

# МЕТОДОЛОГИЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ И КОРМОВ С ПОМОЩЬЮ ЭКСПРЕСС-МЕТОДОВ И ЦИФРОВЫХ ПЛАТФОРМ

**А. Ю. Соколов, О. Г. Щепоткина,  
А. А. Гажур, О. В. Беспалова**

Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова,  
Москва, Россия

В статье представлен обзор новейших разработок в области контроля качества пищевых систем и продуктов питания. В научно-технических источниках, в том числе новых национальных стандартах Российской Федерации, подчеркивается отсутствие единого, рамочного подхода к обеспечению контроля технологических процессов производства продукции индустрии питания. При этом формируется концепция универсальной стандартизации методов анализа, контроля, испытаний, что, видимо, позволит создать единую базу (техническую, методическую) для исследования различных материалов, невзирая на их назначение. Поэтому особое внимание в научных исследованиях авторы уделяют методологии контроля, развитию отечественных и зарубежных систем контроля качества и безопасности пищевых систем. Это системы общего назначения, включая автоматизацию, искусственный интеллект, big data analysis и компьютеризацию анализа, контроля и т. п. Однако не решены отдельные проблемы качества за счет усиления контроля оперативного характера с помощью экспресс-инструментов, средств измерений. В научной литературе значительное внимание уделяли исследованиям пищевой ценности, незаменимых факторов питания (аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот), особенно показателям безопасности, обнаружению контаминатов и химических агентов, например, известная проблема акриламида в пище, обработанной высокими температурами, накопление гистамина в рыбе при длительном хранении и т. п., не говоря уже об актуальности экспресс-диагностики в области микробиального контроля и надзора за пищевыми продуктами, кормами, средствами, контактирующими с ними, и т. д. В то же время оперативный контроль качества диктует необходимость быстро реагировать на вызовы, возникающие в цепочке «анализ поставщиков – заказ сырья – переработка – сохранение качества – транспортирование – контроль».

*Ключевые слова:* аминокислоты, анализ, индустрия питания, контроль, качество, инновации, методы.

## METHODOLOGY OF QUALITY CONTROL OF FOOD SYSTEMS AND FORAGE BY EXPRESS-METHODS AND DIGITAL PLATFORMS

**Aleksandr Yu. Sokolov, Olga G. Shchepotkina,  
Aleksandr A. Gazhur, Olga V. Bespalova**

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

The article provides a review of the latest developments in the field of control over food systems and food-stuffs. Scientific and technical sources, including new national standards of the Russian Federation underline the absence of common, frame approach to ensuring control over technological processes of producing food. At the same time the concept of universal standardization of methods of analysis, control, testing is being formed, which could help build a common base (technical, methodological) to research different materials in spite of their purpose. Thus, special attention in academic research is paid to methodology of control, development of home and overseas systems of quality control and safety of food systems. They are systems of general purpose, including automation, AI, big data analysis and computerized analysis, control, etc. However, certain problems of quality cannot be resolved at the expense of tightening control of operative character by express-tools and measuring means. Academic literature

paid serious attention to researching food value, irreplaceable factors of nutrition (amino acids, polyunsaturated fatty acids), especially indicators of security, finding countermeasures and chemical agents, for examples, the well-known problem of acrylamide in foods treated by high temperatures, accumulation of histamine in fish during long storage, etc., to say nothing of topicality of express-diagnostics in the field of microbiological control and supervision over food-stuffs, forage, materials contacting with them and so on. At the same time operative quality control requires fast response to challenges arising in the chain 'analysis of suppliers – raw material order – processing – quality preservation – transportation – control'.

*Keywords:* amino-acids, analysis, food industry, control, quality, innovation, methods.

**В** условиях повышения рисков, турбулентного характера экономики, необходимости обеспечения технологического суверенитета России, решения задач отраслевого импортозамещения Министерства промышленности и торговли Российской Федерации развитие методологии исследований, в том числе контроля качества пищевых систем и готовой продукции, не вызывает особых сомнений. На этой основе предприятия и организации реальных секторов экономики должны создавать с учетом актуальных санитарно-эпидемиологических правил, технических регламентов программы производственного контроля качества сырья, полуфабрикатов, продукции и т. д.

В отраслевых журналах, обзорах, аналитике поднималась проблема отсутствия единообразия в организации надлежащей исследовательской практики в сферах метрологии и стандартизации аналитико-лабораторных методов испытаний пищевых систем и продуктов питания. Если нет единой концепции совершенствования методической базы отраслей пищевой промышленности и индустрии питания, тогда возникают вопросы: а как же сопоставлять результаты испытаний теми или иными методами, на какой базе актуализировать программы производственного контроля, особенно в таких ответственных отраслях, как производство продуктов питания, продукции общественного питания, изготовление функциональных и лечебных кормов и т. д.?

Исследование научных источников показывает актуальность методов анализа в медицине (В. М. Лифшиц и др.), в пищевой промышленности (А. Л. Блинова, Н. В. За-

ворохина) [4; 6], индустрии питания и некоторых других секторах и отраслях.

В связи с актуальностью данной проблемы авторами поставлена цель анализа источников из ведущих баз данных (федеральных органов власти, в том числе Минпромторга России, ведущих университетов, НИИ, ВНИТИ РАН, РГБ и т. д.). Кроме того, необходимо решить задачу выбора путей совершенствования методологической базы контроля продукции индустрии питания, включая новые принципы, методы и технологии.

Известно, что в отраслях пищевой промышленности в последние десятилетия наметились тенденции создания единой системы аналитических испытаний продукции, обсуждались проблемы и задачи аналитического приборостроения, при этом подчеркивалась проблема отсутствия единого концепта, т. е. рамочного подхода к решению проблемы лабораторно-аналитической методологии, обеспечению отрасли индустрии питания современными приборами и вспомогательными средствами измерений. Эта проблематика особенно важна в условиях перенаправления поставок аналитического лабораторного оборудования в Российскую Федерацию с Запада на Восток, при этом в России есть конкурентное приборостроение.

Перечисленные вопросы в значительной степени относятся к индустрии общественного питания, где четко поставленный поэтапный контроль качества выполняют только органолептическими методами с заполнением журнала приема продукции по качеству (качество продукции отличное, хорошее, удовлетворительное или плохое, нестандартное и т. п.). Однако крупные компании, сети индустрии пита-

ния, имеющие департаменты разработок/исследований, успешно внедряют экспресс-методы и средства контроля, к сожалению, на импортной приборно-аналитической базе. Поэтому нерешенные вопросы методологии контроля и испытаний пищевых сырья и продукции еще предстоит изыскать и внедрить. Очевидно, что с помощью ускоренных методов (а некоторые из них стандартизированы) вряд ли возможно построить стратегически верную дорожную карту производственно-аналитической работы.

Представим обзорно разработки в области создания методик экспресс-контроля и испытаний пищевых систем.

Прежде всего отметим, что для индустрии питания действуют национальные стандарты на физико-химические испытания, в том числе ГОСТ Р 54607.8-2016 «Методы лабораторного контроля продукции общественного питания. Часть 8. Ускоренные методы», регламентирующий быстрые методы контроля.

Контроль процесса изготовления кулинарной продукции наряду с органолептическим анализом (визуальная оценка, оценивание аромата, вкуса, текстуры и т. д.) должен подтверждаться методами ускоренного контроля качества, включая гостовские. Это, в частности, методы анализа влаги, основных пищевых веществ – белков, липидов и т. д. С целью анализа продукции на содержание сухих веществ (для контроля соблюдения технологий и рецептур) в практику внедрены приборы-анализаторы влажности. Так, Всероссийским институтом молочной промышленности разработан прибор АПС-1, работающий за счет ускоренной сушки спрессованной пищевой массы ИК-лучами. На его основе был создан прибор марки «Эвлас», который способен осуществлять практически весь цикл сушки и измерений масс высушиваемой пробы пищевого продукта. В настоящее время входят в оборот профессиональные лабораторные средства испытаний, анализаторы-влажномеры, на-

пример, влагомер для объектов широкого назначения AQUA-LAB AQ-V30U1.

Для испытаний пирожкового теста целесообразно измерять вязкость теста с помощью экспресс-анализатора консистенции ЭАК-2М и оценки газодерживающей способности теста с помощью реоферментометра Ф4.

В ряде случаев при приеме сырья и полуфабрикатов, консервов, приготовлении теста, получении мясного фарша необходимо контролировать кислотность. В связи с этим разработаны линейки специальных приборов для рН-метрии. Так, портативный рН-метр (под марками рН-420, «Эксперт», Ohaus) позволяет оценить свежесть мяса и колбасных изделий, видовую принадлежность монофлерного меда, активную кислотность молока и молочных продуктов, качество кофе, чая, пива, плодово-овощных консервов и целого набора других продуктов питания. Для рН-метров разработаны специализированные электроды, например, электрод для мяса, оснащенный режущим элементом, позволяющим погружать его на требуемую глубину.

Изменения активной кислотности учитывают при исследованиях процессов хранения и переработки сырья в продукцию. Например, для мясных продуктов водородный показатель в процессе хранения увеличивался. В частности, в вареной колбасе, выработанной по ГОСТу, значение рН варьируется в пределах  $6,49 \pm 6,65$ .

Существенное внимание в источниках последних лет отводится реологическим методам исследований и контроля качества пищевых систем. Они обладают высокими метрологическими характеристиками, а именно чувствительностью к изменениям технологических параметров.

В связи с этим ведущими научно-исследовательскими учреждениями нашей страны разработано конкурентоспособное приборно-методическое обеспечение испытаний. В частности, ВНИИХП совместно с «Лабораторией качества» создана линия измерительных реологических установок

универсального типа «Структурометр СТ-2».

Известно, что если в состав колбас был введен один консервант, то водородный показатель понижался, переходя в зону слабокислых значений рН по шкале кислотности.

В продукции мясоперерабатывающей промышленности с двумя консервантами кинетика снижения величины рН была весьма выраженной. Видимо, консерванты подавляют процессы деградации мышечной ткани. На определенном этапе испытаний процессы брожения начинают преобладать над процессами распада составляющих этой продукции.

Данные компоненты приносят функциональные свойства, разрыхляют текстуру продукции, усиливают гидрофильные свойства, а именно влагосвязывающую способность и т. п.

Интересны методы компьютерной обработки изображений пищевых продук-

тов, позволяющие экспрессно выявить за счет диффузного отражения свечения особенности структуры в сопоставлении с эталонными объектами [1].

Зарубежные исследователи предложили способы быстрого и точного контроля свежести продуктов питания для обеспечения потребителей высококачественным мясом [13]. Конечно, показатель «свежесть» – это весьма размытый термин, поэтому возникает вопрос о совершенствовании методической базы для анализа данного свойства.

Представляется значимым внедрять методы ускоренного контроля при приеме продукции, например, тех же колбасных изделий по качеству, включая мясоперерабатывающие предприятия, сферу торговли и т. д.

На рис. 1 представлены результаты исследования мясного продукта на примере вареной колбасы, выработанной согласно ГОСТу.

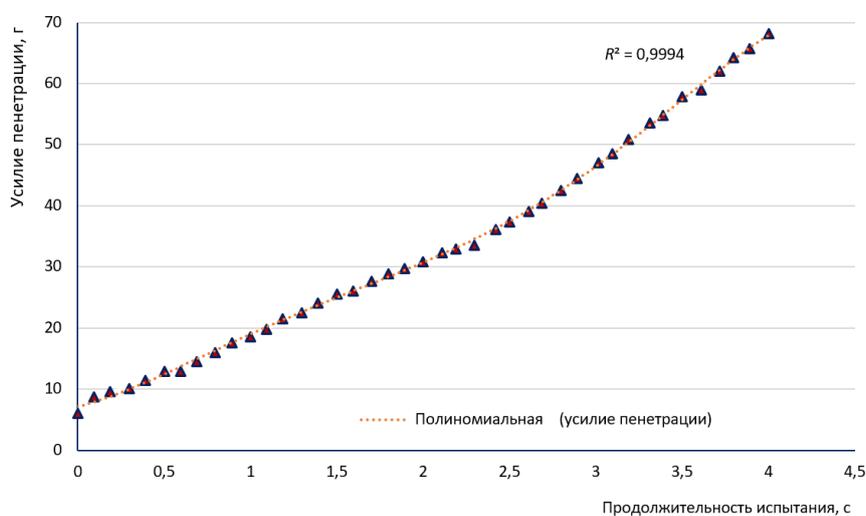


Рис. 1. Результаты испытаний колбасы вареной на структурометре (пример)

Новые методы испытаний пищевых систем основываются на фундаментальных зависимостях из области химии и физики пищевых сред.

С другой стороны, в теории управления качеством еще не выработан механизм трансформации всех индивидуальных по-

требностей в требования, включаемые в нормативно-технические документы.

Как правило, нормативно-техническая документация предписывает контроль температуры, весовых и размерных параметров, показателей внешнего вида (оформление продукции, упаковки и т. д.), содержания нитратов в овощах, бахчевых,

плодах; наличия радионуклидов. Для кисломолочных напитков, мясного сырья и ряда других продуктов требуется измерение pH. С учетом многочисленности контролируемых параметров необходимо формировать комплексный протокол по результатам контроля качества и передавать данные в систему управления. Видимо, в настоящий момент – это система искусственного интеллекта.

Другая проблема заключается в быстрых способах определения комплекса всех регламентируемых показателей сырья или полуфабрикатов, особенно критериев безопасности (мониторинг в системе ХАССП), снижении погрешности результатов из-за долговременности того или иного способа (некоторые делятся сутки-двое). Дело в том, что недоучет даже минимальных отклонений от показателей безопасности может перевести продукцию в разряд опасной, которая должна изыматься из оборота. В связи с этим в последние десятилетия в ГОСТах на методы испытаний представлены характеристики метрологического уровня, а именно критерии сходимости и воспроизводимости при официальных лабораторных испытаниях.

В настоящее время за рубежом и в России получают развитие *оптические*, в том числе *флуоресцентные*, методы и приборы для исследований мяса, рыбы, особенно в

замороженном состоянии. Оптические методы измерений занимают в лабораторной практике более 40% от общего числа аналитических методов. Не приводя подробно суть методик, отметим их востребованность для испытаний замороженного рыбного сырья, особенно при мониторинге его логистических цепочек. В определенной мере эти методы способствуют объективному ценообразованию на рыбное сырье [12].

В развитие проблемы контроля сырья, получаемого от гидробионтов, представим исследование икры рыб осетровых пород – важного для России продукта питания [3]. С учетом актуальности развития экспортного потенциала Российской Федерации необходимо усилить (оптимизировать) контроль данной продукции. Оперативная методология позволяет подстраховаться от фальсификаций икры с помощью быстрой диагностики ее качества. Возможно и предоставление оперативной информации для потребителя через электронные системы типа «Честное сообщество».

С учетом сказанного при формировании стратегии внедрения новых методов в аналитическую практику целесообразно учитывать продвинутые российские и зарубежные методы, которые уже внедрены, особенно крупными компаниями. Их можно объединить в группы, представленные на рис. 2.

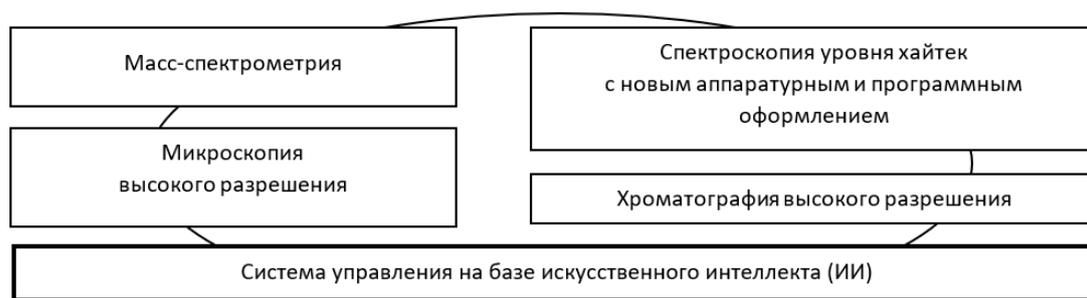


Рис. 2. Структура методов и технических средств испытаний высокого разрешения

Так, в частности, микроскопия с помощью профессиональной аппаратуры высокого класса (ЛОМО, К. Zeiss) позволяет визуализировать структурные элементы

сырья, полуфабрикатов, продукции, прогнозировать внешние проявления, регулировать текстуру продуктов и/или кормов, выполнять научные разработки.

Масс-спектрометрия позволяет определять молекулярные массы пищевых фракций, их идентифицировать, делать выводы об их структурных особенностях.

Хроматография высокого класса позволяет на основе сепарирования фракций идентифицировать количественно целевые молекулы, биоактивные кластеры и т. д.

Спектральный анализ достаточно хорошо представлен в отраслевых источниках, однако новые, более оперативные его

варианты позволяют быстро и экономично определять спектры свечения тех или иных компонентов, ансамблей или даже молекул. В частности, ИК-спектроскопия применяется для оперативного неразрушающего контроля пищевых сред, анализа компонентов, а именно влаги, протеинов, липидов или их ансамблей.

Представим также эмерджентные технологии в создании новых пищевых систем (рис. 3).



Рис. 3. Эмерджентные пищевые технологии [10]

Актуальные пищевые технологии (иногда их называют эмерджентными, революционными и т. п.), позволяют разрабатывать более стабильные пищевые массы. Либо, как в случае с 3D-принтингом, это кастомизация пищевых систем под новые потребности, сегмент рынка или расчет на дизайн сегодняшнего времени, так называемая персонализация. Например, потребитель заказал небольшую партию продукции с авторским или фирменным дизайном, с чем вполне справится даже лабораторный 3D-принтер, не говоря уже о промышленных. Правительство должно содействовать диалогу о влиянии новых технологий на общество в целом [10].

Системы компьютерного зрения призваны анализировать изображения пищевых сырья, компонентов, продуктов для того, чтобы обнаруживать брак, оценивать качество, оптимизировать управление процессами. Например, продукция перемещается на автоматизированном конвейере, над которым установлена система

рентгеновского контроля для обнаружения дефектов или посторонних включений. В этом случае нарабатывается большой массив информации по качеству, который предпочтительно обрабатывать в режиме реального времени.

В этой связи вновь обратимся к исследованиям, связанным с процессами контроля качества продуктов питания, основанными на использовании статистических приемов обработки результатов измерения диффузного отражения проб продукции в выбранных спектральных диапазонах [1]. При этом измеряют спектрально-текстурные характеристики образцов по гистограмме яркости и сравнивают с аналогичными характеристиками выбранного эталона. Для распознавания твердых и сыпучих сред применяется метод сопоставления образов, основанный на сравнении евклидова расстояния между векторами спектральных и текстурных признаков.

Искусственный интеллект как выдающаяся компьютерная система революцио-

низировала исследования в области науки о питании. Он может управлять большими данными, предопределять тренды в питании и рационализировать производственные процессы, особенно производственный контроль и мониторинг, поиск несоответствий, дефектов и даже небольших отклонений по качеству, хотя сегодня очевидно, что понятие эмерджентных методов и технологий приобретает более широкий научный смысл, в том числе обеспечение безопасности, решение глобальных и национальных задач и т. д. [10].

С учетом сказанного рядом исследователей были предприняты попытки внедрения на системном уровне новейших методов, средств измерений и контроля качества в индустрию питания. Для этого, по их мнению, целесообразно создать на известной цифровой платформе сайт, опирающийся на базу данных по составу и свойствам продовольственного сырья. Прежде всего необходимо формирование стандартной цифровой среды с доступными обширными функциями и проработанными возможностями, отсутствием особых проблем с доступом. Фундаментальные данные государственной системы научно-технической информации (РГБ, ЦНСХБ, Роспатент, Национальная электронная библиотека и т. д.) позволят достаточно быстро ее сформировать. Далее с учетом критерия оперативности обновле-

ния информации мониторинговые данные по конкретным категориям, товарам, продуктам питания вносятся в базу на сайты организаций по качеству («Роскачество», «Росконтроль», «Росстандарт»). На этих порталах представлены протоколы испытаний продукции в аккредитованных центрах.

В настоящее время создана цифровая платформа «Ассистент менеджера по качеству», внедрение которой повысит осведомленность работников по ситуации с качеством продовольственного сырья, полуфабрикатов, биологически активных добавок и т. д. Мы предполагаем большое значение этой системы в качестве электронной памятки по методологии приема сырья по качеству (данные стандартов в кратком виде, эталонные фото продуктов, видеосюжеты по конкретной продукции и методам ее исследований, онлайн-формы чек-листов, формы типа анкет и т. д.).

Таким образом, предлагаемое решение поставленных проблем заключается в формировании цифровой инновационной среды, с помощью которой создаются условия для управления исследованиями продовольственного сырья, побочных сырьевых ресурсов, продукции нового ассортимента [14].

Полагаем, что данное решение находится в плоскости синтеза новых методов, технологий и цифровой среды (рис. 4).

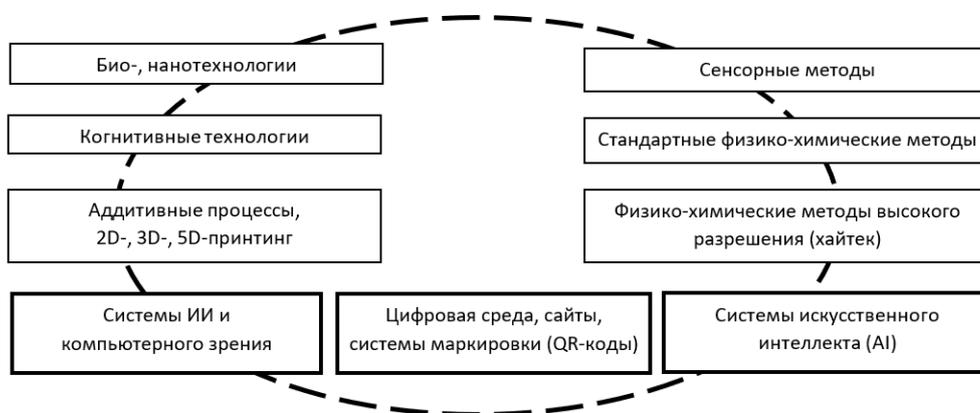


Рис. 4. Взаимосвязь методов, технологий и цифровых систем управления

В заключение отметим, что, абстрагируясь от решения задачи индустрии питания, данную разработку можно также с успехом применять в других ответственных сферах, а именно в производстве

функциональных кормов для домашних и сельскохозяйственных животных, мониторингу которых ведущие компании уделяют первостепенное значение.

### Список литературы

1. Бененсон М. З., Сорокин С. А., Михайленко С. А. Статистический метод обработки изображений сельскохозяйственной и пищевой продукции с помощью цифровой платформы компьютерной квалиметрии // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2022. – № 4. – С. 32–38.
2. Блинова А. Л., Макаренко Д. В. Применение экспресс-методов микробиологических испытаний молочной продукции для оценки ее соответствия требованиям технических регламентов // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2019. – Т. 47. – № 1. – С. 18–24.
3. Грудев А. И., Шубина Е. Г., Нурлыгаянова Г. А., Сатюкова Л. П. Контроль качества и обнаружение фальсификаций икры рыб осетровых пород // Современные тенденции и успехи в борьбе с зооантропонозами сельскохозяйственных животных и птиц : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Махачкала, 3–4 декабря, 2020. – Махачкала, 2020. – С. 161–168.
4. Заворохина Н. В., Панкратьева Н. А., Крюкова Е. В. Экспресс-методика колориметрического определения зараженности пшеничной муки спорами *Vac. Subtilis* // Индустрия питания. – 2020. – Т. 5. – № 4. – С. 11–17.
5. Людинина А. Ю. Сравнительный анализ профиля жирных кислот в рационе питания и плазме крови спортсменов и студентов // Физиология человека. – 2022. – Т. 48. – № 5. – С. 82–89.
6. Малова И. В., Воронин М. В. Мониторинг объектов потребительского рынка – основа повышения конкурентоспособности индустрии питания региона (на примере Ивановской области) // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2018. – № 2 (61). – С. 52–57.
7. Соломоненко А. Н., Дорошко Е. В. Электрохимические сенсоры для определения карбофурана в природных объектах (обзор) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2022. – Т. 88. – № 3. – С. 5–14.
8. Этлеш С. Методы анализа пищевых продуктов. Определение компонентов и пищевых добавок : пер. с англ. / под общ. ред. Ю. Г. Базарновой. – СПб. : Профессия, 2016. – (Серия: Научные основы и технологии).
9. Юшина Ю. К., Вострикова Н. Л., Становова И. А. Экспресс-методы анализа пищевых продуктов // Пищевая промышленность. – 2011. – № 4. – С. 32–33.
10. Landes T. et al. (eds.). Future of Food // Future Intelligence, Future of Business and Finance. – URL: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-36382-5\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-031-36382-5_12) (дата обращения: 25.09.2024).
11. Recknagel S., Bresch H., Kipphardt H., Koch M., Rosner M., Resch-Genger U. Trends in Selected Fields of Reference Material Production // Analytical and Bioanalytical Chemistry. – 2022. – Vol. 414. – N 15. – P. 4281–4289.
12. Shibata M., ElMasry G., Moriya K., Rahman M. M., Okazaki E. Smart Technique for Accurate Monitoring of ATP Content in Frozen Fish Fillets Using Fluorescence Fingerprint // LWT – Food Science and Technology. – 2018. – Vol. 92. – N 6. – P. 258–264.
13. Zhang Yiyin, Gao Xiang, Ye Yingwang, Shen Yizhong. Fe-Doped Polydopamine Nanoparticles with Peroxidase-Mimicking Activity for the Detection of Hypoxanthine Related to Meat Freshness // Analyst. – 2022. – Vol. 147. – N 5. – P. 956–964.

14. Thakur M., Modi V. K. Emerging Technologies in Food Science Focus on the Developing World: Focus on the Developing World. – Springer, 2020. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-15-2556-8>

#### References

1. Benenson M. Z., Sorokin S. A., Mikhaylenko S. A. Statisticheskiy metod obrabotki izobrazheniy sel'skokhozyaystvennoy i pishchevoy produktsii s pomoshchyu tsifrovoy platformy kompyuternoy kvalimetrii [Statistic Method of the Platform of Compute Qualimetry]. *Promyshlennyye ASU i kontrolyery* [Industrial ASU and Controllers], 2022, No. 4, pp. 32–38. (In Russ.).

2. Blinova A. L., Makarenko D. V. Primenenie ekspress-metodov mikrobiologicheskikh ispytaniy molochnoy produktsii dlya otsenki ee sootvetstviya trebovaniyam tekhnicheskikh reglamentov [Using Express-Methods of Micro-Biological Testing Milk Products to Assess Compliance with Requirements of Technical Regulations]. *Nauchnye trudy Dal'rybvтуza* [Academic works of Dal'rybvтуza], 2019, Vol. 47, No. 1, pp. 18–24. (In Russ.).

3. Grudev A. I., Shubina E. G., Nurlygayanova G. A., Satyukova L. P. Kontrol kachestva i obnaruzhenie falsifikatsiy ikry ryb osetrovyykh porod [Quality Control and Finding Falsification of Caviar of Sturgeon Fish]. *Sovremennyye tendentsii i uspekhi v borbe s zoonoproponozami sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh i ptits: sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Makhachkala, 3–4 dekabrya, 2020* [Current Trends and Success in Struggling against Zoo-Anthroponosis of Agricultural Animals and Poultry: collection of academic works of the International Conference, Makhachkala, 3–4 December, 2020]. Makhachkala, 2020, pp. 161–168. (In Russ.).

4. Zavorokhina N. V., Pankrateva N. A., Kryukova E. V. Ekspress-metodika kolorimetricheskogo opredeleniya zarazhennosti pshenichnoy muki sporami Bac. Subtilis [Express-Methodology of Colorimetric Finding of Wheat Flour Contamination by Spore Bac. Subtilis]. *Industriya pitaniya* [Nutrition Industry], 2020, Vol. 5, No. 4, pp. 11–17. (In Russ.).

5. Lyudinina A. Yu. Sravnitelnyy analiz profilya zhirnykh kislot v ratsione pitaniya i plazme krovi sportsmenov i studentov [Comparative Analysis of the Profile of Fatty Acids in Food Allowance and Blood Plasma of Sportsmen and Students]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 2022, Vol. 48, No. 5, pp. 82–89. (In Russ.).

6. Malova I. V., Voronin M. V. Monitoring obektov potrebitelskogo rynka – osnova povysheniya konkurentosposobnosti industrii pitaniya regiona (na primere Ivanovskoy oblasti) [Monitoring Entities of Consumer Market as a Basis of Raising Competitiveness of Nutrition Industry (illustrated by the Ivanovo Region)]. *Konkurentosposobnost v globalnom mire: ekonomika, nauka, tekhnologii* [Competitiveness in Global World: Economics, Science, Technology], 2018, No. 2 (61), pp. 52–57. (In Russ.).

7. Solomonenko A. N., Dorozhko E. V. Elektrokhimicheskie sensory dlya opredeleniya karbofurana v prirodnykh obektakh (obzor) [Electrochemical Sensors to Find Carbofurane in Natural Objects (Review)]. *Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov* [Plant Laboratory. Material Diagnostics], 2022, Vol. 88, No. 3, pp. 5–14. (In Russ.).

8. Etlesh S. Metody analiza pishchevykh produktov. Opredelenie komponentov i pishchevykh dobavok [Methods of Foods Analyzing. Identifying Components and Food Additives], translated from English, edited by Yu. G. Bazarnova. Saint Petersburg, Professiya, 2016. (Series: Scientific Foundations and Technologies). (In Russ.).

9. Yushina Yu. K., Vostrikova N. L., Stanovova I. A. Ekspress-metody analiza pishchevykh produktov [Express-Methods for Analyzing Food-Staffs]. *Pishchevaya promyshlennost* [Food Industry], 2011, No. 4, pp. 32–33. (In Russ.).

10. Landes T. et al. (eds.). Future of Food. *Future Intelligence, Future of Business and Finance*. Available at: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-36382-5\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-031-36382-5_12) (accessed 25.09.2024).

11. Recknagel S., Bresch H., Kipphardt H., Koch M., Rosner M., Resch-Genger U. Trends in Selected Fields of Reference Material Production. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 2022, Vol. 414, No. 15, pp. 4281–4289.

12. Shibata M., ElMasry G., Moriya K., Rahman M. M., Okazaki E. Smart Technique for Accurate Monitoring of ATP Content in Frozen Fish Fillets Using Fluorescence Fingerprint. *LWT – Food Science and Technology*, 2018, Vol. 92, No. 6, pp. 258–264.

13. Zhang Yiyin, Gao Xiang, Ye Yingwang, Shen Yizhong. Fe-Doped Polydopamine Nanoparticles with Peroxidase-Mimicking Activity for the Detection of Hypoxanthine Related to Meat Freshness. *Analyt*, 2022, Vol. 147, No. 5, pp. 956–964.

14. Thakur M., Modi V. K. Emerging Technologies in Food Science Focus on the Developing World: Focus on the Developing World. Springer, 2020. Available at: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-15-2556-8>

Поступила: 25.09.2024

Принята к печати: 16.12.2024

### Сведения об авторах

#### **Александр Юрьевич Соколов**

кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры пищевых технологий  
и биоинженерии РЭУ им. Г. В. Плеханова.  
Адрес: ФГБОУ ВО «Российский экономический  
университет имени Г. В. Плеханова»,  
109992, Москва, Стремянный пер., д. 36.  
E-mail: Sokolov.AY@rea.ru  
ORCID: 0000-0002-5433-6429

#### **Ольга Геннадьевна Щепоткина**

ассистент кафедры пищевых технологий  
и биоинженерии РЭУ им. Г. В. Плеханова.  
Адрес: ФГБОУ ВО «Российский экономический  
университет имени Г. В. Плеханова»,  
109992, Москва, Стремянный пер., д. 36.  
E-mail: SHepotkina.OG@rea.ru

#### **Александр Александрович Гажур**

доктор технических наук,  
профессор кафедры пищевых технологий  
и биоинженерии РЭУ им. Г. В. Плеханова.  
Адрес: ФГБОУ ВО «Российский экономический  
университет имени Г. В. Плеханова»,  
109992, Москва, Стремянный пер., д. 36.  
E-mail: Gazhur.AA@rea.ru

#### **Ольга Владимировна Беспалова**

кандидат технических наук,  
доцент кафедры пищевых технологий  
и биоинженерии РЭУ им. Г. В. Плеханова.  
Адрес: ФГБОУ ВО «Российский экономический  
университет имени Г. В. Плеханова»,  
109992, Москва, Стремянный пер., д. 36.  
E-mail: Bepalova.OV@rea.ru

### Information about the authors

#### **Aleksandr Yu. Sokolov**

PhD, Assistant Professor, Assistant Professor  
of the Department for Food Technologies  
and Bioengineering of the PRUE.  
Address: Plekhanov Russian University  
of Economics, 36 Stremyanny Lane,  
Moscow, 109992, Russian Federation.  
E-mail: Sokolov.AY@rea.ru  
ORCID: 0000-0002-5433-6429

#### **Olga G. Shchepotkina**

Assistant of the Department for Food  
Technologies and Bioengineering of the PRUE.  
Address: Plekhanov Russian University  
of Economics, 36 Stremyanny Lane,  
Moscow, 109992, Russian Federation.  
E-mail: SHepotkina.OG@rea.ru

#### **Aleksandr A. Gazhur**

Doctor of Technical Sciences, Professor  
of the Department for Food Technologies  
and Bioengineering of the PRUE.  
Address: Plekhanov Russian University  
of Economics, 36 Stremyanny Lane,  
Moscow, 109992, Russian Federation.  
E-mail: Gazhur.AA@rea.ru

#### **Olga V. Bepalova**

PhD, Assistant Professor  
of the Department for Food Technologies  
and Bioengineering of the PRUE.  
Address: Plekhanov Russian University  
of Economics, 36 Stremyanny Lane,  
Moscow, 109992, Russian Federation.  
E-mail: Bepalova.OV@rea.ru