

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ БИОИНФОРМАТИКИ

БИОИНФОРМАТИКА И БИОТЕХНОЛОГИЯ: ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

Сборник тезисов студенческой научно-практической конференции,
Посвященной 90-летию Новосибирского ГАУ.

г. Новосибирск, 30 мая 2025 г.

Новосибирск – 2025

УДК 604; 004.9; 63; 619

ББК Ж2; П; П6; Р73

Главный редактор:

Доктор биологических наук, доцент

Камалдинов Е.В.

Редакционный совет:

Кандидат биологических наук, доцент **Нарожных К.Н.**

Кандидат биологических наук **Шатохин К.С.**

Кандидат биологических наук, доцент **Чечушкова М.А.**

Заведующий лабораторией прикладной биоинформатики **Петров А.Ф.**

Технические редакторы:

Норкина В.М.

БИОИНФОРМАТИКА И БИОТЕХНОЛОГИЯ: ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ: Сборник тезисов студенческой научно-практической конференции (г. Новосибирск, 30 мая 2025 г.) / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2025. – 35 с.

Новосибирский государственный аграрный университет, в рамках юбилейных мероприятий, посвященных 90-летию со дня основания, проводит студенческую научно-практическую конференцию «Биоинформатика и биотехнология: взгляд в будущее». Тематическими направлениями конференции являются: применение методов биоинформатики в животноводстве и ветеринарии; биотехнология в АПК; геномные и постгеномные технологии в сельском хозяйстве; молекулярно-генетические исследования в биотехнологии; анализ больших данных («Big Data») в биологии; разработка и применение биоинформатических инструментов и баз данных; математическое моделирование биологических процессов; этические аспекты применения биотехнологий.

© Новосибирский государственный аграрный университет, 2025

Входит в РИНЦ®: да

АНАЛИЗ ДАННЫХ СЕНСОРОВ (ТЕМПЕРАТУРЫ, АКТИВНОСТИ, ЖВАЧКИ) С ПОМОЩЬЮ ИИ ДЛЯ РАННЕГО ВЫЯВЛЕНИЯ ОТКЛОНЕНИЙ В СОДЕРЖАНИИ ЖИВОТНЫХ

В.А. Маргатская, А.А. Астафьев, И.С. Казакова

Новосибирский государственный аграрный университет

Аннотация. Современное животноводство сталкивается с проблемой обеспечения благополучия животных и оптимизации производительности. В этой статье рассматривается применение искусственного интеллекта для анализа данных датчиков (температура, активность, жвачка), собираемых у домашнего скота, с целью выявления ранних признаков отклонений в состоянии здоровья. Мы обсуждаем преимущества обнаружения аномалий с помощью ИИ, требования к данным, соответствующие модели ИИ и потенциальные проблемы при внедрении такой системы. Цель состоит в том, чтобы показать, как ИИ может способствовать упреждающему уходу за животными, что приводит к улучшению их здоровья, снижению затрат на лечение и повышению общей эффективности фермы.

Ключевые слова: благополучие животных, искусственный интеллект, данные датчиков, обнаружение аномалий, жвачка, активность, температура.

Растущий спрос на продукты животного происхождения требует эффективных и устойчивых методов ведения сельского хозяйства. Традиционное животноводство в значительной степени опирается на визуальное наблюдение, которое может быть субъективным и не учитывать ранние признаки проблем со здоровьем. Точное животноводство предлагает решение, используя датчики для непрерывного мониторинга поведения, физиологии и условий окружающей среды животных. Однако для извлечения значимой информации из огромного количества данных, получаемых с помощью этих датчиков, требуются сложные аналитические методы. Искусственный интеллект, в частности машинное обучение, предоставляет необходимые инструменты для анализа сложных закономерностей в данных датчиков и выявления аномалий, указывающих на потенциальные проблемы со здоровьем, до того, как они проявляются клинически. Роль датчиков в мониторинге животных: для сбора важных данных о благополучии животных используются различные датчики [1]. Обычно они включают:

- Датчики температуры: имплантируемые или болюсные датчики обеспечивают измерение температуры тела в реальном времени, что полезно для выявления лихорадки, инфекций или других воспалительных заболеваний.
- Датчики активности: акселерометры или GPS-трекеры измеряют характер движений, выявляя отклонения от нормального уровня активности, которые могут указывать на хромоту, дискомфорт или социальный стресс.
- Датчики жвачки: датчики на основе микрофона или акселерометра отслеживают активность жвачки у жвачных животных, что важно для оценки состояния пищеварительной системы и выявления потенциальных нарушений обмена веществ.[3]

Обнаружение аномалий на основе искусственного интеллекта: упреждающий подход: ИИ позволяет фермерам перейти от реактивного к проактивному управлению животными. Анализируя исторические данные датчиков, модели ИИ могут устанавливать базовые показатели для отдельных животных или групп, представляющие типичное поведение и физиологические параметры. Когда новые данные датчиков значительно отклоняются от этих базовых показателей, срабатывает оповещение об аномалии, сигнализирующее о потенциальной проблеме, требующей дальнейшего изучения. Модели искусственного

интеллекта для обнаружения аномалий: Несколько моделей искусственного интеллекта подходят для анализа данных датчиков животных:

- Статистические методы (например, скользящее среднее, экспоненциальное сглаживание): простые, но эффективные для выявления отклонений от исторических средних значений.

- Модели машинного обучения (например, метод опорных векторов, случайные леса, нейронные сети): более сложные модели, способные выявлять сложные закономерности и взаимосвязи в данных, что приводит к повышению точности и способности обнаруживать едва заметные аномалии.

- Модели глубокого обучения (например, рекуррентные нейронные сети), долговременная кратковременная память): особенно хорошо подходят для анализа данных временных рядов, таких как показания датчиков, и выявления временных зависимостей, которые могут указывать на возникающие проблемы со здоровьем.

- Алгоритмы кластеризации (например, K-Means, DBSCAN): позволяют группировать животных на основе профилей их данных с датчиков, что позволяет выявлять отклонения от нормы в соответствующих группах [5].

Требования к данным и предварительная обработка: успех обнаружения аномалий с помощью ИИ зависит от наличия высококачественных данных. К основным требованиям относятся:

- Достаточный объем данных: достаточно исторических данных для установления надёжных базовых показателей.

- Точность и надёжность данных: точные и откалиброванные показания датчиков имеют решающее значение.

- Полнота данных: сведите к минимуму количество пропущенных значений и устраните их соответствующим образом.

- Маркировка данных: в идеале данные должны быть помечены информацией о состоянии здоровья (например, диагнозами заболеваний) для обучения моделей обучения с учителем [6].

Предварительная обработка данных является важным этапом, включающим:

- Очистка данных: Удаление выбросов, обработка пропущенных значений.

- Нормализация данных: Масштабирование данных до согласованного диапазона.

- Разработка функций: создание новых функций на основе существующих данных.

Проблемы с внедрением: несмотря на потенциальные преимущества, внедрение ИИ для обнаружения аномалий в животноводстве сопряжено с рядом трудностей:

Затраты на сбор данных: расходы на датчики, хранение данных и требования к инфраструктуре могут быть значительными.

- Интеграция данных: интеграция данных с различных типов датчиков и источников может быть сложной задачей.

- Интерпретация модели: понять, почему модель ИИ выявляет аномалию, может быть непросто, для этого требуются методы объяснимого ИИ.

- Частота ложных срабатываний: высокая частота ложных срабатываний может привести к ненужным вмешательствам и снижению доверия фермеров.

- Адаптивность модели: модели ИИ должны адаптироваться к изменениям в поведении животных, условиях окружающей среды и характеристиках датчиков.

- Этические соображения: обеспечение конфиденциальности данных и благополучия животных имеет первостепенное значение [2].

Анализ данных датчиков с помощью ИИ открывает многообещающие перспективы для улучшения условий содержания животных и оптимизации производительности в современном животноводстве. Используя модели ИИ для раннего обнаружения аномалий, фермеры могут заблаговременно выявлять проблемы со здоровьем, сокращать расходы на лечение и повышать общую эффективность фермы. Несмотря на сохраняющиеся проблемы, текущие исследования и разработки в области ИИ, сенсорных технологий и управления

данными прокладывают путь к более широкому внедрению этих технологий, открывая новую эру точного животноводства. Необходимы дальнейшие исследования для оптимизации моделей ИИ для конкретных видов животных, условий окружающей среды и типов датчиков, а также для разработки удобных пользовательских интерфейсов, которые позволят фермерам эффективно интерпретировать информацию, полученную с помощью ИИ, и действовать в соответствии с ней. Интеграция ИИ в животноводство обещает будущее, в котором технологии и благополучие животных будут гармонично сочетаться [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kamilaris, A. Deep learning in agriculture: A survey / Kamilaris, A., Prenafeta-Boldú, F.X. // *Computers and electronics in agriculture*. - 2018. - №147. - p. 70-90.
2. Галкин, А.И. Применение нейросетей и технологий больших данных в сельском хозяйстве: повышение эффективности и устойчивости агропроизводства. // *Аграрная наука*. - 2025. - Том 1. - Выпуск 4. - С. 167–171.
3. O'Connell, N.E. et al. Review of Sensor Technologies for Monitoring Physiological and Behavioral Signals in Livestock. // *Journal of Animal Science*. - 2014. - Vol. 92, Issue 2. - p. 141–149.
4. Watts, K.M. et al. Sensors for Animal Health and Welfare. // *Sensors*. - 2022. - Vol. 22, Issue 10. - p. 3400–3419.
5. Frost, A.R. et al. Overview of Sensor Systems for Precision Livestock Farming. // *Biosystems Engineering*. - 2019. - Vol. 184. - p. 283–296.
6. Tsounis, A. et al. Internet of Things in Agriculture: Recent Advances, Trends and Open Issues. // *IEEE Access*. - 2020. - Vol. 8. - p. 100–108.2

БИОТЕХНОЛОГИЯ В ВОСПРОИЗВОДСТВЕ И СЕЛЕКЦИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

А.Н. Скворцова

Новосибирский государственный аграрный университет

Аннотация. Биотехнология в сельском хозяйстве, в частности в животноводстве, имеет значительный потенциал для снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду, оптимизацию аграрных процессов и повышения продуктивности сельского хозяйства. Воспроизводство, генетика и селекция животных обеспечивает значительное генетическое улучшение производительности предприятий сельскохозяйственного профиля. Статья предназначена для специалистов в области ветеринарии, зоотехнии, а также студентам и аспирантам вузов ветеринарно-биологического профиля, посвящена изучению биотехнологии в воспроизводстве и селекции крупного рогатого скота.

Ключевые слова: биотехнология, молекулярная биология, микробиология, ветеринария, генетика, инженерные технологии, биохимия, физиология растений, микробиология, генная инженерия.

Биотехнология в сельском хозяйстве, в частности в животноводстве, имеет значительный потенциал для снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду, оптимизацию аграрных процессов и повышения продуктивности сельского хозяйства. Биотехнология тесно связана с такими науками, как молекулярная биология, микробиология, ветеринария, генетика, инженерные технологии, биохимия, физиология растений, микробиология, генная инженерия [1].

Воспроизводство, генетика и селекция животных – одно из направлений применения биотехнологии в животноводстве. Например, искусственное оплодотворение в сочетании с криоконсервацией обеспечивает значительное генетическое улучшение производительности. Также используются молекулярные техники ДНК-маркеров для генетического улучшения, описания и сохранения генетических ресурсов животных. В последнее время трансплантация эмбрионов, которая рассматривается как эффективный метод биотехнологии ускоренного размножения высокоценных племенных животных приобрела большую практическую значимость. Племенной подбор быков-производителей и коров-доноров осуществляется по заказному или целевому спариванию родителей. В его основе лежит принцип индивидуального подбора в соответствии с селекционной программой совершенствования существующих или создания новых пород, типов и линий. В качестве коров-доноров в основном отбирают матерей потенциальных племенных быков, обеспечивая тем самым высокий селекционный дифференциал. Оценку и отбор проводят в два этапа: 1) оценивается племенная ценность донора - по главным признакам молочного скота - по уровню молочной продукции и жирномолочности; 2) расширяется число признаков в зависимости от цели селекции когда отобраны доноры с высокой племенной ценностью по главным признакам (к ним относят: форму вымени и сосков, свойства молокоотдачи, резистентность, крепость костяка и копыт, тип и воспроизводительные качества). Хорошими донорами можно считать коров, которые после многократных суперовуляций имеют хорошую реакцию яичника и производят большое число пригодных для пересадки эмбрионов за одно вымывание. Однако лишь небольшая часть доноров обнаруживает повторную реакцию яичников после вызывания суперовуляции. В основном же коровы-доноры нерегулярно отвечают на повторную гормональную обработку, что влечет за собой отсутствие стабильности в количестве овуляций и выходе эмбрионов. Изменчивость пригодности коров в качестве доноров включает наследственные и ненаследственные факторы, причем вклад ненаследственных значительно выше вклада факторов генетических [2].

Проблема оплодотворения яйцеклеток и получения биологически полноценных эмбрионов остается открытой, по результатам исследований, только 60-65% эмбрионов пригодны для трансплантации, остальные яйцеклетки, образовавшиеся в результате гормональной обработки (гонадотропинами), оказываются либо неоплодотворенными, либо после оплодотворения отстают в развитии или дегенерируют. Причина этих нарушений остается неизвестной.

Для искусственного осеменения коров-доноров необходимо использовать сперму только выдающихся быков-производителей, достоверно оцененных по качеству потомства. Надежным критерием оценки наследственных качеств быка служит коэффициент повторяемости, т.е. коэффициент регрессии будущих дочерей быка на число фактически имеющихся дочерей. Если генетическое превосходство дочерей быка, выраженное величиной отклонения от сверстниц, умножить на коэффициент повторяемости, то полученная величина будет характеризовать генетическое превосходство будущих дочерей быка, или предсказанную разность. Предсказанная разность является одним из наиболее объективных качеств быка, разработанных в современной селекции молочного скота.

Эффективность метода трансплантации во многом определяется способом извлечения эмбрионов. Оплодотворенные яйцеклетки от суперовулированных коров-доноров могут быть извлечены тремя способами: после убоя коровы-донора (самый простой и надежный, из-за потери генетически ценной коровы-донора в настоящее время не используется); хирургическим (является трудоемким, дорогостоящим и им нельзя пользоваться многократно, в настоящее время применяется в редких случаях, главным образом в научных целях); нехирургическим (не требуется специального операционного помещения, эмбрионы можно извлекать непосредственно в производственных условиях, воспроизводительная способность доноров не нарушается, позволяет многократно использовать генетически ценных коров-доноров).

Во многих странах разработаны различные устройства для нехирургического извлечения эмбрионов. В нашей стране в ряде институтов ВАСХНИИ успешно освоены нехирургические методы извлечения, позволяющие получать 60% от числа овулировавших яйцеклеток. В среднем из вымытых яйцеклеток до 25% оказываются неоплодотворенными или дезинтегрированными. До сих пор не выяснены окончательно причины выхода биологически неполноценных зигот.

Важнейшим критерием для оценки качества эмбрионов является интенсивность развития стадий. Эмбрионы с замедленным развитием не используются для пересадки, замораживания и других манипуляций.

При оценке качества эмбриона в нашей стране принята 5-балльная шкала с учетом следующих показателей: соответствия стадии развития эмбриона его возрасту; правильности формы прозрачной оболочки и ее целостности; равномерности дробления бластомеров, состояния цитоплазмы; прозрачности перивителлинового пространства.

В качестве реципиента отбирают гинекологически здоровых коров после двух-трех нормальных половых циклов. Для отбора реципиентов основным показателем является отсутствие гинекологических отклонений, а продуктивные, племенные и породные качества большой роли не играют. Вместе с тем, у реципиентов с плохой упитанностью, низкой оплодотворяемостью после первого осеменения, могут плохо приживаться эмбрионы. В среднем на каждого донора отбирают 5-6 реципиентов. Большинство специалистов считает, что в качестве реципиентов наиболее пригодны полновозрастные телки с хорошими племенными кондициями. Основным условием хорошего приживания эмбрионов служит синхронность проявления половой охоты у доноров и реципиентов. Разница во времени в проявлении половой охоты не должна превышать 24 ч, оптимальные же результаты получаются при разнице не более 12 часов. Рекомендуются пересаживать эмбрионы сразу после их извлечения из рогов матки донора и оценки.

Пересадка эмбрионов реципиентам может производиться хирургическим (использовали в основном до середины 70-х г.) и нехирургическим способами

(цервикальным - введение эмбриона в рог матки через шейку). Нужно точно знать местонахождение эмбриона в половых путях коровы, это связано с переходом предимплантационного периода, в котором находится эмбрион до пересадки, в новый период эмбрионального развития - имплантационный. Установлено, что пересадка эмбрионов глубоко в рог матки реципиента лучше всего обеспечивается хирургическим способом. При нехирургической же пересадке, которая происходит в период диэструса место аппликации эмбриона в роге матки контролируется менее точно.

После пересадки эмбрионов проводят тщательный контроль за реципиентами, обращая особое внимание на возможное проявление у них повторной половой охоты.

Для установления стельности у коров-реципиентов используют несколько методов: визуальный; по уровню прогестерона в крови или молоке; клинический, главным образом путем ректальной пальпации.

Важным звеном селекционно-племенной работы является достоверность установления истинного происхождения телят, полученных при трансплантации эмбрионов от генетически ценных родителей. Истинное происхождение можно установить по группам крови и типам белков крови. Пробу крови берут у теленка в возрасте от 4 недель до 4 месяцев.

Обобщая результаты экспериментов по нехирургическому методу пересадки эмбрионов, можно сделать вывод, что пересадка двух эмбрионов в два рога матки реципиента или подсадка одного предварительно осемененному реципиенту в контрлатеральный рог матки являются эффективными и перспективными методами в биотехнологии трансплантации эмбрионов.

Создание банков глубоководной спермы и разработка методов искусственного осеменения позволили существенно увеличить интенсивность отбора быков и повысить точность оценки их племенной ценности. На базе интенсивного использования генетически ценных быков-производителей с применением искусственного осеменения коров глубоководной спермой темпы селекции в популяции по сравнению с обычными увеличиваются в 2-3 раза [3].

Трансплантация эмбрионов занимает прочное место в современных программах селекций. Метод трансплантации вместе с искусственным осеменением рассматривается как основа современной биотехнологии воспроизводства высокопродуктивных племенных животных, несмотря на относительно высокий уровень затрат при использовании этого метода. В настоящее время в России производится ежегодно более десяти тысяч эмбриопересадок, в будущем же планируется получать методом трансплантации не менее 25-30 тысяч телят ежегодно. Новые методы биотехнологии, по мнению ученых, в будущем приведут к коренному изменению в воспроизводстве и селекции крупного рогатого скота.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабенков В.Ю. Роль репродуктивных биотехнологий в воспроизводстве и сохранении генофонда редких и исчезающих пород крупного рогатого скота / В.Ю. Бабенков, Н.В. Чимидова, А.И. Хахлинов и др. // Животноводство и кормопроизводство. – 2023. – Т. 106, № 1. - С. 67–76.
2. Пономарева Е.А. Генетический потенциал коров-первотелок голштинской породы разной селекции / Е.А. Пономарева, О.Ю. Куцанков // Мир Инноваций. – 2017. - №2. - С. 68–71.
3. Амерханов Х.А. Сохранение генетического разнообразия крупного рогатого скота — основа успешного развития животноводства / Х.А. Амерханов, Г.С. Шеховцев, Е.М. Колдаева и др. // Молочное и мясное скотоводство. – 2023. - №1. - С. 3–6.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ ОРГАНИЗМОВ: РИСКИ И ПРЕИМУЩЕСТВА

О.В. Чигирь

Новосибирский государственный аграрный университет

Аннотация. В этой статье рассматриваются как преимущества, так и риски, связанные с генетической модификацией организмов, включая сельскохозяйственные культуры, животных и микроорганизмы. Одновременно с этим анализируются потенциальные риски, связанные с использованием ГМО, включая возможность негативного воздействия на окружающую среду, распространение генетически модифицированных организмов за пределы контролируемых зон, возникновение аллергических реакций.

Ключевые слова: ГМО, сельское хозяйство, продукция, экономика, маркировка, медицина.

Современная биотехнология предоставила человечеству мощный инструмент — генетическую инженерию, позволяющую целенаправленно изменять наследственные признаки живых организмов. Результатом этого процесса стали генетически модифицированные организмы (ГМО) — растения, животные или микроорганизмы, геном которых был искусственно изменён с использованием методов геной инженерии. ГМО классифицируются на три ключевые группы:

1. Генетически модифицированные микроорганизмы (ГММ), используемые в биотехнологической промышленности для производства различных веществ;
2. Генетически модифицированные животные (ГМЖ), применяемые в научных исследованиях и для получения ценных биоматериалов;
3. Генетически модифицированные растения (ГМР), которые являются наиболее распространённой группой и широко используются в сельском хозяйстве [1].

Стоит подчеркнуть, что классификация ГМО может быть расширена с учётом специфики модификации, например, по признаку устойчивости к гербицидам или повышенной питательной ценности.

Использование генетически модифицированных культур в сельском хозяйстве предоставляет ряд значительных преимуществ, способных трансформировать аграрный сектор. Во-первых, ГМО демонстрируют повышенную устойчивость к различным стрессовым факторам окружающей среды, включая засуху, засоление почвы и экстремальные температуры, что особенно важно в условиях изменяющегося климата. Это позволяет обеспечивать стабильные урожаи даже в неблагоприятных регионах. Во-вторых, ГМО позволяют снизить зависимость от химических пестицидов и гербицидов, поскольку многие из них обладают встроенной устойчивостью к вредителям и сорнякам. Это приводит к уменьшению загрязнения окружающей среды и улучшению качества сельскохозяйственной продукции. В-третьих, ГМО характеризуются более высокой урожайностью по сравнению с традиционными сортами, что способствует увеличению продовольственной безопасности. Например, генетически модифицированная кукуруза может давать на 20–30% больше урожая, чем обычная. В-четвёртых, ускорение селекционного процесса: классические методы селекции занимают годы, в то время как геной инженерия позволяет получить новые сорта и породы в течение нескольких месяцев. Наконец, ГМО находят применение в медицине и фармакологии, например, для производства инсулина для лечения диабета или вакцин против различных заболеваний. Перспективы использования ГМО в медицине огромны, и исследования в этой области продолжаются [2].

Однако, наряду с очевидными достоинствами генетически модифицированных организмов, существует и ряд потенциальных рисков, которые требуют внимательного рассмотрения и тщательного изучения. Прежде всего, речь идёт о возможном негативном воздействии ГМО на здоровье человека. В частности, некоторые учёные опасаются, что

употребление в пищу генетически модифицированных продуктов может вызывать аллергические реакции, нарушения обмена веществ, дисбактериоз кишечника, а также увеличивать риск развития онкологических заболеваний. Кроме того, высказываются опасения относительно влияния ГМО на окружающую среду. Так, неконтролируемое распространение генетически модифицированных растений может приводить к вытеснению диких видов, нарушению пищевых цепей и снижению биоразнообразия. Также, существует риск переноса генов от ГМО к другим растениям, в том числе к сорнякам, что может способствовать появлению устойчивых к гербицидам суперсорняков [3].

Ещё одним важным аспектом является экономическая зависимость фермеров от крупных биотехнологических компаний, которые патентуют ГМО-семена и контролируют их распространение. Это может приводить к росту цен на семена и снижению конкуренции на рынке сельскохозяйственной продукции. Важно подчеркнуть, что большинство опасений относительно ГМО носят теоретический характер и требуют дальнейших исследований. Тем не менее, игнорировать эти риски нельзя, и необходимо разрабатывать строгие правила и нормы для регулирования использования ГМО в сельском хозяйстве и пищевой промышленности [4].

В настоящее время во многих странах мира введены строгие правила регулирования и маркировки генетически модифицированных продуктов питания. Эти правила направлены на обеспечение прозрачности и предоставление потребителям возможности сделать осознанный выбор. В частности, законодательство требует обязательного указания информации о наличии ГМО в составе пищевой продукции на этикетках. Маркировка должна быть чёткой и легко читаемой, чтобы потребители могли без труда её обнаружить. В зависимости от страны, требования к маркировке могут различаться. Например, в Европейском союзе обязательной маркировке подлежит вся пищевая продукция, содержащая более 0,9% ГМО-компонентов. В Соединенных Штатах маркировка ГМО является добровольной, однако производители обязаны указывать информацию о наличии ГМО, если это существенно совершенствуется с учётом новых научных данных и общественных настроений [5].

Исходя из этого, можно сделать вывод, что несмотря на отсутствие явных и подтвержденных угроз для здоровья, требуется контроль и государственное регулирование развития ГМО-технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Генетически модифицированные организмы: анализ преимуществ и недостатков в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] URL: <https://science-start.ru/ru/article/view?id=2433> (дата обращения 07.04.2025).

2. Генетически модифицированные организмы: плюсы и минусы [Электронный ресурс] URL: <https://86.rospotrebnadzor.ru/news/geneticheski-modificirovannyie-organizmyi-plyusyi-i-minusyi.html> (дата обращения 07.04.2025).

3. Использование генетически модифицированных организмов в сельском хозяйстве: преимущества и риски [Электронный ресурс] URL: <https://apni.ru/article/7683-ispolzovanie-geneticheski-modifitsirovannikh> (дата обращения 07.04.2025).

4. Исследовательская работа по теме: «Генетически модифицированные организмы: за или против» [Электронный ресурс] URL: <https://nsportal.ru/ap/library/nauchno-tekhnicheskoe-tvorchestvo/2023/03/27/issledovatel'skaya-rabota-po-teme> (дата обращения 07.04.2025).

5. Что такое ГМО: Плюсы и минусы [Электронный ресурс] URL: <https://uteka.ru/articles/fakty/chto-takoe-gmo/> (дата обращения 07.04.2025).

ЛЕЧЕНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ СУХОЖИЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК У ЛОШАДЕЙ

А.П. Гуляева

Новосибирский государственный аграрный университет

Аннотация. *Статья посвящена современным методам лечения повреждений сухожилий у лошадей с использованием стволовых клеток. Повреждения сухожилий представляют собой значительную проблему в ветеринарии, особенно среди спортивных лошадей. Традиционные методы лечения часто оказываются неэффективными и требуют длительного восстановления. Введение мезенхимальных стволовых клеток, получаемых из костного мозга или жировой ткани, демонстрирует многообещающие результаты: ускоренное заживление, уменьшение воспаления и возвращение лошадей к физической активности. Результаты показывают, что стволовые клетки имеют потенциал революционизировать подходы к лечению травм у лошадей, улучшая их здоровье и функциональные возможности.*

Ключевые слова: *стволовые клетки, сухожилие, лошади, травматизм.*

Сухожилие — это канат из мягких тканей, присоединяющий мышцы к кости. В основном сухожилия формируются из волокон или жгутиков, состоящих из белка коллагена. Волокна строятся из живых клеток — фибробластов, формирующих стройную сеть плотной, эластичной соединительной ткани. Фибробласты отвечают за восстановление поврежденных коллагеновых волокон. Но ввиду того, что фибробластов крайне мало по сравнению с количеством коллагена, необходимость в них часто превышает способности фибробластов в заживлении коллагена, что и является одной из причин того, что сухожилия медленно заживают.

Основными назначениями сухожилий являются сжатие и растяжение. В сущности, они выполняет работу при любом движении лошади. Когда лошадь переносит вес на ногу, сухожилие растягивается, чтобы принять вес (например: передние ноги лошади, приземляющиеся после прыжка). Сухожилие сокращается, когда лошадь поднимает (сгибает) ногу, освобождаясь от нагрузки (например: передние ноги лошади, поднявшиеся, перепрыгивая препятствие) [3].

В то время как сухожилия ассоциируются со всеми мускулами, существуют два, наиболее часто страдающих при травмах лошади:

1. Сухожилие поверхностного сгибателя пальцев легко просматривается за берцовыми костями. Оно крепится сразу над локтем на передних конечностях и за коленным суставом на тыльной стороне бедренной кости на задних, заканчиваясь у короткой и длинной венечных костей. Сухожилие поверхностного сгибателя пальцев влияет на коленный сустав на передних и задних конечностях и путовый сустав.

2. Сухожилие глубокого сгибателя пальцев исходит из трех точек передней конечности — плечевой кости, лучевой кости (предплечья) и локтевой кости. Оно проходит за коленом и идет через ладьевидную кость, заканчиваясь за копытной костью. На задних конечностях сухожилие глубокого сгибателя пальцев исходит из двух точек на большеберцовой кости и заканчивается за копытной костью. Согласно своему названию, это сухожилие расположено глубоко под сухожилием поверхностного сгибателя пальцев. Как и сухожилие поверхностного сгибателя пальцев оно задействовано в движении коленного и скакательного суставов передних и задних конечностей.

К факторам, которые могут оказать сильное влияние на увеличение риска травмы, относятся:

- форма копыт и работа коваля. Удлиненная передняя часть копыта и заниженная задняя его часть при неровной высоте приводят к растяжениям, провоцирующим травмы.

- поведение. Лошади, имеющие привычку отбивать ногами по стенам денника, имеют повышенный риск травмирования, поэтому в их отношении необходимо принимать превентивные меры.

- боль в других частях тела. Лошади с болезненными копытами, коленными сухожилиями или болями в спине могут компенсировать дискомфорт, перенося вес на сухожилия, тем самым увеличивая шансы получения травмы. Следует убедиться в том, что плохо подходящая или неправильно используемая амуниция не усугубляет общий дискомфорт.

- качество грунта и рельеф [4].

Стволовые клетки — это уникальные клетки, которые обладают способностью к самовосстановлению и превращению в различные типы клеток. В ветеринарной медицине чаще всего используются мезенхимальные стволовые клетки, извлекаемые из костного мозга или жировой ткани. Они играют важную роль в регенерации тканей, так как стимулируют процесс заживления и уменьшают воспаление.

Лечение с использованием стволовых клеток проходит несколько этапов:

1. Сбор клеток: стволовые клетки могут быть получены из костного мозга или жировой ткани лошади. Жировая ткань чаще всего выбирается из-за простоты и быстроты процедуры извлечения.

2. Обработка: извлеченные клетки подвергаются обработке в лабораторных условиях, что позволяет увеличить их количество и готовность к инъекциям.

3. Инъекции: полученные стволовые клетки вводятся в область поврежденного сухожилия. Это может осуществляться под контролем УЗИ для повышения точности введения и минимизации повреждений окружающих тканей [2].

Научные исследования показывают, что применение стволовых клеток приводит к значительному улучшению состояния лошадей с поврежденными сухожилиями. Значительно сокращается время восстановления, уменьшаются симптомы боли, улучшается функция конечности. Лошади, прошедшие такую терапию, часто возвращаются в спорт и продолжают активную жизнь.

Преимущества применения стволовых клеток заключаются в их способности ускорять заживление и минимизировать инвазивность процедур. Однако есть и недостатки: высокая стоимость лечения и необходимость в высококвалифицированных специалистах, имеющих опыт работы с такими методами.

С продолжающимся развитием технологий в области клеточной терапии, ожидаются новые достижения в лечении повреждений сухожилий. Исследования сосредоточены на улучшении методов получения и обработки клеток, а также на поиске новых источников стволовых клеток, что может повысить эффективность лечения и снизить его стоимость [1].

Использование стволовых клеток для лечения повреждений сухожилий у лошадей — это инновационный метод, который демонстрирует высокую эффективность и перспективы в восстановительной ветеринарии. С дальнейшими исследованиями и усовершенствованием технологий этот подход способен значительно улучшить качество жизни лошадей и вернуть их к активной жизни.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жукова, М.В. Тендинит. Часть 2. Методы и эффективность лечения / М.В. Жукова // Equimedika сайт. — URL: http://equimedika.ru/library/index.php?ELEMENT_ID=112.

2. Жукова, М.В. Ультразвуковое обследование конечностей лошади / М.В. Жукова, М.Е. Обухова. — Москва: Аквариум-принт, 2011. — 96 с.

3. Зайцев, С.Ю. Биохимия животных. Фундаментальные и клинические аспекты: учебник / С.Ю. Зайцев, Ю.В. Конопатов. — Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2004. — 384 с.

4. Юэвач М. Новые методы диагностики и лечения заболеваний сухожилий лошади // Конный мир. — 2009. — № 1–2.

ЛИНЕЙНАЯ ОЦЕНКА ЭКСТЕРЬЕРА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА - СОВРЕМЕННЫЙ ИНСТРУМЕНТ СЕЛЕКЦИИ В МОЛОЧНО-МЯСНОМ СКОТОВОДСТВЕ

А.А. Астафьев

Новосибирский государственный аграрный университет

***Аннотация.** Линейная оценка экстерьера коров молочно-мясных пород — стандартизированный метод описания морфологических признаков для селекции и мониторинга стада. Методика включает оценку 17 обязательных признаков, охватывающих телосложение, конечности и вымя, а также до 6 дополнительных, учитывающих породные и региональные особенности. Каждый признак оценивается по девятибалльной шкале, отражающей степень выраженности. Оценка проводится визуально в период с 30 по 150 день лактации, что снижает влияние физиологических изменений после отёла. Применение метода повышает точность отбора коров и быков-производителей, способствуя формированию продуктивных и устойчивых линий крупного рогатого скота. Методика важна для племенной работы, позволяя выявлять и корректировать нежелательные тенденции в экстерьере, учитывать условия содержания и породные особенности. Линейная оценка улучшает эффективность селекционных программ и поддерживает устойчивое развитие молочно-мясного скотоводства в промышленных условиях.*

***Ключевые слова:** линейная оценка, экстерьер, племенная работа, телосложение, селекция, быки-производители, морфологические признаки.*

Развитие молочно-мясного скотоводства напрямую зависит от эффективности племенной работы, направленной на улучшение продуктивных, репродуктивных и адаптивных качеств животных. В условиях промышленного животноводства особенно важно применять научно обоснованные методы оценки, позволяющие объективно отбирать животных с наиболее ценными генетическими признаками. Одним из таких методов является линейная оценка экстерьера коров — современный инструмент, обеспечивающий детальное и стандартизированное описание телосложения по ряду ключевых морфологических характеристик [3].

В отличие от традиционной балльной системы, основанной на субъективном общем впечатлении, линейная методика предполагает независимую оценку каждого признака по девятибалльной шкале, что позволяет достичь высокой точности, воспроизводимости и сопоставимости данных между животными, стадами и регионами. Это особенно важно для крупномасштабных селекционных программ, направленных на улучшение качества стада и формирование высокопродуктивных линий крупного рогатого скота [5].

Основная цель линейной системы — зафиксировать выраженность морфологических признаков у коров с максимальной точностью и воспроизводимостью. Каждый признак оценивается по девятибалльной шкале, где значения от 1 до 9 отражают степень выраженности признака от минимальной до максимальной. Таким образом, линейная система позволяет не просто судить о наличии или отсутствии определённых характеристик, а выявлять их индивидуальные особенности у каждой особи [2].

Оценка осуществляется визуально, с возможным уточнением путей измерений. Она проводится в строго определённый период лактации — с 30 по 150 день — когда телосложение животного стабилизировано и не искажено физиологическими изменениями, связанными с отёками вымени или снижением упитанности после отёла. Оценке подлежат первотёлки — дочери быков, проходящих проверку по потомству, а также коровы,

отбираемые в качестве матерей быков. Животные с патологическими отклонениями (абортирующие, больные, с тяжёлым поражением вымени) к оценке не допускаются [1].

Методика предусматривает обязательную оценку 17 признаков экстерьера, которые охватывают три ключевые группы: общее телосложение, конечности и вымя. Среди них — такие признаки, как рост, ширина груди, глубина туловища, молочный тип, угол копыт, прикрепление и глубина вымени, расположение сосков и другие. Каждый из них имеет самостоятельную селекционную значимость. Например, высота прикрепления заднего вымени коррелирует с его объёмом и долговечностью, а правильное расположение сосков важно для машинного доения. Угол копыт и постановка конечностей напрямую связаны с продуктивным долголетием животного, так как корректная опорность обеспечивает устойчивость и снижает риск травм [1].

Кроме обязательных признаков, допускается описание до шести дополнительных — таких как длина крестца, линия верха, обмускуленность, лёгкость движения, баланс вымени и другие. Выбор этих признаков зависит от породных особенностей или селекционных задач конкретного региона. Такая гибкость позволяет учитывать специфику популяций и проводить более точную работу в рамках породы [1].

Оценку проводят специалисты по линейной оценке, имеющие соответствующую квалификацию и разрешение. Важно, чтобы оценка потомства одного быка проводилась в нескольких стадах и несколькими оценщиками, что позволяет устранить субъективные ошибки и получить объективную информацию о реализации генотипа по экстерьерным признакам [4].

Результаты линейной оценки имеют непосредственное значение для селекции. Они используются при племенной оценке быков по качеству потомства, в том числе в системе общей племенной оценки (индексная система), где экстерьерные признаки могут учитываться наряду с продуктивными и репродуктивными показателями. Это особенно актуально для оценки быков-производителей, когда анализируются экстерьерные качества их дочерей в разных стадах и условиях содержания [2].

Помимо селекционной работы, методика широко применяется на практике в племенных и товарных хозяйствах. Она позволяет отслеживать изменения экстерьера животных по годам, выявлять неблагоприятные тенденции, связанные с ухудшением телосложения, и оперативно вносить коррективы в племенную работу. Например, при снижении высоты прикрепления вымени в стаде можно пересмотреть использование определённых линий быков, а при ухудшении угла копыт — усилить отбор по этому признаку [5].

Линейная оценка также способствует повышению технологической пригодности животных. Животные с оптимальной формой вымени, правильным расположением сосков и крепким костяком легче переносят машинное доение и более устойчивы к маститу. Таким образом, она становится не только селекционным, но и зоотехническим инструментом, позволяющим управлять производственными рисками [6].

Линейная система оценки экстерьера коров — это современный и эффективный метод, обеспечивающий объективное описание телосложения животных и создающий основу для научно обоснованной селекции. Она позволяет селекционерам, племенным специалистам и зоотехникам точно оценивать животных по целому ряду важных признаков, учитывать особенности пород и условий содержания, а также оперативно реагировать на изменения в стаде. В условиях интенсификации молочного и молочно-мясного животноводства значение линейной оценки будет только возрастать, поскольку она позволяет формировать более продуктивные, устойчивые и пригодные к промышленному содержанию популяции крупного рогатого скота [4].

Кроме того, систематическое применение линейной оценки способствует улучшению технологичности животных, снижению производственных рисков, а также более точной селекции быков-производителей по качеству потомства. Использование этой методики в комплексе с другими селекционными показателями открывает широкие возможности для

генетического прогресса, повышения эффективности племенной работы и устойчивого развития отрасли в целом [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила оценки телосложения дочерей быков-производителей молочно-мясных пород. М.:МСХиП РФ, 1996. 14 с.
2. Богданова, О. В. Различия между странами по признакам линейной оценки экстерьера крупного рогатого скота голштинской породы / О. В. Богданова, В. В. Гарт, С. Г. Куликова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2023. – Т. 37, № 8. – С. 59-64.
3. Грачев В. С. Комплексная оценка экстерьера высокопродуктивных молочных коров линейным методом //Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2011. – №. 23. – С. 127-135.
4. Куликова, С. Г. Связь между признаками линейной оценки экстерьера голштинских коров / С. Г. Куликова, О. В. Богданова, В. В. Гарт [и др.] // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник VII национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 26 февраля 2024 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2024. – С. 389-392.
5. Тишкина Т. Н. Линейная оценка экстерьера животных красно-пестрой породы //Вестник Ульяновской
6. Narozhnykh K. et al. Prediction of Milk Productivity Based on Conformation Traits in Cows // International Journal of Chemical and Biochemical Sciences. – 2023. – Т. 24. – №. 6. – С. 521-529.

ОПУХОЛИ СЕМЕННИКОВ КОБЕЛЕЙ

П.А. Фомичева

Новосибирский государственный аграрный университет

Аннотация. В этой статье рассмотрены наиболее часто выявляемые опухоли у кобелей, это: семинома, сертолиома и лейдигома. Также ниже описаны клиничко-морфологические особенности каждой из них.

Ключевые слова: опухоль, сертолиома, семинома, лейдигома, новообразование, семенник.

Проблема опухолей семенников у кобелей остается актуальной в ветеринарии из-за высокой распространенности, риска злокачественного течения и предотвратимости этого заболевания. Опухоли семенников входят в число наиболее часто диагностируемых заболеваний у некастрированных кобелей, особенно в возрасте старше 6 лет.

Целью работы являлось рассмотреть наиболее распространенные виды новообразований семенников у кобелей, изучить морфологические особенности каждой из них.

Половые железы самцов (семенники) — тестикулы вырабатывают мужские половые клетки — спермии. Эти клетки обеспечивают репродуктивную функцию животных. Вместе с тем, половые железы представляют собой и эндокринные органы, гормоны которых регулируют половую активность, определяют развитие первичных и вторичных признаков пола, влияют на метаболические процессы и поведенческие реакции животных. Новообразования семенников у кобелей составляют порядка 90% всех новообразований репродуктивной системы и от 6% до 27% общего количества новообразований (второе место по частоте встречаемости) [5].

По данным ряда авторов наблюдается породная предрасположенность к опухолям семенников у собак таких пород как: боксеры, сибирские хаски, немецкие овчарки, колли. Данные опухоли обычно наблюдаются у собак 8–10 лет, тем не менее, у животных с крипторхизмом выше в 20 раз вероятность более раннего развития этих новообразований. Опухоли могут быть односторонними или двусторонними, а также несколько новообразований различного генеза могут присутствовать в одном семеннике [4].

В семенниках в подавляющем числе случаев и примерно с одинаковой частотой развиваются три вида опухолей: опухоль интерстициальных клеток Лейдига, сертолиома и семинома. В редких случаях, могут отмечаться такие образования как гемангиома, гранулезоклеточная опухоль, тератома, саркома, эмбриональная карцинома, гонадобластома, лимфома и слизеобразующая аденокарцинома сети семенников. Во многих случаях (до 40%), новообразования семенников имеют смешанный характер [5].

Среди факторов способных повлиять на вероятность развитие опухоли выделяют нижеследующие: крипторхизм, возраст, порода и воздействие карциногенов. Крипторхизм с паховым или брюшным расположением предрасполагает к развитию сертолиом и семином, и никак не влияет на вероятность развития опухоли интерстициальных клеток. Новообразования семенников чаще отмечаются в правом семеннике, вероятно, это связано с тем, что именно правый семенник чаще не опускается в мошонку [5].

Опухоли из клеток Лейдига почти всегда доброкачественны, а сертолиомы и семиномы доброкачественны более чем в 80 % случаев. Семиномы гормонально активны в 5 % случаев, поэтому значительно реже вызывают синдром феминизации, они относятся к герминативным опухолям, т.е. развиваются из клеток, участвующих в выработке сперматозоидов. Частота метастазирования семином не превышает 10 %, чаще всего метастазированию подвергаются лимфоузлы, печень, почки, селезенка [4].

Семинома. Образование характеризуется ограниченным ростом в виде узла опухоли или диффузным ростом с полным поражением органа. Основным способом лечения является резекция опухоли. Заподозрить наличие опухоли можно по внешнему виду пораженного органа. Определяется узел или узлы, расположенные в ткани семенника под наружной оболочкой или в толще органа, отграниченные от окружающих тканей [3].

Макроскопически опухоль находится в мошонке, протекает безболезненно и практически бессимптомно. Семенник увеличен в размере, опухолевое образование яйцевидной формы, с гладкой поверхностью, на разрезах ткань железистой консистенции, пёстрая с оттенками серого и коричневого цветов. Опухоль располагается в паренхиме самого семенника, ткань с крупными участками деструкции, на которых её строение стёрто полностью, либо видны полости с неровными очертаниями. Отмечается отек стромы, могут четко просматриваться каверны с очагами некроза и кровоизлияниями [1].

Микроскопически семинома состоит из довольно крупных мноморфных клеток округлой формы с четкими границами. Цитоплазма хорошо выражена, светлая и обильная, местами вакуолизирована. Ядра крупные, овальные. Митозы немногочисленные. Клетки располагаются диффузно или в виде небольших комплексов, ограниченных волокнистой тканью, в которых определяется большое количество зрелых лимфоцитов [1, 3].

При высококачественных вариантах опухоли лимфоцитарные инфильтраты в строме выражены минимально. Наблюдается появление зрелых лимфоцитов вокруг кровеносных сосудов. Выявляется апоптоз. Апоптотические клетки выглядят как округлые или овальные скопления интенсивно эозинофильной цитоплазмы с плотными фрагментами ядерного хроматина [3].

Для своевременной диагностики семиномы необходимо обязательно проводить ежегодное обследование кобелей с пятилетнего возраста с использованием УЗИ, Рентген и биопсии (по показаниям) [1].

Менее дифференцированные варианты семиномы характеризуются быстрым ростом и обширными метастазами. Анапластический (высококачественный) вариант семиномы микроскопически характеризуется повышенной митотической активностью и ядерным полиморфизмом. Отличается более агрессивным течением [3].

Сертолиома. Опухоль из клеток Сертоли относится к производным гонадной стромы полового тяжа. При проведении клинического осмотра выявляется чаще всего крипторхизм, гиперпигментация и невоспалительная алопеция кожи мошонки, препуция, симметрично в правой и левой подвздошных областях живота, что свидетельствует о гормональной эстрогенпродуцирующей активности опухоли. Пальпаторно образование безболезненное, плотное, с бугристой поверхностью, не спаяно с окружающими тканями, местная температура не увеличена.

На разрезе новообразование равномерного желтовато-серого цвета, неоднородной зернистой структуры. В значительной степени выражена васкуляризация новообразования с поверхности и на разрезе отмечается большое количество мелких и крупных кровеносных сосудов. При микроскопическом исследовании ткань опухоли состоит из множества беспорядочно расположенных тубулярных структур неправильной формы и разных размеров, разделенных прослойками стромы, митотическая активность низкая, местами свободно лежат в просветах канальцев в виде небольших групп [2, 3].

В опухоли визуализируются железистые структуры, имеющие два типа клеточного строения (клетки с оптически пустой цитоплазмой и мелкие клетки с гиперхромными ядрами и наличием митозов). Опухоль образована преимущественно канальцевыми структурами. Клетки крупные, с четко различимой структурой ядер и выраженным ободком цитоплазмы. Ядра крупные, отличаются умеренным полиморфизмом. Сперматогенез отсутствует во всех полях зрения [3].

Лейдигома. В строме прослеживается умеренный отек. Структура сперматогенного эпителия стерта за счет дистрофии и десквамации клеток. Сперматогенез значительно ослаблен или полностью нарушен. Визуализируются узлы с четкими или стертыми

границами из волокнистой ткани, построенные из диффузно растущих клеток овальной или полигональной формы со светлой, неравномерно окрашенной, местами вакуолизированной цитоплазмой. Обнаруживаются интенсивно окрашенные мелкие гранулы.

Клетки разных размеров, полиморфны, имеют крупные, неравномерно окрашенные ядра, что является признаком клеточного атипизма. Для лейдигомы характерен четко видимый ядерный атипизм — разные размеры ядер, неравномерное окрашивание, зернистое расположение хроматина, наличие нескольких ядрышек и атипичные митозы.

В структуре элементов опухоли можно проследить клетки, лишенные ядер или клетки с остатками ядерного вещества в виде мелкой пылевидной зернистости. Встречаются элементы апоптоза.

В заключении следует отметить, что в настоящее время онкологические заболевания среди кобелей имеют широкое распространение. По литературным данным новообразования у собак составляют от 8 до 30% из общего числа заболеваний. Частота их проявления нередко варьирует в зависимости от региона и породного состава популяции собак.

Результативность лечения собак, больных онкологическими заболеваниями, зачастую зависит от ранней диагностики, своевременности хирургического вмешательства и последующей лучевой терапии. Поиск новых эффективных средств и методов, необходимых для диагностики, лечения и профилактики новообразований, особенно злокачественных, является одной из важнейших проблем современной ветеринарной медицины [1–5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алымова, Т.М. Клинико-морфологические особенности семиномы у собак / Т.М. Алымова // Молодежь XXI века: шаг в будущее : Материалы XIX региональной научно-практической конференции. В 3-х томах, Благовещенск, 23 мая 2018 года. Том 2. — Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2018. — С. 19–20.

2. Зотова, Е.М. Патогистологическая диагностика сертолиома семенника при паховом крипторхизме / Е.М. Зотова, Е.М. Марьин, М.А. Богданова [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2021. — № 12(206). — С. 59–66.

3. Перлецкая, О.В. Клинический случай семиномы у кобеля немецкой овчарки / О.В. Перлецкая, И.Г. Конопельцев // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. — 2021. — Т. 247, № 3. — С. 204–207. — DOI 10.31588/2413-4201-1883-247-3-204-207.

4. Самсонова, А.А. Патология половых желез самцов / А.А. Самсонова, Л.А. Латышева, М.А. Готов, П.А. Прокопчук // СОВРЕМЕННАЯ НАУКА: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ : сборник статей XXIV Международной научно-практической конференции, Пенза, 10 марта 2022 года. — Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2022. — С. 97–99.

5. Седегов, С.В. Клинико-морфологическая диагностика опухолей семенников у кобелей: специальность 06.02.01 Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук / Седегов Сергей Васильевич. — Саранск, 2014. — 25 с.

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

А.С. Курилова

Новосибирский государственный аграрный университет

Аннотация. *Загрязнение окружающей среды следовыми металлами является весьма тревожной проблемой в наши дни. Одной из важных причин загрязнения следовыми металлами являются выхлопные газы, выделяемые транспортными средствами на дорогах. Эти опасные газы представляют угрозу для жизни кормовых растений, выращиваемых вдоль обочин дорог, поскольку эти растения подвергаются прямому риску воздействия этих следовых металлов. Токсичность тяжелых металлов является одной из основных современных проблем со здоровьем окружающей среды и потенциально опасна из-за биоаккумуляции через пищевую цепь, и это может оказать опасное воздействие на здоровье скота и человека.*

Ключевые слова: *металлы, токсичные вещества мясо, почва, вода, медь, цинк, свинец, ртуть.*

Опасное воздействие этих токсичных элементов зависит от концентрации элемента в рационе, поглощения элемента системой, гомеостатического контроля организма за элементом, а также от вида участвующего животного. Загрязнение тяжелыми металлами стало серьезной проблемой для здоровья в последние годы из-за промышленного и сельскохозяйственного развития. Тяжелые металлы промышленных биоотходов загрязняют питьевую воду, продукты питания и воздух. Тяжелые металлы, вызывающие большую озабоченность, которые обычно связаны с вредным воздействием на людей и животных. Признано, что тяжелые металлы могут оказывать определенное влияние на контроль биологических функций, влияя на гормональную систему и рост различных тканей организма. Многие тяжелые металлы накапливаются в одном или нескольких органах организма с различными периодами полураспада. Эти тяжелые металлы, помимо острого или хронического отравления, могут передаваться следующему поколению и иметь потенциальную токсичность с точки зрения общественного здравоохранения. Тяжелые металлы часто оказывают прямые физиологически токсичные эффекты и хранятся или включаются в живые ткани [4].

Загрязнение окружающей среды токсичными веществами, такими как тяжелые металлы, является особенно опасным. Ежегодно на поверхность земли только от деятельности металлургических предприятий поступает (т): меди — 154 650, цинка — 121 500, свинца — 89 000, никеля — 12 000, кобальта — 765, молибдена — 1 500, ртути — 30,5. Вследствие сжигания угля и нефти ежегодно выпадает (т): ртути — 1 600, свинца — 3 600, меди — 2 100, цинка — 7 000, никеля — 3 700. Выхлопные газы автотранспорта приносят на поверхность земли 260 000 т свинца ежегодно. Стабильность ситуации усугубляется длительным периодом распада веществ, продолжительностью более полутора тысяч лет. Наибольшую опасность тяжелые металлы представляют для человека и сельскохозяйственных животных, вызывая нарушение метаболизма, необратимые изменения в организме, являются факторами снижения продуктивности животных и ухудшения качества животноводческой продукции. В связи с чем, целью исследований стало определение загрязненности основных объектов окружающей среды — почвы, растений и продукта питания говядины солями кадмия и свинца в регионах с различной степенью техногенной нагрузки. А также прогнозирование ожидаемого уровня загрязненности продукции животноводства на основании загрязнения почв и растений.

Исследование образцов почв и растений проводили экспресс методом количественного спектрального анализа на спектрометре ЭС-1 на базе дифракционного спектрографа ДФС-458С и фотоэлектронного регистрирующего устройства типа ФП-4.

Образцы говядины получали от коров молочного направления продуктивности в возрасте старше 5 лет, отбирали идентичные кусочки длиннейшей мышца спины. Определение содержания токсичных элементов в говядине проводили атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре «Квант-АФА» и спектрометре ААС (Германия), с предварительной минерализацией проб.

Республика Татарстан по степени техногенного и антропогенного прессинга подразделяется на зоны наименьшей, средней, значительной и наивысшей степени загрязненности. Моделью зоны наименьшей степени техногенной нагрузки избрали зону относительного экологического благополучия — Атнинский район, в котором ежегодный выброс загрязняющих веществ в атмосферу составляет около 0,25 тыс. тонн. Основными загрязнителями окружающей среды являются предприятия агропромышленного комплекса. Территория Пестречинского района относится к зоне средней степени техногенной нагрузки с общим выбросом в атмосферу около 3,0 тыс. тонн загрязняющих веществ в год. Наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят предприятия пищевой отрасли и агропромышленного комплекса. Экологическая ситуация района усугубляется розой ветров, преобладающее направление которых — до 72 % реализуется со стороны крупного промышленного мегаполиса — г. Казани и полигона бытовых отходов. В зоне наивысшей степени техногенной нагрузки располагается Альметьевский район, суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу составляют около 100 тыс. тонн в год. Значительную техногенную нагрузку на окружающую среду оказывают компании при первичном обустройстве новых и при активной разработке действующих нефтяных и газовых месторождений. Основными загрязнителями окружающей среды являются предприятия нефтегазодобывающей отрасли и сельское хозяйство. Анализ экологической обстановки на территории трех районов Республики Татарстан показал различные уровни загрязненности объектов окружающей среды и продуктов животноводства [1].

При анализе среднего потребления основных пищевых продуктов за 2014–2016 годы установлено, что население Архангельской области больше потребляло молоко и молочные продукты (172 л на человека в год), хлебные продукты (107 кг на человека в год), мясо и мясные продукты (76 кг на человека в год). В общей сумме потребляемых продуктов населением за год вклад указанных групп продуктов составил 41,25 и 18 %. Потребление сахара и кондитерских изделий – 39 кг на человека в год, рыбы и рыбопродуктов – 27 кг на человека в год, что составило 9 и 6 % соответственно. Количество проб продукции местного производства составило 8 582 (72 %), производства других регионов России – 3 090 (24%). В структуре проб, исследованных по санитарным химическим показателям, удельный вес проб мяса и мясной продукции и хлебных продуктов составил 33 и 32 % соответственно. Наибольший удельный вес проб продукции местного производства и регионов РФ составляют пробы мяса и мясной продукции (27 и 40 % соответственно) и хлебных продуктов (27 и 42 % соответственно). Удельный вес проб молока и молочной продукции составил 17 %, сахара и кондитерских изделий – 14 %, рыбы и рыбной продукции – 4 %. При анализе концентраций контаминантов не установлено превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) на уровне медианных значений их содержания. Сравнительный анализ уровней контаминации пищевых продуктов, произведенных в Архангельской области и других регионах РФ, показал, что концентрация кадмия в мясе и мясной продукции местного производства на уровне Р90 находится на нижней границе допустимого значения, а в мясе и мясной продукции производства регионов РФ превышает нижнюю границу ПДК (0,01 мг/кг) в 3 раза. Концентрация ртути на уровне Р90 в молоке и молочной продукции производства регионов Российской Федерации превышает нижнюю границу ПДК (0,005 мг/кг) в 2 раза, а в мясе и мясных продуктах, сахаре и кондитерских изделиях производства других регионов России находится на нижней границе гигиенического норматива (0,02 и 0,01 мг/кг соответственно). Концентрация мышьяка, рассчитанная на уровне Р90, в рыбе и рыбных продуктах производства регионов РФ (1,0 мг/кг) установлена на нижней границе ПДК (1,0 мг/кг). Содержание свинца на уровне Р90 в мясе и мясной продукции производства

Архангельской области превышает в 2 раза концентрацию металла в продукции соответствующей группы, произведенной в других регионах РФ [2].

Уровень загрязнения мяса и мясных продуктов местного производства ртутью в 2 раза меньше, чем продукции производства других регионов РФ. Концентрация кадмия, рассчитанная на уровне Р90, в группе вышеуказанных продуктов, произведенных в других регионах РФ, в 3 раз больше, чем концентрация в продукции Архангельской области. Медианные концентрации тяжелых металлов (свинца и мышьяка) в рыбе и рыбой продукции, произведенной в Архангельской области, в 2 и 3,4 раза соответственно меньше по сравнению с продукцией, произведенной в других регионах РФ. Загрязнение мышьяком рыбы и рыбной продукции производства регионов РФ на уровне Р90 в 1,6 раза превышало уровень загрязнения данной продукции производства Архангельской области. Хлебная продукция, произведенная в других регионах РФ, контаминирована свинцом в 2,3 раза больше, чем продукция данной группы местного производства. При ранжировании пищевых продуктов по вкладу в общее значение экспозиции химическими веществами установлено, что наибольший вклад в экспозицию свинцом вносят молоко и молочные продукты (31,8 %), хлебные продукты (26,7 %), мясо и мясные продукты (20,1 %), сахар и кондитерские изделия (12,5 %), рыба и рыбные продукты (8,9 %). Дозовая нагрузка кадмием формируется только за счет хлебных продуктов. Рыба и рыбные продукты вносят основной вклад в экспозицию мышьяком и ртутью. Значение HQ для мышьяка на уровне Р90 (табл. 2) превышает приемлемый риск (1,0) в 2,8 раза. Коэффициенты опасности для свинца, ртути и кадмия не превышают границы референтного уровня [1].

В мясных изделиях в опасных количествах могут присутствовать ртуть, мышьяк, свинец и кадмий, содержащиеся в тушах сельскохозяйственных животных. Высокие концентрации ртути и мышьяка в мясе встречаются редко, чаще всего эти металлы и их соединения обнаруживаются в морепродуктах и рыбе. Но концентрации свинца и кадмия нередко бывают чрезмерно высокими. Чаще всего это связано с тем, что животные выпасались на лугах и пастбищах, расположенных вблизи крупных магистралей или производственных объектов. Свинец может накапливаться в организме человека и провоцировать скачки давления, сердечно-сосудистые заболевания, серьезные патологии ЖКТ, у детей — проблемы в работе нервной системы. Максимальное количество свинца в мясе овец, свиней, птицы и крупного рогатого скота не должно превышать 0,1 мг на 1 кг, в пищевых субпродуктах — 0,5 мг на 1 кг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ежкова, А.М., et al. Содержание тяжелых металлов в говядине при различной степени техногенной нагрузки / Вестник Казанского технологического университета 19.20 (2016): С. 179–182.
2. Лыжина А.В. Риск здоровью населения при воздействии тяжелых металлов, загрязняющих продовольственное сырье и пищевые продукты / Лыжина А.В., Унгурияну Т.Н., и Родиманов А.В. // Здоровье населения и среда обитания, по. 7 (304), 2018, С. 4–7.
3. Селюкова, С.В. Оценка содержания тяжелых металлов в кукурузе и подсолнечнике / Селюкова, С.В. // Агрехимический вестник 5 (2017): 52–55.
4. Sathyamoorthy, K1. Assessment of heavy metal pollution and contaminants in the cattle meat./ Sathyamoorthy, K1, T. Sivaruban, and S. Barathy //J Ind Pollut Control. - 32.1 (2016). - С. 350–355.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ ВИРУСЕ ЛЕЙКОЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

А.С. Ковальская

Новосибирский государственный аграрный университет

Аннотация. Энзоотический лейкоз КРС — это заболевание, вызываемое вирусом лейкоза КРС (ВЛКРС). ВЛКРС является представителем рода *Deltaretrovirus* семейства *Retroviridae*. Заболеванию подвержены все половозрастные группы крупного рогатого скота, пути передачи вируса весьма разнообразны, возможна как вертикальная, так и горизонтальная передача. После заражения происходит интеграция копий вирусного генома в геном клетки, наступает инкубационная стадия болезни, диагностика в которую значительно осложнена. Данная особенность вируса мешает своевременной диагностике зараженных животных и выбраковке их из стада, таким образом, животное способно распространять вирус с момента заражения, до момента постановки гематологического диагноза. В данной статье рассмотрены диагностические мероприятия при вирусном лейкозе КРС.

Ключевые слова: ВЛКРС, лейкоз, реакция иммунодиффузии, ИФА, ПЦР.

Данная тема является актуальной, так как инфицированность вирусом лейкоза в хозяйствах имеет глобальные масштабы по всей территории страны, в то время, как наиболее распространенные методы диагностики имеют малую эффективность, в частности, из-за продолжительного инкубационного периода вируса, в котором диагностика затруднительна. Помимо прочего, современные методы диагностики достаточно дорогостоящие, так как необходимо многократное обследование всего поголовья животных. Таким образом, экономически и диагностически эффективные методы на данный момент находятся в разработке.

Целью работы являлось сравнительная характеристика методов диагностики вируса лейкоза крупного рогатого скота на примерах статей.

Вирус лейкоза крупного рогатого скота широко распространен на территории России, для диагностики этого заболевания наиболее часто используется реакция диффузной преципитации (РДП), также называемая реакцией иммунодиффузии в агаровом геле (РИД), иммуноферментный анализ (ИФА), молекулярно-биологический метод — полимеразная цепная реакция (ПЦР), гематологический, клинический, патоморфологический методы, а также биопроба.

Реакция иммунодиффузии основана на обнаружении специфических преципитирующих антител к антигену вируса лейкоза. При данном методе исследования возможны перекрестные реакции (неспецифические), связанные с длительным латентным течением и низкой концентрацией антител.

Иммуноферментный анализ основан на реакции взаимодействия антигена с антителом, маркированным ферментом, метод высоко чувствителен, что позволяет выявить антитела при низком их титре.

Гематологическому исследованию подвергаются животные, положительно реагирующие в серологических реакциях, для подтверждения диагноза, метод основан на подсчете лейкоцитов в 1 мкл крови и качественной дифференцировке лимфоцитов, затем данные оценивают по «лейкозному ключу».

Относительно новым методом в диагностике лейкоза, представленным в статье Chiho Komiyama, Kazuhiko Suzuki, Yasuo Miura, Hiroshi Sentsu «Development of loop-mediated isothermal amplification method for diagnosis of bovine leukemia virus infection», является метод петлевой изотермической амплификации. Это быстрый и чувствительный метод, он может обнаружить не менее 2 копий провирусной ДНК в образце объемом 2 мкл, а его

чувствительность эквивалентна или выше, чем у обычной одинарной ПЦР. Метод основан на амплификации нуклеиновой кислоты в изотермических условиях с использованием специально разработанного набора из четырех или шести праймеров и ДНК-полимеразы.

Поскольку целевой ген может быть амплифицирован в простой водяной бане, дорогостоящий и длительный процесс амплификации ДНК не требуется. В результате реакции образуется большое количество целевой ДНК, а также побочный продукт пирофосфат магния, который приводит к помутнению и обнаруживается невооруженным глазом, поэтому этот метод можно использовать в полевых условиях [1].

В статье К. Турсунова, Г. Райымбек, А. В. Шустова, представлен метод иммунохроматографического анализа, перспективы метода связаны с коротким периодом проведения анализа, простотой и доступной процедурой постановки диагноза. При этом, по своим диагностическим характеристикам, иммунохроматографический анализ не уступает иммуноферментному анализу [2].

Сыворотки крупного рогатого скота для исследований, представленных в статье, в количестве 310 проб были предоставлены РГКП «Республиканская ветеринарная лаборатория» МСХ РК. Предварительно сыворотки были исследованы в реакции иммунодиффузии. Были изготовлены мембраны с нанесенными реагентами и мультимембранные композиты. Конъюгаты коллоидного золота с протеином G наносили на стекловолоконную мембрану с использованием диспенсера BioDot XYZ3050 в объеме 11 мкл на 1 см ширины стекловолоконной мембраны. В тест-системе для формирования аналитической и контрольной зоны использовали раствор рекомбинантного gp51 антигена вируса крупного рогатого скота и антител крупного рогатого скота в концентрации 500 мкг/мл. Все растворы антигена и антител наносили в объеме 2,0 мкл на 1 см ширины рабочей мембраны. Полученные стекловолоконные и рабочие мембраны сушили на воздухе при 20–22°C в течение не менее чем 20 часов. Сыворотки исследуемых животных в объеме 100 мкл разводили в 1 мл буфера для образцов. Далее 4 капли буфера для образцов с разведенными образцами наносили на стрип в области расположения конъюгата. Через 20 мин. учитывали результат. Если на стрипе проявлялись две полосы после его высыхания, то исследуемая проба считалась положительной, если только одна нижняя полоса (контрольная линия) — проба считалась отрицательной.

После проведения исследования были выявлено 141 положительная и 4 отрицательных реакции из 145 заведомо положительных проб. При этом, результаты иммунодиффузии и иммунохроматографии совпадали [2].

Метод ПЦР способен выявить вирус при отрицательных результатах серологических исследований, так как основан на выявлении провирусной ДНК вируса лейкоза в первые недели после заражения. В статье Л.Н. Чижовой, Д.Е. Белова описан метод ПЦР диагностики на базе колхоза-племзавода им. Чапаева Кочубеевского района Ставропольского края, основанный на том, что геном вируса лейкоза КРС содержит 8714 нуклеотидов и имеет генетическую структуру: 5LTR –gag-pol-env-pXBL-3LTR. Исследователями использовались праймеры к генам gag и env, которые, предположительно являются наиболее информативными. Электрофорез амплификатов проводится в 1,5%-ном агарозном геле, содержащем 0,2 мкг/мл бромистого этидия. В качестве контроля использовалась кровь трех коров, с гематологически подтвержденным диагнозом [3].

По итогам проведенной работы можно сделать вывод о том, что наиболее популярными методами диагностики вируса лейкоза крупного рогатого скота являются реакция иммунодиффузии и иммуноферментный анализ, за счет своей себестоимости и эффективности. Достаточно перспективен метод ПЦР и метод петлевой изотермической амплификации, так как они способны выявить вирус в инкубационную стадию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Chiho Komiyama, Kazuhiko Suzuki, Yasuo Miura, Hiroshi Sentsui. Разработка метода петлевой изотермической амплификации для диагностики заражения вирусом лейкоза крупного рогатого скота // *Journal of Virological Methods*. 2009. Vol. 157, Issue 2. P. 175–179.
2. Турсунов К., Райымбек Г., Шустова А.В. Иммунохроматографический анализ для обнаружения антител против вируса лейкоза крупного рогатого скота // *Биотехнология. Теория и практика*. 2015. № 3. С. 54–61.
3. Чижова Л.Н., Белов Д.Е. Использование полимеразной цепной реакции в диагностике лейкоза КРС // *Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства*. 2004. Т. 2, № 2–2. С. 65–69.

ПРОБЛЕМА ИЗУЧЕНИЯ БЛАГОПОЛУЧИЯ СВИНЕЙ В МИРОВОЙ И ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НАУКЕ

И.А. Афанасьева

Новосибирский государственный аграрный университет

Аннотация. В статье рассматривается эволюция концепции благополучия животных (*animal welfare*) с акцентом на сельскохозяйственных животных, в частности свиноматках, в условиях промышленного производства. Изначально сформулированная для лабораторных животных, данная концепция приобрела значимость и в животноводстве, где благополучие стало рассматриваться не только с этической, но и с экономической точки зрения. Современные подходы к оценке благополучия базируются на модели «пяти свобод» (*Five Domains Model*), учитывающей физиологические и поведенческие аспекты. Особое внимание уделяется проблемам, возникающим при интенсивном содержании свиноматок, включая ограничение подвижности, стресс и агрессию. В статье анализируются исследования, посвященные поиску объективных маркеров благополучия, таких как биохимические показатели крови и поведенческие реакции. Несмотря на значительное количество зарубежных работ, в России остается недостаточно исследований, учитывающих специфику местных технологий и направленных на разработку математических моделей для прогнозирования благополучия животных.

Ключевые слова: благополучие животных, *animal welfare*, свиноматки, *Five Domains Model*, стресс, биохимические маркеры, промышленное свиноводство, поведение животных, оценка благополучия, сельскохозяйственные животные.

Концепция благополучия животных (*animal welfare*) была сформулирована в начале 90-х годов и впервые была декларирована в отношении лабораторных животных Меллором и Ридом. В дальнейшем проблематика благополучия стала активно применяться и для сельскохозяйственных животных, признавая, что благополучие животных важно не только с этической, но и с экономической точки зрения, влияя на продуктивные качества животных [1]. На сегодняшний день существует обширный пласт научных работ, посвященных обеспечению благополучия сельскохозяйственных животных и разработке методов его оценки. Эти исследования охватывают широкий спектр производственных систем - от небольших ферм, практикующих органическое сельское хозяйство, до крупных животноводческих комплексов [2].

В основе современной концепции оценки благополучия животных лежит принцип "пяти свобод" (*Five Domains Model*), предложенный в 2020. Данный подход, базирующийся на оценке физиологического и поведенческого состояния животных, позволяет оценить, насколько условия содержания обеспечивают животному возможность жить в комфорте, не испытывая боли, страха или дискомфорта. Изначально концепция благополучия животных рассматривалась преимущественно с утилитарной точки зрения - как фактор, способствующий повышению продуктивности. Однако со временем все большее внимание уделяется этическому аспекту - снижению страданий животных и удовлетворению их естественных потребностей [3, 4]. Многочисленные исследования, проведенные в разных странах мира, подтверждают существенное влияние благополучия на продуктивность, здоровье и долголетие сельскохозяйственных животных, в том числе свиней. Так, работы по бройлерам демонстрируют тесную связь между интенсивностью роста и частотой возникновения проблем с благополучием, таких как повреждения кожи, боязнь человека и патологии конечностей. Аналогичные закономерности наблюдаются и в свиноводстве.

Особенно актуальна проблема благополучия для свиноматок, содержащихся в условиях интенсивного промышленного производства. Содержание в индивидуальных станках, ограничение двигательной активности, высокая концентрация животных - все это

факторы, негативно влияющие на их физическое и психическое состояние. В России, также, как и в ряде других стран (Китай, Тайвань, Бразилия), где широко распространена интенсивная технология свиноводства, эти проблемы стоят особенно остро. Важным направлением в изучении благополучия животных является поиск объективных маркеров, позволяющих оценивать их состояние. В качестве таких маркеров могут выступать как поведенческие реакции животных, так и биохимические показатели крови. В мировой литературе широко представлены исследования, посвященные изучению связи между уровнем стресса у животных и изменениями биохимического профиля крови [5, 6]. Эти исследования подтверждают, что биохимические показатели могут служить эффективным инструментом для ранней диагностики стресса и прогнозирования состояния животных, например, при транспортировке или перед убоем [7].

В России исследования в области благополучия сельскохозяйственных животных стали активно развиваться с 90-х годов. Отечественными учеными был проведен ряд работ по изучению поведения свиней, в том числе влияния различных факторов на их боязливость и агрессивность [8, 9]. Значительный вклад в развитие этого направления внесли исследования, проведенные под руководством профессора Жучаева К.В. Эти работы были сфокусированы на изучении поведения свиней в разных условиях содержания, в том числе при воздействии различных стрессоров. Также изучалось влияние генетических факторов, в частности породы, на благополучие животных. Несмотря на имеющиеся наработки, в отечественной науке все еще недостаточно исследований, посвященных именно благополучию свиноматок в условиях промышленного производства. Существующие работы зачастую ограничиваются описанием общих принципов и рекомендаций, не учитывая специфику отечественных технологий. Также остается недостаточно разработанной область применения математических методов для анализа факторов, влияющих на благополучие свиноматок, и построения прогностических моделей. Таким образом, несмотря на растущее внимание к проблеме благополучия животных, в России все еще существует потребность в дальнейших исследованиях, направленных на разработку и адаптацию методов оценки благополучия свиноматок с учетом особенностей отечественных технологий и построение научно обоснованных рекомендаций по его обеспечению [10, 11].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Albernaz-Gonçalves, R., Olmos Antillón, G., Hötzel, M. J. Linking animal welfare and antibiotic use in pig farming—A review// *Animals*, 2022. - 12(2). -P. 216.
2. Ludwiczak A, Skrzypczak E, Składanowska-Baryza J, Stanisiz M, Ślósarz P, Racewicz P. How Housing Conditions Determine the Welfare of Pigs// *Animals*, 2021. 11(12). - 3484. <https://doi.org/10.3390/ani11123484>
3. Характеристика аллелофонда новосибирской популяции свиней скороспелой мясной породы по микросателлитам / В. Р. Харзинова, Н. А. Зиновьева, Н. В. Батенева [и др.] // *Достижения науки и техники АПК*. – 2011. – № 10. – С. 59-61. – EDN OIYBMZ.
4. Racewicz P. et al. Welfare health and productivity in commercial pig herds // *Animals*. – 2021. – Т. 11. – №. 4. – С. 1176.
5. Silva W. da, Silva J. da, Camargo-Júnior R.N., Silva É.B. da, Santos M. R. dos, Viana R. et al. Animal welfare and effects of per-female stress on male and cattle reproduction—A review // *Frontiers in Veterinary Science*, 2023. – Vol. 10. DOI=10.3389/fvets.2023.1083469
6. Hoste R., Benus M. International comparison of pig production costs 2022: Results of InterPIG. – Wageningen Economic Research, 2023. – №. 2023-144.
7. Ogawa N.N., Silva Гю.Л., Barbon A., Flaiban K., Silva C.A.d, Rocha L.M., Bridi A.M. Animal Welfare Assessment and Meat Quality through Assessment of Stress Biomarkers in Fattening Pigs with and without Visible Damage during Slaughter// *Animals*, 2024. - 14(5). - 700. <https://doi.org/10.3390/ani14050700>
8. Барсукова, М. А. Изменчивость доместикационного поведения молодняка свиней скороспелой мясной породы / М. А. Барсукова, В. С. Ланкин, К. В. Жучаев // *Вестник НГАУ*

(Новосибирский государственный аграрный университет). – 2010. – № 1(13). – С. 22-25. – EDN LLTBTN.

9. Барсукова, М. А. Генетическая структура и хозяйственно-биологические особенности новосибирской популяции свиней скороспелой мясной породы: специальность 06.02.01 "Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных" : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Барсукова Мария Андреевна. – Новосибирск, 2005. – 112 с. – EDN NNHRIV.

10. Барсукова, М. А. Связь благополучия и упитанности свиноматок при фиксированном содержании на участке опороса в условиях промышленной технологии / М. А. Барсукова, И. А. Афанасьева, К. Н. Нарожных // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2024. – № 4(73). – С. 142-150. – DOI 10.31677/2072-6724-2024-73-4-142-150. – EDN GFDDHX.

11. Жучаев, К. В. Формирование воспроизводительного фитнеса скороспелой мясной породы свиней в процессе пороодообразования / К. В. Жучаев, И. И. Гудилин, М. А. Барсукова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2007. – № 4(172). – С. 69-75. – EDN HZKQER.

ПОЛИНОМИАЛЬНАЯ СОПРЯЖЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРИЗНАКОВ ЛИНЕЙНОЙ ОЦЕНКИ ЭКСТЕРЬЕРА И УДОЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНОГО ГОЛШТИНСКОГО СКОТА

М.П. Меркушкина

Новосибирский государственный аграрный университет

Аннотация. В статье приведен анализ сопряженной изменчивости удоя 1243 коров первой лактации с 18 линейными признаками экстерьера. Исследования проводились на первотелках высокопродуктивной субпопуляции голштинского скота с удоем свыше 13 000 кг на фуражную корову. Средняя продуктивность первотелок за 305 дней лактации составила 10 093 кг молока. Связь между удоем и линейными признаками оценивали вычислением рангового коэффициента корреляции.

Ключевые слова: голштинская порода, первотелки, экстерьер, линейная оценка, продуктивность, удой, корреляция, Западная Сибирь, комплекс линейных признаков, регрессионная модель.

В современном молочном скотоводстве актуальной задачей является раннее прогнозирование продуктивности животных. Это позволяет оптимизировать селекционные процессы и повысить экономическую эффективность производства. Одним из перспективных направлений является изучение взаимосвязи между экстерьерными признаками и показателями молочной продуктивности.

Целью работы являлось изучить характер сопряженной изменчивости линейных признаков экстерьера и их комбинаций с удоем у высокопродуктивного голштинского скота, а также разработать оптимальную модель для раннего прогнозирования молочной продуктивности.

Оптимизация молочной продуктивности крупного рогатого скота является ключевой задачей в зоотехнии. Традиционно селекция сосредоточена на повышении удоя, однако узконаправленный отбор исключительно по этому признаку может негативно сказаться на репродуктивных качествах, устойчивости к заболеваниям и продолжительности хозяйственного использования животных. В этой связи, линейная оценка экстерьера выступает важным инструментом в племенной работе, позволяя косвенно оценивать потенциал продуктивности и гармоничность развития животного. Многочисленные исследования демонстрируют, что связь между молочной продуктивностью и индивидуальными экстерьерными признаками, как правило, характеризуется низкими коэффициентами корреляции, что затрудняет их использование для точного раннего прогнозирования удоя. Это обуславливает необходимость поиска более эффективных подходов к интеграции экстерьерных данных в селекционные программы [1, 4].

Исследования проводились на крупной выборке голштинских первотелок в Западной Сибири (N=1243), средний удой которых за 305 дней лактации составил 10 093 кг, что соответствует высокопродуктивной субпопуляции. Оценка 18 линейных признаков экстерьера (включая параметры туловища, ног и вымени) осуществлялась по 9-балльной шкале в период с 30 по 120 день лактации. Для повышения прогностической ценности и корректного ранжирования животных, исходные баллы линейных признаков были скорректированы с учетом рекомендованных оптимальных значений, что позволило получить наивысший ранг для животных с желаемым экстерьерным типом. Для анализа взаимосвязей между удоем и преобразованными линейными признаками использовался ранговый коэффициент корреляции Спирмена. Дальнейший этап исследования включал формирование комплексов линейных признаков путем суммирования их преобразованных баллов. Эффективность разработанных комплексов оценивалась по величине рангового коэффициента корреляции с удоем. Кульминацией работы стало построение полиномиальной

регрессионной модели для прогнозирования удоя на основе сформированного комплекса признаков, что позволило количественно оценить зависимость и прогностический потенциал.

Анализ данных показал, что индивидуальные линейные признаки экстерьера демонстрируют слабую, но в ряде случаев статистически значимую положительную корреляцию с удоем первотелок. Коэффициенты ранговой корреляции варьировали в диапазоне от +0,054 до +0,192 для статистически значимых признаков, подтверждая общеизвестные данные о низкой тесноте связи между отдельными экстерьерными показателями и молочной продуктивностью. Было выявлено 9 статистически значимых признаков, из которых 5 относились к вымени и 4 – к туловищу. При рассмотрении различных групп продуктивности было отмечено, что вклад этих групп в общую корреляцию может существенно различаться, что указывает на динамический характер взаимосвязей и потенциальные изменения при целенаправленной селекции.

Принципиальным результатом исследования стало существенное увеличение корреляции при использовании комплекса линейных признаков. Путем последовательного добавления признаков в комплекс, начиная с тех, которые имели наибольший положительный коэффициент корреляции с удоем, удалось значительно повысить прогностическую ценность экстерьерной оценки. Оптимальный комплекс, включающий ширину задних долей вымени, длину передних долей вымени, высоту прикрепления задних долей вымени, рост, обмускуленность, борозду вымени и длину сосков, продемонстрировал коэффициент корреляции с удоем, в 1,44 раза превышающий максимальный показатель для любого отдельного признака. Максимальное значение рангового коэффициента корреляции для данного комплекса достигло 0,2828, в то время как для отдельного признака (ширина задних долей вымени) оно составляло 0,192 [3].

Преимущества комплексного подхода выразились также в увеличении диапазона прогнозируемых значений удоя (1760 кг для комплекса против 1397 кг для лучшего одиночного признака) и расширении числа градаций факторного признака (12 для комплекса против 6 для одиночного признака), что делает прогноз более точным и универсальным. Построенная полиномиальная регрессионная модель, описывающая зависимость удоя от суммарного балла комплекса линейных признаков ($y = 0,3784x^3 - 54,361x^2 + 2742,9x - 38103$), показала высокую точность аппроксимации ($R^2 = 0,9538$). Это свидетельствует о высоком прогностическом потенциале модели, особенно для животных с суммарным баллом комплекса 47 и выше, где наблюдается наибольшее совпадение теоретической и фактической кривых. Полученные результаты показывают, что использование такого комплексного подхода является более эффективным для раннего прогнозирования молочной продуктивности по сравнению с оценкой по отдельным признакам.

Проведенное исследование подтверждает, что индивидуальные признаки экстерьера голштинского скота лишь слабо коррелируют с молочной продуктивностью. Тем не менее, удалось разработать и обосновать комплекс из семи линейных признаков (ширина задних долей вымени, длина передних долей вымени, высота прикрепления задних долей вымени, рост, обмускуленность, борозда вымени, длина сосков), значительно повышающий прогностическую ценность оценки экстерьера для раннего прогнозирования удоя. Корреляция удоя с предложенным комплексом была в 1,44 раза выше, чем с любым из исследованных признаков по отдельности. Построенная полиномиальная регрессионная модель с высокой точностью аппроксимации ($R^2 = 0,9538$) открывает новые возможности для более эффективного отбора и селекции высокопродуктивного молочного скота, интегрируя экстерьерные данные в комплексные программы разведения, что позволит формировать стада с максимальным удоем и желаемым экстерьерным типом [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bogdanova O.V., Gart V.V., Efremova O.V., Kulikova S.G. et al. Differences between countries in terms of linear assessment of the conformation of Holstein cattle. Achievements of

Science and Technology in Agro-Industrial Complex. 2024;38(3):64–70. (In Russ.)
<https://doi.org/10.53859/02352451-2023-37-8-59>

2. Bogdanova O.V., Kamaldinov E.V., Kulikova S.G., Garth V.V. et al. Scientific and theoretical substantiation of the system of improving selection and breeding work in dairy cattle breeding in the Novosibirsk region. Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University). 2023;2(67):149–155. (In Russ.) <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2023-67-2-149-155>

3. Dahiya S., Kumar S., Kumar M. Current status of research on linear type traits in Indian cattle and future strategies. Tropical Animal Health and Production. 2020;52:2221–2232. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02302-w>

4. Petrov A.F., Bogdanova O.V., Narozhnykh K.N., Kamaldinov E.V. et al. Clustering of countries based on dairy productivity characteristics of Holstein cattle for breeding material selection. Veterinary World. 2024;17(5):1108–1118. <https://doi.org/www.doi.org/10.14202/vetworld.2024.1108-1118>

РАЗРАБОТКА КОМПОЗИТНОГО СЕЛЕКЦИОННОГО ИНДЕКСА КОНЕЧНОСТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЙЕСОВСКИХ МНОГОМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В.М. Норкина

Новосибирский государственный аграрный университет

Аннотация. *В данной статье рассматривается проблема заболеваний конечностей у молочного скотоводства, являющаяся одной из ведущих причин выбраковки коров. Для решения этой проблемы предложен метод расчета композитного селекционного индекса конечностей, адаптированного к условиям Западной Сибири, с использованием байесовских многомерных моделей и линейной оценки экстерьера. Проанализированы генетические параметры признаков конечностей, разработаны варианты индексов и обоснован их потенциал практического применения.*

Ключевые слова: *молочное скотоводство, голитинская порода, здоровье конечностей, линейная оценка экстерьера, генетические параметры, наследуемость, генетические корреляции, композитный селекционный индекс, MCMCglmm, племенная ценность.*

Современное молочное скотоводство, ориентированное на повышение продуктивности и экономической эффективности, сталкивается с острой проблемой заболеваний конечностей. Эти патологии не только ухудшают благосостояние животных, но и наносят значительный экономический ущерб, являясь одной из ведущих причин выбраковки коров. В России, по различным данным, до 16 % коров выбывает из стада по этой причине, а потери от одного случая хромоты могут достигать 20 тысяч рублей. Длительное направление селекции преимущественно на молочную продуктивность привело к тому, что высокопродуктивные животные стали более чувствительными к нарушениям физиологического равновесия, способствуя распространению полиэтиологических патологий конечностей. Существующие методы оценки экстерьера, такие как линейная оценка, хотя и стандартизированы, содержат элемент субъективизма. Наследуемость многих признаков, связанных со здоровьем конечностей, остается невысокой, что усложняет генетический прогресс. В мировой практике для комплексного улучшения популяций широко используются композитные селекционные индексы, объединяющие информацию о племенной ценности по различным признакам с учетом их экономической значимости и генетических взаимосвязей. Однако универсальные международные индексы не всегда оптимальны для конкретных региональных условий и систем содержания. В связи с этим возникает необходимость разработки методики, позволяющей максимально корректно учитывать генетическую структуру популяции и направлять селекцию на признаки, имеющие реальную экономическую значимость в условиях Западной Сибири. Использование современных байесовских многомерных моделей, таких как MCMCglmm, предоставляет широкие возможности для анализа сложных, взаимосвязанных признаков с различным типом распределения, интегрируя информацию о родословной и обеспечивая более точную оценку генетических параметров.

Цель исследования заключалась в разработке метода расчета композитного селекционного индекса конечностей, адаптированного к производственным условиям молочного скотоводства Западной Сибири, на основе линейной оценки экстерьера и племенной ценности животных, полученной с использованием байесовских многомерных моделей. Для достижения этой цели были проанализированы описательные статистики линейных признаков экстерьера конечностей, оценены их генетические параметры (наследуемость, генетические и фенотипические корреляции), разработаны и сравнены

различные варианты композитных селекционных индексов здоровья конечностей, а также обоснован потенциал их практического применения.

Исследование проводилось на данных по 326 коровам голштинской породы, содержащимся в условиях сельскохозяйственного предприятия АО «Урюмское» Новосибирской области. Исходные данные о линейной оценке экстерьера (Угол копыта — УК, Постановка задних конечностей (вид сбоку) — КЗСБ, Постановка задних конечностей (вид сзади) — ЗКСЗ, Общая оценка конечностей — К, Скакательный сустав (вид сзади) — ССВЗ, Рост Р) — были получены из информационно-аналитической системы ИАС «Селэкс». Подготовка данных включала проверку полноты информации и формирование файла родословной для корректного расчета матрицы родственных связей. Статистический анализ и расчет индексов выполнялись с использованием языка программирования R. Для оценки генетических параметров и племенной ценности (Estimated Breeding Value, EBV) применялась многомерная смешанная модель по типу «модели животного» байесовским методом с помощью пакета MCMCglmm. Модель учитывала фиксированные эффекты (номер лактации) и случайные аддитивные генетические эффекты. Было рассчитано четыре варианта композитных селекционных индексов: два основаны на структуре американского FLC индекса (с использованием исходных и стандартизированных фенотипических оценок), и два на полученных EBV из MCMCglmm с гипотетическими экономическими и экспертными весовыми коэффициентами. Сравнительный анализ индексов включал расчет описательных статистик, коэффициентов корреляции (Пирсона и Спирмена), оценку совпадения топ-10% лучших животных и расчет ожидаемого генетического прогресса по целевым признакам.

Описательный анализ показал, что средние и медианные значения большинства линейных признаков экстерьера в исследуемой популяции близки к оптимальным согласно отечественной методике. Признаки Рост ($CV=42,60\%$), Угол копыта ($CV=14,78\%$), Постановка задних конечностей (вид сбоку) ($CV=11,66\%$) и Скакательный сустав (вид сзади) ($CV=11,91\%$) демонстрировали умеренную фенотипическую изменчивость. Однако Постановка задних конечностей (вид сзади) ($CV=8,34\%$) и Общая оценка конечностей ($CV=1,93\%$) характеризовались низкой вариабельностью, что может ограничивать потенциал селекции по ним в данной популяции. Тест Шапиро-Уилка показал, что распределения всех признаков значимо отличаются от нормального.

Оценки наследуемости, полученные с помощью MCMCglmm, показали умеренный генетический вклад в изменчивость признаков: Постановка задних конечностей (вид сзади) ($h^2 = 0,344$), Угол копыта ($h^2 = 0,248$), Постановка задних конечностей (вид сбоку) ($h^2 = 0,241$), Скакательный сустав (вид сзади) ($h^2 = 0,216$) и Общая оценка конечностей ($h^2 = 0,185$). Эти значения в целом согласуются с мировыми данными, подтверждая наличие аддитивной генетической изменчивости и потенциал для селекции. Анализ генетических корреляций выявил умеренную положительную связь между углом копыта и постановкой задних конечностей (вид сзади) ($r_G = 0,290$) и умеренную отрицательную связь между постановкой задних конечностей (вид сбоку) и (вид сзади) ($r_G = -0,275$). Эти взаимосвязи важны для прогнозирования сопряженных изменений при селекции. Фенотипические корреляции были в основном слабее генетических.

Сравнительный анализ разработанных селекционных индексов показал, что выбор метода их построения и используемых весовых коэффициентов существенно влияет на ранжирование животных. Индексы, построенные на основе EBV из MCMCglmm (FLS Индекс MCMC Economic и FLS Индекс MCMC_Expert), демонстрировали очень высокую взаимную корреляцию ($r = 0,988$) и отбирали схожий пул лучших животных (87,5% совпадения в топ-10%). Это подтверждает их эффективность в ранжировании животных по генетической ценности, так как EBV очищены от средовых влияний и учитывают генетическую структуру популяции. В то же время, корреляции между индексами FLC-типа и индексами MCMC-типа были низкими (от 0,176 до 0,289), а совпадение лучших животных невысоким (от 12,5% до 25,0%). Это указывает на принципиальные различия в отборе между

индексами, использующими только фенотипические значения, и индексами, основанными на племенной ценности.

Ожидаемая точность индексов на основе EBV составила приблизительно 0,49. Индекс с гипотетическими Экономическими весами (FLS_Индекс_MСМС_Economic) показал значительно более высокий ожидаемый генетический прогресс по совокупной цели селекции ($dH = 1,2333$) по сравнению с экспертным индексом ($dH = 0,6820$), что подчеркивает важность корректного экономического обоснования весов. Однако, при этом для обоих МСМС-индексов был прогнозирован нежелательный отрицательный генетический прогресс по признаку Постановка задних конечностей (вид сзади) (ЗКСЗ) и небольшой положительный прогресс по КЗСБ и ССВЗ, что может привести к ухудшению оптимальности этих признаков. Данный аспект требует дальнейшей корректировки весовых коэффициентов и более глубокого анализа генетических корреляций с учетом желаемого направления селекции для каждого признака. Тем не менее, разработанный подход на основе МСМСglimm предоставляет гибкий и мощный инструмент для генетического улучшения, позволяющий учитывать специфику популяции и экономические реалии региона.

Результаты исследования подтверждают умеренную наследуемость большинства ключевых признаков экстерьера конечностей у голштинских коров, что открывает возможности для эффективной селекции. Разработанный метод построения композитного селекционного индекса на основе оценок племенной ценности, полученных с использованием байесовских многомерных моделей, позволяет учитывать генетическую структуру популяции и обеспечивать более точный отбор. Адаптация весовых коэффициентов в индексе к конкретным экономическим и производственным условиям Западной Сибири позволит максимально эффективно направлять селекцию на улучшение здоровья конечностей, повышая продуктивное долголетие и общую рентабельность молочного скотоводства. В дальнейшем необходимо уделить внимание более точному экономическому обоснованию весов, включению в индекс других признаков здоровья и долголетия, а также интеграции геномных данных и объективных методов оценки локомоции для повышения точности и эффективности селекции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богданова, О. В. Различия между странами по признакам линейной оценки экстерьера крупного рогатого скота голштинской породы / О. В. Богданова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2023. – Т. 37, № 8. – С. 59–64.
2. Нарожных, К. Н. Prediction of Milk Productivity Based on Conformation Traits in Cows / К. Н. Нарожных [и др.] // International Journal of Chemical and Biochemical Sciences. – 2023. – Vol. 24, № 6. – P. 521–529.
3. Hadfield, J. D. MCMC methods for multi-response generalised linear mixed models: The MCMCglimm R Package / J. D. Hadfield // Journal of Statistical Software. – 2010. – Vol. 33, № 2. – P. 1–22.
4. Holstein Association USA, Inc. Linear Type Evaluations [Электронный ресурс]. – 2020. – URL: http://www.holsteinusa.com/genetic_evaluations/ss_tpi_formula.html (дата обращения: 12.02.2025).

СОДЕРЖАНИЕ

В.А. Маргатская, А.А. Астафьев, И.С. Казакова. АНАЛИЗ ДАННЫХ СЕНСОРОВ (ТЕМПЕРАТУРЫ, АКТИВНОСТИ, ЖВАЧКИ) С ПОМОЩЬЮ ИИ ДЛЯ РАННЕГО ВЫЯВЛЕНИЯ ОТКЛОНЕНИЙ В СОДЕРЖАНИИ ЖИВОТНЫХ.....	3
А.Н. Скворцова. БИОТЕХНОЛОГИЯ В ВОСПРОИЗВОДСТВЕ И СЕЛЕКЦИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА.....	6
О.В. Чигирь. ГЕНЕТИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ ОРГАНИЗМОВ: РИСКИ И ПРЕИМУЩЕСТВА.....	9
А.П. Гуляева. ЛЕЧЕНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ СУХОЖИЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК У ЛОШАДЕЙ.....	11
А.А. Астафьев. ЛИНЕЙНАЯ ОЦЕНКА ЭКСТЕРЬЕРА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА - СОВРЕМЕННЫЙ ИНСТРУМЕНТ СЕЛЕКЦИИ В МОЛОЧНО-МЯСНОМ СКОТОВОДСТВЕ.....	13
П.А. Фомичева. ОПУХОЛИ СЕМЕННИКОВ КОБЕЛЕЙ.....	16
А.С. Курилова. ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ.....	19
А.С. Ковальская. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ ВИРУСЕ ЛЕЙКОЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА.....	22
И.А. Афанасьева. ПРОБЛЕМА ИЗУЧЕНИЯ БЛАГОПОЛУЧИЯ СВИНЕЙ В МИРОВОЙ И ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НАУКЕ.....	25
М.П. Меркушкина. ПОЛИНОМИАЛЬНАЯ СОПРЯЖЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРИЗНАКОВ ЛИНЕЙНОЙ ОЦЕНКИ ЭКСТЕРЬЕРА И УДОЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНОГО ГОЛШТИНСКОГО СКОТА.....	28
В.М. Норкина. РАЗРАБОТКА КОМПОЗИТНОГО СЕЛЕКЦИОННОГО ИНДЕКСА КОНЕЧНОСТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЙЕСОВСКИХ МНОГОМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	31

Научное издание

БИОИНФОРМАТИКА И БИОТЕХНОЛОГИЯ: ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

сборник тезисов студенческой научно-практической конференции,
посвященной 90-летию Новосибирского ГАУ.

г. Новосибирск, 30 мая 2025 г.

Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов

Гарнитура Times New Roman, Формат 60×84 1/8
Уч.-изд. л. 192,1. Усл.п.л. 294,6

Издательский центр «Золотой колос»
Новосибирского государственного аграрного университета
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 106.
Тел. (383) 267-09-10, e-mail: 2134539@mail.ru