

получить эффект селекции и определить перспективы развития. Для дальнейшей успешной селекции необходимо ежегодно проводить корректировку весовых коэффициентов и пересчёт индексов с учётом показателей изменчивости в популяции.

Список литературы:

1. Бондаренко В. С. Эффективность селекции по индексам. В сборнике: Достижения естественных и технических наук в XXI веке. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Под общ. ред. Е. П. Ткачевой; Агентство перспективных научных исследований (АПНИ). – 2017. – С. 58–60.
2. Самсонова О. Е., Бабушкин В. А. Современные методы селекции в свиноводстве: Учебное пособие. Минсельхоз России, Мичуринский ГАУ. Тамбов: Консалтинговая компания Юком, 2019. – 60 с.
3. Свинарёв И. Ю., Святогорова Н. А. Свиноводческая ферма на 100 свиноматок с циклично-туровой системой опоросов // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2016. – № 2–1(20). – С. 22–28.
4. Святогорова Н. А., Михайлов Н. В., Святогорова А. Е., Кривцова В. Оценка мясной продуктивности подсвинков с помощью индексной селекции // В сборнике: Инновационные пути развития АПК: проблемы и перспективы. / Материалы международной научно-практической конференции: В 4-х томах. пос. Персиановский, 2013. – С. 232–235.
5. Святогорова А. Е., Третьякова О. Л., Солонникова В. С. Эффективность индексной оценки свиней // Современные наукоемкие технологии производства продукции животноводства : Материалы международной научно-практической конференции, пос. Персиановский, 09 февраля 2022 года. – пос. Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего

профессионального образования "Донской государственный аграрный университет", 2022. – С. 34–38.

6. Третьякова О. Л., Гетманцева Л. В., Святогорова А. Е., Свинарёв И. Ю. Создание генотипической конструкции линии на основе индексной оценки свиней // В сборнике: Современные технологии сельскохозяйственного производства и приоритетные направления развития аграрной науки Материалы международной научно-практической конференции: в 4-х томах. 2014. – С. 226–230.

7. Третьякова О. Л., Свинарёв И. Ю., Святогорова Н. А. Оценка инновационных технологий в свиноводстве // Селекция и технология производства продукции животноводства : Материалы международной научно-практической конференции, пос. Персиановский, 10 февраля 2021 года. – пос. Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Донской государственный аграрный университет", 2021. – С. 98–108.

8. Третьякова О. Л., Святогорова А. Е., Романцова С. С. Оценка продуктивности свиноматок породы дюрок // Современные наукоемкие технологии производства продукции животноводства: Материалы международной научно-практической конференции, пос. Персиановский, 09 февраля 2022 года. – пос. Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Донской государственный аграрный университет", 2022. – С. 53–57.

9. Третьякова О. Л., Свинарёв И. Ю., Святогорова Н. А., Гревцов О. В. Оценка технологий промышленного свиноводства соответствию критериям наилучших доступных технологий // Эффективное животноводство. – 2017. – № 8(138). – С. 43–45.

DOI: 10.48612/sbornik-2022-1-5
УДК 637.12.072

**ЭКСПРЕСС-МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ
АНТИБИОТИКОВ В СЫРОМ МОЛОКЕ**

Симонова Евгения Игоревна

Рысцова Екатерина Олеговна, канд. биол. наук
*Департамент ветеринарной медицины, Российский университет дружбы народов,
г. Москва, Российская Федерация*

Целью данного исследования являлось изучение основных характеристик и сравнительный обзор экспресс-тестов, используемых при входном контроле молока. Иммунохроматографический анализ (ИХА) – иммунохимический метод, основанный на принципе тонкослойной хроматографии, включающий реакцию между антигеном и соответствующем ему антителом в биологических материалах. По законодательству Российской Федерации каждая партия сырого молока подлежит обязательному тестированию на 4 группы антибиотиков: левомецетин (хлортетрациклин), тетрациклиновую группу (тетрациклин, окситетрациклин, хлортетрациклин), стрептомицин и пенициллин. Проблема создания качественного теста для входного контроля сырого молока является крайне актуальной, так как поступление антибиотиков в пищевую цепочку влечёт за собой очень серьёзные последствия – развитие антибиотикорезистентности у человека, нарушение производственных процессов (например, закваски сыра), экономические потери. Обзор текущей ситуации на рынке молочных экспресс-тестов подтвердил, что данный формат тестирования является оптимальным для входного контроля сырья за счёт небольшого времени анализа, простой процедуры тестирования, лёгкой интерпретации результатов и возможности проведения теста в полевых условиях. На основании проведённого исследования становится очевидной потребность в создании отечественной тест-системы с высокими параметрами чувствительности и специфичности, независимой от зарубежных поставок, обладающей оптимальным соотношением цены и качества.

Ключевые слова: антибиотики; сырое молоко; иммунохроматография; экспресс-тест

LATERAL FLOW IMMUNOCHROMATOGRAPHIC ASSAY AS A METHOD FOR DETERMINING THE RESIDUAL AMOUNTS OF ANTIBIOTICS IN RAW MILK

Simonova Evgeniya Igorevna
Rystsova Ekaterina Olegovna, PhD Biol. Sci.
*Department of Veterinary Medicine, Peoples' Friendship University of Russia,
Moscow, Russian Federation*

The purpose of this study was to evaluate the main characteristics and perform a comparative review of rapid tests used in the control of raw milk. Immunochromatographic analysis (ICA) is an immunochemical method based on the principle of thin layer chromatography, which includes a reaction between an antigen and an antibody in biological materials. According to the legislation of the Russian Federation, each batch of raw milk is a subject to mandatory testing for 4 groups of antibiotics: levomycetin (chlortetracycline), tetracycline group (tetracycline, oxytetracycline, chlortetracycline), streptomycin and penicillin. The problem of creating a high-quality test for milk control is extremely relevant because the entry of antibiotics into the food chain results in the development of antibiotic resistance in humans, disruption of production processes (for example, cheese starters) and economic losses. A review of the current situation in the milk rapid tests' market confirmed that this testing format is optimal for the control of raw milk due to the short analysis time, simple testing procedure, easy interpretation of the results and possibility to perform a test in various conditions. Based on the performed study, it is obvious that there is a strong need to create Russian test system with high sensitivity and specificity parameters, which has an optimal price-quality ratio, independent of foreign supplies.

Key words: antibiotics; raw milk; immunochromatography; rapid test

Иммунохроматографический анализ и соответствующем ему антителом в биологических материалах [2].
ИХА) – иммунохимический метод, основанный на принципе тонкослойной хроматографии, включающий реакцию между антигеном и соответствующим ему антителом в биологических материалах [2].
Неоспоримыми преимуществами данного метода являются быстрота проведения

анализа, относительно низкая стоимость, возможность проведения теста в полевых условиях и очень широкий спектр применения, включающий ветеринарию, пищевую безопасность и медицину [3, 4].

Экспресс-тесты очень активно применяются на агрокомплексах и молочных заводах при проведении входного контроля поступающего сырья. Пробы отбирают из каждой секции молоковоза, относят в химическую лабораторию и проводят анализ. По законодательству Российской Федерации каждая партия сырого молока подлежит обязательному тестированию на 4 группы антибиотиков: левомецетин (хлортетрациклин), тетрациклиновую группу (тетрациклин, окситетрациклин, хлортетрациклин), стрептомицин и пенициллин. Метод, используемый в случае экспресс-тестов для определения остаточного содержания антибиотиков в молоке, основан на связывании остаточных количеств антибиотиков, находящихся в испытуемом образце молока, с антителами, вызывающими окрашиваемую иммунохроматическую реакцию с последующей оценкой интенсивности окраски продуктов биохимической реакции визуально или измерением инструментально при помощи считывающего устройства – ридера, позволяющего методом оптического отражения определить степень интенсивности окраски относительно включенного в тестовую полоску контрольного количества антибиотика (предела обнаружения), вывести на дисплей информацию о типе и наличии, либо отсутствии антибиотика в течение 2–8 минут с сохранением идентификационных данных [1].

Целью данного исследования являлось изучение основных характеристик и сравнительный обзор экспресс-тестов, используемых при входном контроле молока.

Методика исследований. Исследование проводилось в период с июня 2021 года по февраль 2021 года. Был проведён тщательный анализ законодательства Российской Федерации, касающегося вопросов переработки сырого молока, изучены технические регламенты ТР ТС 021/2011, ТР ТС 033/2013 и Решение ЕАЭК № 28. В рамках эксперимента был проведён сравнительный анализ тест-систем, присутствующих на российском рын-

ке. Также, проводились опросы поставщиков и переработчиков сырого молока. Полученные данные обрабатывались с помощью Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. Классическая процедура проведения экспресс-теста включает следующие этапы: добавление образца молока в микролунку с реагентом, инкубация при +40°C в течение нескольких минут, помещение тест-полоски вертикально в лунку для протекания образца по нитроцеллюлозной мембране, визуальная интерпретация результатов, занесение результатов в лабораторный журнал или электронную систему.

В случае получения сомнительных результатов проба молока отправляется в стороннюю лабораторию для проведения высокоэффективной жидкостной хроматографии, которая является золотым стандартом для контроля остаточных количеств антибиотиков в молоке. Этап инкубации позволяет оптимизировать и ускорить протекание реакции, так как образец молока обычно имеет температуру +2 – +4°C.

Основные экспресс-тесты, представленные на рынке РФ и их ключевые характеристики представлены в таблице №1. В данный момент на российском рынке присутствуют только зарубежные производители экспресс-тестов. Лидирующую позицию занимают тесты бельгийской компании Unisensor. Они отличаются хорошим качеством и приемлемой ценой. Тесты IDEXX и Charm Sciences точные и качественные, с интересным дизайном, но высокой стоимостью. Китайские аналоги, наоборот, характеризуются низкой ценой, однако не включены в перечень рекомендаций к государственным стандартам.

Проблема создания качественного теста для входного контроля молока является крайне актуальной, ведь попадание антибиотиков в пищевую цепочку влечёт за собой очень серьёзные последствия – развитие антибиотикорезистентности у человека, нарушение производственных процессов (например, закваски сыра), экономические потери. Поэтому, постоянно разрабатываются новые методы тестирования и контроля содержания антибиотиков в молоке [5,6].

Таблица 1 – Экспресс-тесты, представленные на рынке РФ и их ключевые характеристики

Тест	Страна	Технология	Время	Инкубация	Цена анализа	ГОСТ
Unisensor – 4sensor	Бельгия	ИХА	10 мин	Да	Приемлемая	ГОСТ 32219-2013
Idexx Snap	США	ИФА	6 мин	Нет	Достаточно высокая	ГОСТ 32219-2013
Charm Sciences	США	ИХА	6 мин	Да	Достаточно высокая	ГОСТ 32254-2013
Pioneer Meizheng Bio-Tech	Китай	ИХА	7 мин	Да/Нет	Низкая	Нет
Garant	Китай	ИХА	10 мин	Да/Нет	Низкая	Нет
Bioeasy	Китай	ИХА	10 мин	Да	Низкая	Нет
Delvotest BLF	Нидерланды	ИХА	5 мин	Да	Приемлемая	ГОСТ 32219-2013
BetaStar	США	ИХА	5 мин	Да	Приемлемая	ГОСТ 32219-2013
Proqui-Test	Испания	ИХА	7 мин	Нет	Достаточно высокая	ГОСТ 32219-2013

Выводы. В результате исследования был проведён обзор текущей ситуации на рынке молочных экспресс-тестов. Данный формат тестов является оптимальным для входного контроля сырья за счёт небольшого времени анализа, простой процедуры тестирования, лёгкой интерпретации результатов и возможности проведения теста в полевых условиях. На основании проведённого исследования становится очевидной потребность в создании отечественной тест-системы с высокими параметрами чувствительности и специфичности, обладающей оптимальным соотношением цены и качества, и независимой от зарубежных поставок.

Список литературы:

- ГОСТ 32219-2013. Молоко и молочные продукты. Иммуноферментные методы определения наличия антибиотиков. – Введ. 2015-07-01. – М.: Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации. М.: Стандартинформ, 2019.
- Guozhen He, Tao Dong, Zhaochu Yang, Zhuangde Jiang. Mitigating hook effect in one-step quantitative sandwich lateral flow assay by

timed conjugate release, *Talanta*, Volume 240, 2022, 123157.

3. Hessamaddin Sohrabi, Mir Reza Majidi, Mina Fakhraei, Ali Jahanban-Esfahlan, Maryam Hejazi, Fatemeh Oroojalian, Behzad Baradaran, Maryam Tohidast, Miguel de la Guardia, Ahad Mokhtarzadeh, Lateral flow assays (LFA) for detection of pathogenic bacteria: A small point-of-care platform for diagnosis of human infectious diseases, *Talanta*, Volume 243, 2022, 123330.

4. Miller B. S, Michael R. Thomas, Matthew Banner, Jeongyun Kim, Yiyun Chen, Qingshan Wei, Derek K. Tseng, Zoltán S. Göröcs, Aydogan Ozcan, Molly M. Stevens, Rachel A. McKendry, Sub-picomolar lateral flow antigen detection with two-wavelength imaging of composite nanoparticles, *Biosensors and Bioelectronics*, Volume 207, 2022, 114133.

5. Naik Laxmana, Rajan Sharma, Bimlesh Mann, Kiran Lata, Y.S. Rajput, B. Surendra Nath, Rapid screening test for detection of oxytetracycline residues in milk using lateral flow assay, *Food Chemistry*, Volume 219, 2017, Pages 85-92.

6. Yuyang Zeng, Demei Liang, Pimiao Zheng, Yanfang Zhang, Zile Wang, Ghulam Mujtaba Mari, Haiyang Jiang. A simple and rapid immunochro-

matography test based on readily available filter paper modified with chitosan to screen for 13 sulfonamides in milk, Journal of Dairy Science, Volume 104, Issue 1, 2021, Pages 126-133.

DOI: 10.48612/sbornik-2022-1-6

УДК 575.174: 599.735.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОРОД СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ ЯКУТИИ ПО МИКРОСАТЕЛЛИТАМ

Соловьева Анастасия Дмитриевна

Харзинова Вероника Руслановна, канд. биол. наук

Доцев Арсен Владимирович, канд. биол. наук

Денискова Татьяна Евгеньевна, канд. биол. наук

Зиновьева Наталия Анатольевна, д-р биол. наук, профессор, академик РАН

ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», пос. Дубровицы, Российская Федерация

Северный олень – одно из немногих продуктивных для человека животных на Севере и важнейший биологический ресурс, от которого зависит существование 21 народа Евразии. Для них северный олень стал неотъемлемой частью хозяйственной и художественной культуры. Селекция с помощью генетических маркеров теперь является основным мировым трендом в животноводстве, в том числе и оленеводстве. Развитие методов молекулярной генетики открыло новые возможности для оценки генетического разнообразия, установления популяционной структуры и контроля степени инбридинга. В настоящей работе дана популяционно-генетическая характеристика эвенкийской породы домашнего северного оленя, разводимой на территории Республики Саха (Якутия).

Ключевые слова: северный олень; микросателлиты; генетическое разнообразие; полиморфизм

STUDY OF REINDEER BREEDS RAISED IN YAKUTIA BASED ON MICROSATELLITES

Solovyova Anastasiya Dmitrievna

Kharzinova Veronika Ruslanovna, PhD Biol. Sci.

Dotsev Arsen Vladimirovich, PhD Biol. Sci.

Deniskova Tatiana Evgenievna, PhD Biol. Sci.

Zinovieva Natalia Anatolievna, Dr. Biol. Sci., Professor,

academician of the Russian Academy of Sciences

Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, Dubrovitsy, Russian Federation.

The reindeer is one of few productive animals in the North and the most important biological resource, which support the existence of twenty-one Eurasian ethnics. For them, reindeer has become an integral part of their economic practices and artistic culture. Presently breeding based on using genetic markers is the main global trend in animal husbandry, including reindeer breeding. Development of the methods of molecular genetics opened new possibilities in assessing genetic diversity, establishing population structure, and controlling the inbreeding degree. In this work, population and genetic characteristics of the Evenk breed of domestic reindeer, which is raised in the Republic of Sakha (Yakutia), are given.

Key words: Reindeer (*Rangifer tarandus*); microsatellites; genetic diversity; polymorphism