

УДК 637.072

ПОИСК МЕТОДОВ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА МЯСНОЙ ПРОДУКЦИИ И РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ОТНЕСЕНИЯ ЕЕ К ФАЛЬСИФИЦИРОВАННОЙ*

О.А. Ковалева, Е.М. Здравова, М.В. Яркина, Ю.В. Комарова
Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина, Орел

Широкое применение при производстве мясопродуктов различных видов сырья животного и растительного происхождения, а также пищевых добавок с многофункциональными технологическими свойствами требует поиска новых современных методов контроля состава мясопродуктов для объективной оценки качества и безопасности продукции, включая контроль генетически модифицированных продуктов. В настоящее время особенно остро стоит вопрос о необходимости более достоверного определения, как видовой принадлежности мясного сырья, так и состава мясных фаршированных продуктов. Это связано с тем, что фальсификация мяса может привести не только к изменениям потребительских свойств готовых изделий, но и создать опасность для здоровья потребителей.

Ключевые слова: мясные продукты, видовой принадлежности, ДНК-диагностика, идентификация и фальсификация продукции.

DOI: 10.26456/vtbio89

Свободная торговля продовольственными изделиями, в том числе и продукцией животноводства, сформированная рыночными условиями и высоким спросом на продукты питания и пищевое сырье, стремление к быстрой наживе и легким средствам приводит к возможности появления различных видов фальсификации (например, по структуре и/или видовой принадлежности сырьевых компонентов) как готовой продукции, так и сырья для ее производства. Как правило, чаще всего фальсификации подвергаются продукты первого и высшего сорта, за них выдают продукцию второго и даже третьего сортов, используя при этом недорогое мясное сырье других видов животных.

Мясо является высокоценным продуктом питания животного

* Данная работа выполнена в рамках тематического плана-задания по заказу Минсельхоза России за счет средств федерального бюджета в 2018г. Название темы «Обоснование допустимого уровня ДНК иных видов животных и других ингредиентов, не использовавшихся при изготовлении данного вида продукции, при исследованиях видовой состава мясной продукции и критерии отнесения ее к фальсифицированной».

происхождения, содержащим биологически полноценные легкоусвояемые белки, а также другие пищевые компоненты, необходимые организму человека. Мясные продукты, как и само мясо пользуются большим спросом на потребительском рынке. В сравнении с рынками таких стран, как США и ЕС, в России потребление мяса и мясопродуктов несколько ниже и составляет примерно 65 кг на человека. Согласно последним данным, Российский рынок мяса характеризуется высокой емкостью и стабильным спросом и считается одним из самых крупных секторов производства продуктов питания.

На сегодняшний день натуральные мясные продукты пользуются огромным спросом. Население готово переплачивать за качество потребляемых продуктов, на основании вышесказанного Российский рынок мяса является привлекательным для инвесторов и отличается жестким уровнем конкуренции среди производителей (Комарова, Ковалева, 2016; Ковалева, Здрабова, 2018).

С помощью используемых в настоящее время методов контроля (физико-химического, органолептического и микробиологического), позволяющих надежно установить безопасность в инфекционном отношении, а также определить свежесть мясного сырья, готовых мясных продуктов, в том числе и сыровяленых. Но внесение видоизмененной мышечной ткани, используемое при фальсификации, и установление видового состава мяса в мясных изделиях и полуфабрикатах невозможно проследить данными методами контроля.

Надежными и достаточно точными методами анализа мясного сырья являются методы, в основе которых лежит специфическая реакция антиген-антитело - некоторые варианты иммуноферментного анализа (ELISA-лабораторный иммунологический метод качественного или количественного определения различных низкомолекулярных соединений, макромолекул, вирусов и др.). Выявление образовавшегося комплекса - регистрацию сигнала, проводят с использованием определенного фермента в качестве метки. Теоретические основы ИФА (ELISA) опираются на знание физико-химических закономерностей реакции антиген-антитело, современную иммунохимию и химическую энзимологию и на основные принципы аналитической химии.

Методом «сэндвич» ELISA с использованием поликлональных моноспецифических антител количественно определяют примеси сырой говядины, свинины, конины и мяса кур в мясопродуктах при их содержании от 1 до 50 %. Этим методом возможно осуществлять выявление фальсификаций термообработанных мясных продуктов млекопитающих и птицы (Miriagou et al., 2010).

Достоверность и специфичность данного метода не позволяет выявлять в образцах примеси отдельных видов мяса в количестве

менее 20 %. Кроме того, с помощью ELISA невозможно дифференцировать мясо близкородственных животных и птицы, что снижает надежность этого метода (Семина и др., 2004).

Под фальсифицированным продуктом, (фальсификат от лат. *falsificare* – подделывать) – понимается продукт, полученный в процессе умышленных действий, направленных на подделку и (или) сокрытие информации.

Различают следующие виды фальсификации:

- технологическая – добавление в процессе технологической обработки или производства мясного сырья или уменьшения процентного содержания мяса в составе продукции;

- Предпродажная фальсификация подразделяется на:

- качественную – замена мясного сырья на более дешевые компоненты, добавление воды, различных пищевых добавок, замена натурального продукта имитатором;

- количественную – неправильное измерение товара (по массе);

- ассортиментную – полная замена выпускаемой продукции другим сортом, видом, наименованием с сохранением при этом внешнего сходства и нескольких идентифицирующих признаков, замена качественного продукта низкосортным, имеющим похожие свойства, подмена натурального продукта имитатором;

- стоимостную – продажа низкокачественной продукции по завышенной цене, как за высококачественный товар;

- информационную – предоставляются заведомо искаженные данные о продукте: его наименовании, составе, фирме-изготовителе, стране-производителе или вообще не предоставляются никакие данные.

В настоящее время, для того, чтобы не допустить технологической фальсификации пищевых продуктов, в том числе копченостей, колбасных и сыровяленых изделий целесообразно разработать «Межотраслевую программу», направленную на проведение исследований с привлечением ученых, сотрудников отраслевых научно-исследовательских институтов и специалистов таможенной службы. Данная программа должна предусматривать:

- научно-обоснованную классификацию однородной продукции по группам, состоящих из растительных и животных белков с учетом состава используемого сырья и технологии производства;

- инструментальные методы полной и объективной идентификации белков растительного и животного происхождения;

- содержать обоснованные предложения для поправок и изменений в «Товарную номенклатуру внешнеэкономической деятельности Российской Федерации» и «Общероссийский

классификатор продукции» ОКП-005, а также в «Таможенный тариф Российской Федерации» (Шевченко и др., 2007).

В рамках деловой программы выставки «Агропродмаш-2018» на VIII Международном мясном конгрессе эксперты и представители мясной промышленности детально обсудили современные аспекты обнаружения фальсификаций в продуктах питания. Директор Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова Оксана Кузнецова, открывая конгресс, отметила практическую важность и актуальность выбранной темы необходимость ее детального обсуждения для отечественных производителей мясной продукции. «Предприятия,- сказала она,- сегодня все чаще сталкиваются с фальсификациями, когда входной контроль не до конца может показать, какое сырье поступает для изготовления продукции, и они узнают об этом только при контрольно-надзорных мероприятиях во время проверок Роспотребнадзора и Россельхознадзора».

Специалисты пищевой промышленности утверждают, что чаще всего фальсификации подвергаются мясная и молочная продукция (нарушение процентного содержания веществ, наличие чрезмерного количество введенных растительных жиров, изменение видового состава), поэтому именно они лидируют в категории некачественных товаров.

Доля фальсифицированной продукции в товарообороте продуктов питания превышает 30%. В частности, это такая продукция как:

- рыбные и мясные консервы – 35-40%;
- масло и маргарин – 40-45%;
- алкогольная продукция — до 60%.

По другим позициям (пищевой продукции) ситуация также не лучше и с каждым годом имеет тенденцию к ухудшению. Практически катастрофическое положение для здоровья граждан по безопасности в продовольственном отношении признается официально (Донченко, Надыкта, 2005; Рудницкий, 2011).

Для защиты российского рынка от фальсифицированной продукции и товаров с недостоверной информацией на этикетке необходимо создать и реализовать межотраслевую программу, которая позволит видеть состояние товарооборота пищевой продукции на внутреннем рынке и тенденцию развития внешней торговой деятельности Российской Федерации.

Согласно требованиям современных международных стандартов, необходимо разработать и внедрить методы и тест-системы, с помощью которых возможно эффективно решать задачи по

обеспечению качества, подтверждению безопасности и гарантировать соответствие выпускаемой продукции.

На сегодняшний день для идентификации видовой принадлежности мясного сырья и готовой пищевой продукции целесообразнее использовать перспективные методы ДНК-диагностики и иммунологические методы.

Данные методы и тест-системы находят практическое применение при контроле качества мясной продукции, в том числе и выявлении фальсифицирующих примесей.

При проведении скрининговых анализов удается идентифицировать трансгенные ДНК, что является важным показателем преимущества данного метода. Используя данный метод при определении наличия/отсутствия ГМИ (генетически модифицированных источников) в пищевых продуктах и многокомпонентных смесях позволяет получить 100 %-но достоверный результат, даже при незначительном присутствии (1%) модифицированных организмов. Возможность обнаружения ГМИ /ГМО в таких незначительных количествах является важным показателем безопасности, контролируемым Техническими регламентами таможенного союза.

ГМИ характеризуется специфическими участками нуклеиновых кислот обнаружить которые можно двумя методами (направлениями):

1 - путем детекции молекул-мишеней после предварительного увеличения их количества;

2 - обнаружением искомой молекулы-мишени с использованием меченых гибридизационных систем.

Кроме идентификации видового состава мясных полуфабрикатов и готовых мясных изделий, также необходимо оценивать процентное соотношение фальсифицирующих примесей к основному мясному сырью, и определять источник проникновения данных веществ в продукт (технологически неизбежная контаминация в процессе производства или умышленная замена сырья и подлог готовой продукции).

Согласно проведенному литературному обзору (Chikuni et. al., 1990; Hunt, 1997; Kappes et. al., 1997; Jamamoto et. al., 1998; Tortaglia et. al., 1998; Bimtjer, Lamine, 1999; Lockhart, Winzeler, 2000) большой популярностью пользуются методы на основе полимеразной цепной реакции, в частности для амплификации нуклеиновых кислот.

На сегодняшний день разработаны современные альтернативные методики, основанные на изотермических и на термоциклических процессах амплификации.

ДНК-диагностика нашла большое применение в пищевой промышленности:

- ДНК-диагностика биологических загрязнений пищевых продуктов на всех уровнях (вирусами, бактериями и их токсинами);
- ДНК-идентификация видового состава пищевого сырья и готовых продуктов;
- наличие трансгенов;
- обнаружение присутствия в сырье и продуктах ГМО/ГМИ.

Данные полученные в результате проведения исследований с использованием данных методов регламентируется нормативными документами (ГОСТами, ТУ, техническими регламентами таможенного союза).

Целью наших исследований являлась оценка перспективности применения существующих ПЦР-тест-систем для проведения видовой идентификации и количественной оценки измельченного мясного сырья, входящего в состав мясных полуфабрикатов и готовых мясных продуктов.

Для установления безопасности мясных изделий в настоящее время апробированы методы полимеразной цепной реакции и сверхслабого излучения живых систем. Данные методы позволяют идентифицировать колбасные изделия по ингредиентному составу, установить наличие и природу пищевых добавок, т.е. уменьшить фальсификацию продукции по составу.

Применение универсальной методики постановки ПЦР с целью количественной оценки компонентов исследуемого материала оказалось малоприменимым. Образующиеся в ходе анализа ПЦР ампликоны не находились в прямой зависимости с количеством исходной ДНК-матрицы, скорее всего это обусловлено фазой плато ПЦР, что и являлось причиной недостоверных результатов. Подобрать же такие условия амплификации, при которых достаточное для детекции количество ампликонов нарабатывалось бы только в ходе экспоненциальной фазы ПЦР до ее перехода в фазу плато ПЦР было практически невозможным. Только разработка ПЦР-методик real-time PCR, которые характеризуются использованием красителей, обеспечивающих флуоресценцию, прямо пропорциональную количеству ПЦР-продукта реализуемых в режиме «реального времени» позволила успешно применять на практике количественный ПЦР-анализ.

Главными преимуществами метода real-time PCR является минимизация риска контаминации образцов, за счет отсутствия необходимости детекции ПЦР-продуктов после проведения амплификации, а также возможность достоверного оценивания по количеству. Дороговизна флуоресцентных зондов и оборудования для ПЦР в «реальном времени» снижает степень использования подобных технологий в условиях испытательных лабораторий.

С целью оптимизации способа идентификации мясного сырья в мясных продуктах нами была использована методика на основе ДНК-гибридизации с модифицированной пробоподготовкой.

Перед проведением процедуры выделения ДНК, независимо от метода экстракции, осуществляли первичную обработку проб исследуемого материала. При анализе мягких материалов, легко поддающихся измельчению (мясо и мясные изделия), отбирали усредненную пробу продукта массой 1 г, измельчали при помощи стерильных скальпеля, ножниц и одноразового шпателя и гомогенизировали фарфоровым пестиком в керамической ступке, тщательно перемешивая содержимое. После этого измельченную и гомогенизированную пробу переносили в чистую пробирку типа «Эппендорф» в количестве приблизительно 100-150 мкл по объему. Для предотвращения перекрестной контаминации инструменты для измельчения материала использовали однократно, тщательно мыли и стерилизовали после использования или при переходе от пробы к пробе.

Для выделения ДНК использовали 15 мл нагретого до 50 °С СТАВ-буфера.

Остатки тканей осаждали методом центрифугирования в течении 4 мин. При 500g.

Оценку эффективной концентрации праймеров в реакционной смеси проводили в несколько этапов. На каждом этапе работы концентрация одного из праймеров варьировала, в то время как концентрация другого оставалась постоянной. По итогам данного эксперимента концентрации праймеров были определены, исходя из результатов стадии диссоциации.

Далее были отработаны концентрации зондов, в этом случае учет проводили по степени флуоресценции и эффективности отжига зондов.

Также, как и на предыдущих этапах, были составлены растворы, имеющие разные концентрации зонда в диапазоне 50-100 пМ, смесь форвард и реверс праймеров имела постоянную концентрацию.

Эффективность амплификации при разных температурах отжига изучали отдельно для каждой пары праймеров. Варьирование температуры отжига праймеров в диапазоне от 58 до 60 °С не оказывало влияния на чувствительность теста, в то время как увеличение температуры отжига до 62 °С уменьшало чувствительность амплификации. При температуре отжига менее 58 °С во многих случаях наблюдались неспецифические фрагменты. В результате проведенных экспериментов были определены

оптимальные параметры амплификации, при которой успешно работают все сконструированные праймеры.

Для подтверждения специфичности подобранных праймеров для наших исследований полученные продукты амплификации разделяли методом электрофореза в агарозном геле. В геле отсутствуют продукты неспецифичной амплификации и димеры праймеров. Полученные тяжи явные и четкие. Была протестирована эталонная панель образцов ДНК - *Capra aegagrus*, *Bos taurus*, *Suidae*, *Ovis* (рис. 1).

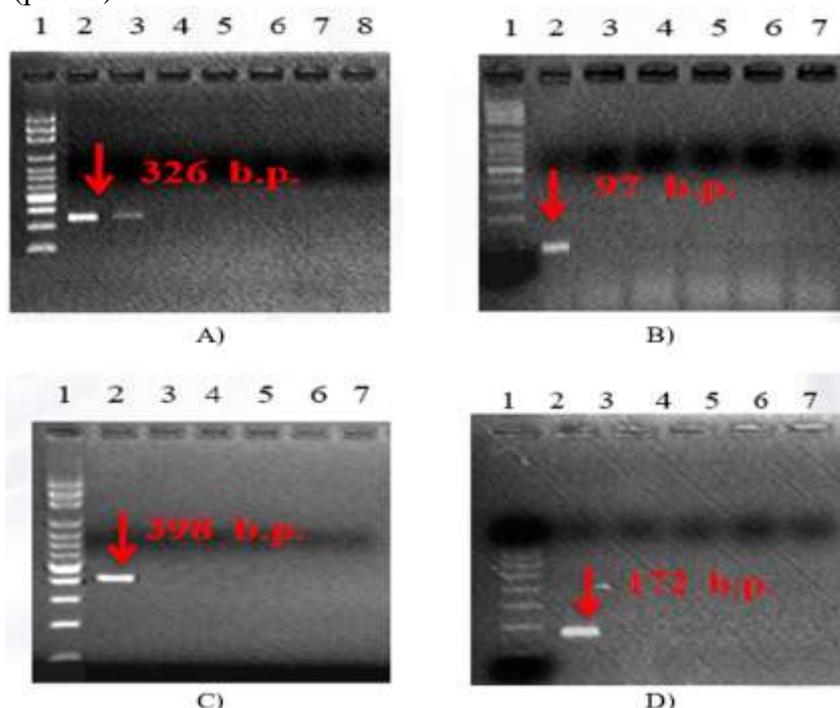


Рис. 1. Идентификация ДНК некоторых видов животных в мясном сырье.

А) – мелкий рогатый скот (*Capra aegagrus*); 1 – маркер м.м. 100 b.p.; 2 – контроль «+» (*Capra aegagrus*); 3 – контроль «-» (*Capra aegagrus*); 4 – контроль «-»; 5 – *Bos taurus*; 6 – *Suidae*; 7 – *Gallus gallus*; 8 – *Ovis*; В) – мясо быка (*Bos taurus*); 1 – маркер м.м. 100 b.p.; 2 – контроль «+» (*Bos taurus*); 3 – контроль «-»; 4 – *Gallus gallus*; 5 – *Suidae*; 6 – *Bos taurus*; 7 – *Ovis*; С)– мясо свиней (*Suidae*) 1 – маркер м.м. 100 b.p.; 2 – контроль «+» (*Suidae*); 3 – контроль «-»; 4 – *Gallus gallus*; 5 – *Bos taurus*; 6 – *Capra aegagrus*; 7 – *Ovis*; D)– мясо баранов (*Ovis*). 1 – маркер м.м. 100 b.p.; 2 – контроль «+» (*Ovis*); 3 – контроль «-»; 4 – *Gallus gallus*; 5 – *Bos taurus*; 6 – *Capra aegagrus*; 7 – *Ovis*.

Результаты, полученные в ходе проведения эксперимента, показали, что амплификация с гетерологичными ДНК-матрицами, а также с пустой пробой, давала отрицательный результат до 35 цикла амплификации.

После 35 цикла в некоторых случаях появлялись сигналы флуоресценции неспецифического отжига, в связи с чем результат специфических реакций анализа учитывали до 35 цикла.

Исследуемые образцы были подготовлены в лабораторных условиях и представляли собой фаршевую смесь с разным составом животных ингредиентов. Данный эксперимент подтверждал соответствие между теоретической заданной специфичностью праймеров и результатами лабораторного анализа. Таким образом, аналитическая специфичность наборов составляла 100 %.

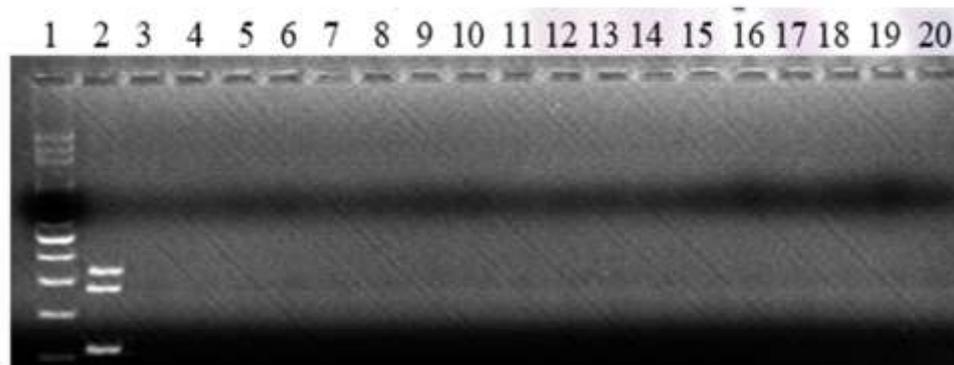


Рис. 2. Исследование мясной продукции на наличие ДНК кошки, собаки, мыши/крысы.

1 - маркер м.м. 100 b.p.; 2 - контроль «+» (*Felis silvestris catus, canis lupus familiaris, muridae/rattus*); 3 – чебурек автовокзальная площадь; 4 – чебурек центральный рынок; 5 – чебурек вокзальный буфет; 6 – беляш автовокзальная площадь; 7 – колбаса «Докторская» Клинский м/к; 8 – колбаса «Докторская» ООО «Сетунь»; 9 – колбаса «Докторская», Микоянский м/к; 10 - колбаса «Докторская» Войковский м/к; 11 - колбаса «Докторская» Клинский м/к ООО «Ремит»; 12 - колбаса «Докторская» ООО «Велком»; 13 – колбаса «Фаворит» ООО «Велком»; 14 – колбаса «Молочная» ООО «Сетунь»; 15 – колбаса «Южная» ООО «Ремит»; 16 – колбаса сырокопченая №1 Клинский м/к; 17 – карбонат Царицынский м/к; 18 – сосиски «Молочные» Микоянский м/к; 19 – сервелат «Гурман» ООО «Ремит»; 20 контроль «-».

Предел обнаружения метода (LOD - Limited of detection) рассчитывали путем амплификации ряда десятикратных разведений экстрактов ДНК различных эталонных образцов.

Проведенные исследования опытных образцов мясных изделий, выработанных на различных мясоперерабатывающих предприятиях и в точках общественного питания на содержание ДНК кошек, собак, мышей и крыс - *Felis silvestris catus, Canis lupus familiaris, Muridae/Rattus* (что абсолютно не допустимо при производстве мясных продуктов), показали, что практический предел обнаружения равен

0,001 % при добавлении продуктов в растворенном виде, и 0,002 % в случае внесения мясного или мясосодержащего продукта в виде порошка (рис. 2).

При этом ни в одном из исследуемых образцов данные виды ДНК обнаружены не были.

Данные, полученные в результате амплификации ДНК *Felis silvestris catus*, *canis lupus familiaris*, *muridae/rattus* позволяют утверждать, что подобная фальсификация на рынке производства мясных и мясосодержащих продуктов отсутствует.

Результаты проведенных исследований по идентификации генотипов животных белков, способы производства продуктов из которых могут быть основаны на химических (обезжиривание, обезвоживание) и механических (измельчение) процессах показали, высокую чувствительность метода, что подтверждают полученные результаты (рис. 1 и 2).

Экстрагировать ДНК в необходимом количестве возможно из любого вида животного белка. Однако, идентифицировать их в готовом продукте, например, в колбасных изделиях, будет не всегда возможно из-за низкого содержания ДНК.

Исследования по определению лимитирующих факторов применения метода ПЦР в реальном времени показали, что метод позволяет идентифицировать необходимый биологический объект в составе продуктов, подвергнутых в ходе выработки, различным физическим, химическим и механическим воздействиям, и, таким образом, является универсальным по отношению к любым мясным продуктам.

На сегодняшний день существуют проблемы с проведением всесторонней экспертизы подлинности всех видов мяса, поступаемого на рынки России.

«Правилами проведения сертификации пищевых продуктов и продовольственного сырья» предусмотрен перечень показателей, используемых при идентификации мяса и мясной продукции. Для большинства мясных товаров с этой целью используют маркировку: идентификацию мяса в тушах, полутушах и четвертинах проводят по оттискам клейм (ветеринарных и товароведных); мясных и мясорастительных консервов - по маркировке на банках; колбасных изделий - по маркировке батонов (при отсутствии маркированной оболочки - по товарной отметке - форме вязки) и органолептическим показателям. Эти критерии не являются достаточно надежными, т.к. маркировка часто становится объектом подделки.

Регулярно торгово-промышленная палата РФ публикует официальную статистику о фальсифицированных товарах. В 2016-2017 гг. органами Роспотребнадзора было снято с реализации более

150 т продуктов питания, наложено административных штрафов более чем 64 миллиона рублей. На этикетках большинства товаров, подлежащих изъятию указано, что большинство продуктов изготовлено в соответствии с ГОСТ.

Список литературы

- Донченко Л.В., Надыкта В.Д.* 2005. Безопасность пищевой продукции. М.: ДеЛи принт. 539 с.
- Ковалева О.А., Здрабова Е.М.* 2018. О целесообразности применения концентрированного сока из черники при производстве сыровяленой свинины // Теория и практика переработки мяса. № 3. С.4-11.
- Комарова Ю.В., Ковалева О.А.* 2016. Оценка качества мясного сырья свиней отечественной селекции для производства бескостного полуфабриката // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. № 6 (41) С. 98-102.
- Ребриков Д.В., Саматов Г.А., Трофимов Д.Ю.* 2009. ПЦР в реальном времени / под редакцией Д.В. Ребрикова. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 223 с.
- Рудницкий Л.В.* 2011. Что мы едим? Как определить качество продуктов. Спб.: Питер. 120 с.
- Семина Н.А., Сидоренко С.В., Резван С.П.* 2004. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам: методические рекомендации // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. Т. 6. № 4. С. 306-359.
- Шевченко О.В., Эдельштейн М.В., Степанова М.Н.* 2007. Металло-β-лактамазы: значение и методы выявления у грамотрицательных неферментирующих бактерий // Клиническая микробиология антимикробной химиотерапии. Т. 9 (3). С. 211–218.
- Miriagou, V., Cornaglia, G., Edelstein, M., Galani, I., Giske, C.G., Gniadkowski, M., Malamou Lada, E., Martinez Martinez, L., Navarro, F., Nordmann, P., Peixe, L., Pournaras, S., Rossolini, G.M., Tsakris, A., Vatopoulos, A., Canton, R.* 2010. Acquired carbapenemases in Gram-negative bacterial pathogens: detection and surveillance issues. Clin Microbiol Infect. V.16 (2). P. 112-122.

SEARCHING FOR METHODS FOR IDENTIFYING SPECIFIC COMPOSITION OF MEAT PRODUCTS AND DEVELOPMENT OF CRITERIA OF RELATING THEM TO FALSIFIED

O.A. Kovaleva, C.M. Zdrabova, M.V. Yarkina, Y.V. Komarova
Parahin Orel State Agrarian University, Orel

Widespread use in the production of meat products of various types of raw materials of animal and vegetable origin, as well as food additives with multifunctional technological properties requires the search for new methods of controlling the composition of meat products for an objective assessment of the quality and safety of products, including the control of genetically modified products. At present, there is an especially acute need for a more reliable determination of both the species of raw meat and the composition of stuffed meat products. This is due to the fact that the falsification of meat

can lead not only to changes in consumer properties of finished products but also create a risk to consumer health.

Keywords: *meat products, species, DNA diagnostics, identification and falsification of products.*

Об авторах:

КОВАЛЕВА Оксана Анатольевна – доктор биологических наук, доцент, директор Инновационного научно-исследовательского испытательного центра коллективного пользования ФГБУ ВО Орловский государственный аграрный университет им. Н.В.Парахина, 302019, Орел, ул. Генерала Родина, 69, e-mail: iniic@mail.ru.

ЗДРАБОВА Екатерина Михайловна – кандидат технических наук, научный сотрудник Инновационного научно-исследовательского испытательного центра коллективного пользования ФГБУ ВО Орловский государственный аграрный университет им. Н.В.Парахина, 302019, Орел, ул. Генерала Родина, 69, e-mail: iniic@mail.ru.

ЯРКИНА Марина Васильевна – младший научный сотрудник Инновационного научно-исследовательского испытательного центра коллективного пользования ФГБУ ВО Орловский государственный аграрный университет им. Н.В.Парахина, 302019, Орел, ул. Генерала Родина, 69, e-mail: iniic@mail.ru

КОМАРОВА Юлия Владимировна – младший научный сотрудник Инновационного научно-исследовательского испытательного центра коллективного пользования ФГБУ ВО Орловский государственный аграрный университет им. Н.В.Парахина, 302019, Орел, ул. Генерала Родина, 69, e-mail: iniic@mail.ru

Ковалева О.А. Поиск методов для выявления видового состава мясной продукции и разработка критериев отнесения ее к фальсифицируемой / О.А. Ковалева, Е.М. Здрабова, М.В. Яркина, Ю.В. Комарова // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2019. № 2(54). С. 260-271.