

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ХРАНЕНИЮ И ЭФФЕКТИВНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

© 2019 г. А.Г. Галстян^{1*}, Л.М. Аксёнова^{2**}, А.Б. Лисицын^{2***},
Л.А. Оганесянц^{1****}, А.Н. Петров^{3*****}

¹ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности — филиал ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, Москва, Россия

²ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, Москва, Россия

³ВНИИ технологий консервирования — филиал ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, Видное, Россия

*E-mail: 9795029@mail.ru; **E-mail: conditerprom@mail.ru; ***E-mail: info@fncps.ru;

****E-mail: vniipbivp@fncps.ru; *****E-mail: vniitek@vniitek.ru

Поступила в редакцию 30.11.2018 г.

Поступила после доработки 30.11.2018 г.

Принята к публикации 21.01.2019 г.

Продовольственная независимость является стратегическим компонентом безопасности страны, что закреплено в ряде нормативно-правовых документов. В рамках поставленных целей актуализируются приоритетные задачи групповой и индивидуальной идентификации продуктов, в том числе по биологическому и географическому признакам, унификации оценочных критериев и объективных принципов расширения их области, трансформации традиционных технологий.

Прогнозируется, что рост объёмов производства, оптимизация процессов и системы потребления будут основаны на применении ряда принципов: "прижизненного" формирования состава и свойств сырья; разработки высокоэффективных технологий производства и глубокой переработки сельскохозяйственной продукции; реализации алгоритмов структурирования логистики, хранения и переработки/утилизации пищевых продуктов и отходов; повышения энергоэффективности производственных процессов. При этом стратегические векторы развития технологий — специализированное и персонализированное питание, трансграничное сотрудничество, качество и безопасность пищевых продуктов, минимизация негативного воздействия на окружающую среду, прослеживаемость продуктовой цепи от поля до потребителя и др. Для достижения всего этого потребуются широкое внедрение современных технологий, в частности цифровых, а также модернизация традиционных и создание новых методологических и процессовых решений.

Ключевые слова: сельскохозяйственное сырьё, продукты питания, хранение, переработка, потери продукции, персонализированное питание, пищевые системы, продуктовые матрицы.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-5873895539-542>

Проблема количественного и качественного обеспечения людей пищевыми продуктами актуальна на протяжении всей истории человечества. Сегодня она принимает принципиально новые

формы в связи с увеличением численности населения планеты и, как следствие, прогнозируемым ростом потребления продуктов питания. Одновременно с процессами глобализации существенно изменяются структура питания и модели потребления, кардинально трансформируются традиционные принципы производства и переработки сельскохозяйственного сырья, в том числе хранение и логистика товаров, опосредованно сопутствующие повышению сроков годности скоропортящейся продукции. Актуализируются задачи идентификации продуктов (в первую очередь по биологическому и географическому признакам), унификации оценочных критериев и объективных принципов расшире-

ГАЛСТЯН Арам Генрихович — член-корреспондент РАН, заведующий МНТЦ мониторинга качества пищевых продуктов ВНИИПБиВП. АКСЁНОВА Лариса Михайловна — академик РАН, руководитель научного направления ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН. ЛИСИЦЫН Андрей Борисович — академик РАН, научный руководитель ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН. ОГАНЕСЯНЦ Лев Арсенович — академик РАН, директор ВНИИПБиВП. ПЕТРОВ Андрей Николаевич — академик РАН, директор ВНИИТеК.

ния их области, модификации традиционных технологий, потенциал которых не предполагает их бесконечное тиражирование.

Глобальными проблемами по праву считаются, с одной стороны, наличие примерно 800 млн голодающих людей, а с другой, астрономические потери готовой продукции — более 30% от 4 млрд т (данные 2017 г.), которые связаны с низким качеством сырья, нарушениями производственного процесса, условиями посттехнологического хранения, логистикой, возвратами излишков торговыми организациями и др. При этом, по прогнозам ООН, к 2050 г. глобальные процессы в мире потребуют увеличения производства продовольствия в 1,5–2 раза по сравнению с сегодняшним уровнем и, при условии сохранения указанных выше соотношений производства и потерь, последние примут катастрофические масштабы.

Наиболее позитивный сценарий развития ситуации предполагает, что объёмы производства будут расти благодаря разработке высокоэффективных технологий глубокой переработки сырья, созданию "умных" систем хранения и логистики, а также минимизации потерь и отходов. Соответственно, на первый план выходит задача "прижизненного" формирования состава и свойств сырья, что является обязательным условием функционирования современных технологий и концепции "умного" сельского хозяйства. Именно с этим направлением связаны потенциальные качественные скачки в развитии технологий, последовательно способствующие продвижению положительных тенденций в питании населения, в том числе профилактике алиментарно-зависимых патологий, и последующего перехода к персонифицированному питанию.

Априори только при наличии сырья с определённым набором свойств возможно применение глубоких технологий переработки и получения продукции нового формата качества, конкурентоспособной на международном рынке и с высокой добавленной стоимостью. Это позволит принципиально видоизменить экспортные позиции в сельскохозяйственном направлении, повысить его эффективность в целом и глобально поменять сырьевой вектор развития страны. При этом следует учитывать, что в структуре технологий закладываются дополнительные энергетические нагрузки, влияние которых на инициацию процессов абиогенной и биогенной потери качества — по сути, новое направление междисциплинарных исследований. Основной акцент новых технологий нужно сделать на их инвариантности и универсальности. Примером могут послужить данные по унификации процесса растворения как наиболее распространённо-

го и типичного для пищевой промышленности. Проведённые нами исследования и разработанные программные продукты позволили в разы оптимизировать энергозатраты, а также существенно повысить качество получаемых систем, в частности, их хранимоустойчивость.

Следует отметить, что именно с хранением связаны достаточно существенные потери пищевых продуктов — около 20%. С учётом того, что практически половина всей пищевой продукции относится к группе скоропортящейся и требует соответствующего хранения, разработки в направлении стабилизации пищевых систем имеют первостепенную важность. Помимо технологических нюансов стабилизации биологических систем особый интерес представляют процессовые решения, в частности, холодильные цепи с интегрированными элементами цифровых решений, включённые в единую систему отслеживания.

Сегодня цифровизация стала неотъемлемой частью повседневной жизни. Различные концепции быстро инкорпорируются в государственные программы и бизнес-процессы. Эти технологии масштабно и разнопланово интегрируются в область пищевых систем, в том числе со стороны государственных органов в рамках исполнения контрольных функций.

В современном мире, как никогда прежде, актуализировалось управление качеством пищевых продуктов в связи с интенсивным развитием технологий, пробелами в методологической сфере, различиями в законодательствах стран — экспортёров продукции, правилами трансграничного сотрудничества и др. Эта многопараметрическая задача не нова, но именно благодаря цифровым технологиям впервые появилась реальная возможность сделать существенный шаг к её решению. Для идентификации продукции создана инвариантная методология цифровых профилей (матриц) продуктов в соответствии с их универсальной градацией: подлинный (эталонный), суррогатный, некондиционный и поддельный (фальсификат). Базовая матрица подлинного продукта соответствуют эталону качества. Количество регулируемых параметров в ней не ограничивается традиционно нормируемыми показателями и может содержать любую дополнительную информацию как по составу, так и по качеству. В матрице суррогатного продукта определены регламентируемые производителем изменения, введённые в традиционный продукт. Обычно суррогатный продукт — это удешевлённая копия подлинного. В случае некондиционного продукта, фактически технологически скрытого обвеса потребителя, его компоненты заменены количественно и/или нарушены

их природные соотношения. Сегодня уровень фальсификации пищевых продуктов в России, по разным источникам, составляет от 20 до 80% по отдельным группам. Ложная матрица, характерная для фальсифицированного продукта, представляет собой комбинацию псевдоматрицы и видоизменённой матрицы и может нести в себе свойства как суррогатного, так и некондиционного продукта и их различных вариаций. Введено также понятие "результатирующая матрица", коэффициенты на главной диагонали которой фактически соответствуют регламентируемым производителями показателям, а область, находящаяся над ней, — дополнительным оценочным критериям качества продукта. Для оптимизации работы с матрицами создано программное обеспечение, которое считает усреднённую матрицу фактически предоставленных образцов, а также матрицу стандартных отклонений, визуализируя полученный материал в цифровом и графическом виде. Параллельно программа анализирует относительную новизну продукта по сравнению с эталонным, что, по сути, является новым подходом к оценке ноу-хау технологий. Отдельно введён алгоритм прогнозирования направлений фальсификации, предопределяющий вектор расширения области оценочных критериев.

С использованием предлагаемой методологии матриц процедура идентификации и оценки качества продуктов питания максимально упрощается. При этом реалии сегодняшнего времени предполагают обязательное расширение перечня оценочных критериев и внедрение исконно научных методов исследований в область рутинных лабораторных практик. В частности, данные микроэлементного состава виноматериала и результаты дискриминантного анализа его географической принадлежности позволяют дифференцировать продукцию различных производителей даже в рамках одного федерального округа. В целях идентификации соответствия продукции инициировано применение изотопной масс-спектрометрии. Из проанализированных в 2017 г. нескольких тысяч образцов коньяка примерно 70% было забраковано именно из-за расширения области оценочных критериев данными изотопного анализа. Альтернативные варианты идентификации будут построены на ДНК-аутентификации основного

биологического компонента, что позволит опосредованно определять сырьевые ингредиенты, а в некоторых случаях географическое место их происхождения. Предложены алгоритмы определения рациональности применения того или иного подхода с прогнозируемой точностью результатов. Одновременное использование трёх указанных методов позволяет получить результат достоверностью более 99%.

С ДНК-технологиями и чипированием связано ещё одно направление исследований, с помощью которого пополняется массив цифровизации, — это технологии интегрированных маркеров для количественного и качественного контроля продуктов питания с позиции их прослеживаемости в цепи "сырьё — конечный потребитель". Система распределения и хранения информации предполагает применение блокчейн-технологий, формирование базы данных, наличие опции дистанционного считывания информации и многого другого.

Таким образом, положения, отнесённые к пищевым системам в Стратегии научно-технологического развития РФ, соответствуют исторически сложившимся векторам наших исследований в части получения новых знаний и последующего генерирования прикладных технологических, методологических, процессовых решений. При этом направления и форматы работ предполагают наличие самой действенной системы трансфера фундаментальных исследований в прикладные и, наверное, самой большой аудитории потребителей. В то же время развитие общества стимулирует разработку инвариантных решений с привлечением фундаментальных результатов исследований учёных из областей естественных, точных и медицинских наук. Ведь сегодня уже можно смело говорить о достаточно близкой перспективе персонифицированного питания, 3D-продуктах, системах интеллектуальной маркировки, внедрении искусственного интеллекта и робототехники в рутинные процессы производства и контроля пищевых продуктов, применении технологий виртуальной и дополненной реальности. Пищевые системы — это достаточно конкретная, оперативно формирующаяся область знаний с большим внедренческим потенциалом, не имеющая временных и пространственных ограничений.

MODERN APPROACHES TO STORAGE AND EFFECTIVE PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS FOR OBTAINING HIGH-QUALITY FOOD PRODUCTS

© 2019 A.G. Galstyan^{1*}, L.M. Aksyonova^{2**}, A.B. Lisitsyn^{2***},
L.A. Oganesyants^{1****}, A.N. Petrov^{3*****}

¹All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Non-Alcoholic and Wine Industry
Moscow, Russia - Branch of Gorbатов Federal Scientific Center for Food Systems of RAS, Moscow, Russia

²Gorbатов Federal Scientific Center for Food Systems of RAS, Moscow, Russia

³All-Russian Research Institute of Preservation Technology – Branch of Gorbатов Federal Scientific Center
for Food Systems of RAS, Vidnoye, Russia

*E-mail: 9795029@mail.ru; **E-mail: conditerprom@mail.ru; ***E-mail: info@fncps.ru;

****E-mail: vniipbivp@fncps.ru; *****E-mail: vniitek@vniitek.ru

Received: 30.11.2018 г.

Revised version received: 30.11.2018 г.

Accepted: 21.01.2019 г.

In the modern world, the problem of providing the population with high-quality food products is reaching a critical point due to the increase in the population of the planet, mediated by an influence on the growth of food consumption; globalization processes, thereby contributing to fundamental changes in the structure and patterns of nutrition i.e., insufficiently effective principles of agricultural raw materials processing, etc.

Today, food independence is a strategic component of a country's security, which is enshrined in a number of regulatory documents, including: the Doctrine of Food Security of the Russian Federation; the Strategy for Scientific and Technological Development of the Russian Federation; the Strategy for Improving the Quality of Food Products in the Russian Federation until 2030; and, others. The stated goals are: updating the priority tasks of group and individual products identification, including on biological and geographical features; unification of evaluation criteria and objective principles for expanding their field; traditional technologies transformation, the potential of which doesn't have the possibility of unlimited replication, etc.

It is predicted that the growth of production volumes, processes and consumption systems optimization will be based on the application of a number of basic principles: "lifetime" formation of raw materials composition and properties; development of highly efficient production technologies and deep processing of agricultural products; implementation of algorithms for structuring logistics, storage and processing/disposal of food and waste; increasing energy efficiency of production processes, etc. At the same time, the strategic vectors of technology development are specialized and personalized nutrition, cross-border cooperation, food quality and safety, minimization of negative environmental impact, traceability of the food chain "from field to consumer," etc. A priori, to achieve all this it will require the introduction of widespread modern technologies, including digital ones, as well as the modernization of traditional and the creation of new methodological and process decisions.

Keywords: agricultural raw materials, food products, storage, processing, product losses, personalized food, food systems, food matrices.