или порошок топинамбура до 20 % от их количества.

Проведены экспериментальные выпечки мучных полуфабрикатов с порошком из клубней топинамбура и сухим картофельно-топинамбуровым пюре, определены органолептические характеристики готовых изделий. Приготовленные изделия представлены на рабочую дегустационную комиссию, где получили хорошую оценку. С учетом полученных замечаний, доработаны рецептурные составы мучных полуфабрикатов, разработаны и утверждены 6 рецептур на полуфабрикаты мучных изделий функционального назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Росляков, Ю. Ф.* Продукты переработки клубней топинамбура — перспективное сырье в производстве мучных кондитерских изделий / Ю. Ф. Росляков, В. В. Гончар, О. Л. Вершинин // Матер. 9-й Междунар. конф. «Кондитерские изделия XXI века». — М.: Пищепромиздат, 2013. — 320 с.
2. *Соколова, О. С.* Инулинсодержащие препараты из топинамбура и их способность связывать ионы тяжелых металлов с другими биополимерами / О. С. Соколова // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2009. — № 5. — С. 26–27.
3. *Пасько, Н. М.* Биотехнологические аспекты переработки сельскохозяйственного сырья на примере топинамбура / Н. М. Пасько, В. А. Овчинников // Хранение и переработка сельхозсырья. — 1998. — № 2. — С. 35–36.

4. *Васильева, Е. А.* Использование добавок из топинамбура для расширения ассортимента продукции / Е. А. Васильева // *Хранение и переработка сельхозсырья*. — 2007. — №1. — С.51–53.
5. *Катренко, Л. В.* Топинамбур. Источник полезного сахара / Л. В. Катренко. — Спб.: Диля, 2005. — 128 с.
6. *Синявская, Н. Д.* Новые сорта хлеба и печенья с топинамбуром / Н. Д. Синявская, Л. И. Кузнецова, В. Г. Мельникова // *Пищевая промышленность*. — 2003. — № 12. — С. 52–53.
7. *Росляков, Ю. Ф.* Использование продуктов переработки клубней топинамбура в хлебопечении / Ю. Ф. Росляков, В. В. Гончар, О. Л. Вершинин // *Хлебопек*. — 2012. — №4.— С. 30–31.
8. *Федосеева, Т. А.* Полная энциклопедия диет / Т.А. Федосеева. — М.: ОЛМА Медиа Групп, 2008. — 656 с.
9. *Спиричев, В. Б.* Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / В. Б. Спиричев, Л. Н. Шатнюк, В. М. Познянский; под общ. ред В. Б. Спиричева. — Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. — 548 с.
10. *Баранова, А. Л.* Разработка технологии сухих диабетических продуктов из клубней топинамбура: дис. ...канд. техн. наук: 05.18.01 / А. Л. Баранова. — Краснодар, 2015. — 135 л.

Рукопись статьи поступила в редакцию 02.11.2016

Y. S. Usenia, L. V. Filatova, M. I. Harlinskaya

DEVELOPMENT OF THE SEMI-FINISHED PRODUCTS OF FUNCTIONAL PURPOSE

The investigations on the development of new functional foods with dietary mashed potatoes or Jerusalem artichoke powder on the basis of semi-finished bakery products (bread, pancakes, muffins, cookies).

УДК 612.3+612.392.9+615.33+591.05

В статье изложены результаты оригинальных исследований влияния продукта диетического питания из бурых водорослей Белого моря на микробиоценоз кишечника на фоне развития дисбактериоза, вызванного антибиотиками. Показано, что продукт обладает пребиотическими свойствами, что выражается в сохранении нормофлоры кишечника в условиях развивающегося дисбиоза на ранних стадиях, а также проявляет фунгицидный и антибактериальный эффекты в отношении условно-патогенных микроорганизмов.

ВЛИЯНИЕ ГЕЛЯ ИЗ БУРЫХ МОРСКИХ ВОДОРОСЛЕЙ НА МИКРОФЛОРУ КИШЕЧНИКА ПРИ ДИСБАКТЕРИОЗЕ, ИНИЦИИРОВАННОМ АНТИБИОТИКАМИ

ГНУ «Институт физиологии НАН Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь

Е.В. Марцинкевич, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории физиологии питания и спорта;

А.Э. Пыж, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории физиологии питания и спорта;

Т.М. Лукашенко, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией физиологии питания и спорта;

А.А. Бирюков, врач-терапевт, член-корреспондент Белорусской инженерной академии

Актуальной задачей современной нутрициологии является разработка продуктов функционального питания на основе натурального сырья, не содержащих консервантов, красителей

и ГМО. В данном аспекте представляется перспективным использование морских бурых водорослей рода *Fucus*, которые имеют уникальный химический состав и могут применяться как в виде самостоятельного продукта питания, так и биологически активных добавок для профилактики и лечения различных заболеваний. Наиболее широко распространённым видом бурых водорослей является фукус пузырчатый (*Fucus vesiculosus*, *Fucaceae*), содержащий в своем составе углеводы, липиды, белковые вещества, полифенолы, витамины, каротиноиды, хлорофиллы, минеральные вещества, микро- и макроэлементы. В научной литературе спектр физиологических эффектов *Fucus vesiculosus* связывают в основном с полисахаридами — альгиновой кислотой и фукоиданом [10].

Оценена эффективность БАД на основе фукоидана из *Fucus evanescens* в комплексной терапии пациентов с ишемической болезнью сердца для коррекции цитокинового статуса. Показано, что включение данной субстанции в рацион больных приводит к нормализации последнего и позволяет снизить дозу синтетических статинов [3].

Неотъемлемой частью желудочно-кишечного тракта является микрофлора кишечника, которая задействована в процессах пищеварения, регуляции липидного обмена, обновлении кишечного эпителия, поддержании иммунитета и противоинфекционной защите. Любое изменение структуры микробиоценоза кишечника провоцирует вторичные нарушения, обуславливающие возникновение различных патологических состояний [2].

Установлено, что фукоидан из фукусовых подавляет развитие некоторых болезнетворных бактерий [10]. Альгиновые кислоты бурых водорослей связывают переходные металлы, необходимые для функционирования дыхательной и электрон-транспортной систем аэробных бактерий, роста и экспрессии их факторов патогенности [9].

При всем многообразии медикаментозных препаратов для профилактики и лечения заболеваний пищеварительной системы человека, продолжается поиск новых средств и биологически активных добавок к пище с высокой эффективностью и минимальными побочными эффектами.

В настоящее время на основе бурых водорослей Белого моря разработан продукт диетического питания как средство выведения токсинов различной природы из организма. Однако ингредиенты продукта — растворимые пищевые волокна (альгинаты), фукоидан, инулин, фруктоза, аскорбиновая кислота, йод в органической форме, железо, медь, сера, фосфор одновременно могут выступать как факторами роста для микроорганизмов, так и их ингибиторами, что явилось побудительной причиной изучить его влияние на микрофлору кишечника при неблагоприятных воздействиях антибиотиков.

Цель настоящей работы — оценить влияние продукта для диетического питания на основе бурых водорослей на микрофлору кишечника при антибиотик-ассоциированном дисбактериозе.

Исследования выполнены на 50 самцах белых крыс с начальной массой $170 \pm 2,0$ г. Содержание, питание, уход за животными и выведение их из эксперимента осуществляли в строгом соответствии с требованиями Правил проведения работ с использованием экспериментальных животных [6] и соблюдением биоэтических норм и требований Международного комитета по науке [8].

Состав продукта на 100 г: растворимые пищевые волокна (альгинаты) — 4-5 г, йод — 800-1200 мкг, фукоидан — не менее 1,3 г, инулин — 7 г, фруктоза — 7 г, белок — менее 0,5 г, жир — менее 0,2 г.

Проведены 3 серии исследований на 5 опытных группах по 10 особей в каждой. Первая серия (1 группа) — контроль, крысы содержались на стандартном рационе вивария (ГОСТ Р 50258-92); вторая серия исследований заключала две группы, которым создавали модель дисбактериоза кишечника посредством введения цефалексина в дозе 20 мг/кг перорально и гентамицина сульфата 5 мг/кг в/м в течение 3-х суток [7]. Третья серия исследований (4-я и 5-я группы) объединяла модель дисбиоза и внутрижелудочное введение через зонд водного раствора продукта, начиная с первых суток развития патологии. Расчет дозы вели по сумме пищевых волокон 100% от суточного потребления в пересчете на массу тела крысы согласно руководству [5], эффектив-

ная доза составила 8,6 г/кг. Забор биологического материала для исследований осуществляли на 3-и (2-я и 4-я группы) и 7-е (3-я и 5-я группы) сутки эксперимента.

Исследование влияния продукта на микрофлору кишечника проводили в соответствии с методическими рекомендациями [1]. Образцы засеивали на дифференциально-диагностические среды и определяли удельное содержание лактобацилл, бифидобактерий, стафилококков, энтеробактерий и дрожжей. Антагонистическую активность бифидобактерий определяли по величине pH бифидум-среды после окончания срока культивирования.

Антимикробные свойства продукта оценивали по выживаемости тест-культур золотистого стафилококка *S. aureus* и кандид *C. albicans* при сокультивировании *in vitro*. На поверхность питательного агара наносили 1 мл суспензии продукта, полученной растворением 1 г вещества на стерильном 0,85% растворе хлорида натрия в серии последовательных разведений 1:10, 1:2 и 1:20, что соответствует 100 мг, 50 мг и 5 мг и засеивали тест-штаммы в титре 100 КОЕ/мл. Критериями оценки служили: 50% выживаемость колониеобразующих единиц — наличие искомой активности, менее 50 % до 20% выживаемости — тенденция проявления антимикробных свойств, менее 15 % — активность отсутствует.

Полученные данные статистически обрабатывали с помощью программы *Statistica 6.0*. Данные представлены в виде средней величины и стандартной ошибки средней ($M \pm m$). Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимается равным 0,05.

Анализ микрофлоры контрольной группы выявил рост молочнокислых лактобацилл и бифидобактерий в титрах $7,64 \pm 0,01$ Log КОЕ/г и $9,0 \pm 0,01$ Log КОЕ/г с высокой антагонистической активностью (pH среды $3,86 \pm 0,07$ ед.) соответственно. Энтеробактерии были представлены кишечной палочкой *E. coli* в титре $5,26 \pm 0,09$ Log КОЕ/г, а общий пул энтеробактерий — $5,0 \pm 0,07$ Log КОЕ/г. Сапрофитные стафилококки *Staphylococcus ssp.* высевались в титре $3,3 \pm 0,08$ Log КОЕ/г. Дрожжеподобные грибы определялись в количестве $3,76 \pm 0,06$ Log КОЕ/г (табл., группа I).

Введение антибиотиков нарушает структуру кишечной микрофлоры подопытных животных. На 3-и сутки снижались уровни бифидобактерий и лактобацилл на 12,2% и 14,0% соответственно по сравнению с контролем ($p < 0,05$), угнеталась антагонистическая активность (pH среды 4,2 ед.). Накопление *Enterobacteriaceae* в кишечнике возрастало на 24,0% в сравнении с контролем ($p < 0,05$), а титр *E. coli* превышал показатель нормы на 20,7% ($p < 0,05$). В кишечнике накапливались стафилококки и кандиды. Удельный вес *Staphylococcus ssp.* превосходил контроль на 47,6% ($p < 0,05$), преобладал золотистый стафилококк *S. aureus* в титре $4,8 \pm 0,04$ Log КОЕ/г. Концентрация дрожжеподобных грибов превышала показатель нормы на 68,4% (табл., группа II).

На 7-е сутки развития дисбиоза наблюдали увеличение популяции лактобацилл на 11,4%, содержание бифидобактерий соответствовало уровню контроля ($p < 0,05$). Накопление стафилококков *Staphylococcus ssp.* замедлялось на 13,8% по сравнению с животными II группы ($p < 0,05$). Удельный вес золотистого стафилококка сохранялся в титре $4,15 \pm 0,03$ Log КОЕ/г, что на 14,2% достоверно ниже ($p < 0,05$) аналогичного показателя во II группе (табл., группа III).

Таблица. Изменение структуры микрофлоры толстой кишки крыс при антибиотик-иницированном дисбактериозе и сочетанном потреблении продукта

Показатель Log КОЕ/г	Серия исследований	Экспериментальный дисбактериоз		Дисбактериоз + продукт	
	Контроль группа I	группа II 3 сут.	группа III 7 сут.	группа IV 3 сут.	группа V 7 сут.
<i>Lactobacillus ssp.</i>	$7,64 \pm 0,01$	$6,57 \pm 0,02^*$	$7,32 \pm 0,05^*$	$6,78 \pm 0,08$	$7,4 \pm 0,07$
<i>Bifidobacterium ssp.</i>	$9,0 \pm 0,01$	$7,9 \pm 0,02^*$	$8,9 \pm 0,02$	$8,7 \pm 0,02^{**}$	$9,0 \pm 0,02$
<i>Enterobacteriaceae</i>	$5,0 \pm 0,07$	$6,2 \pm 0,12^*$	$5,98 \pm 0,04^*$	$5,7 \pm 0,12^{**}$	$5,65 \pm 0,05$
<i>E. coli</i>	$5,26 \pm 0,09$	$6,35 \pm 0,03^*$	$6,06 \pm 0,06^*$	$5,8 \pm 0,1^{**}$	$5,5 \pm 0,05^{**}$
<i>Staphylococcus ssp.</i>	$3,3 \pm 0,08$	$4,87 \pm 0,03^*$	$4,2 \pm 0,07^*$	$3,6 \pm 0,01^{**}$	$3,9 \pm 0,06^{**}$

Окончание табл.

Показатель Log КОЕ/г	Серия исследований	Экспериментальный дисбактериоз			Дисбактериоз + продукт	
	Контроль	группа I	группа II 3 сут.	группа III 7 сут.	группа IV 3 сут.	группа V 7 сут.
<i>S. aureus</i>	ед.кол.		4,84±0,04*	4,15±0,03*	3,7±0,04**	ед.кол.**
<i>Citrobacter ssp.</i>	ед.кол.		ед.кол.	6,23±0,04*	6,3±0,02	6,1±0,04
Fungi		3,76±0,06	6,33±0,04*	6,2±0,03*	4,9±0,06**	ед. кол.**

Примечание: * – различия достоверны относительно показателей контрольной группы; ** – различия по показателям между группами II–III и группами IV –V соответственно.

Введение в рацион продукта из бурых водорослей на фоне приема антибиотиков уменьшало их отрицательное влияние на микрофлору. Избирательная биологическая активность выявлена в отношении золотистого стафилококка (*S. aureus*), поскольку к 3-им суткам эксперимента показатель достоверно снижался на 23,6% ($p < 0,05$). Сходная тенденция наблюдалась в отношении грибов, титр которых уменьшался к 3-им суткам развития дисбиоза на 22,5% ($p < 0,05$), а при недельном потреблении продукта грибы рода *Candida* отсутствовали (табл., группы II–V). Содержание *Bifidobacterium ssp.* на 3-е сутки в кишечнике крыс, находившихся на рационе с добавкой бурых водорослей, соответствовало контролю (табл., группа IV).

Известно, что пищевые волокна, аскорбиновая кислота, фосфор, фруктоза, инулин являются питательными веществами и ростовыми факторами жизнедеятельности молочнокислых микроорганизмов, что может отчасти прояснить наблюдаемый эффект сохранения в кишечнике популяций лакто- и бифидобактерий на фоне приема антибиотиков. Тем не менее, полученные данные позволяют судить лишь об опосредованном влиянии продукта на микрофлору кишечника крыс, тогда как подтверждение установленных фактов требует оценки воздействия вещества на процессы роста чистых культур микроорганизмов.

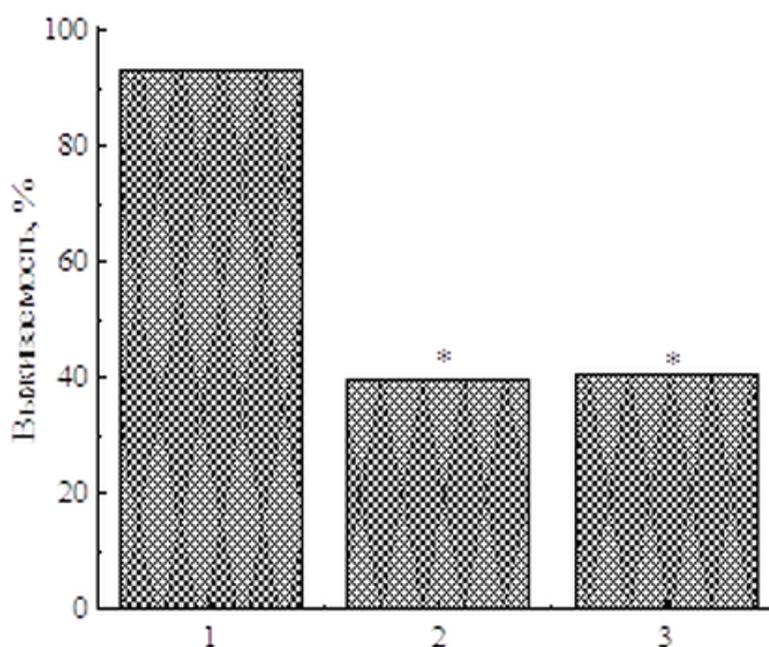


Рис. 1. Влияние продукта на основе бурых водорослей Белого моря на выживаемость тест-штамма *Candida albicans* ATCC 10231 in vitro.

Показано, что дополнение рецептуры агара Сабуро продуктом в концентрациях 50 мг и 5 мг на чашку сопровождалось достоверным снижением колониеобразующей способности у тест-штамма *C. albicans ATCC 10231* на 60,9% и 56,8% ($46,7 \pm 0,33$ КОЕ и $51,7 \pm 1,2$ КОЕ, контроль — $119,6 \pm 0,88$ КОЕ) соответственно (рис. 1). Наличие антигрибковой активности у компонентов продукта имеет определенное практическое значение, поскольку экзометаболиты грибов рода *Candida* угнетают ростовые характеристики бифидобактерий в кишечнике [4].

Физиологические процессы роста грамположительных кокков *S. aureus ATCC 25923* продукт в дозе 100 мг на чашку не затрагивал. При уменьшении концентрации вещества до 50 мг на чашку наблюдали тенденцию к замедлению формирования колоний на 18,3% в сравнении с контролем. В результате проведенных исследований установлено, что продукт диетического питания из бурых водорослей Белого моря способствует поддержанию баланса молочнокислой микрофлоры, ограничению чрезмерного роста кишечных палочек, условно-патогенных бактерий и грибов при приеме антибиотиков и может быть предложен как средство профилактики дисбактериоза кишечника.

Коллектив лаборатории физиологии питания и спорта выражает искреннюю благодарность ООО «НАТИВ» РФ за предоставленную возможность изучить полезные физиологические свойства продукта диетического питания на основе бурых водорослей Белого моря.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бактериологическая диагностика дисбактериоза кишечника: Методические рекомендации / Р.В. Эпштейн [и др.] // Утв. МЗ РСФСР 14.04.1977. — М., 1977. — 20 с.
2. Борщев, Ю. Ю. Влияние пробиотических бактерий на кишечные пищеварительные ферменты у крыс при экспериментальном дисбиозе / Ю.Ю. Борщев // Автореф. канд. диссерт. биол. наук: 03.03.01— СПб, 2012. — 22 с.
3. Иванушко, Л. А. Коррекция цитокинового статуса у пациентов с ишемической болезнью сердца, сопровождающейся дислипидемией сульфатированным полисахаридом из бурой водоросли *Fucus evanescens* / Л.А. Иванушко, С.П. Крыжановский // Здоровье. Мед. экол. наука. — 2014. — Т. 57, № 3. — С. 27–28.
4. Иванова, Е. В. Влияние экзометаболитов дрожжевых грибов на ростовые свойства бифидобактерий / Е. В. Иванова, Н. Б. Перунова // Современная микология в России. Тез. докл. Второго съезда микологов России. Том 2. Раздел 10.— С.274–275.
5. Хабриев, Р. У. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ // под ред. Р.У. Хабриева — М.: Медицина. — 2005. — 832 с.
6. Санитарные правила норм 2.1.2.12-18 — 2006. Устройство, оборудование и содержание экспериментально-биологических клиник (вивариев). Утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача Респ. Беларусь 31 окт. 2006 № 131; Приложение к приказу МЗ СССР от 12.08.1977 г., № 755.
7. Микрофлора кишечника белых мышей и морских свинок при экспериментальном антибиотик-ассоциированным дисбактериозе и возможность ее коррекции пребиотиком «Стим-бифиб» / Чичерин И.Ю. [и др.] // Журнал инфект. — 2012. — Том 4, № 1. — С. 75–80.
8. European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimentation and other Scientific Purposes, N 123 of 18 March 1986.
9. Haemin represses the haemolytic activity of *Staphylococcus aureus* in an Sae-dependent manner / Schmitt J. [et al.] // Microbiology.—2012.—Vol 152, № 10. — P. 2619–2631.
10. Effect of fucoidan and fucoidan containing tea on gastric ulcer and non-ulcer dyspepsia / Y. Yamamoto [et al.] // Jpn. Pharmacol. Ther. — 2000. — Vol. 28. — P. 63–70.

Рукопись статьи поступила в редакцию 21.05.2016

**E. V. Marzinkevich, H. E. Pyzh,
T. M. Lukashenko, A. A. Biryukov**

INFLUENCE GEL FROM BROWN SEAWEED ON INTESTINAL MICROFLORA AT DYSBACTERIOSIS INITIATED ANTIBIOTICS

The article presents the results of original research on the influence of dietary food product of the White Sea seaweed on intestinal microbiocenosis against the background of dysbiosis caused by antibiotics. It was shown that the product has prebiotic properties, resulting in preserving normal flora intestinal dysbiosis in emerging in the early stages, and exhibits an antibacterial and fungicidal effects against opportunistic pathogens.

УДК 664.017:577.114.7(043.3)

*В статье приводятся результаты исследования свойств и состава хитин-глюканового комплекса, выделенного по разработанной авторами технологии из побочного продукта производства лимонной кислоты *Aspergillus niger* L-4. Наличие темного пигмента меланина обуславливает темную окраску полученного хитин-глюканового комплекса. Цвет является одной из важнейших характеристик пищевых продуктов, которая в значительной мере влияет на потребительские предпочтения. Для формирования эстетических характеристик хитин-глюканового комплекса поставлен многофакторный эксперимент по определению параметров отбеливания хитин-глюканового комплекса и варьирования его цветовой окраской.*

МОДИФИКАЦИЯ ЦВЕТОВОЙ ОКРАСКИ ХИТИН-ГЛЮКАНОВОГО КОМПЛЕКСА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЕГО ЭСТЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

**УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,
г. Гродно, Республика Беларусь**

*Е.Т. Клишанец, старший преподаватель кафедры технологии,
физиологии и гигиены питания*

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

*Т. П. Троцкая, доктор технических наук,
профессор, главный научный сотрудник отдела питания*

**УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь**

А.В. Потеха, ассистент кафедры технической механики и материаловедения

Хитин — это уникальный полимер, обладающий множеством полезных свойств. Он стал известен немногим более 200 лет назад, однако, изучение его свойств учеными из разных стран не прекращается, т.к. сферы его применения чрезвычайно широки [1].

В пищевой промышленности хитин используется как сорбент, стабилизатор, консервант, осветлитель, эмульгатор, структурообразователь. В сельском хозяйстве на основе хитина изготавливают кормовые добавки, разлагаемые упаковки, средства защиты растений. Широкий ассортимент кремов, лосьонов, средств по уходу за кожей и волосами на основе хитина представлен в косметической отрасли. В медицине хитозан, производное хитина, входит в состав лекарственных средств, мазей, хирургических нитей, шовных материалов, контактных линз, искусственной кожи.

Огромный вклад в изучение свойств хитина и его производных внесли R. Muzzarelli, В. П. Варламов, К. Г. Скрыбин, С. Н. Михайлов, Г. В. Маслова, Л. А. Нудьга [1 — 5].

Объект и методы исследований. В настоящей работе представлены результаты исследования химического состава и свойств хитин-глюканового комплекса (далее — ХГК), выделенного из побочного продукта производства лимонной кислоты биомассы *Aspergillus niger* L-4 по технологии, разработанной в отделе питания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию». Исследования проведены в научной лаборатории в рамках выполнения гранта Национальной академии наук Беларуси по теме «Исследование хитин-глюканового комплекса в качестве биосовместимого сорбента» с 01.04.2015 по 31.12.2015 г., а также в рамках задания 3.06 «Особенности получения и использования функциональных компонентов полисахаридной и белковой природы для создания продуктов лечебно-профилактического направления с оптимизированным составом и высокой биологической ценностью» ГПНИ «Качество и безопасность агропромышленного производства» на 2016-2020 гг. (подпрограмма 3 «Продовольственная безопасность») Исследования в области получения хитина и его производных из побочного продукта производства лимонной кислоты биомассы *Aspergillus niger* L-4 имеют важное практическое значение, однако, к сожалению, до настоящего времени в Беларуси не налажено промышленное производство хитина и хитозана грибного происхождения.

Выделенный нами в лабораторных условиях ХГК имеет непривлекательный внешний вид. Это объясняется наличием тёмного пигмента — меланина. Одним из важнейших показателей качества продукции, который в значительной степени влияет на потребительские предпочтения, является цвет. На практике цвет оценивается визуально, методом сравнения с цветом эталона. Оценка цвета проводится при экспертизе, идентификации товаров, разработке новых продуктов питания. Для некоторых товаров цвет может нормироваться действующими стандартами.

Международная колориметрическая система (МКО) предусматривает возможность выражения цвета тремя координатами цвета или двумя координатами цветности и светлотой. Координаты цвета, цветности и светлоты определяются расчетным путем на основе спектрофотометрических характеристик или с помощью цветоизмерительных приборов.

Из первого закона оптического смешения цветов следует, что любой цвет может быть выражен тремя линейно независимыми цветами, оптическое смешение которых обеспечивает получение конкретного цвета.

В качестве трех независимых цветов приняты следующие монохроматические излучения: красный R ($\lambda = 700$ нм), зеленый G ($\lambda = 546,1$ нм), синий B ($\lambda = 435,8$ нм). Эти излучения называются единичными цветами, и при их оптическом смешении получается белый цвет.

Для исследования цвета использовали спектроколориметрический метод оценки малых цветовых различий в равно-контрастной системе CIE $L^*a^*b^*$. Данный метод предназначен для определения координат цветности $a^* b^*$, светлоты L^* , насыщенности S , цветового тона R и общего цветового различия (ΔE), а также для оценки малых цветовых различий в равноконтрастной системе.

В 1976 г. Международная организация по стандартизации (ИСО) рекомендовала использовать для расчета общего цветового различия формулу CIE $L^*a^*b^*$ [6]. Формула цветового отли-

чия, или формула цветового различия, цветоразность, или цветовое расстояние (расстояние между цветами) — это математическое представление, позволяющее численно выразить различие между двумя цветами в колориметрии [7].

Одной из поставленных нами задач является модификация ХГК с целью использования его в пищевой промышленности. Для решения этой задачи был поставлен многофакторный эксперимент способом центрального композиционного ротатабельного равномер-планирования второго порядка с целью определения оптимальных показателей отбеливания выделенного ХГК. Т.к. полученный хитин-глюкановый комплекс можно добавлять в любые пищевые продукты, имеет смысл рассматривать вопрос об изменении цвета ХГК и подбора его по цветности к пищевым продуктам таким образом, чтобы цветоразность между продуктом и ХГК была наименьшей.

Цветовое расстояние между образцами, полученными в результате эксперимента, поставленного методом центрального композиционного ротатабельного равномер-планирования второго порядка, рассчитывали по формулам CIE dE 2000, рекомендованным Международным комитетом CIE (the International Commission on Illumination). Фотографирование образцов ХГК проводили с помощью фотоаппарата Panasonic Lumix DMC-FH25 16 MP (производитель Китай). Цветовые координаты RGB определяли программой Pixie, координаты цветового пространства $L^*a^*b^*$ получали конвертированием RGB в online Convert Rgb to Lab.

Результаты исследований и их обсуждение. Для получения ХГК различной окраски использовали обработку пероксидом водорода разной концентрации при разном времени выдерживания. После обработки пероксидом водорода при определённых условиях образцы ХГК высушивали, взвешивали, определяя массу выхода, измельчали на лабораторной мельнице и фотографировали камерой Lumix 16 Mpx. Фотографии обрабатывали с помощью компьютерной программы Pixie, которая определяет координаты цвета RGB. Далее конвертером координаты RGB переводили в координаты системы CIE $L^*a^*b^*$. Условия опытов в задаче оптимизации наименьшей цветоразности ХГК и продукта, в который его планируется добавлять, имеет следующий вид (табл.1).

Таблица 1. Условия опытов в задаче оптимизации

1	Факторы	x_1	x_2	x_3
2	Основной уровень (0)	20	60	10
3	Интервалы варьирования (1)	10	30	1,5
4	Верхний уровень (+1)	30	90	11,5
5	Нижний уровень (-1)	10	30	8,5
6	Звёздная точка (+ α)	36,82	110,46	12,52
7	Звёздная точка (- α)	3,18	9,54	7,48

В качестве основных факторов в задаче оптимизации были выбраны:

x_1 — концентрация пероксида водорода, %;

x_2 — время выдерживания хитинового полуфабриката в растворе перекиси водорода, мин;

x_3 — pH среды.

При выборе третьего фактора в задаче оптимизации процесса отбеливания необходимо было решить важную задачу: целесообразно ли отмывать ХГК до нейтральной реакции после выделения перед выдерживанием в растворе перекиси водорода? Как повлияет щелочная реакция на выход готового продукта?

Результирующим фактором была выбрана масса выхода готового продукта. Эксперимент показал, что не имеет смысла рассматривать каждый фактор задачи оптимизации в отдельности. Только совокупность факторов дает реальную картину изменения массы выхода готового

продукта. Зависимость массы выхода готового ХГК от концентрации перекиси водорода и времени выдерживания образца представлена на рис. 1.

Анализ представленной зависимости показывает, что максимальный выход ХГК после обработки перекисью водорода достигает 26%. Его можно получить при использовании перекиси водорода концентрацией не менее 30% и времени выдерживания не менее 60 минут. На графике четко видно, что зоны значений массовых долей выхода полученных образцов обрываются. Это значит, что получить ХГК с массовой долей выхода, например, 22% возможно при дальнейшем увеличении концентрации перекиси водорода более 40% и времени выдерживания больше 120 минут. Таким образом, представляется возможным получать ХГК различной степени очистки и цветовой окраски в пределах различного рабочего диапазона варьируемых факторов.

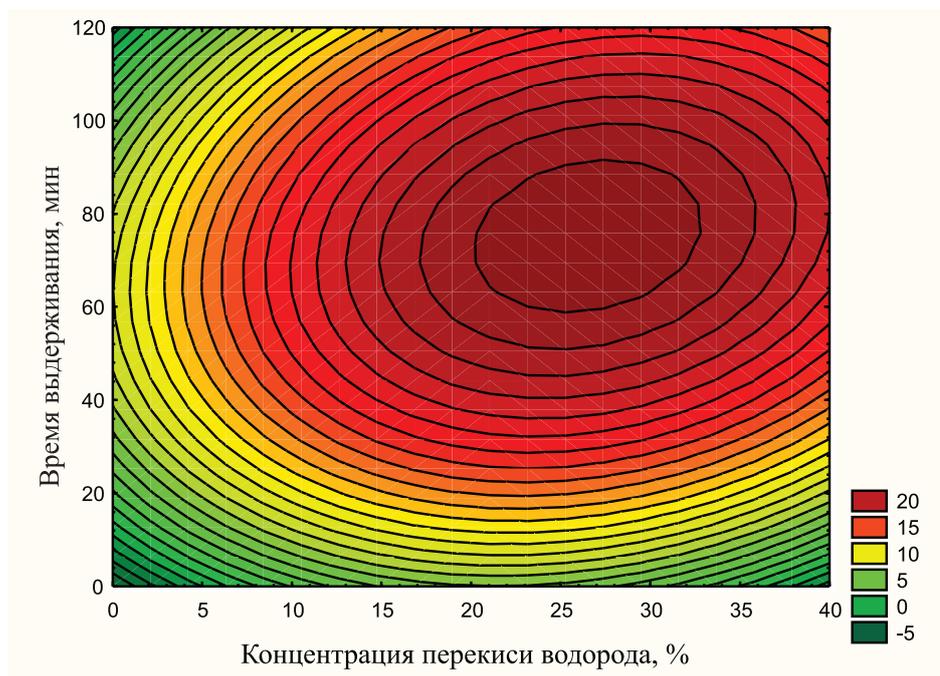


Рис. 1. Зависимость массы выхода готового ХГК от концентрации перекиси водорода и времени выдерживания образца

Анализируя влияние трех факторов на выход готового продукта, можно прийти к выводу, что максимальный выход 22-26% ХГК возможно получить, выдерживая образец в растворе перекиси водорода концентрацией не менее 30% в течение 60-120 минут и при любой реакции среды. Это значит, что для целесообразного ведения технологического процесса выделения ХГК имеет смысл не промывать ХГК до нейтральной реакции перед обработкой раствором пероксида водорода.

Определяя координаты CIE $L^*a^*b^*$ для любых пищевых продуктов, возможно подобрать такие параметры отбеливания ХГК, чтобы он максимально подходил для добавления в конкретный пищевой продукт, имея при этом привлекательный внешний вид и, практически, не отличаясь из самого продукта.

На рис. 2–5 представлены образцы ХГК при различных параметрах обработки.

Полученные образцы ХГК сравнивались с пищевыми продуктами: мукой пшеничной хлебопекарной высшего сорта, хлебом ржано-пшеничным, полдвигицей, сметаной, йогуртом, кукурузными хлопьями, сушенным базиликом, приправой для курицы.

Результаты вычисления цветоразности (ΔE) продуктов и полученных образцов ХГК представлены в табл. 2.



Рис. 2. Образец № 1



Рис. 3. Образец № 2



Рис. 4. Образец № 3



Рис. 5. Образец № 4

Таблица 2. Результаты вычисления цветоразности

№ п/п	ΔE						
	Мука пшеничная	Хлеб ржаной	Полендвица	Сметана	Йогурт	Базилик	Приправа для курицы
1	40,51	15,12	16,05	34,17	21,34	24,27	15,74
2	21,98	17,43	14,73	17,07	18,57	14,48	29,11
3	11,18	24,31	24,78	9,87	25,33	20,69	37,7
4	38,06	20,38	6,13	34,08	13,2	26,09	22,54

Наименьшие значения цветоразности между образцами продуктов и полученными образцами ХГК представлены в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что для добавления к пшеничной хлебопекарной муке высшего сорта, сметане лучше всего подходит образец ХГК № 3, к ржаному хлебу, приправе для курицы — образец № 1, к поленднице, йогурту — образец № 4, к базилику — образец № 2.

Таким образом, для улучшения потребительских характеристик готового продукта, при выделении ХГК возникла необходимость проведения дополнительной стадии: отбеливание раствором пероксида водорода концентрацией не менее 30% в течение 60-120 минут. Установлено, что получать ХГК различной цветовой окраски возможно в пределах различного рабочего диапазона варьируемых факторов. Кроме того, анализ влияния третьего фактора задачи оптимиза-

ции по установлению параметров отбеливания ХГК, показал, что для целесообразного ведения технологического процесса выделения ХГК имеет смысл не промывать его до нейтральной реакции перед обработкой раствором пероксида водорода. Это позволяет сократить временные и производственные затраты.

Таблица 3. Минимальные значения цветоразности

Продукт	Наименьшая цветоразность	Наиболее подходящий ХГК
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	11,18	образец № 3
Хлеб ржаной	15,12	образец № 1
Полендвица	6,13	образец № 4
Сметана	9,87	образец № 3
Йогурт	13,2	образец № 4
Сушеный базилик	14,48	образец № 2
Приправа для курицы	15,74	образец № 1

ЛИТЕРАТУРА

1. Хитозан / К. Г. Скрябин, С. Н. Михайлов, В. П. Варламов; под ред. К. Г. Скрябина, С. Н. Михайлова, В. П. Варламова — М.: Центр «Биоинженерия» РАН, 2013. — 593 с.
2. *Скрябин, К. Г.* Хитин и хитозан: Получение, свойства, применение / К. Г. Скрябин, Г. А. Вихорева, В. П. Варламов; под ред. К. Г. Скрябина. — М.: Наука, 2002. — 368 с.
3. Хитин-глюкановые комплексы (физико-химические свойства и молекулярные характеристики) : учеб. пособие / И. И. Осовская [и др.] ; отв. ред. Г. М. Полторацкий ; М-во образования Рос. Федерации, С.-Петерб. Гос. тех. ун-т раст. полим. — СПб.: ГОУВПО СПбГТУРП, 2010. — 52 с.
4. *Забелина, Н. А.* Перспективы использования хитин-глюканового комплекса в производстве мясных продуктов / А. Н. Забелина // Научный журнал НИУ ИТМО. Сер. Процессы и аппараты пищевых производств. — 2008. — № 1. — С. 23–25.
5. *Маслова, Г. В.* Теоретические аспекты и технология получения хитина электрохимическим способом / Г. В. Маслова // Хитин. Хитозан. — 2010. — № 2. — С. 17 — 22.
6. Цветометрический метод контроля качества [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.znaytovar.ru/new119.html>. — Дата доступа: 25.05.2015.
7. Формула цветового отличия [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%80%D0%BC%D1%83%D0%BE_%D0%BE%D1%82%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%B8%D1%8F. — Дата доступа: 25.07.2016.

Рукопись статьи поступила в редакцию 12.09.2016

A. T. Klishanets, T. P. Trotskaya, A. V. Patsekha

MODIFICATION OF COLOR COOR CHITIN-GLUCAN COMPLEX IN THE FORMATION OF ITS AESTHETIC CHARACTERISTICS

We have researched investigating the properties and composition of chitin-glucan complex, which had been isolated from the by-product of the production of citric acid *Aspergillus niger L-4* on our developed technology. The pigment melanin causes the dark color of chitin-glucan complex. Color is one of the most important characteristics of food products, which is largely influenced by consumer preferences. For the formation of the aesthetic characteristics of the chitin-glucan complex had been put multivariate experiment to determine the parameters of the bleaching of chitin-glucan complex and varying its color painting.

В статье рассматривается возможность использования отечественных древесины яблони и дуба в сравнении для целей производства алкогольных напитков. Отмечено, что основным критерием выбора древесины для алкогольной отрасли являются ее экстрактивные компоненты. Проведен анализ исходного компонентного состава исследуемой древесины. Отмечена необходимость термической обработки древесины для подготовки ее экстрактивных компонентов к извлечению и новообразованию. Установлены оптимальные способы обработки древесины и зависимости накопления экстрактивных и ароматобразующих компонентов от вида древесины. Исследованы органолептические характеристики, сообщаемые экстрактивными компонентами различных видов древесины, на основании которых даны рекомендации направлений их использования при производстве алкогольной продукции

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ДРЕВСИНЫ ЯБЛОНИ И ДУБА БЕЛОРУССКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АЛКОГОЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

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

О. Н. Урсул, кандидат технических наук, старший научный сотрудник — руководитель группы по винодельческой и пивобезалкогольной отраслям отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции;

Т. М. Тананайко, кандидат технических наук, доцент, начальник отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции — ведущий научный сотрудник

Спрос на алкогольную продукцию, выдержанную в контакте с древесиной дуба, обусловлен ароматическими особенностями компонентов древесины дуба. К основным группам такой продукции относят крепкую алкогольную продукцию — коньяк (бренди), виски, кальвадос, ром. Формирование типичных тонов выдержки в данной продукции основано на экстрактивных компонентах древесины. В качестве источника экстрактивных компонентов традиционно используется древесина дуба. В Республике Беларусь древесина дуба используется в производстве алкогольной продукции, однако она импортного производства. Кроме того, запасы древесины дуба ограничены, что вызывает необходимость расширения сырьевой базы древесины (новые экотипы древесины дуба, новые виды древесины). Исследование древесины белорусского дуба и других пород актуально для изготовления алкогольных напитков. Республика Беларусь обладает обширной (около 4 % лесных насаждений) сырьевой базой древесины дуба черешчатого (*Quercus robur*), что представляет собой интерес для изготовления выдержанных алкогольных напитков.

Источником экстрактивных компонентов для выдержанной алкогольной продукции могут быть также яблоня, груша, слива. Технологический потенциал белорусской древесины дуба, липы и клена для целей производства алкогольной продукции исследован в сравнении [1].

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

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

Материалы и методы исследования.

Образцы древесины и их краткая геоботаническая характеристика.

Объектами исследования была подготовленная щепка древесины ботанических видов дуб черешчатый (*Quercus robur*) и яблоня домашняя, или культурная (*Malus domestica*), произрастающих на территории Беларуси.

Дуб черешчатый (*Quercus robur*) является ядровой кольцесосудистой породой. Древесина белорусского дуба имеет четко выраженное ядро желтовато-коричневого цвета и узкую желтовато-белую заболонь (около 10 % от ядра). Ширина заболони колеблется в пределах 5 — 8 слоев в связи с особенностью увлажнения почв республики и увеличивается с увеличением влажности. Годичные слои хорошо выражены. Сердцевинные лучи широкие, хорошо выражены. Ранняя зона годичного слоя имеет крупные сосуды, темная поздняя зона — мелкие сосуды. Структура белорусского дуба черешчатого мелкозернистая в связи с особенностями умеренного климата. В производстве алкогольной продукции используется ядровая часть древесины дуба.

Яблоня домашняя, или культурная (*Malus domestica*) (семейство Розоцветных) является ядровой рассеянно-сосудистой породой. Ядро красно-коричневого цвета, заболонь широкая желто-розового цвета. Годичные слои слегка извилистые и неодинаковые по ширине. Сердцевидные лучи узкие.

Водно-спиртовая экстракция и термическая обработка древесины.

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

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

Таблица 1. Режимы экстрагирования древесины дуба и яблони

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

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

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

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

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

Таблица 2. Образцы водно-спиртовых экстрактов термически обработанной древесины дуба и яблони

Наименование вида древесины	Температура обработки, °С						
	120	160	180	200	220	240	260
Дуб черешчатый	<i>Q-120</i>	<i>Q-160</i>	<i>Q-180</i>	<i>Q-200</i>	<i>Q-220</i>	<i>Q-240</i>	<i>Q-260</i>
Яблоня домашняя	<i>M-120</i>	<i>M-160</i>	<i>M-180</i>	<i>M-200</i>	<i>M-220</i>	<i>M-240</i>	<i>M-260</i>

Анализ экстрактивных компонентов.

Анализ состава экстрактивных компонентов образцов древесины дуба и яблони проводили на высокоэффективном жидкостном хроматографе Agilent 1200, оснащённом диодно-матричным детектором. Колонка — Zorbax SB C18 4,6 мм X 250 мм, 3,5µм. В качестве подвижной фазы использовали 0,05 % водный раствор трифторуксусной кислоты, метанол и ацетонитрил. Исследовали содержание 14 фенольных и фурановых компонентов: дубильных веществ (галловая и эллаговая кислоты), продуктов распада целлюлоз, гемицеллюлоз (фурфурол, 5-МФ и 5-ГМФ) и низкомолекулярных производных лигнина (конифериловый альдегид, ванилин, ванилиновая кислота, синаповый альдегид, синаповая кислота, сиреневый альдегид, сиреневая кислота, 4-ГБА, *p*-кумаровая кислота). Идентификацию фенольных компонентов проводили по временам удерживания и спектрам поглощения с использованием диодно-матричного детектора при двух длинах волн — 280 нм и 320 нм. Количественное содержание компонентов определяли методом внутренних стандартов с пределом измерений методики 0,1 мг/дм³ для всех определяемых компонентов. Результаты выражали в мг/100 г сухой древесины.

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

Выбор способов предварительной обработки различных видов древесины зависит от ее химического состава. В связи с этим был проведен анализ состава экстрактивных компонентов в образцах отечественной древесины дуба и яблони.

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

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

Таблица 3. Содержание экстрактивных компонентов необработанной древесины дуба и яблони, мг/100 г сухой древесины

Наименование компонента	Содержание, мг/100 г сухой древесины	
	<i>Q-0</i>	<i>M-0</i>
Галловая кислота	12,2	н/о
Эллаговая кислота	102	н/о
Фурфурол	н/о	н/о
5-МФ	0,11	0,1
5-ГМФ	0,2	н/о
Конифериловый альдегид	0,55	0,39
Ванилин	н/о	н/о
Ванилиновая кислота	0,31	н/о
Синаповый альдегид	1,98	0,52
Синаповая кислота	0,1	н/о
Сиреневый альдегид	1,74	0,11
Сиреневая кислота	1,01	н/о
4-ГБА	н/о	н/о
<i>p</i> -кумаровая кислота	0,2	н/о

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

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

1) Общее содержание экстрактивных компонентов в необработанной древесине $Q-0$ выше, чем в $M-0$ (120,32 мг/100 г сухой древесины и 1,12 мг/100 г сухой древесины соответственно). Необработанная древесина дуба обладает большим технологическим потенциалом для извлечения экстрактивных компонентов при производстве алкогольной продукции. Древесина яблони требует дополнительной обработки, подготавливающей древесину к извлечению экстрактивных компонентов.

2) Дубильные вещества (галловая и эллаговая кислоты) обнаружены только в древесине дуба ($Q-0$). Дубильные вещества сообщают тона выдержки алкогольной продукции, однако их избыток способствует образованию помутнений с солями железа и придает грубость и резкость во вкусе алкогольных напитков. Дубильные вещества плохо растворимы в холодной воде, и относительно хорошо — в горячей. Предварительная обработка древесины горячей и холодной водой позволяет снизить высокое содержание дубильных веществ [2].

3) Содержание фурановых компонентов в образцах необработанной древесины незначительное. Фурановые альдегиды в значительной степени образуются при термической обработке древесины и способствуют формированию в букете алкогольной продукции карамельного и других оттенков. На основании этого древесину подвергают различной степени термической обработки.

4) Общее содержание производных лигнина в необработанной древесине $Q-0$ выше, чем в $M-0$ (5,89 мг/100 г сухой древесины и 1,02 мг/100 г сухой древесины соответственно).

5) В обоих образцах древесины отмечено наличие коричневых альдегидов (конифериловый и синаповый), которые в процессе экстракции и действия кислорода воздуха способствуют формированию бензойных альдегидов (ванилин и сиреневый альдегид) и соответствующих кислот [2, 3]. Отмечено, что в обоих образцах древесины степень окислительной трансформации производных сиригилового ряда (синаповый и сиреневый альдегиды, синаповая и сиреневая кислоты) выше, чем производных гваяцилового ряда (конифериловый альдегид, ванилин, ванилиновая кислота) по их содержанию.

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

Известно, что изменение физических показателей древесины и термодеструкция ее полимеров происходит в интервале температур от 120 °С до 250 °С, однако структура древесины при этом сохраняется [2 — 5].

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

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

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

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

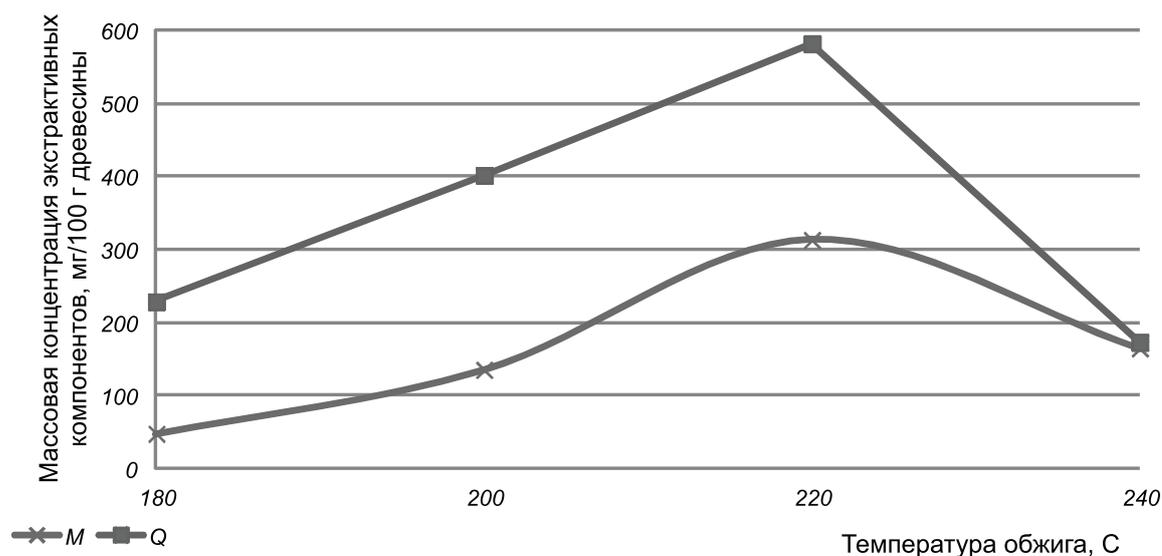


Рис. 1. Зависимость общего содержания экстрактивных веществ древесины от уровня термической обработки

Из рис. 1 следует, что максимальное содержание экстрактивных компонентов находится в следующих образцах древесины, мг/100 г древесины: *Q-220* — 581,7, *M-220* — 313,2.

Известно, что низкомолекулярные продукты деполимеризации лигнина древесины максимально экстрагируются при 200 — 220 °С [5]. Нами был исследован вклад ароматических альдегидов — продуктов деполимеризации лигнина древесины различных видов — в общее содержание экстрактивных компонентов.

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

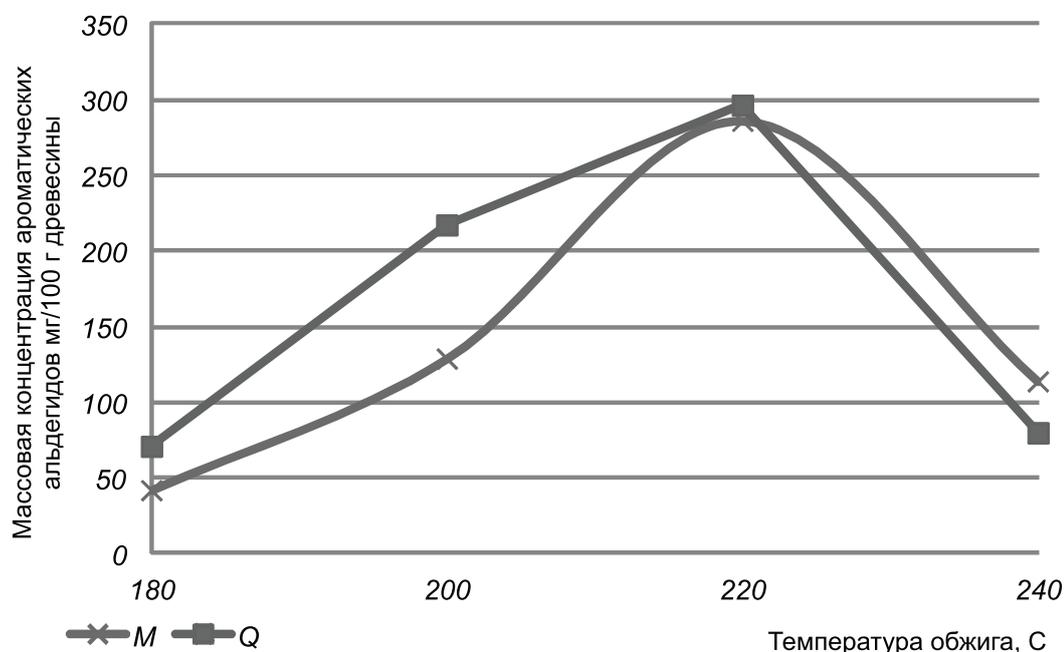


Рис. 2. Зависимость общего содержания ароматических альдегидов древесины в зависимости от уровня термической обработки

Из рис. 2 следует, что в зависимости от режима термической обработки максимальное накопление ароматических альдегидов происходит при 220 °С в обоих видах древесины. Так, в древе-

сине дуба *Q-220* накапливается 296,7 мг/100 г древесины ароматических альдегидов, что составляет 51,0 % от общего содержания экстрактивных компонентов; в древесине яблони *M-220* — 286,3 мг/100 г древесины — 91,4 %. Таким образом, относительное содержание ароматических альдегидов от общего содержания экстрактивных компонентов в термически обработанной древесине яблони выше, чем в древесине дуба.

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

Таблица 4. Коэффициент корреляции изменения общего содержания экстрактивных компонентов и ароматических альдегидов в образцах древесины

Вид древесины	Коэффициент корреляции R_{xy}
<i>Q</i>	0,9814
<i>M</i>	0,9826

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

Следующим этапом оценки технологического потенциала белорусской древесины для производства алкогольных напитков было исследование критерия оценки качества древесины по соотношению ароматических альдегидов «сиреневый альдегид / ванилин». Данный критерий в настоящее время широко используется в исследовательских лабораториях для оценки качества и подлинности алкогольных напитков, выдержанных в контакте с древесиной. Этот показатель характеризует природу лигнинового комплекса, в котором в соответствии со структурными звеньями содержание сиреневого альдегида всегда выше, чем ванилина. Однако значение этого показателя зависит от ряда факторов:

- ♦ вид древесины — лигнин различных видов деревьев отличается по структурным звеньям;
- ♦ регион происхождения древесины — содержание лигнина различно в древесине различных регионов, что влияет на конечное соотношение «сиреневый альдегид / ванилин»;
- ♦ степень использования древесины — скорость экстракции сиреневого альдегида выше, чем ванилина, в связи с чем в древесине многократного использования соотношение «сиреневый альдегид / ванилин» может смещаться в сторону уменьшения;
- ♦ другие факторы предварительной обработки древесины перед использованием.

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

Таблица 5. Соотношение «сиреневый альдегид / ванилин» в зависимости от температуры обработки и вида древесины

Вид древесины	Соотношение «сиреневый альдегид / ванилин» в зависимости от температуры обработки (°C)							Коэффициент корреляции R_{xy}	Коэффициент корреляции при температуре обработки 180 – 240 °C R_{xy}
	120	160	180	200	220	240	260		
<i>Q</i>	10,38	1,22	1,47	2,37	4,90	4,69	2,97	0,7120	0,9760
<i>M</i>	4,40	0,90	1,26	2,46	7,31	9,63	5,89	0,5965	0,9815

Из данных табл. 5 следует, что значения соотношения «сиреневый альдегид / ванилин» подчеркивают идентификационные различия видов древесины. Коэффициент корреляции при температуре обработки обоих видов древесины 180 — 240 °C показывает тесную зависимость (98 %) соотношения «сиреневый альдегид / ванилин» от уровня термической обработки. Таким образом, соотношение «сиреневый альдегид / ванилин» может быть использовано в дальней-

шем в качестве показателя, характеризующего вид древесины и степень ее обработки для последующей оценки подлинности выдержанных алкогольных напитков.

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

Таблица 6. Температура предварительной обработки для максимального накопления ароматических альдегидов в зависимости от вида древесины

Вид древесины	Температура обработки, °С	Оптимальная температура обработки, °С
<i>Q</i>	180 — 220	220
<i>M</i>	200 — 240	220

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

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

Таблица 7. Органолептические характеристики водно-спиртовых экстрактов *Q-220* и *M-220*

Наименование экстракта	Органолептические характеристики	
	Букет	Вкус
<i>Q-220</i>	Сложный, с преобладанием тонов обжаренной древесины, свойственный древесине дуба	Терпкий, чистый, выраженный, с тонами обжаренной древесины дуба, смолистый, свойственный древесине дуба
<i>M-220</i>	Сложный, с преобладанием тонов обжаренной древесины, с ореховыми оттенками	Терпкий, чистый, с ореховыми тонами, свойственный древесине яблони

На основании сравнительных исследований букета образцов водно-спиртовых экстрактов древесины (табл. 7) отмечено формирование благородных тонов обжаренной древесины. Для древесины яблони *M-220* отмечено развитие в букете выраженных оттенков обжаренного лесного ореха. Для древесины дуба *Q-220* отмечена более сложная структура букета со смолистыми и ореховыми оттенками.

На основании сравнительных исследований вкуса образцов водно-спиртовых экстрактов древесины отмечена возможность их использования при разработке новых видов алкогольной продукции с уникальными органолептическими характеристиками. В древесине яблони *M-220* отмечены выраженные ореховые тона. Формирование таких оттенков благоприятно при производстве винодельческой продукции с тонами портвейнизации, коньяков, бальзамов, виски и др. напитков. Для древесины дуба *Q-220* отмечены выраженные смолистые оттенки. Экстрактивные компоненты древесины дуба будут сообщать благоприятные оттенки органолептическим характеристикам различных групп алкогольной продукции.

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

Установлена необходимость дифференцированной термической обработки для древесины с целью извлечения и новообразования экстрактивных компонентов. Отмечено, что максимальное количество ароматических компонентов экстрагируется из обоих видов древесины при температуре 180 — 240 °С. Максимальным содержанием экстрактивных компонентов обладает древесина дуба *Q-220*. В то же время, максимальным содержанием ароматических альдегидов (до 92,0 %) относительно общего содержания экстрактивных компонентов обладает древесина яблони *M-220*.

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

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

Перспективы использования других отечественных видов древесины семейства Розоцветных (груша и слива), помимо яблони, в сравнении с древесиной дуба для целей производства алкогольной продукции будут приведены в следующих исследованиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Урсул, О. Н.* Оценка технологического потенциала древесины отечественных пород в производстве выдержанной алкогольной продукции / О. Н. Урсул, С. В. Ризевский // Молодежь в науке — 2014: Приложение к журналу «Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі» в пяти частях, ч. 5-я, Серия аграрных наук. — Минск. — 2015. — С. 172 — 177.
2. *Кононов, Г. Н.* Химия древесины и ее основных компонентов / Г.Н. Кононов. — Москва: МГУЛ, 1999. — 247 с.
3. Influence of wood heat treatment, temperature and maceration time on vanillin, syringaldehyde, and gallic acid contents in oak wood and wine spirit mixtures / R. Gimenes Martines [et al.] // American J. of Enology. And Viticulture. — 1996. — № 47. — P. 441 — 446.
4. Volatile composition analysis by solid-phase microextraction applied to oak wood used in cooperage (*Quercus pyrenaica* and *Quercus petraea*): effect of botanical species and toasting process / A.M. Jordao [et al.] // J. of Wood Sci. — 2006. — Vol. 52. — P. 514 — 521.
5. Experimental and theoretical studies of the thermal degradation of a phenolic dibenzodioxocin lignin model / Ch. Gardrat [et al.] // J. of Wood Sci. Technol. — 2013. — Vol. 47, № 1. — P. 27 — 41.

Рукопись статьи поступила в редакцию 11.10.2016

О. Н. Ursul , Т. М. Tananajko

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE TECHNOLOGICAL CAPACITY OF BELORUSSIAN OAK AND APPLE WOOD FOR THE ALCOHOLIC BEVERAGES PRODUCTION

The article discusses the possibility of using of Belarusian origin oak wood, as well as apple, in the production of alcoholic beverages. It is noted that the main criterion is the chemical composition of wood for selection its for the production of alcoholic beverages. The analysis of the initial component of investigated wood conducted. The rationale for pre-treatments was supply for the formation of given component of the wood and the preparation of its extractive components for extraction. Optimal methods of pre-treatments wood and the accumulation of extractives and aromatic components according to type of wood were established. Organoleptic characteristics reported by extractive components of different types of woo were investigated, on the basis of which recommendations directions of their use in the production of alcoholic beverages.

В статье предложена модель для общей оценки показателей качества и безопасности пищевой продукции при постановке продукта на производство и определения экономического коэффициента достижения качества и безопасности продуктов питания, применение которой позволит определить уровень конкурентоспособности продукта или дать возможность анализа и последующего достижения показателей качества и безопасности продукта. Представлена таблица с трудозатратами на определение контролируемых показателей качества и безопасности и значениями расчетного коэффициента уровня качества и безопасности.

К АНАЛИЗУ МОДЕЛИ ДОСТИЖЕНИЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

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

Е.З. Гарус, научный сотрудник отдела сертификации, метрологии и систем качества

Анализ показывает, что важнейшим фактором стабилизации функционирования рынка пищевой продукции является улучшение ее потребительских свойств и качественных характеристик. Повышение качества продукции является одним из путей наиболее полного удовлетворения возрастающих потребностей человека в полезных для его организма пищевых продуктах. Это достигается путем выпуска продукции соответствующей номенклатуры и ассортимента, а также путем улучшения вкусовых параметров продовольственных продуктов. Ориентация на качество повышает доверие потребителей к отечественным производителям и торговым маркам сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий, что, в свою очередь, во многом создает благоприятные условия для устойчивого развития агропромышленного комплекса республики.

Вместе с тем, изменение рыночного спроса подразумевает систематическое обновление ассортимента на основе создания и производства новых видов продукции. Так, для продукции пищевой промышленности большое значение имеет рост производства продуктов с новыми функциональными свойствами, улучшение биологической ценности, вкусовых параметров пищевых продуктов.

Как показали исследования, качество пищевых продуктов зависит от множества факторов: сырья, условий его хранения, технологичности переработки, состояния оборудования пищепперерабатывающих предприятий, маршрутной технологии, системы управления качеством и др.

Возникает необходимость проведения системных исследований по проблемам регулирования качества и безопасности пищевой продукции, разработки и формирования системы достижения и контроля качества продовольственных товаров (рис. 1). Требуется решения задачи по обоснованию и разработке комплекса организационно-экономических мер, отвечающих международным принципам и стандартам обеспечения качества и безопасности продукции с целью наращивания производства конкуренто-способного продовольствия.

Исследования показывают, что в настоящее время при изучении качества готовых продуктов по обоснованным гигиеническим нормативам отсутствуют методики для количественного определения доли токсичных элементов (микотоксинов, радионуклидов), а также минеральных веществ и витаминов в общей массе измеряемых показателей безопасности.

За первое полугодие 2016 г. Республиканским контрольно-испытательным комплексом по качеству и безопасности продуктов питания было исследовано по показателям безопасности и качества около 18 тысяч образцов сырья и готовых продуктов, в том числе плодоовощные соки, пюре, нектары, каши быстрорастворимые, пищевые концентратные изделия, чаи, вода питьевая, рыба, рыбные продукты, мясные продукты и др. При этом основная масса проверенных

образцов соответствует требованиям ТНПА по содержанию токсичных элементов, консервантов, пестицидов, антибиотиков, микотоксинов, микробиологическим показателям.

Однако выявлены и несоответствия по содержанию витаминов (группы В, С, В1, В2), минеральных веществ (медь, магний, калий, фосфор, марганец), нитратов и оксиметилфурфурулу (ОМФ). Эти несоответствия исследованных показателей пищевой ценности промаркированным значениям говорят о том, что производители, вынося информацию о пищевой ценности продукта на этикетку, используют только расчетные значения, пользуясь доступными, подчас устаревшими справочниками химического состава сырья.

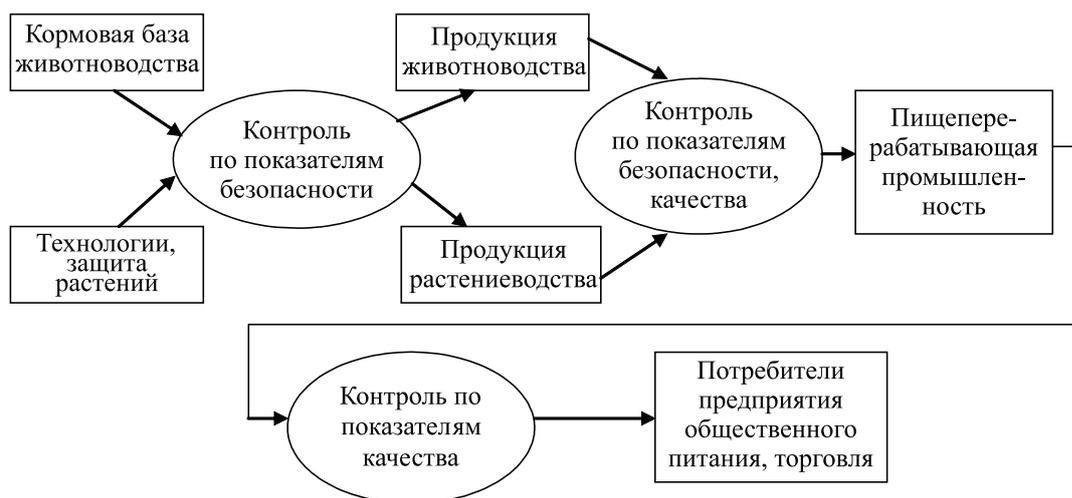


Рис. 1. Схема постоянного контроля показателей качества и безопасности продукции в продовольственной цепи

В основу разработки новых и совершенствования существующих методик количественного определения отдельных элементов, микотоксинов, радионуклидов положены аналитические исследования, проводимые на базе Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания.

Так, при использовании аналитических и графо-аналитических методов исследования нами предложено комплексно учитывать все разрозненные системы формирования качества пищевых продуктов. Разработан способ определения экономического коэффициента достижения качества и безопасности продуктов питания K_k , рассчитанный по следующей формуле:

$$K_k = \frac{\Pi_1 + \Pi_2 + \dots + \Pi_n}{\sum_{i=1}^n \Pi_i}, \quad (1)$$

где Π_1, \dots, Π_n — расчетный коэффициент по проведенным протокольным измерениям в соответствии с допустимыми значениями показателей при их определении по безопасности и качеству согласно стандартам и требованиям; $\sum_{i=1}^n \Pi_i$ — общее суммарное значение расчетных коэффициентов по показателям, методики которых разработаны и могут быть применены.

Нами предложено для коэффициентов показателей качества установить градацию от «0» до «1» в зависимости от достигнутых показателей соответствия, причем при приближении к «1» качество продукции растет.

Расчетное значение коэффициента качества и безопасности от присутствия элемента в продукте питания определяется по формуле:

$$\Pi_i = \frac{T_{pi}}{3_i}, \quad (2)$$

где T_{pi} — трудозатраты, чел/час; 3_i — ориентировочные затраты, руб.

Затраты на проведение исследования показателя (3) определяются согласно калькуляции расходов, для конкретного показателя они нормируются, а трудозатраты (T_{pi}) определяются на основе выполненного нами хронометража времени необходимого для получения данного показателя. Создана таблица для определения требований к продовольственному сырью и затрат на их определение согласно расчетному коэффициенту уровня качества и безопасности отдельных элементов (табл. 1.)

Таблица 1. Требования к продовольственному сырью, затраты на их определение и расчетный коэффициент уровня качества и безопасности отдельных элементов

Наименование контролируемого показателя	Допустимое значение	Трудозатраты чел./час	Ориентировочные затраты, руб.	Расчетный коэффициент качества и безопасности
Токсичные, мг/кг				
-свинец	0,5	1,66	46,06	0,036
-мышьяк	0,2	1,66	46,06	0,036
-кадмий	0,1	1,66	46,06	0,036
-ртуть	0,02	1,66	46,06	0,036
Микотоксины, мг				
-афлотоксин	0,0005	1,25	67,1	0,019
-дезоксиниваленол	0,7	1,25	67,1	0,019
-Т-2 токсин	0,2	1,25	67,1	0,019
-охратоксин	0,05	1,25	67,1	0,019
Радионуклиды, бк/кг				
-цезий-137	3,7	1,16	42,5	0,027
-стронций-90	40	3,0	174,9	0,017
Витамины, мг				
-В1	0,2	5,0	46,6	0,107
-В2	0,25	5,0	46,6	0,107
-В6	0,3	5,0	46,6	0,107
-РР	2,5	1,5	46,6	0,032
Минеральные вещества, мг				
-Mg	50		893,0	
-Fe	1,5	3,0	893,0	0,003
-Ca	50	3,0	893,0	0,003
-Se	0,05	3,0	893,0	0,003
Пищевые ингредиенты, мг				
-Иод	0,02	1,5	53,0	0,028
-В-каротин	0,5	1,5	53,0	0,028
-пищевые волокна	2,5	1,5	53,0	0,028

Таким образом, предложена модель для общей оценки показателей качества и безопасности пищевой продукции при постановке продукта на производство и определения экономического коэффициента достижения качества и безопасности продуктов питания. Ее применение поз-

волит определить конкурентоспособность продукта (при приближении коэффициента к «1»), а также дать возможность анализа недостатков производства для последующего достижения показателей качества и безопасности продукта (при значении коэффициента $K < 0,5$). Представлена таблица с трудозатратами на определение контролируемых показателей качества и безопасности и значениями расчетного коэффициента уровня качества и безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гарус, Е. З. Оценка эффективности системы достижения качества продовольственных товаров / Е.З. Гарус // Аграрная экономика. — 2014. — № 5 (228). — С.38–43.
2. Громова, И. А. Сенсорные методы контроля качества пищевых продуктов / И.А. Громова. — Мн., 2010. — 53 с.
3. Научные достижения в пищевой промышленности становление и развитие / З.В. Ловкис [и др.]. — Минск: ИВЦ Минфина, 2016. — 336 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 11.11.2016

E. Z. Harus

TO THE ANALYSIS OF MODELS ACHIEVE QUALITY AND SAFETY OF FOOD PRODUCTS

The paper proposes a model for the overall evaluation of quality indicators and safety of food products in the formulation of the product in the production and definition of the economic factor to achieve quality and safety of food products, the application of which will determine the merit and competitiveness of the product at factor approximation to the “1” or the ability to analyze and subsequent achievement of quality and product safety in the K-value of < 0.5 . There is a table with the effort required to define verifiable indicators of quality and safety, and the values of the estimated coefficient of quality and safety.

УДК 663.6

В статье предложена общая классификация воды, определены качественные показатели воды питьевой. Проведены исследования состава 8 образцов вод питьевых. У образцов определено содержание токсичных элементов, нормативы физиологической полноценности питьевой воды, показатели органолептического загрязнения, показатели солевого и газового состава, неорганические вещества, а также органолептические свойства питьевой воды.

КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД БЕЛАРУСИ

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

З. В. Ловкис, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, генеральный директор;

С. И. Корзан, аспирант отдела сертификации, метрологии и систем качества

Вода — весьма распространенное на Земле вещество. Почти 3/4 поверхности земного шара покрыты водой, образующей океаны, моря, реки и озера. Много воды находится в газообразном состоянии в виде паров в атмосфере, в виде огромных масс снега и льда лежит она круглый год на вершинах высоких гор и в полярных странах [1].

Вода обладает уникальными химическими и физическими свойствами. Поскольку она легко растворяет минеральные соли, живые организмы вместе с ней поглощают питательные вещества без каких-либо существенных изменений собственного химического состава. Таким образом, вода необходима для нормальной жизнедеятельности всех живых организмов. Она составляет приблизительно 60 % массы тела взрослого человека и 75 % — новорожденного ребенка. Потеря приблизительно 10 % воды для взрослого человека может вызвать тяжелое заболевание. Ежедневное потребление человеком питьевой воды составляет в среднем около 2,5 л. Однако вода может быть опасна в эпидемиологическом отношении. В ней могут выживать и размножаться различные микроорганизмы, в том числе патогенные, особенно возбудители кишечных инфекций [2].

Вода является важнейшей частью рациона человека, а потребность в воде стоит на втором месте после потребности в кислороде [3].

Вода питьевая — вода, по качеству в естественном состоянии или после подготовки отвечающая гигиеническим нормативам и предназначенная для удовлетворения питьевых и бытовых потребностей человека либо для производства продукции, потребляемой человеком [4].

В результате анализа действующих нормативных документов нами предложена комплексная классификация воды *по целям водопользования* в соответствии с ГОСТ 17.11.04-80 [5]; *по водисточнику* в соответствии с СанПиН 2.1.4.1116-02 [6]; *по химическому составу* в соответствии с ГОСТ 13273-88 [7, 8]. Предлагаемая классификация воды представлена на рис. 1.

В последнее время все большее число людей отдает предпочтение бутилированной воде. Это связано с тем, что качество бутилированной воды по многим показателям превосходит качество воды водопроводной, а широкий ассортимент позволяет выбрать такую бутилированную воду, которая благодаря своим свойствам, в том числе микроэлементному составу, будет не только утолять жажду, но и отвечать конкретным требованиям каждого потребителя [3].

В зависимости от качества воды, улучшенного относительно гигиенических требований к воде централизованного водоснабжения, а также дополнительных медико-биологических требований, расфасованную воду подразделяют на 2 категории: первую и высшую.

К первой категории относится вода питьевого качества (независимо от источника ее получения) безопасная для здоровья, полностью соответствующая критериям благоприятности органолептических свойств, безопасности в эпидемическом и радиационном отношении, без вредности химического состава и стабильно сохраняющая свои высокие питьевые свойства.

К высшей категории — вода безопасная для здоровья и оптимальная по качеству (из самостоятельных, как правило, подземных, предпочтительно родниковых или артезианских, водосточников, надежно защищенных от биологического и химического загрязнения) [6].

Для определения качественных характеристик воды, были взяты 8 образцов воды торговых марок «Святой источник», «202», «Фрост», «Нарочанская», «Дарида», «Ауга», «Протера» и «Марьюшка». У образцов определяли содержание токсичных элементов, нормативы физиологической полноценности питьевой воды, показатели органолептического загрязнения, показатели солевого и газового состава, неорганические вещества, а также органолептические свойства питьевой воды.

Результаты исследований питьевой воды приведены в табл. 1.

Исследования показали, что у всех образцов показатели по содержанию бериллия, кадмия, кобальта, меди, молибдена, селена, мышьяка, хлоридов не превышают допустимые показатели в соответствии с ГН №123 от 15.12.2015 и СанПиН 10-124 РБ.

Таким образом, образцы воды торговых марок «Святой источник», «202», «Фрост», «Нарочанская», «Дарида», «Ауга», «Протера», «Марьюшка» соответствуют принятым в РБ нормативным документам по проведенным показателям.

Максимальное значение нитритов и нитратов (среди бутилированных вод) обнаружено в воде «Святой источник». Окисляемость перманганатная для этого образца составляет 0,63 мгО₂/дм³. Этот показатель отражает количество органических веществ в воде. Самое высокое значение характерно для воды «Фрост» и «Протера» (1,57 мгО₂/дм³).

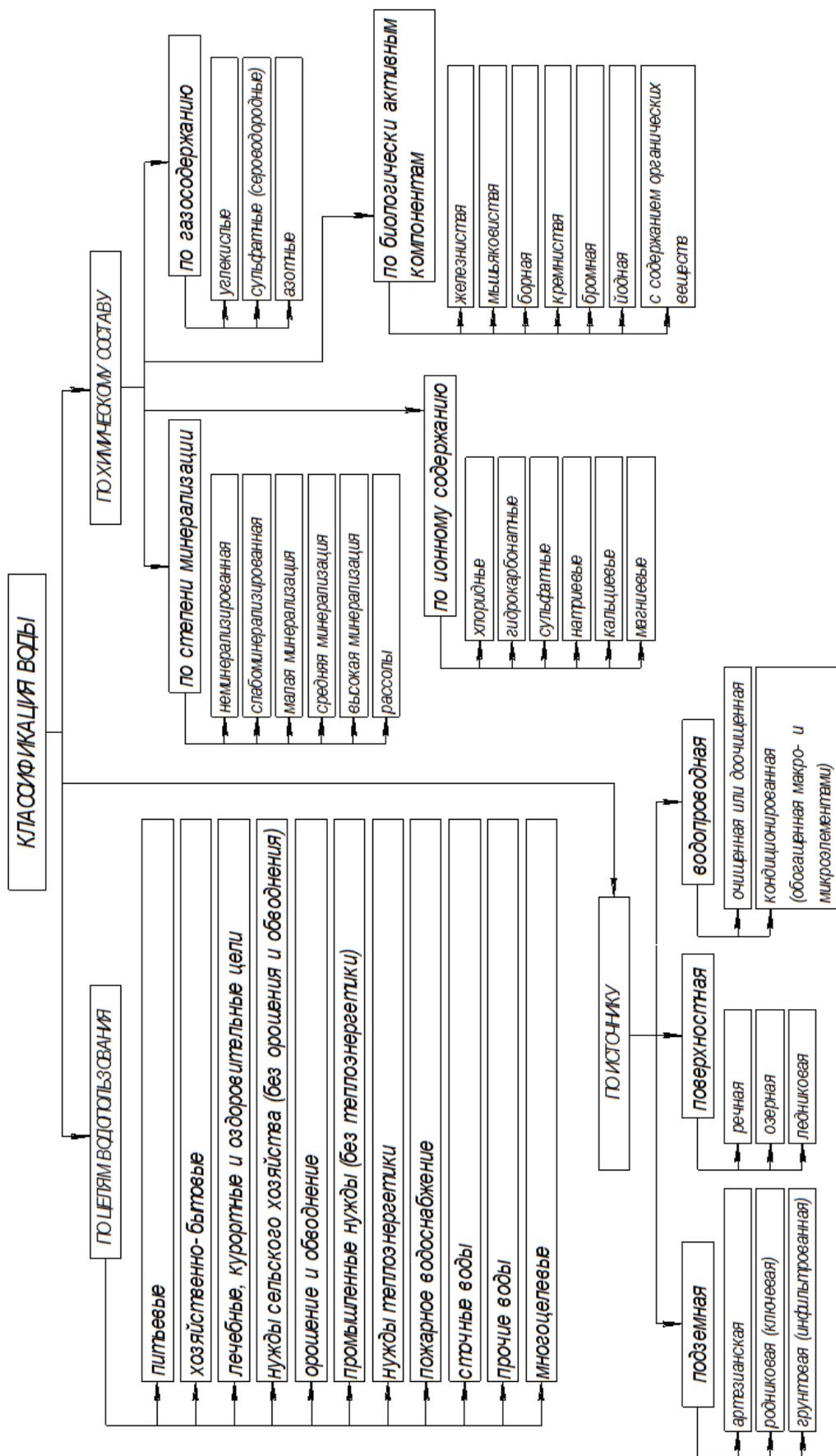


Рис. 1. Классификация воды

Таблица 1. Результаты испытаний питьевой воды

Показатель (ПДК)	Наименование торговой марки воды										СанПиН 10-124 РБ		
	Святой источник	202	Фрост	Нарочанская	Дарида	Ауга	Протера	Марьюшка	Первая категория	Высшая категория		ГН №123 от 15.12.2015	
Токсичные металлы, мг/дм ³													
Алюминий	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2	0,1	0,5
Барий	0,01	<0,001	0,05	0,16	0,40	0,01	0,14	0,01	0,01	0,01	0,7	0,1	0,1
Марганец	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	0,05	0,1
Стронций	0,19	<0,001	0,20	0,31	0,50	0,03	0,03	0,03	0,002	0,002	7	7	7
Цинк	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,03	0,03	5	3	5
Железо	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,3	0,3	0,3
Натрий	17,3	28,4	177	13,9	12,0	12,0	25,7	55	200	200	20	20	200
Токсичные неметаллические элементы, мг/дм ³													
Бор	0,3	0,04	0,04	0,2	0,3	0,1	0,6	0,02	1	0,3	0,3	0,3	0,5
Нормативы физиологической полноценности питьевой воды													
Кальций, мг/дм ³	28	0,2	20	59	65	12,3	27	38	130	25-80	-	-	-
Магний, мг/дм ³	8,2	0,03	8,0	24	21	2,6	10,8	9,4	65	5-50	-	-	-
Калий, мг/дм ³	0,7	0,2	5,2	3,2	6,6	0,6	4,7	1,7	20	2-20	-	-	-
Жесткость, моль/дм ³	2,0±0,3	<0,1	1,7±0,3	4,8±0,7	4,8±0,7	0,9±0,1	2,2±0,3	2,1±0,05	7	1,5-7	7	7	7
Общая минерализация, мг/дм ³	-	-	538	277	314	104	212	192	50-1000	200-500	1000	1000	1000
Показатели органического загрязнения													
Окисляемость перманганатная, мгО ₂ /дм ³	0,63	0	1,57	1,57	0	0,31	1,57	0	3	2	5	5	5
Нитриты, мг/дм ³	0,062	<0,003	<0,003	<0,003	0,017	<0,003	<0,003	<0,003	0,5	0,005	0,5	0,5	0,5
Показатели солевого и газового состава, мг/дм ³													
Нитраты	8,2	<0,4	0,5	0,8	0,7	<0,4	<0,4	<0,4	20	5	45	45	45
Неорганические вещества, мг/дм ³													
Сульфаты	26,6	2,9	12,4	5,4	6,3	4,6	5,2	3,3	-	-	500	500	500
Органолептические свойства питьевой воды													
pH, ед.	7,0	7,5	8,0	7,6	7,4	7,0	8,0	7,5	6,5-8,5	0,5-6,5	6-9	6-9	6-9

Минеральный состав природной воды уникален для каждой местности, и содержание в ней микро- и макроэлементов может быть определяющим фактором формирования микроэлементного статуса организма. Для таких элементов как кальций, магний, фтор, йод питьевая вода может быть одним из основных источников. Таким образом, вода должна быть полезной для организма, устраняя дефицит эссенциальных элементов. Это возможно в первую очередь при оптимальности таких показателей как жесткость, общая минерализация и минеральный состав.

В соответствии с СанПиН 10-124 РБ и ГН № 123 от 15.12.2015 г., нормативы физиологической полноценности питьевой воды находятся в пределах, которые приведены в табл. 1.

Образцы воды «Святой источник», «Нарочанская», «Дарида» и «Протера» имеют оптимальный состав. Вода «202» и «Ауга» по содержанию кальция, магния и жесткости не входят в установленный диапазон. В воде «Фрост» содержание кальция на 20 % меньше нижней установленной границы. СанПиН 10-124 РБ и ГН № 123 не устанавливает для фасованных вод первой категории нижнюю границу для показателей «жесткость», «кальций», «магний». Следовательно, образцы воды «202», «Ауга», «Фрост» соответствуют требованиям данного документа и относятся к расфасованным водам первой категории.

Качество питьевой воды потребителями оценивается по органолептическим показателям. К ним относятся запах, вкус, цвет и прозрачность. Лучшими вкусовыми качествами обладает вода при температуре 8 — 15 °С, при температуре выше 25 °С вода кажется неприятной на вкус.

Чистая питьевая вода не должна иметь никакого запаха. Любой запах указывает на присутствие в воде либо продуктов биологического распада растительных или животных организмов, либо каких-либо химических соединений, посторонних для питьевой воды. Проверенные образцы воды не имеют запаха при 20 °С и 60 °С, что говорит о ее чистоте.

Питьевая вода не должна иметь посторонних привкусов. Вкус воды зависит от ее минерального состава, температуры, концентрации растворенных в ней газов (кислорода и углекислого газа). Кипяченая вода менее вкусна вследствие потери газов и двууглекислых солей кальция и магния. Изменения вкуса воды или появление неприятного вкуса свидетельствуют о возможном наличии в ней органических веществ, продуктов распада различных органических веществ животного или растительного происхождения. Вода, представленная на испытание, не имела посторонних привкусов.

Водородный показатель (рН) воды — один из важнейших рабочих показателей качества воды, во многом определяющих характер химических и биологических процессов, происходящих в воде. В зависимости от величины рН может изменяться скорость протекания химических реакций, степень коррозионной агрессивности воды, токсичность загрязняющих веществ. При низком рН вода обладает высокой коррозионной активностью, а при высоких уровнях (рН > 11) — приобретает характерную мылкость, неприятный запах, способна вызывать раздражение глаз и кожи. В РФ в соответствии с действующими стандартами и нормами под термином питьевая вода высокого качества подразумевается вода с рН = 7 — 7,5. Такую величину рН имеют воды «Святой источник», «202», «Дарида», «Лига», «Марьюшка».

Таким образом, воды «Святой источник», «202», «Фрост», «Нарочанская», «Дарида», «Ауга», «Протера», «Марьюшка» соответствуют требованиям СанПиН 10-124 РБ и ГН № 123 от 15.12.2015г. по проверенным показателям. Среди этих образцов можно выделить воды «Святой источник», «Дарида», как воды, имеющие оптимальный состав, высокие вкусовые качества и безопасные для употребления.

Вода «Марьюшка» соответствует требованиям СанПиН 10-124 РБ по проверенным показателям, однако не удовлетворяет требованиям физиологической полноценности для питьевой воды. Содержание кальция меньше в 3,4 раз, магния — в 6,9 раз, общая жесткость отличается в меньшую сторону от нижней границы установленного диапазона в 3,3 раза. В случае розлива воды в бутылки она будет соответствовать требованиям СанПиН 10-124 РБ и ГН № 123 для вод первой категории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инновационные технологии в пищевой промышленности : материалы XV Международной научно-практической конференции, Минск, 5 — 6 октября 2016 г. / РУП «Научно-практический центр Национальная академия наук Беларуси по продовольствию» : редкол.: З. В. Ловкис [и др.]. — Минск : ИВЦ Минфина, 2016. — 424 с.
2. Вода, которую мы пьем [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://voda21vek.by/question/24.html>. — Дата доступа: 16.10.16 г.
3. Бутилированная вода. Типы, состав, нормативы / ред.: Д. Сениор, Н. Деге; пер. с англ. 2-го изд. Е. С. Боровиковой при участии Т. О. Зверевич. — СПб. : Профессия, 2006. — 418 с.
4. Вода и водоподготовка. Термины и определения : ГОСТ 30813-2002. — Введ. 01.01.2004. Москва : ИПК Издательство стандартов, 2002. — 20 с.
5. Охрана природы. Гидросфера. Классификация подземных вод по целям водопользования : ГОСТ 17.1.1.04-80. — Введ. 01.07.1981. — Москва : Министерство геологии СССР, ВСЕГИН-ГЕО, 1981. — 8 с.
6. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества : СанПиН 2.1.4.1116-02. — Введ. 1.07.2002. — Москва : НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина РАМН, 2002. — 22 с.
7. Воды минеральные питьевые лечебные и лечебно-столовые. Технические условия = Воды мінеральныя пітныя лячэбныя і лячэбна-столовыя. Тэхнічныя ўмовы : ГОСТ 13273-88. — Введ. 1.01.1989. — Минск : Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации, 2010. — 43 с.
8. Отечественная классификация питьевой воды [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://rodnikovayavoda.ru/stateiki/klassifikaziya.html>. — Дата доступа: 16.10.16 г.

Рукопись статьи поступила в редакцию 10.11.2016

Z. V. Lovkis, S. I. Korzan

QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF UNDERGROUND WATERS OF BELARUS

In article the general classification of water is offered, quality indicators of drinking water are defined. Researches of structure of 8 samples of drinking waters are conducted. At samples the maintenance of toxic elements, standards of physiological full value of drinking water, indicators of organoleptic pollution, indicators of salt and gas structure, inorganic substances, and also organoleptic properties of drinking water is defined.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ СЕМИНАР «СРАВНЕНИЕ САРДИНСКОЙ СРЕДИЗЕМНОМОРСКОЙ ДИЕТЫ И БЕЛОРУССКОЙ ДИЕТЫ В ЦЕЛЯХ ПОДДЕРЖАНИЯ ЗДОРОВЬЯ И АКТИВНОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ В ПОЖИЛОМ ВОЗРАСТЕ»

25 ноября 2016 года сотрудники РУП “Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию” приняли участие в Международном научном семинаре, посвященном сравнению сардинской средиземноморской диеты с белорусской. Научный форум прошел в рамках Международной Недели итальянской кухни при научной поддержке Всемирного сообщества долголетия. Целью встречи ученых Беларуси и Италии стал обмен информацией о взаимосвязи между питанием и здоровым, активным образом жизни в пожилом возрасте. По общему мнению представителей обеих стран, долголетие обусловлено не только наследственным факторам, но также образом жизни и качеством продуктов питания.



По мнению президента Всемирного сообщества долголетия Роберто Пили, система питания в белорусских деревнях является идеальной платформой для долголетия. Кроме того, итальянские коллеги посетили Научно-практический центр по продовольствию, ознакомились с разработками белорусских ученых в области здорового питания, а также продегустировали некоторые образцы продукции отечественных предприятий.



9 ноября 2016 г. состоялось расширенное заседание Межведомственного координационного совета по проблемам питания при Национальной академии наук Беларуси.

Проводил заседание Межведомственного совета Председатель Президиума НАН Беларуси Гусаков Владимир Григорьевич. На заседании совета присутствовали Первый заместитель Председателя Госстандарта РБ Татарицкий В.Б., зам. Министра сельского хозяйства и продовольствия РБ Брыло И.В., заместитель Министра антимонопольного регулирования и торговли РБ Наркевич И.В., председатель Белорусского общества защиты потребителей Суша А.В., члены Межведомственного совета, а также приглашенные.

На заседании совета были всесторонне рассмотрены и обсуждены основные результаты мониторинга национальной продовольственной безопасности за 2015 год, ежегодно проводимого сотрудниками ГП «Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси», а также результаты мониторинга качества и безопасности пищевых продуктов на внутреннем рынке Республики Беларусь, проведенного в 2016 году в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию».

Проведенные мероприятия позволили выявить наиболее актуальные тенденции в сфере продовольственной безопасности и безопасности продовольствия в Республике Беларусь, которые обеспечиваются преимущественно за счет собственного производства молока и молочных продуктов, мяса и мясопродуктов, яиц, сахара, масла растительного и других продуктов, качество и безопасность которых обеспечивает производитель, а контроль качества сеть лабораторий.

Отмечена необходимость совершенствования системы лабораторного контроля сырья и пищевых продуктов, индикации маркировки в зависимости от содержания в продуктах соли, сахара, трансизомеров жирных кислот.

По результатам проведенного заседания приняты соответствующие решения.