

**Балджи Ю.А.<sup>1</sup>, Майканов Б.С.<sup>1</sup>, Адильбеков Ж.Ш.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина» г.Астана. Казахстан [Balji-Y@mail.ru](mailto:Balji-Y@mail.ru)

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

**Аннотация:** В современном мире вопросы качества и безопасности пищевых продуктов являются актуальными и требуют постоянных методов их оценки. Для обеспечения высокого уровня потребительской защиты и соблюдения стандартов безопасности пищевых продуктов разрабатываются и применяются современные методы и технологии. Данная аннотация отражает основные аспекты современных подходов к оценке качества и безопасности пищевых продуктов.

**Ключевые слова:** Пищевые продукты, безопасность пищевых продуктов, химический анализ пищевых продуктов, микробиологическая безопасность, биомаркеры пищевых продуктов, молекулярные методы анализа, спектроскопия в пищевой промышленности, иммунохимический метод.

В настоящее время известно множество методов определения качества и безопасности продуктов животноводства, которые описаны в специальной литературе (учебниках, указаниях, рекомендациях и др. изданиях), а также в научных статьях международных цитируемых журналах, периодических и реферативных изданиях. В данном разделе приведены известные методы, используемые в мировой практике в лабораториях ветеринарно-санитарной экспертизы и пищевой безопасности, касающиеся разработанных нами способов контроля оценки мяса, молока и мясомолочных продуктов.

### ***Контроль нитратов и нитритов в продуктах питания***

Нитриты и нитраты, как пищевые добавки, являются важным компонентом при производстве колбасных изделий. Они придают мясным изделиям приятный соленый вкус и привлекательный для потребителя цвет. Но основная причина их добавления это антимикробные свойства, вследствие чего колбасные изделия дольше хранятся. В связи с этим некоторые производители такой продукции зачастую целенаправленно превышают регламентируемые допустимые концентрации, что может отрицательно влиять на здоровье потребителя в виде метгемоглобинемии и канцерогенного свойства образующихся нитрозаминов. Поэтому инспектирующим организациям очень важно контролировать содержание нитритов, нитратов в пищевых продуктах.

Известно много методов определения нитратов в мясе и мясопродуктах, которые требуют наличия определенного оборудования. Сущность арбитражного метода определения массовой доли нитратов в мясе и мясопродуктах (2016) заключается в следующем: проводят экстрагирование пробы горячей водой, осаждение белков и фильтрование. Расщепление экстрагированного нитрата до нитрита происходит с помощью металлического кадмия. Получение красной окраски — путем добавления к фильтрату аминобензола сульфамида и N-1-нафтилэтилендиамина дигидрохлорида и дальнейшее фотометрическое измерение при длине волны 538 нм.

Известен флуориметрический анализ определения нитратов, основанный на одностадийной реакции. При взаимодействии нитрата с флуоресцентом в кислой среде образуется динитрофлуоресцентин. Флуоресценцию измеряют при 485 нм и возбуждении 435 нм. Al-Shuib A.M., Al-Abdullah B.M. (2002) разработан автоматический анализатор

нитрата с производительностью 20 проб в 1 ч, используемый для анализа воды и осадков с предельным содержанием нитратного азота 5 мкг/л.[1]

Применяется метод капиллярного электрофореза, который основан на различии скоростей миграции анионов под действием электрического поля. Процесс разделения ионов осуществляется в тонком стеклянном капилляре. По сообщению Ferslew K.H., Nagardorn A.N. и соавт. (2001) требует дорогостоящего оборудования, но позволяет анализировать образцы очень малого объема. [2]

В сообщении Grange, D.L. (1996) также нитраты определяют энзиматическим методом анализа с использованием нитратредуктазы. [3]

Наиболее распространенным является метод потенциометрии, с помощью которого возможно определить концентрацию нитратов в продуктах. В основе потенциометрических измерений лежит зависимость равновесного потенциала электрода от активности (концентрации) определяемого иона.

Различают прямую и косвенную потенциометрию, или потенциометрическое титрование. Существует два метода применения нитрат-селективных электродов. Один метод основан на построении эмпирического градуированного графика зависимости электродного потенциала от концентрации нитрата или на построении этой же зависимости в полулогарифмических координатах. Другой метод, нашедший применение в анализе, основан на применении нитратного электрода для потенциометрического титрования. Peres-Rodrigues M.L., GarciaMata M.И соавт. (1998) описывают электрод для работы в сильнокислой среде, в которой активный компонент тетрадециламмоний нитрат, находится в полимерной матрице из поливинилхлорида, пластифицированной дибутилфталатом. [4]

Из-за невозможности учесть влияние многочисленных метаболитов на селективность электродов в клиническом анализе потенциометрические методы определения нитрата не находят достаточного применения, что является недостатком потенциометрического метода.

Новоселов СИ. (1995) предложил экспресс-метод определения нитратного азота в растениях. Недостатком способа является, то что он применим только к растительной продукции. [5]

Bartolome Joanne P. и Fragoso Alex (2017) предложили новые поверхности стеклянных углеродных электродов для одновременного обнаружения нитрита и аскорбиновой кислоты в водных средах. Стеклянные углеродные электроды были модифицированы небольшими углеродными nano-onions (GCE/CNO). В результате, модифицированные поверхности проявили быстрый электрохимический отклик, что повысило чувствительность и позволило обнаружить присутствие нитрита и аскорбиновой кислоты путем амперометрии. [6]

Существует также достаточно много и других методов исследований нитратов в пищевых продуктах. Но недостатком ВСХ этих методов является сложность и длительность выполнения, а также наличие определенного аналитического оборудования, нитрат тестеров, иономеров и пр.

По действующей нормативной документации ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции» нитрит натрия разрешено применять только в виде пищевых добавок, нитритно-посолочных смесей, а также в виде растворов с содержанием нитритов не более 9 мг на 100 г продукта. Но данные концентрации к сожалению, не всегда выдерживаются. [6]

Остаточные количества антибиотиков в продуктах животноводства

Широкое использование антибиотиков в качестве лечебных и рост стимулирующих средств привело к тому, что получаемые продукты животного происхождения нередко содержат остаточные количества этих препаратов (Боровков М.Ф., Фролов В.П., Серко

СА. , 2007). Присутствие антибиотиков в молоке связано главным образом с использованием лекарственных препаратов при маститах коров, при лечении лактирующих животных от инфекционных болезней. Некоторые антибиотики в молоке могут обнаруживаться длительное время - от 42 до 72 часов, а их количество может достигать 40% от вводимых в организм. [7]

Присутствие антибиотиков в молоке делает его непригодным для сыроварения и приготовления других молочных продуктов.

В соответствии с ветеринарными (ветеринарно-санитарными) правилами молоко, содержащее антибиотики, не принимается на молокоперерабатывающие предприятия и его запрещено продавать на рынках. Но к сожалению, эти правила, как и технический регламент ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» производители научились обходить стороной, применяя для лечения больных животных антибиотики, не включенные в обязательный перечень исследования молока, т.е. па которые в лабораториях нет тест-систем. Таким образом, лаборатории не имеют возможности определить присутствие остаточных антибиотиков и допускают их содержание в молоке и молочных продуктах.

На втором месте по частоте обнаружения антибиотиков среди продуктов питания стоит мясо, в котором антибиотические вещества могут содержаться также в достаточно высокой концентрации — до 1-2 ЕД/г.

Антибиотики, помимо положительных эффектов, обладают побочными отрицательными действиями: аллергенностью, мутагенностью, тератогенностью, токсичностью, способностью снижать специфическую устойчивость, вызывать образование антибиотикоустойчивых бактерий. Чрезвычайно опасным и нежелательным эффектом антибиотиков является сенсбилизация организма людей с последующими аллергическими реакциями. Наиболее сильными аллергенами считают пенициллин, стрептомицин и олеандомицин. Стрептомицин и тетрациклин действуют на беременных как тератогены, вызывают аномалии в развитии эмбрионов. Широко используемый в ветеринарии хлорамфеникол (левомицетин) у отдельных людей с повышенной чувствительностью вызывает токсикозы, апластическую анемию, переходящую в лейкемию. Его присутствие в продуктах представляет большую опасность для чувствительных к антибиотикам людей.

Для предупреждения выпуска продуктов с остаточным количеством антибиотиков все подозрительные продукты должны подвергаться лабораторным исследованиям (Ежкова М.С., Ежкова В.О., Ежкова А.М., 2013). [8]

Контроль за наличием остаточных количеств антибиотиков необходим на всех стадиях производства, особенно в готовой продукции. Установленный законодательством многих стран порядок предусматривает время обязательной выдержки животных перед убоем, во время которой содержание антибиотиков в крови и тканях животных постепенно снижается до безопасного уровня.

Присутствие антибиотиков в продуктах животного происхождения затрудняет их бактериологическое исследование, нарушает технологию производства кисломолочных продуктов и сырокопченых колбас. Применяемая санитарная оценка этих продуктов не учитывает количества и вида содержащихся в них антибиотиков. Для решения практических задач ветсанэкспертизы достаточно проводить качественное исследование продуктов животноводства на наличие остаточных количеств антибиотиков и других ингибирующих веществ, без учета их количества и вида (Макаров В.Л., Боровков М.Ф., Ермолаев А.П., 1987). [9]

В настоящее время для аналитического определения остатков антибиотических препаратов используются микробиологические методы, основанные на регистрации роста тест-культур микроорганизмов в присутствии стандартных количеств антибиотиков и

анализируемых экстрактов; высокоэффективная жидкостная хроматография; жидкостная хроматография с масс-спектрометрическим детектированием (ЖХМС); тонкослойная хроматография (ТСХ), позволяющая регистрировать появление индивидуального пятна анализируемого вещества; флуоресцентный анализ, основанный на образовании флуоресцирующего комплекса антибиотика со специальным органическим хромофором. Метод газовой хроматографии не используют из-за сложности перевода антибиотиков в летучее состояние.

Следует отметить что традиционное применение хроматографических и спектральных методов для анализа остаточных количеств ветеринарных препаратов позволяет решать задачу аналитического контроля качества, однако имеется ряд проблем. Во-первых, хроматографическая идентификация предусматривает анализ содержания конкретного вещества по времени удержания хроматографического пика. Известно значительное количество причин, по которым время удержания может варьировать и даже совпадать для некоторых веществ. В случае очень низких концентраций веществ эта особенность часто является неразрешимой проблемой даже при использовании внутренних стандартов определяемых веществ. Ведущие производители хроматографического оборудования предлагают для надежной двойной идентификации вещества в установленном пике использовать, например, запись УФ-спектра или масс-спектра вещества с последующим сравнением со стандартной базой компьютерных данных. Такой подход к определению остаточного содержания опасных примесей в продовольственном сырье является достаточно надежным, но требует очень дорогостоящего аналитического оборудования и не может быть рекомендован для серийного анализа (Guetiya Wadoum R.E. и соавт., 2016).

С учетом требований, предъявляемых к экспресс-методам мониторинга продовольствия (чувствительность, селективность метода, скорость получения результатов, стоимость выполнения анализов), наиболее предпочтительным является метод иммуноферментного анализа, в частности его разновидность — метод ELISA, удовлетворяющий всем требованиям, предъявляемым к методом рутинного контроля.

Применяемые аналитические методы определения содержания антибиотиков различаются по минимально определяемому уровню вещества в зависимости от свойств самого антибиотика (табл. 1). Для аналитического определения сложных химических токсикантов пищевых продуктов используют методы, различающиеся по сложности и чувствительности.

В настоящее время наиболее оправдано применение метода ИФА для определения сложных органических токсикантов, в частности гормонов и антибиотиков (Соболева Е.О., 2013).[10]

Таблица 1 — Минимальный уровень содержания антибиотиков в мясных продуктах, определяемый различными методами

Метод	Определяемое вещество	Предел обнаружения	ПДК, не более	Время анализа
ТСХ	Тетрациклин	0,1 мкг/г.	0,01 ед/г.	5
Флуориметрия	—»--	1 мкг/г.	0,01 ед/г.	4
ELISA	—» —	6 нг/г.	0,01 ед/г.	3
ELISA	Левомитецин	1нг/г. (мкг/кг)	0,01 мг/г.	1

Кроме этого, различают следующие микробиологические методы определения антибиотиков в биологическом материале: диффузии в агар, турбидиметрический, последовательных разведений и прямого микроскопирования. Эти методы были использованы, как одни из первых в определении присутствия антибиотиков в пищевых продуктах, но в настоящее время наибольшее распространение из них получил метод диффузии в агар, основанный на свойстве антибиотиков диффундировать из испытуемого образца в плотную питательную среду, засеянную определенной тест-культурой, и подавлять рост этой тест-культуры. В результате вокруг образца появляется зона задержки роста, свидетельствующая о наличии в нем антибиотика. Величина зоны зависит от химической природы и концентрации антибиотика, чувствительности тест-микроба, состава агаризованной среды, ее pH и других факторов, которые следует учитывать при разработке и практическом применении метода. Строгая стандартизация условий опыта необходима для получения воспроизводимых результатов.

В зависимости от цели исследований при помощи метода диффузии в агар можно проводить как количественное, так и качественное определение антибиотиков. Количественный метод чаще всего используют для определения концентрации и продолжительности нахождения антибиотиков в органах, тканях и биологических жидкостях после экспериментального введения животным различных препаратов. Эти данные позволяют выработать рекомендации в отношении сроков убоя животных или получения других продуктов (молока, яиц) после применения антибиотиков. В практических условиях при ветеринарно-санитарном контроле продуктов животного происхождения в ряде стран чаще используют относительно простые и более доступные качественные методы определения антибиотиков.

Количественные и качественные методы исследования применяют также при изучении способов разрушения антибиотиков в этих продуктах под действием различных факторов.

Количество антибиотика устанавливают путем сравнения величин зон задержки роста (ингибиции), образуемых испытуемым образцом и стандартным препаратом известной концентрации. Анализ складывается из следующих основных операций:

- а) выращивание тест-культур и приготовление микробной взвеси;
- б) подготовка чашек со средой и тест-культурой;
- в) приготовление растворов рабочего стандарта и построение стандартной кривой;
- г) подготовка испытуемого материала;
- д) постановка опыта и расчет концентрации антибиотика.

Полученные данные при экспериментальных исследованиях, а также в практических условиях о содержании антибиотиков в продуктах животного происхождения являются тем ценным материалом, который используется для выработки различных законодательных предписаний, регламентирующих применение антибиотиков.

Тест-культурами служат специально отобранные, спорообразующие и неспорообразующие, непатогенные или условно патогенные штаммы микроорганизмов, обладающие высокой чувствительностью к антибиотикам. Они должны хорошо расти на применяемых средах, образуя сплошной газон и четко очерченные зоны задержки роста в местах диффузии антибиотика в агар. Рекомендуется использовать одну из тест-культур микроорганизмов в лиофильно высушенном состоянии паспортизованные штаммы *Sar. lutea*, *St. aureus*, *Bac. subtilis*, *Bac. pumilus*, *Bac. cereus*, *E. coli* и др. в зависимости от определяемого антибиотика.

### **Список литературы**

1. Al-Shuibi A.M., Al-Abdullah B.M. Substitution of nitrite by sorbitol and the effect on properties of mortadella // *MeatSci*. 2002. 62,- No 4, - p. 473-478.

2. Ferslew K.H., Hagardorn A.N., Robert.T.A., Capillaryion electrophoresis of endogenous anions and anionic adulterants in human urine // J. Forensic Sci. - 2001, 46 (3). 615-626.
3. Grange, D.L. et al. Measurements of nitrate and nitrite in biological samples using nitrate reductase and Griess reaction // Methods Enzymol. - 1996, p. 142-151.
4. Peres-Rodrigues M.L., Garcia Mata M., Bosch-Bosch N. Effect of additives smoke-flavouring on frankfurter nitrite and nitrate levels // Food Chem. 1998, 62, -N2, p.201-205.
5. Bartolome Joanne P., Fragoso Alex. Electrochemical detection of nitrite and ascorbic acid at glassy carbon electrodes modified with carbon nano-ions bearing electroactive moieties. Inorganica Chimica Acta. Volume 468, 1 November 2017, Pages 223-231.
6. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащих санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), глава II, раздел I «Требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», утвержденного Решением Комиссии Таможенного Союза от 28 мая 2010 года №299.
7. Боровков М.Ф. Фролов В.П., Серко С.А. Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии и стандартизации продуктов животноводства // Лань. 2007. - 448 с.
8. Ежкова М.С., Ежкова В.О., Ежкова А.М. Ветеринарно-санитарная экспертиза. Часть 1. Санитария и гигиена промышленного производства продуктов животного происхождения. Учебное пособие. - Казань: КНИТУ, 2013. –136 с.
9. Макаров В.А., Боровков М.Ф., Ермолаев А.П. Практикум по ветеринарно-санитарной экспертизе с основами технологии продуктов животноводства. Агропромиздат, 1987- с. 271.
10. Соболева Е.О. Безопасность товаров»: Конспект лекций для студентов специальности 125 01 09 «Товароведение и экспертиза товаров». Могилев: УО МГУП, 2013. - 114с.

**Ю.А. Балджи<sup>1</sup>, Б.С. Майканов<sup>1</sup>, Ж.Ш. Адильбеков<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>«С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ Астана қ., Қазақстан. [Balji-Y@mail.ru](mailto:Balji-Y@mail.ru)

## **ТАҒАМ ӨНІМДЕРІНІҢ САПАСЫ МЕН ҚАУІПСІЗДІГІН БАҒАЛАУДЫҢ ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕРІ**

Қазіргі әлемде тамақ өнімдерінің сапасы мен қауіпсіздігі мәселелері өзекті болып табылады және оларды бағалаудың тұрақты әдістерін қажет етеді. Тұтынушыларды қорғаудың жоғары деңгейін және тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі стандарттарын сақтауды қамтамасыз ету үшін заманауи әдістер мен технологиялар әзірленіп, қолданылады. Бұл мақала азық-түлік өнімдерінің сапасы мен қауіпсіздігін бағалаудың заманауи тәсілдерінің негізгі аспектілерін көрсетеді.

**Түйін сөздер:** Тамақ өнімдері, тамақ өнімдерінің қауіпсіздігі, тағам өнімдерінің химиялық талдауы, микробиологиялық қауіпсіздік, тағамдық биомаркерлер, талдаудың молекулалық әдістері, тамақ өнеркәсібіндегі спектроскопия, иммунохимиялық әдіс.

**Yu.A. Balji<sup>1</sup>, B.S. Maykanov<sup>1</sup>, Zh.Sh. Adilbekov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>NJSC "Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin" Astana. Kazakhstan [Balji-Y@mail.ru](mailto:Balji-Y@mail.ru)

**MODERN METHODS FOR ASSESSING QUALITY AND SAFETY OF FOOD PRODUCTS**

In the modern world, issues of food quality and safety are relevant and require constant methods for their assessment. To ensure a high level of consumer protection and compliance with food safety standards, modern methods and technologies are developed and applied. This abstract reflects the main aspects of modern approaches to assessing the quality and safety of food products.

**Key words:** Food products, food safety, chemical analysis of food products, microbiological safety, food biomarkers, molecular methods of analysis, spectroscopy in the food industry, immunochemical method.

#### **Сведения об авторах**

**Балджи Юрий Александрович**, кандидат ветеринарных наук, и.о. профессора. <https://orcid.org/0000-0002-5006-3224> НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина» г.Астана. Казахстан [yu.balji@kazatu.edu.kz](mailto:yu.balji@kazatu.edu.kz)

**Майканов Балгабай Садепович** д.б.н., профессор. НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина» г.Астана. Казахстан [b.maikanov@kazatu.kz](mailto:b.maikanov@kazatu.kz)

#### **Авторлар туралы мәліметтер**

**Балджи Юрий Александрович**, ветеринария ғылымдарының кандидаты, м.а профессор. <https://orcid.org/0000-0002-5006-3224> «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ, Астана. Қазақстан [yu.balji@kazatu.edu.kz](mailto:yu.balji@kazatu.edu.kz)

**Майқанов Балгабай Садепұлы**, биология ғылымдарының докторы, профессор. «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ Астана. Қазақстан [b.maikanov@kazatu.kz](mailto:b.maikanov@kazatu.kz)

#### **Information about the authors**

**Baldzhi Yuri Aleksandrovich**, Candidate of Veterinary Sciences, acting professor. <https://orcid.org/0000-0002-5006-3224> NJSC "Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin" Astana. Kazakhstan [yu.balji@kazatu.edu.kz](mailto:yu.balji@kazatu.edu.kz)

**Maykanov Balgabay Sadepovich**, Doctor of Biological Sciences, Professor. [ORCID: 0000-0003-0839-5126](https://orcid.org/0000-0003-0839-5126) NJSC "Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin" Astana. Kazakhstan [b.maikanov@kazatu.kz](mailto:b.maikanov@kazatu.kz)