

ДНК-ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВИДОВОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ МЯСНЫХ И РАСТИТЕЛЬНЫХ СЫРЬЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ В ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ ПЦР

Р. Р. Шайдуллин, С. В. Тюлькин, И. Ю. Гилемханов, Э. Ф. Валиуллина, А. Р. Садриев

Реферат. Цель данной работы является идентификация видовой принадлежности сырья в мясной и рыбной продукции при помощи полимеразной цепной реакции с наблюдением в реальном времени (ПЦР-РВ). Данный метод способен с высокой точностью обнаружить присутствие заявленного видоспецифичного фрагмента, содержащегося в образце в очень малом количестве. Исследования проведены в 2024 году на базе Татарского филиала Федерального центра охраны здоровья животных (ФГБУ «ВНИИЗЖ»). Для проведения комплексных лабораторных исследований отобрали 18 видов мясной и рыбной продукции, реализуемых в розничных продовольственных магазинах, расположенных в зоне ответственности ФГБУ «ВНИИЗЖ». В результате проведения ПЦР-РВ установлено, что в таких продуктах, как в фрикадельках, ромштексе «Аристократ», котлетах «Афанасьевские», треугольнике с говядиной не было выявлено наличие достаточного количества видоспецифичной ДНК курицы, характерные для мяса курицы, что подтверждает, что вид мяса (кроме птицы) соответствует заявленному. В продукты баветте с индейкой и грибами, индейка в перечном соусе и рисом басмати с базиликом, хинкали из говядины «Халяль», пельмени «Говяжьи», филе горбуши соответствуют заявленному виду мяса и рыбы. Но в вареных сосисках «С говядиной» идентифицировано ДНК свиньи, а в печени трески обнаружено ДНК минтая, что говорит о фальсификации и несоответствия заявленному составу продукта. При исследовании пельменей, холодца, сосисок, вареной колбасы на наличие соевых ингредиентов не выявлено ДНК сои в данных продуктах. Следовательно, одним из наиболее точных методов, способных идентифицировать видовую принадлежность продукции и обнаружить фальсификацию, является полимеразная цепная реакция.

Ключевые слова: ПЦР РВ, видоспецифичная ДНК, видовая идентификация, мясная, рыбная продукция.

Для цитирования: Шайдуллин Р. Р., Тюлькин С. В., Гилемханов И. Ю., Валиуллина Э. Ф., Садриев А. Р. ДНК-идентификация видовой принадлежности мясных и растительных сырьевых компонентов в готовой продукции на основе ПЦР // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2025. №1 (13). С 69-80.

Введение. В настоящее время на основании достижений молекулярной биологии можно решать проблемы контроля безопасности и качества пищевой продукции, что имеет большое значение на практике. Идентификация мясной, рыбной и растительной продукции по виду сырья можно говорить о качестве и безопасности продуктов питания, к тому же это используется, как средство борьбы с фальсификацией. Мясные продукты являются сложными по составу, так как содержат в себе множество ингредиентов, это в свою очередь ускоряет процесс непреднамеренного или умышленного загрязнения данных продуктов не указанными пищевыми компонентами. К тому же, часть покупателей не употребляют определенные виды мяса в силу культурных и религиозных особенностей [1, 2].

В настоящее время имеется спрос на качественную и безопасную продукцию и при этом увеличивается число поставщиков данной продукции. Но в отсутствии точной идентификации продукции возникает риск фальсификации или несоответствия продукции заявленным требованиям [3, 4, 5].

При ветеринарно-санитарной экспертизе мясной и рыбной продукции используют органолептические и физико-химические методы анализа, что позволяют определить их качество и безопасность. Но с помощью данных стандартных методов невозможно определить

видовую принадлежность сырья. Следовательно, для точной идентификации видовой продукции следует применять полимеразную цепную реакцию [6, 7, 8].

Универсальность метода ПЦР позволяет изучать гены продуктивности, которые оказывают влияние на качественные и количественные показатели готовой продукции. Гены молочной и мясной продуктивности оказывают влияние на биохимический состав и качество продукции, которая используется в виде сырья для производства продуктов питания [9, 10].

Наиболее перспективным методом контроля мясной продукции является метод ДНК-диагностики – молекулярно-генетический. Преимущество данного метода – это повсеместное присутствие ДНК во всех клетках организма, которые несут практически одинаковую генетическую информацию. Известный и используемый в аккредитованных лабораториях метод точной видовой идентификации мясных ингредиентов животных и птицы в продуктах питания и сырье является ПЦР в режиме реального времени (ПЦР-РВ, с детекцией продуктов амплификации). Она является наиболее точной, качественной и не совсем дорогой. ПЦР-РВ может высокоточно обнаружить присутствие искомого видоспецифичного фрагмента, который содержится в образце в малых дозах [11, 12, 13]. К тому же данный метод является универсальным,

т.е. возможность исследовать как сырье, так и продукты, прошедшие технологическую обработку [14].

Метод качественной ПЦР-РВ обладает высокой чувствительностью, при минимальном пределе выявления разных видов мясных составляющих - от 3 геном-эквивалентов для детекции ДНК крупного и мелкого рогатого скота до 50 – для ДНК свиньи, курицы и индейки. В связи с высокой чувствительностью ПЦР-РВ может идентифицировать следы ДНК определенного вида животного, что говорит о загрязнении мясной продукции ингредиентом, который, не представлен в составе продукта [15, 16, 17].

Помимо обнаружения ДНК разных видов животных в мясном сырье и продуктах питания, также следует установить процент присутствующих вспомогательных компонентов к основному мясному сырью, и обнаружить путь проникновения данных добавок в продукт, следовательно, это произошло непреднамеренное загрязнение в процессе технологических операций или специальная замена сырья и как следствие фальсификация готовой продукции [18, 19, 20].

Для количественного определения ДНК применяется цифровая капельная ПЦР с прямым подсчетом количества копий целевой ДНК в анализируемой пробе. Он является

обновленным методом полимеразной цепной реакцией, которая способна установить абсолютное количество копий ДНК-мишени в образце с чувствительностью до 1 копии ДНК из 100000. Также данный имеет возможность стопроцентного количественного обнаружения числа копий исследуемого фрагмента ДНК или РНК по конечной точке реакции амплификации [21, 22, 23].

Поэтому актуальным является идентификация пищевых продуктов и выявление возможной фальсификации или при изготовлении, или при подмене сырья, или при добавлении более дешевого мясного сырья.

Цель исследований - идентификация видовой принадлежности сырья в мясной и рыбной продукции при помощи полимеразной цепной реакции с наблюдением в реальном времени (ПЦР-РВ).

Материал и методы исследований. Исследования проведены в 2024 году на базе Татарского филиала Федерального центра охраны здоровья животных (ФГБУ «ВНИИЗЖ»).

Для проведения комплексных лабораторных исследований отобрали 18 видов мясной и рыбной продукции, реализуемых в розничных продовольственных магазинах, расположенных в зоне ответственности ФГБУ «ВНИИЗЖ» (табл. 1). Образцы подверглись органолептической оценке.

Таблица 1 - Характеристика проб мясной и рыбной продукции

№ пробы	Наименование продукта	Основное мясное (рыбное) сырье в продукте	Контролируемые показатели (наличие / отсутствие)
1	2	3	4
1	Фрикадельки для мясного супа (замороженные), Полуфабрикат мясной категории Г. ТУ 10.13.14-030-37676459-2016	Говядина, свинина	ДНК курицы
2	Ромштекс «Аристократ» (замороженный), Мясные полуфабрикаты рубленые категории Б. ТУ 10.13.14-030-37676459-2016	Свинина, говядина, шпик, яичный порошок	ДНК курицы
3	Котлеты «Афанасьевские» замороженные, полуфабрикат мясодержащий, формованный, рубленый, панированный, формованный категории Г. ТУ-9214-003-025673-89-14	Говядина, свинина	ДНК курицы
4	Треугольник с говядиной РП ш/к 4603774486146	Говядина	ДНК курицы
5	Баветте с индейкой и грибами. РП ш/к 4630238750888	Филе грудки индейки	ДНК индейки
6	Индейка в перечном соусе и рисом басмати с базиликом. РП ш/к 4630238750543	Филе грудки индейки	ДНК индейки
7	Изделия колбасные вареные сосиски «С говядиной»	Говядина, мясо птицы	ДНК свиньи
8	Полуфабрикаты в тесте с мясной начинкой замороженные, Хинкали из говядины "Халяль" категории В. ТУ 10.13.14-002-20076927-2020	Говядина, жир говяжий	ДНК свиньи

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
9	Мясной полуфабрикат в тесте замороженный, Пельмени "Говяжьи", категории Б. ГОСТ 33394-2015	Говядина, конина, жир-сырец говяжий	ДНК свиньи
10	Печень трески натуральная. ТУ 9271-0080148646-12	Печень трески	1. ДНК трески 2. ДНК минтая
11	Печень трески натуральная. ТУ 9271-0080148646-12	Печень трески	1. ДНК трески 2. ДНК минтая
12	Филе горбуши мороженое, глазированное. ТУ 10.20.13-582-37676459-2017	Горбуша	ДНК горбуши
13	Пельмени «Домашние». ГОСТ категории В. ГОСТ 33394-2015	Начинки: говядина, свинина, вода питьевая, лук репчатый, соль пищевая, сахар-песок, перец черный молотый	ДНК сои
14	Холодец "Домашний". ТУ 10.13.14-001-0062306901-2015	Свинина, говядина, индейка, бульон, желатин, соль пищевая, чеснок	ДНК сои
15	Мясные полуфабрикаты в тесте замороженные. Пельмени «Элитные» категории Б. ГОСТ 33394-2015	Фарш - говядина, свинина, вода питьевая, лук репчатый, соль поваренная, сахар, перец черный (белый);	ДНК сои
16	Пельмени свино-говяжьи «Домашние». ГОСТ 33394-2015	Начинки: говядина, свинина, вода питьевая, лук репчатый, соль пищевая, сахар-песок, перец черный молотый	ДНК сои
17	Сосиски «Молочные» категории Б. ГОСТ 23670-2019	Свинина, говядина, вода питьевая, молоко сухое, нитритно-посолочная смесь (соль, фиксатор окраски: E250), яичный порошок, сахар, комплексная пищевая добавка (стабилизатор: E450, усилитель вкуса и аромата: E621, антиокислитель: E301, пряности: перец черный, перец душистый, кардамон).	ДНК сои
18	Колбаса варёная «Докторская», категории А. ГОСТ 23670-2019	Свинина, говядина, вода, яйца куриные, молоко сухое, посолочно-нитритная смесь (соль, фиксатор окраски-нитрит натрия), сахар, орех мускатный, стабилизатор - пирофосфаты, антиокислитель - аскорбиновая кислота.	ДНК сои

Выделение ДНК из продуктов питания проводили с помощью набора реагентов «ДНК-Сорб-С-М» (ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора), далее проводили амплификацию методом полимеразной цепной реакции в режиме реального времени (ПЦР-РВ) используя следующие коммерческие тест-системы производства ООО «Синтол»:

- «Gallus gallus / Meleagris gallopavo Ident

RT multiplex» для обнаружения видоспецифичной ДНК курицы (Gallus gallus) и индейки (Meleagris gallopavo), результат оценивался по каналу флуоресценции Texas Red, позволяющий определить специфический фрагмент ДНК курицы и по каналу флуоресценции FAM, позволяющий определить специфический фрагмент ДНК индейки;

- «Sus scrofa Ident RT» для обнаружения

видоспецифичной ДНК свиньи (*Sus scrofa*), результат оценивался по каналу флуоресценции FAM, позволяющий определить специфический фрагмент ДНК свиньи;

- «*Gadus macrocephalus* / *Gadus morhua* / *Micromesistius poutassou* Ident RT multiplex» для обнаружения трески тихоокеанской (*Gadus macrocephalus*), трески атлантической (*Gadus morhua*), путассу (*Micromesistius poutassou*), результат оценивался по каналу флуоресценции Texas Red, позволяющий определить специфический фрагмент ДНК трески тихоокеанской, по каналу флуоресценции FAM, позволяющий определить специфический фрагмент ДНК трески атлантической;

- «*Gadus chalcogrammus* / *Pollachius virens* / *Melanogrammus aeglefinus* Ident RT multiplex» для обнаружения минтая (*Gadus chalcogrammus*), сайды (*Pollachius virens*), пикши (*Melanogrammus aeglefinus*), результат оценивался по каналу флуоресценции FAM, позволяющий определить специфический фрагмент ДНК минтая;

- «*Oncorhynchus gorbuscha* / *Oncorhynchus keta* / *Oncorhynchus nerka* Ident RT multiplex» для обнаружения лососевых (горбуша, кета, нерка), результат оценивался по каналу флуоресценции FAM, позволяющий определить специфический фрагмент ДНК горбуши;

- «Соя / кукуруза / рапс» для обнаружения и идентификации ДНК сои, кукурузы и рапса, результат оценивался по каналу флуоресценции FAM, позволяющий определить специфический фрагмент ДНК сои.

Учет результатов осуществляли отдельно по наличию кинетической кривой роста сигнала флуоресценции каждого из каналов в зависимости от используемой тест-системы.

Критерием регистрации роста сигнала флуоресценции по каналу является величина порогового цикла C_t , которая означает любую величину, не превышающую пороговое значение.

Получение и обработка результатов ПЦР-РВ проводились с помощью поверенных приборов для проведения полимеразной цепной реакции в режиме реального времени «Rotor Gene 6000» (Австралия) и модулей измерительных CFX96 в составе термоциклеров для амплификации нуклеиновых кислот C1000 Touch (США).

Результаты и обсуждения. В начале исследований была проведена оценка образцов мясной и рыбной продукции (фарш, полуфабрикаты и готовая продукция) по органолептическим показателям согласно действующим нормативно-техническим документам. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты органолептического исследования мясной и рыбной продукции

№ образца	Фактический результат	Нормативно-технический документ
1	2	3
1	Внешний вид равномерной круглой формы, поверхность ровная. Вкус и запах - соответствует продуктам, входящим в состав фрикаделек. Цвет - от светло-серого до серого. Консистенция - мягкая, сочная, однородная.	ТУ 10.13.14-030-37676459-2016
2	Внешний вид - кусок говядины овально формы, в панировке сухарей. Вкус и запах - свойственные жареному мясу; вкус в меру соленый. Цвет - корочка от светло-коричневого до коричневого цвета. Консистенция - корочка хрустящая, мясо сочное, мягкое.	ТУ 10.13.14-030-37676459-2016
3	Внешний вид - без трещин, форма котлеты овально-приплюснутая с заостренным концом. Вкус и запах - жареного мяса; вкус в меру соленый; аромат лука, специй, без привкуса хлеба, Цвет - поверхность светло-коричневая. Консистенция - сочная, пышная.	ТУ-9214-003-025673-89-14
4	Внешний вид – треугольник. Вкус и запах: мясной вкус, запах печеного хлеба и картофеля. Консистенция - мягкая, сочная	-
5	Эластичные, не липкие, прочные, с кусочками мяса индейки и грибами. Вкус и запах - свойственные отварным макаронным изделиям с мясом птицы и грибов.	-
6	Внешний вид - мясо индейки полито соусом. Соус однородный и красного цвет. Вкус и запах соответствует продукту	-
7	Внешний вид - сухая поверхность, нет повреждения оболочки. Консистенция нежная, сочная. На разрезе цвет розовый однородный, равномерно перемешан. Вкус и запах свойственный данному виду продукта с ароматом пряностей	-

Продолжение таблицы 2

1	2	3
8	Внешний вид - мешочек со складочками. Пельмени недеформированные, края хорошо заделаны, фарш не выступает, поверхность сухая. Консистенция плотная. Вкус и запах приятный. Сочная, с ароматом пряностей.	ТУ 10.13.14-002-20076927-2020
9	Внешний вид - пельмени полукруглой формы, поверхность сухая, места соединения теста аккуратно защипаны, поверхность гладкая, фарш не выступает, не слипшиеся. Вкус и запах приятный. Цвет оболочки - от светло-кремового до светло-желтого, фарш - серый. Консистенция - оболочка мягкая, плотная, фарша - сочная, мягкая.	ГОСТ 33394-2015
10, 11	Печень кусками. Консистенция плотная. Цвет светло-коричневая. Вкус и запах приятные, без постороннего привкуса и запаха.	ТУ 9271-0080148646-12
12	Филе целое, чистое. Поверхность ровная. Консистенция плотная. Запах свойственный свежей рыбе, без посторонних запахов.	ТУ 10.20.13-582-37676459-2017
13, 15, 16	Пельмени не слипшиеся и недеформированные. Форма круга. Края хорошо заделаны, фарш не выступает. Запах свойственный данному виду продукта. Вкус приятный, свойственный данному виду продукта	ГОСТ 33394-2015
14	Поверхность батона чистая сухая, без повреждений. Консистенция упругая. Цвет серый с кусочками мяса. Вкус и запах свойственный данному виду продукта, без посторонних привкуса и запаха, с ароматом чеснока и специй.	ТУ 10.13.14-001-0062306901-2015
17	Сосиски удлиненной правильной формы, слегка упругие и плотные. Приятный мясной аромат, молочно-мясной вкус. Цвет светло-розовый	ГОСТ 23670-2019
18	Поверхность батона чистая сухая. Консистенция упругая. Цвет фарша на разрезе светло-розовый. Вкус и аромат свойственный данному виду продукции	ГОСТ 23670-2019

Исходя из данных таблицы 2 видно, что по органолептическим показателям все восемнадцать образцов мясной и рыбной продукции соответствуют нормативно-техническим документам.

Для определения сырьевых компонентов в готовой продукции методом полимеразной цепной реакции были проанализированы мясные и рыбные продукты питания. На рисунке 1 представлены результаты испытаний образцов полуфабрикатов мясных рубленых (№ 1-3) и продукция общественного питания (№ 4) на наличие видоспецифичной ДНК курицы («Gallus gallus»). По каналу флуоресценции Texas Red,

позволяющий определить специфический фрагмент ДНК курицы видно, что контроль выделения (меланж 10%) находится на 26,88 цикле и все, что после данного цикла это, те продукты, как фрикадельки, ромштекс, котлеты, треугольник, не содержат достаточного количества ДНК, характерного для курятины, следовательно, в вышеперечисленных продуктах нет мяса курицы. Но обнаружено ДНК курицы в следствии того, что в приготовлении данной продукции использовались яйца куриные или жидкие, сухие и замороженные яичные продукты / сырье (белки, желтки, меланж и др.).

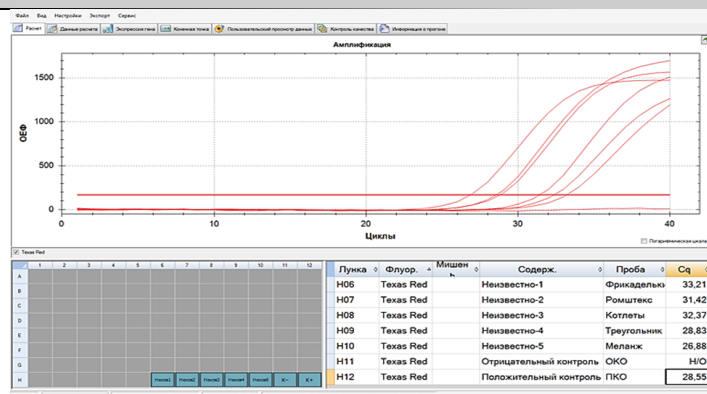


Рис. 1- Результаты испытаний образцов № 1 (Фрикадельки), № 2 (Ромштекс), № 3 (Котлеты), № 4 (Треугольник), на наличие видоспецифичной ДНК курицы по росту сигнала флюоресценции

Таким образом, в результате постановки ПЦР-РВ в мясных продуктах не было обнаружено достаточного количества видоспецифичной ДНК курицы, что подтверждает, что вид мяса (кроме птицы) соответствует заявленному.

На рисунке 2 представлены результаты испытаний образцов продукции

общественного питания (№ 5 и 6) на наличие видоспецифичной ДНК индейки. Канал, отвечающий за ДНК индейки показал, что в образцах № 5 и 6 обнаружено ДНК индейки, что говорит о наличии в них мяса – индюшатины. Наличие данного вида мяса также свидетельствует о соответствии заявленному составу.

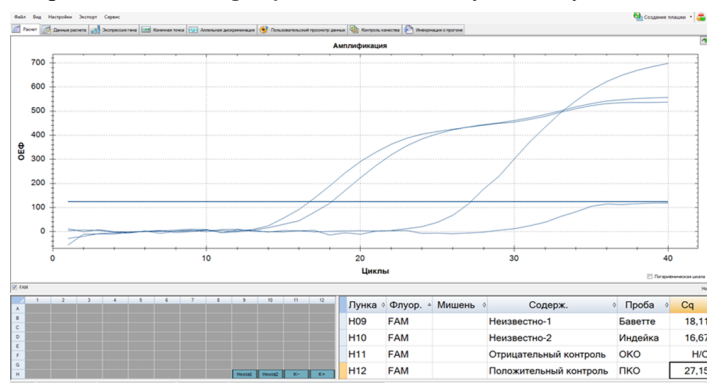


Рис. 2 - Результаты испытаний образцов № 5 (Баветте с индейкой и грибами) и № 6 (Индейка в перченом соусе и рисом басмати с базиликом) на наличие видоспецифичной ДНК индейки по росту сигнала флюоресценции

В результате постановки ПЦР-РВ было установлено присутствие видоспецифичной ДНК свиньи (*Sus scrofa*) только в сосисках (образец № 7), а в хинкали

(образец № 8) и пельменях (образец № 9) не обнаружено свинины (ДНК свиньи), что соответствует заявленному виду мяса (рис. 3).

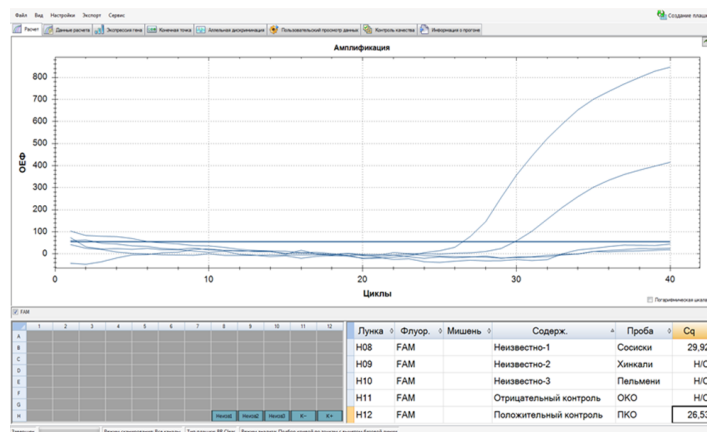


Рис. 3 - Результаты испытаний образцов № 7 (Сосиски «С говядиной») и № 8 (Хинкали из говядины «Халяль») и № 9 (Пельмени «Говяжьи») на наличие видоспецифичной ДНК свиньи по росту сигнала флюоресценции

На рисунке 4 представлены результаты испытаний образцов печени трески (№ 10 и 11) на наличие видоспецифичной ДНК трески. Каналы, отвечающие за ДНК трески

тихоокеанской и атлантической показали, что в образцах № 10 и 11 не обнаружено ДНК трески, а последующие исследования позволили выявить наличие в них ДНК минтая.

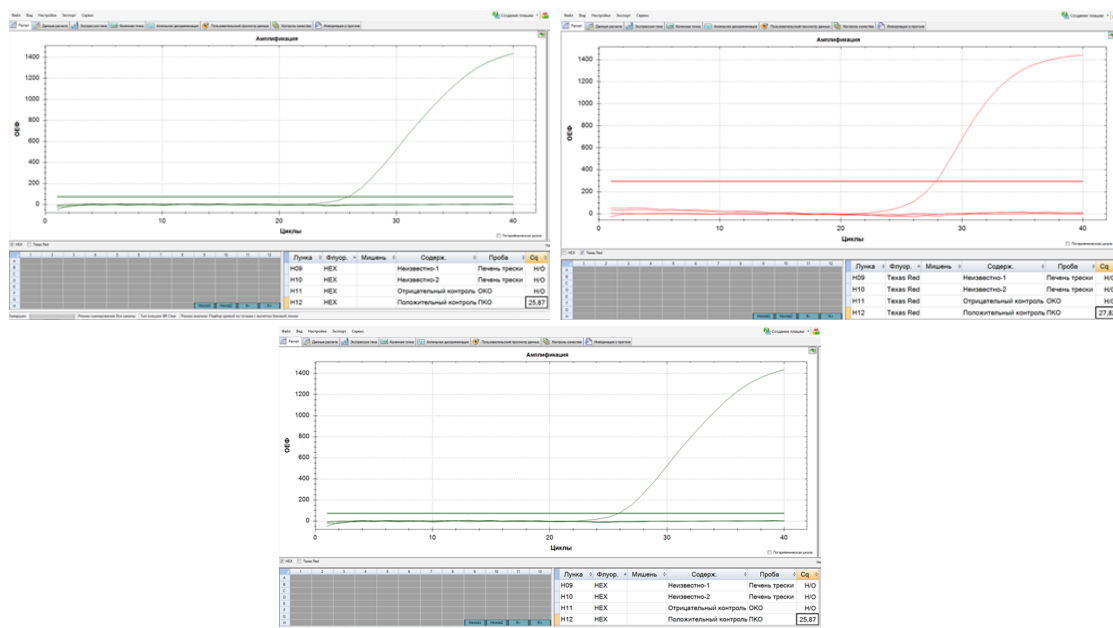


Рис. 4 - Результаты испытаний образцов № 10 и 11 (Печень трески) на наличие видоспецифичной ДНК трески по росту сигнала флуоресценции

Таким образом, обнаруженная ДНК рыб семейства тресковых — минтая подтверждает, что видовая принадлежность печени рыб не соответствует заявленной.

В результате постановки ПЦР-РВ было выявлено наличие видоспецифичной ДНК горбуши в образце № 12 (филе горбуши), что соответствует заявленному виду рыб семейства лососёвых (рис. 5).

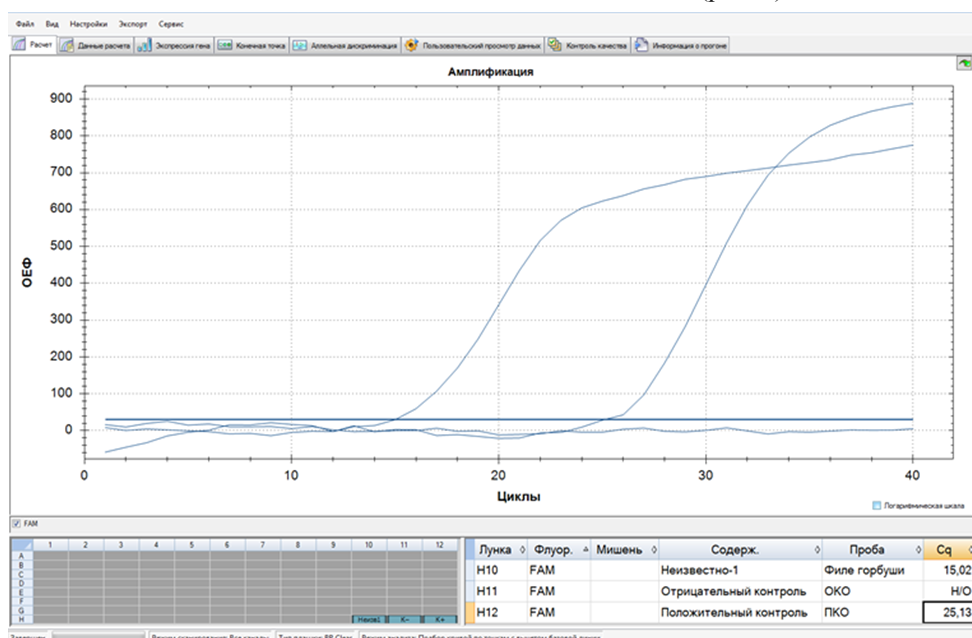


Рис. 5 - Результаты испытаний образца № 12 (Филе горбуши) на наличие видоспецифичной ДНК горбуши по росту сигнала флуоресценции

Из рисунка 6 видно, что по каналу флуоресценции FAM, позволяющий определить специфический фрагмент ДНК сои видно, что все образцы (13-18) это, те продукты, как пельмени, холодец, сосиски,

колбаса, не содержат ДНК сои, следовательно, в вышеперечисленных продуктах нет добавления сои и соевых продуктов (белок сои, твенджан, соевый соус, темпе, тофу, эдамамэ и др.).

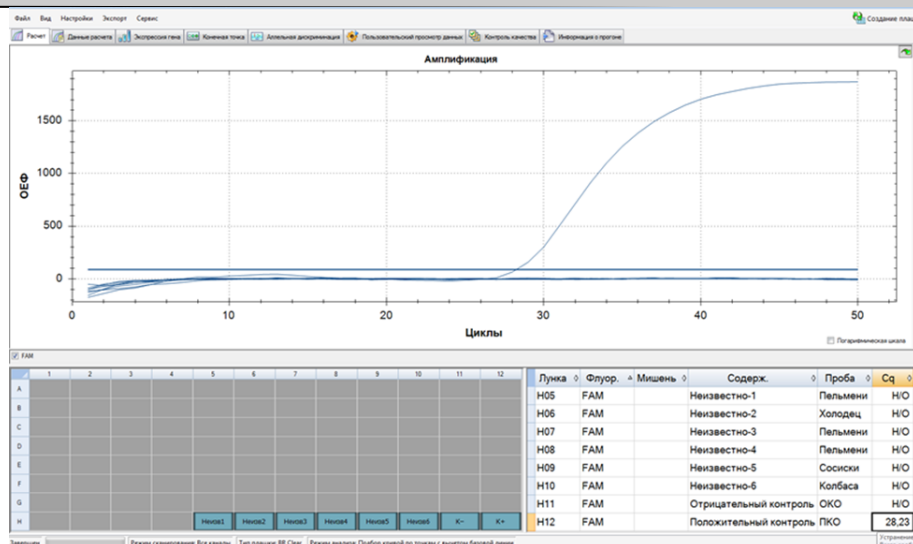


Рис. 6 - Результаты испытаний образца № 13 (Пельмени «Домашние»), № 14 (Холодец «Домашний»), № 15 (Пельмени «Элитные»), № 16 (Пельмени «Домашние»), № 17 (Сосиски «Молочные»), № 18 (Колбаса варёная «Докторская») на наличие видоспецифичной ДНК сои по росту сигнала флюоресценции

Результаты ПЦР-РВ идентификации видовой принадлежности мясной и рыбной продукции в обобщенном виде представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Результаты ПЦР-РВ идентификации видовой принадлежности мясной и рыбной продукции

Наименование образца	№ образца	Результаты ПЦР-РВ по каналу							
		Texas Red		FAM					HEX
		ДНК курицы	ДНК трески тихоокеанской	ДНК индейки	ДНК свиньи	ДНК минтая	ДНК горбуши	ДНК сои	ДНК трески атлантической
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Фрикадельки	1	В пробе содержится ДНК курицы. Количество ДНК менее 10% мяланжа. Мясо курицы (продукт убоя) отсутствует							
Ромштекс	2								
Котлеты	3								
Треугольник	4								
Баветте с индейкой и грибами	5			18,11					
Индейка в перченом соусе и рисом басмати с базиликом	6				16,67				

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сосиски «С говядиной»	7				29,92				
Хинкали из говядины «Халяль»	8				Не обнаружено				
Пельмени «Говяжьи»	9				Не обнаружено				
Печень трески	10		Не обнаружено			26,27			Не обнаружено
Печень трески	11					26,69			
Филе горбуши	12						15,02		
Пельмени «Домашние»	13							Не обнаружено	
Холодец «Домашний»	14								
Пельмени «Элитные»	15								
Пельмени «Домашние»	16								
Сосиски «Молочные»	17								
Колбаса варёная «Докторская»	18								

Выводы. В результате проведенных исследований было установлено наличие видовой фальсификации в продуктах - сосиски «С говядиной» и печень трески.

Таким образом, с помощью органолептических и физико-химических методов можно определить качество и безопасность

продуктов питания. Но видовую принадлежность сырьевых компонентов животного и растительного происхождения в готовой продукции практически невозможно. Поэтому для точной и достоверной идентификации видовой принадлежности продукции следует использовать полимеразную цепную реакцию.

Литература

1. Identification of meat origin in food products – a review / Sh. Rahmati, N. M. Julkapli, W. J. Basirun, W. Yehye // Food Control. 2016. Vol. 68. P. 379–390. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.04.013>
2. Lysine Supply Is a Critical Factor in Achieving Sustainable Global Protein Economy / I. Leinonen, P. P. M. Iannetta, B. M. Rees [et al.] // Frontiers in Sustainable Food Systems. 2019. Vol. 3. Article 27. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00027>
3. A 20-year analysis of reported food fraud in the global beef supply chain / K. Robson, M. Dean, S. Brooks, S. Haughey, C. Elliott // Food Control. 2020. Vol. 116. P. 107310. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107310>
4. Complementary molecular methods detect undeclared species in sausage products at retail markets in Canada / A. M. Naam, Shu Chen, H. Shehata [et al.] // Food Control. 2018. Vol. 84. P. 339-344. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.07.040>
5. Серегин И. Г., Никитченко Д. В., Михеева. М. И. Совершенствование ветсанэкспертизы икры лососевых рыб // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2017. Т. 12. № 3. С. 279–288. <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2017-12-3-279-288>
6. Калюжная Т. В., Орлова Д. А., Родак Г. Н. Идентификация икры лососевых пород рыб с помощью

полимеразной цепной реакции с наблюдением в реальном времени // Международный вестник ветеринарии. 2021. 4. 88-92. <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2021.4.88>

7. Калюжная Т. В., Орлова Д. А., Родак Г. Н. Ветеринарно-санитарная экспертиза икорных продуктов // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2021. № 2. С. 133-136. <https://doi.org/10.17238/issn2072-6023.2021.2.133>

8. Simple and fast multiplex PCR method for detection of species origin in meat products / M. Izadpanah, N. Mohebbi, Z. E. Gorji [et al.] // Journal of Food Science and Technology. 2017. Vol. 55(2). P. 698–703. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2980-2>

9. Молочная продуктивность и качество молока коров с разными генотипами o1r1 и линейной принадлежности / М. Ламара, Л. Р. Загидуллин, Т. М. Ахметов [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2023. Т. 253. № 1. С. 163-167. https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_1_253_163

10. Межлинейный полиморфизм гена каппа-казеина и его влияние на молочную продуктивность коров / Р. Р. Шайдуллин, Г. С. Шарафутдинов, А. Б. Москвичёва, Б. Г. Зиганшин, С. В. Тюлькин // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 5. С. 51-54. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10512>

11. Identification of meat species by TaqMan-based real-time PCR assay / Z. Kesmen, A. Gulluce, F. Sahin, N. Yetim // Meat Science. 2009. Vol. 82(4). P. 444-449. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.02.019>

12. Коновалова Е. Н., Гладырь Е. А., Зиновьева Н. А. Видовая идентификация мяса птицы в животноводческой продукции с применением метода полимеразной цепной реакции // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 10. С. 67-69.

13. Выявление ДНК курицы в мясной продукции, реализуемой в Москве и Московской области методом полимеразной цепной реакции / З. Н. Меньшикова, К. О. Любкина, З. С. Девришова [и др.] // Ветеринария Кубани. 2020. № 5. С. 26-29 <https://doi.org/10.33861/2071-8020-2020-5-26-29>

14. Галкин А., Трепалина Е. Анализ примесей свинины в мясном сырье и готовой продукции методом ПЦР // Мясной ряд. 2019. № 2(76). С. 34.

15. ДНК-идентификация животных для выявления фальсификаций продуктов питания / М. Михайлова, Р. Шейко, Е. Лагун [и др.] // Наука и инновации. 2020. №10. С. 40–45. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2020-10-40-45>

16. Минаев М. Ю., Лисицын Б. А., Фомина Т. А. Методы ПЦР для определения сырьевых компонентов в готовой продукции // Мясная индустрия. 2008. № 6. С. 36-37.

17. Direct pentaplex PCR assay: an adjunct panel for meat species identification in Asian food products / P. Thanakiatkrai, J. Dechnakarin, R. Ngasaman, T. Kitpipit // Food Chemistry. 2019. Vol. 271. P. 767–772. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.143>

18. Karabagias I. K. Advances of spectrometric techniques in food analysis and food authentication implemented with chemometrics // Foods. 2020. Vol. 9(11). P. 1550. <https://doi.org/10.3390/foods9111550>

19. Современные методы выявления фальсификации сырья и пищевой продукции, детекции несанкционированных примесей в кормах / А. М. Кривецкая, Г. В. Мозгова, Н. И. Дробот, В. С. Остапчик, А. Н. Островская // Endless light in science. 2024. №1. P. 26-32. <https://doi.org/10.24412/2709-1201-2024-3-5>

20. Минаев М. Ю., Солодовникова Г. И., Курбаков К. А. Выбор ДНК матрицы для обоснования порогового уровня технически неустраняемых примесей мяса птицы в готовой мясной продукции // Теория и практика переработки мяса. 2017. Т. 2. №1. P. 27-36. <https://doi.org/10.21323/2414-438X-2017-2-1-27-36>

21. Цифровая капельная ПЦР - высокотехнологичный подход для идентификации и определения абсолютного количества ДНК-мишеней / Н. И. Дробот, А. Н. Островская, В. С. Остапчик, Г. В. Мозгова // Сучасні тенденції розвитку освіти й науки: проблеми та перспективи: збірник наукових робіт. 2020. Вип. 6. С. 347-352.

22. Комарова И. Н., Серегин И. Г., Валихов А. Ф. Полимеразная цепная реакция – современный метод выявления фальсификации мясного сырья и продуктов // Мясная индустрия. 2004. №2. С. 37–41.

23. Yayla M. E. A., Ekinci Doğan C. Development of a new and sensitive method for the detection of pork adulteration in gelatin and other highly processed food products // Food Additives & Contaminants: Part A. 2021. Т. 38. №. 6. С. 881-891. <https://doi.org/10.1080/19440049.2021.1902574>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

Сведения об авторах:

Шайдуллин Радик Рафаилович - доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой биотехнологии, животноводства и химии, e-mail: tpri-kgau@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3172-3327>

Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

Тюлькин Сергей Владимирович - доктор биологических наук, заведующий отделом, старший научный сотрудник, e-mail: tulsv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5379-237X>

Татарский филиал ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных», Казань, Россия

ФНИЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, Москва, Россия

Гилемханов Ильназ Юнусович - кандидат биологических наук, специалист, e-mail: lnaz_gilemhanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1609-2889>

Валиуллина Эльвира Фанилевна - кандидат биологических наук, заместитель заведующего отдела, e-mail: 15sheff@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-7244-9530>

Садриев Айдар Радикович - кандидат биологических наук, заместитель директора, e-mail: aidar_sadriev@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-1408-7353>

Татарский филиал ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных», Казань, Россия

DNA IDENTIFICATION OF SPECIES OF MEAT AND PLANT RAW MATERIALS IN FINISHED PRODUCTS BASED ON PCR

R. R. Shaydullin, S. V. Tyulkin, I. Yu. Gilemkanov, E. F. Valiullina, A. R. Sadriev

Abstract. The aim of this work is to identify the species of raw materials in meat and fish products using real-time polymerase chain reaction (RT-PCR). This method is capable of detecting with high accuracy the presence of the declared species-specific fragment contained in the sample in very small quantities. The studies were conducted in 2024 at Tatar branch of Federal Center for Animal Health. (FSBI “VNIIZZh”). For comprehensive laboratory studies, 18 types of meat and fish products sold in retail food stores located in the area of responsibility of FSBI “VNIIZZh” were selected. As a result of RT-PCR, it was found that in such products as meatballs, “Aristokrat” rump steak, “Afanasevskie” cutlets, triangle with beef, the presence of a sufficient amount of species-specific chicken DNA characteristic of chicken meat was not detected, which confirms that the type of meat (except poultry) corresponds to the declared one. The products bavette with turkey and mushrooms, turkey in pepper sauce and basmati rice with basil, khinkali made of Halal beef, dumplings “Beef”, pink salmon fillet correspond to the declared type of meat and fish. However, pig DNA was identified in the boiled sausages “With beef”, and pollock DNA was found in the cod liver, which indicates falsification and discrepancy with the declared composition of the product. When examining dumplings, jellied meat, sausages, boiled sausage for the presence of soy ingredients, soy DNA was not detected in these products. Therefore, one of the most accurate methods capable of identifying the species of products and detecting falsification is the polymerase chain reaction.

Keywords: real-time polymerase chain reaction, species-specific DNA, species identification, meat, fish products.

For citation: Shaydullin R.R., Tyulkin S.V., Gilemkanov I.Yu., Valiullina E.F., Sadriev A.R. DNA identification of species of meat and plant raw materials in finished products based on PCR. *Agrobiotechnologies and digital farming*. 2025. 1 (13). 69-80 p.

References

1. Rahmati Sh, Julkapli NM, Basirun WJ, Yehye W. Identification of meat origin in food products – a review. *Food Control*. 2016; Vol.68. 379-390 p. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.04.013>
2. Leinonen I, Iannetta PPM, Rees BM. Lysine supply is a critical factor in achieving sustainable global protein economy. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2019; Vol.3. Article 27. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00027>
3. Robson K, Dean M, Brooks S, Haughey S, Elliott C. A 20-year analysis of reported food fraud in the global beef supply chain. *Food Control*. 2020; Vol.116. 107310 p. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107310>
4. Naaum AM, Chen Shu, Shehata H. Complementary molecular methods detect undeclared species in sausage products at retail markets in Canada. *Food Control*. 2018; Vol.84. 339-344 p. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.07.040>
5. Seregin IG, Nikitchenko DV, Mikheeva MI. [Improving the veterinary sanitary examination of salmon caviar]. *Vestnik Rossiyskogo universiteta družby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo*. 2017; Vol.12. 3. 279-288 p. <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2017-12-3-279-288>
6. Kalyuzhnaya TV, Orlova DA, Rodak GN. [Identification of salmon caviar using real-time polymerase chain reaction]. *Mezhdunarodnyy vestnik veterinarii*. 2021; 4. 88-92 p. <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2021.4.88>
7. Kalyuzhnaya TV, Orlova DA, Rodak GN. [Veterinary and sanitary examination of caviar products]. *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii*. 2021; 2. 133-136 p. <https://doi.org/10.17238/issn2072-6023.2021.2.133>
8. Izadpanah M, Mohebbi N, Gorji ZE. Simple and fast multiplex PCR method for detection of species origin in meat products. *Journal of Food Science and Technology*. 2017; Vol.55(2). 698-703 p. doi.org/10.1007/s13197-017-2980-2
9. Lamara M, Zagidullin LR, Akhmetov TM. [Milk productivity and milk quality of cows with different oler1 genotypes and lineage]. *Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N.E. Bauman*. 2023; Vol.253. 1. 163-167 p. https://doi.org/10.31588/2413_4201_1883_1_253_163
10. Shaydullin RR, Sharafutdinov GS, Moskvicheva AB, Ziganshin BG, Tyulkin SV. [Interline polymorphism of the kappa-casein gene and its effect on milk productivity of cows]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2019; Vol.33. 5. 51-54 p. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10512>
11. Kesmen Z, Gulluce A, Sahin F, Yetim H. Identification of meat species by TaqMan-based real-time PCR assay. *Meat Science*. 2009; Vol.82(4). 444-449 p. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.02.019>
12. Konovalova EN, Gladys EA, Zinoveva NA. [Species identification of poultry meat in livestock products using the polymerase chain reaction method]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2011; 10. 67-69 p.
13. Menshikova ZN, Lyubkina KO, Devrshova ZS. [Detection of chicken DNA in meat products sold in Moscow and Moscow region using the polymerase chain reaction method]. *Veterinariya Kubani*. 2020; 5. 26-29 p. <https://doi.org/10.33861/2071-8020-2020-5-26-29>
14. Galkin A, Trepalina E. [Analysis of pork impurities in raw meat and finished products by PCR]. *Myasnoy ryad*. 2019; 2(76). 34 p.
15. Mikhaylova M, Sheyko R, Lagun E. [DNA identification of animals to detect food falsifications]. *Nauka i innovatsii*. 2020; 10. 40-45 p. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2020-10-40-45>
16. Minaev MYu, Lisitsyn BA, Fomina TA. [PCR methods for determining raw material components in finished products]. *Myasnaya industriya*. 2008; 6. 36-37 p.
17. Thanakiatkrai P, Dechnakaran J, Ngasaman R, Kitpipit T. Direct pentaplex PCR assay: an adjunct panel for meat species identification in Asian food products. *Food Chemistry*. 2019; Vol.271. 767-772 p. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.143>
18. Karabagias IK. Advances of spectrometric techniques in food analysis and food authentication implemented with chemometrics. *Foods*. 2020; Vol.9(11). 1550 p. <https://doi.org/10.3390/foods9111550>
19. Krivetskaya AM, Mozgova GV, Drobot NI, Ostapchik VS, Ostrovskaya AN. [Modern detecting methods for falsification of raw materials and food products, detection of unauthorized impurities in feed]. *Endless light in science*. 2024; 1. 26-32 p. <https://doi.org/10.24412/2709-1201-2024-3-5>
20. Minaev MYu, Solodovnikova GI, Kurbakov KA. [Selection of DNA matrix to substantiate the threshold level of technically irremovable impurities of poultry meat in finished meat products]. *Teoriya i praktika pererabotki myasa*. 2017; Vol.2. 1. 27-36 p. <https://doi.org/10.21323/2414-438X-2017-2-1-27-36>
21. Drobot NI, Ostrovskaya AN, Ostapchik VS, Mozgova GV. [Digital droplet of PCR - a high-tech approach for identification and determination of the absolute amount of target DNA]. *Suchasni tendentsii rozvitku osviti i nauki: problemi ta perspektivi: sbornik nauchnykh rabot*. 2020; issue 6. 347-352 p.
22. Komarova IN, Seregin IG, Valikhov AF. [Polymerase chain reaction - a modern method for detecting falsification of meat raw materials and products]. *Myasnaya industriya*. 2004; 2. 37-41 p.
23. Yayla MEA, Ekinici Dogan C. Development of a new and sensitive method for the detection of pork adulteration in

gelatin and other highly processed food products. Food Additives & Contaminants: Part A. 2021; Vol.38. 6. 881-891 p. <https://doi.org/10.1080/19440049.2021.1902574>

Conflict of interests

The authors declare no conflicts of interest. There was no funding for the.

Authors:

Shaydullin Radik Rafailovich - Doctor of Agricultural Sciences, Head of Department of Biotechnology, Animal Husbandry and Chemistry, e-mail: tppi-kgau@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3172-3327>

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Tyulkin Sergey Vladimirovich - Doctor of Biological Sciences, Head of Department, Senior Researcher, e-mail: tulsv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5379-237X>

Tatar branch of Federal Center for Animal Health, Kazan, Russia

Federal Scientific Center of Food Systems named after V.M. Gorbатов of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Gilemkhanov Ilnaz Yunusovich – Ph.D. of Biological Sciences, specialist, e-mail: Ilnaz_gilemkhanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1609-2889>

Valiullina Elvira Fanilevna – Ph.D. of Biological Sciences, Deputy head of Department, e-mail: 15sheff@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-7244-9530>

Sadriev Aydar Radikovich – Ph.D. of Biological Sciences, Deputy director, e-mail: aidar_sadriev@mail, <https://orcid.org/0009-0007-1408-7353>

Tatar branch of Federal Center for Animal Health, Kazan, Russia.