

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу КОНОВАЛОВОЙ Татьяны Валерьевны на тему: «Изменчивость, сопряженность и наследственная обусловленность содержания тяжелых металлов в органах и тканях у крупного рогатого скота в условиях Западной Сибири», представленную к защите в диссертационный совет 35.2.025.03, созданного при ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологии» на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных

**Актуальность темы диссертационного исследования.** Антропогенная нагрузка на биосферу экотоксикантами наиболее сильно отражается на организме человека и животных в местах с высокой концентрацией промышленности. К таковым относится и Западная Сибирь – крупный географический и экономический регион Российской Федерации .

Экотоксиканты, а также «тяжёлые» эссенциальные микроэлементы (последние имеют тонкую грань между пользой и ядом), которые, попадая с водой и кормом в организм и депонируясь в нём, оказывают многогранное и разностороннее влияние на физиолого-биохимические процессы: вызывают интоксикацию, отражаются на неспецифической резистентности и иммунологических реакциях, способствуют росту заболеваемости, снижают продуктивность и фертильность животных.

Успех сопротивления прессингу токсических металлов, т.е. эффективность адаптивных возможностей организма зависит от: факторов среды (температура, минерализация, наличие гуминовых кислот, pH); питания (доза токсиканта, экспозиция воздействия, конкуренция элементов, полноценность рациона); биологических факторов (интенсивность метаболизма, активность антиоксидантной системы, эффективность выделительной системы, синтез специфических металлопротеинов, возраст) и, наконец от генетических особенностей организма – наличия защитных генов (ферменты детоксикации и экспрессия генов, отвечающих за синтез транспортных белков).

Представленная на защиту диссертационная работа Т.В. Коноваловой посвящена одной из актуальных проблем селекции сельскохозяйственных животных, физиологии, биохимии и экологии, а именно — изучению закономерностей мине-

рального обмена и тканеспецифичной аккумуляции эссенциальных и токсичных элементов в организме крупного рогатого скота. Микроэлементный статус животного представляет собой интегрально-интерьерную характеристику, определяющую интенсивность обменных процессов, естественную резистентность, иммунологическую реактивность и, в конечном счете, продуктивность и качество получаемой продукции.

Особую значимость теме придает то обстоятельство, что в условиях усиления антропогенной нагрузки на агроэкосистемы тяжелые металлы и эссенциальные микроэлементы следует рассматривать не только с позиций ветеринарной токсикологии, но и в аспекте биологических маркёров адаптивных возможностей организма и барьерно-накопительной функции органов и тканей, которые имеют определенную генетическую детерминацию и могут служить базисом селекционно-племенной работы. Между тем, вопросы наследственной обусловленности депонирования химических элементов, внутриорганные и межорганные корреляции их уровней, а также ассоциации с гематологическими, биохимическими и цитогенетическими показателями у крупного рогатого скота в биогеохимических условиях Западной Сибири до настоящего времени остаются изученными фрагментарно. В связи с этим комплексная оценка и разработка малоинвазивных и неинвазивных методов прижизненной оценки аккумуляции тяжелых металлов, пригодных для массового скрининга племенного поголовья, оценки генотипа производителей и экологического мониторинга, является своевременной, практически востребованной и, безусловно, актуальной.

Целью исследования представленной на защиту диссертации является «изучение фенофона крупного рогатого скота черно-пестрой породы по уровню содержания и изменчивости тяжелых металлов в органах и тканях животных, описание их корреляции с некоторыми биохимическими, гематологическими и цитогенетическими показателями, оценка наследственной обусловленности аккумуляции меди в органах и мышечной ткани, а также определение

межпородных различий уровня меди и перспективы использования полученных данных в селекционной работе».

**Научная новизна исследований.** Новизна представленной на защиту работы, касающейся изменчивости, сопряжённости и наследственной обусловленности содержания тяжелых металлов в органах и тканях у крупного рогатого скота, обусловлена комплексной характеристикой фенофона крупного рогатого скота по содержанию экотоксикантов (Pb, Cd) и эссенциальных микроэлементов (Fe, Cu, Zn, Mn) в мышечной ткани, печени, почках, селезёнке, сердце, лёгких и шерсти. Установлены закономерности тканеспецифического распределения и избирательности аккумуляции элементов, включая принципиально важный факт изменения корреляции между уровнями одних и тех же металлов не только по силе, но и направлению. Экспериментально доказано влияние генотипа быков-производителей и породной принадлежности на депонирование меди в печени, почках и мышечной ткани потомства. Показана сопряженность накопления кадмия и меди в паренхиматозных органах с частотой соматической хромосомной нестабильности, что расширяет представления о генетически обусловленном генотоксическом действии поллютантов. Подчёркиваю, что все изложенное характеризуется одним важным и ёмким словом – *«впервые»*.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Что касается теоретической и практической значимости работы, то помимо расширения знаний в области проводимых исследований, можно подчеркнуть, что соискатель:

- установил влияние генотипа быков-производителей на устойчивость и восприимчивость потомства к содержанию меди в органах и мышечной ткани (можно использовать в селекционных программах);
- показал вариативность содержания меди в мышечной ткани животных разных пород крупного рогатого скота;
- выявил разные по величине и направлению связи между уровнем тяжелых металлов в органах и тканях с показателями соматической хромосомной

нестабильности (что позволяет оценить их влияние на цитогенетический статус животных);

– запатентовал три способа прижизненной малоинвазивной диагностики уровня таких токсических элементов как свинец и кадмий.

Диссертантом изучены уровни свинца, кадмия, железа, меди, марганца и цинка в органах и тканях крупного рогатого скота, которые в качестве референсных значений могут быть использованы для экологического мониторинга популяции, а также включены в оценку фенофона породы, оценки интерьера и здоровья животных по минеральному статусу. Кроме того, полученные результаты (значения гематологических, биохимических, физико-химических и цитогенетических показателей) могут быть использованы для комплексной оценки интерьера сельскохозяйственных животных и в качестве дополнительной характеристики быков-производителей по устойчивости и восприимчивости потомства к накоплению тяжелых металлов.

Высокий уровень исследований и практическая значимость, частью которых является представленная диссертация, объективно подтверждены присуждением коллективу авторов, в составе которых Т.В. Коновалова, Государственной премии Новосибирской области в сфере науки и техники (2021) — «За разработку и практическую реализацию селекционно-генетических и биотехнологических методов создания и совершенствования новых пород, типов сельскохозяйственных животных Сибири, оценки их генофона с целью импортозамещения в племенном животноводстве и получения экологически безопасных продуктов питания».

Считаю необходимым отметить, что результаты научных исследований достойны быть рекомендованными для использования в учебном процессе по следующим курсам: «Разведение сельскохозяйственных животных», «Генетика», «Экология», «Частное животноводство» и «Биохимия».

**Соответствие диссертации и автореферата общим требованиям Положения о присуждении ученых степеней.** Диссертация является целостной завершённой научно-классификационной работой, соответствующей паспорту научной

специальности 4.2.5 – Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных. Научные направления соответствует пунктам 3,4,6 и 8, а именно:

пункт 3. Изучение молекулярно-генетических механизмов, определяющих биологические и хозяйственно-полезные качества животных, включая продуктивность и резистентность животных к заболеваниям;

пункт 4. Совершенствование методов селекции животных на основе использования генетических, геномных, постгеномных технологий и оценки селекционных генетических параметров (изменчивость, наследуемость, повторяемость, сопряженность признаков);

пункт 6. Изучение биоразнообразия, разработка систем сохранения и рационального использования генофонда локальных и исчезающих пород и популяций сельскохозяйственных животных и родственных им диких видов животных;

пункт 8. Оценка результативности племенной работы и отдельных ее аспектов при моделировании вариантов селекционных программ на различных уровнях управления (стадо, регион, порода, популяция).

**Методология и методы исследования.** Констатируя содержание данного раздела отзыва, хотелось бы отметить и считаю необходимым подчеркнуть, что для выполнения диссертационной работы соискателем был использован комплекс методов и образцов современного оборудования. Так, для комплексной оценки фенофона крупного рогатого скота молочного направления использованы клинико-гематологические показатели крови (скорость оседания и количество эритроцитов, лейкограмма и количество лейкоцитов).

Для контроля состояния биохимического статуса организма использовали показатели крови, отражающие кислородную ёмкость, азотистый и углеводно-жировой обмены, а также интерьерные маркеры, характеризующие состояние здоровья, баланс анаболических и катаболических процессов – активность ферментных систем. В перечень исследуемых показателей входили концентрация гемоглобина, общий белок и его фракции, мочевины, АлАТ, АсАТ, общий и прямой билирубин, холестерол, глюкоза, лактатдегидрогеназа, кислая и щелочная фосфатаза, гамма-глутамилтранспептидаза. Использованы физико-

химические, цитогенетические, селекционно-генетические, агрохимические и статистические методы исследований.

Точный метод количественного анализа кадмия и свинца, анализ макро- и микроэлементного состава проводили методами атомно-абсорбционной спектрометрии (ААС) и атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-AES) на оборудовании SOLAAR M6 и iCAP 6500. Биохимический анализ сыворотки крови – на автоматическом анализаторе Photometer 5010.

Перечисленные методические подходы подробно расписаны в разделе рукописи МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ, при ознакомлении с которым видно, что диссертант использовал стандартные, но современные методы. Применение специализированного оборудования и методов компьютерного анализа обеспечило высокую достоверность и научную значимость полученных автором данных. Работа выполнена методически правильно с использованием репрезентативной выборки животных. Выполнено более 2000 анализов. Полученные данные обработаны статистически, что исключает сомнения в их достоверности.

**Основные положения, выносимые на защиту.** Что касается основных положений, выносимых на защиту. Прежде всего импонирует их формулировка в виде кратких выводов, а не пространных рассуждений на заданную тему. Представленные положения, на мой взгляд, целиком отражают сущность выполненной работы, и уже только по ним можно получить достаточно полное представление о проведенных исследованиях.

**Краткий анализ диссертационной работы.** Представленная работа, объемом 201 страница компьютерного набора, изложена на русском языке, имеет общепринятое оформление, написана стандартным научным стилем. Диссертация иллюстрирована 8 рисунками и 47 таблицами. Из 375 источников используемой литературы 133 выполнены латиницей.

В рукописи выделены разделы: введение, основная часть, куда входят обзор литературы, материалы и методы исследований, результаты собственных исследо-

ваний и их обсуждение, а также заключение, практические предложения и перспективы дальнейшей разработки темы.

В процентном отношении из общего объёма рукописи на введение у соискателя ушло 5% текста, обзор литературы – 18%, методическая часть 4%, собственные исследования – 40 %, обсуждение результатов исследования – 4%, и заключение 3% текста, остальное – список используемой литературы, что вполне соответствует принятым нормативам.

Во ВВЕДЕНИИ соискатель обосновал актуальность и необходимость проведения исследований, отразил степень разработанности темы, сформулировал стратегию (цель) и тактику проведения работы в виде 6 задач. Их разрешение позволили автору полностью выполнить намеченный фронт работ и досконально раскрыть сущность исследований, которые имеют новизну, теоретическую и практическую значимость и изложить их в положениях, выносимых на защиту.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ стандартный по объёму. В нём представлен комплексный анализ отечественных и зарубежных публикаций по теме исследования. Я, как оппонент, получил большое удовлетворение при ознакомлении с ним. Хочу отметить, что редко встречается столь обстоятельный обзор, затрагивающий все аспекты проведённых соискателем исследований.

В этом разделе диссертант излагает современное положение вещей по данной проблеме, из которых ясна необходимость в проведении исследований в по данной проблеме.

В разделе МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ детально обосновывается инструментарий исследования, изложены методические подходы и приведены применяемые оборудование и реактивы. Их перечень адекватен для успешной реализации и решения поставленных цели и задач.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ отражены в 6 разделах, три из которых имеют подразделы. Этот фрагмент диссертации традиционно наиболее объёмный. В нём изложены биогеохимическая характеристика территории разведения крупного рогатого скота, фенотипическая изменчивость содержания изу-

ченных тяжёлых металлов в органах и тканях животных, а также клиничко-биохимические показатели крови, генетико-селекционные факторы, определяющие аккумуляцию меди, связь хромосомной частоты нестабильности с уровнем тяжёлых металлов и биотехнологические подходы их прижизненной диагностики. Материал, изложенный в разделе, полностью отражает решение поставленных соискателем задач. Он проиллюстрирован в 47 таблицах и 7 рисунках, которые конкретны и не перегружены излишней информацией.

В относительно кратком, но ёмком разделе ОБСУЖДЕНИЕ автор использовал литературные ссылки на отечественных и зарубежных авторов, исследования которых в целом согласуются с его материалами, подтверждают их и не противоречат сделанным соискателем выводам.

**Соответствие содержания автореферата диссертации, уровень отражения полученных результатов в печати.** Представленная на защиту работа оформлена грамотно. Автореферат составлен по материалам диссертации, отражает основные её положения и хорошо иллюстрирован. Представленные в нём выводы и практические предложения идентичны таковым в диссертации.

Материалы диссертации в достаточной мере апробированы соискателем на 10 конференциях различного уровня, в том числе зарубежных, и изложены в 29 научных публикациях, 9 из которых опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях (ВАК, МБД), а новизна исследований при этом подтверждена 3 патентами на изобретение. Считаю необходимым отметить, что зрелость соискателя как состоявшегося ученого подтверждена высокими наукометрическими показателями РИНЦ (по данным eLIBRARY.RU на 2026 г.): всего опубликовано 176 работ, цитируемость 2500, индекс Хирша 31. За последние 5 лет опубликовано 55 работ, входящих в ядро РИНЦ.

**Замечания и вопросы, возникшие при рассмотрении диссертации.** В процессе ознакомления с диссертацией и авторефератом (при общей положительной их оценке) у оппонента возникли вопросы, на которые в порядке дискуссии хотелось бы получить разъяснения автора в процессе публичной защиты:

1. Референсные значения содержания элементов установлены на бычках в возрасте 13–14 месяцев, однако границы применимости предложенных нормативов в тексте четко не оговорены. Представляется необходимым прямо указать половозрастные рамки использования референсных интервалов, поскольку лактация, беременность и возраст могут существенно модифицировать минеральный обмен, что ограничивает экстраполяцию данных на взрослое поголовье КРС, и в первую очередь – на коров.

2. В работе не рассматривается возрастная динамика элементного статуса. В частности, имеются ли у Вас данные, позволяющие судить об изменении содержания тяжелых металлов у одних и тех же животных в возрастном аспекте; если нет, то не затрудняет ли отсутствие таких данных возможности сопоставлять полученные в эксперименте на взрослых животных результаты с литературными данными?

3. Незначительное превышение референсных значений гемоглобина и цветного показателя интерпретируется автором как генетически обусловленная адаптивная реакция на климат Западной Сибири. Какими дополнительными данными (например, сравнением с животными той же породы, выращенными в иных природно-климатических зонах) подтверждается адаптивная, а не кормовая или технологическая природа этого сдвига?

4. Часть значений корреляций, положенных в основу выводов (например, связь содержания свинца в селезенке с цветным показателем крови,  $r = 0,417$ ), по принятой в биометрии шкале относятся к слабым и умеренным. Насколько обоснованной Вы считаете физиологическую интерпретацию подобных связей при указанной силе сопряженности, и какова, по Вашей оценке, доля влияния сопутствующих факторов?

5. Ассоциации между накоплением кадмия и меди в паренхиматозных органах и частотой соматической хромосомной нестабильности носят корреляционный характер. Обсуждался ли в диссертации вопрос о причинно-следственной направленности этих связей и учитывался ли индивидуальный спонтанный уровень хромосомной нестабильности при группировке животных?

6. Механизмы межэлементного антагонизма (конкуренция  $\text{Cd}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$  за металлотионеины, связывание на уровне транспортера DMT1) привлекаются для объяснения выявленных корреляций на основе литературных данных. Получено ли в Вашем материале прямое экспериментальное подтверждение этих механизмов, например путем оценки содержания металлсвязывающих белков или активности соответствующих ферментных систем?

7. Волосяной покров использован в работе как ключевой неинвазивный биомаркер, однако волос подвержен экзогенному загрязнению элементами из окружающей среды. Как обеспечивали стандартизацию отбора и пробоподготовки образцов волоса в разных хозяйствах и как оценивали возможный вклад внешнего загрязнения в измеренные концентрации?

8. К техническим недочетам следует отнести недостаточное качество отдельных иллюстраций, в частности схемы исследований и дендрограммы, а также отсутствие единого перечня принятых сокращений (ЛКТ, СХН, АЛТ, АСТ и др.), что затрудняет восприятие отдельных разделов.

В порядке замечаний, можно заметить, что в рукописи изредка встречаются ошибки грамматического и стилистического характера.

Считаю необходимым можно отметить, что поставленные вопросы в большей степени носят дискуссионный, нежели критический характер, приведённые замечания не снижают научно-практической значимости работы, не имеют принципиального значения, не искажают суть работы и не могут негативно отражаться на её положительной оценке в целом.

**Заключение.** Считаю, что представленная к защите диссертационная работа Коноваловой Татьяны Валерьевны на тему «Изменчивость, сопряженность и наследственная обусловленность содержания тяжелых металлов в органах и тканях у крупного рогатого скота в условиях Западной Сибири» является законченной научно-квалификационной работой. По своей актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости полученных результа-

тов, степени обоснованности и достоверности научных положений и выводов она соответствует требованиям, установленным в пунктах 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (с изменениями и дополнениями от 28.08.2017 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, так как данная работа вносит ощутимый вклад в решение важной для животноводческой отрасли проблемы повышения реализации генетического и продуктивного потенциала жвачных животных, а её автор, Коновалова Татьяна Валерьевна заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата биологических наук по специальности 4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных.

Официальный оппонент  
доктор биологических наук (1.5.5.)  
профессор факультета ветеринарной  
медицины ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ  
(гражданин РФ)

Семенютин  
Владимир  
Владимирович

Сведения об оппоненте:  
шифр и наименование научной  
специальности, по которой защищена  
диссертация, 03.03.01 – физиология  
308503, Россия, Белгородская область,  
Белгородский район, пос. Майский,  
ул. Вавилова д.1 тел. (4722) 39-22- 50  
info@belgau.ru

Личную подпись Семенютина В.В. заверяю  
И.о. проректора  
по научной работе и инновациям



Сидоренко  
Артём  
Александрович

Белгород 25. 09. 2026