

УТВЕРЖДАЮ

Директор

ФГБНУ «Поволжский научно-

исследовательский институт

производства и переработки

мясомолочной продукции»,

доктор биологических наук, профессор,

член-корреспондент РАН



Марина Ивановна Сложенкина

«23» октября 2023 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции» на диссертационную работу Шейда Елены Владимировны на тему: «Обмен веществ, микробиом желудочно-кишечного тракта и продуктивность крупного рогатого скота в условиях различной нутриентной обеспеченности», представленную к защите в диссертационный совет 24.1.252.01 при ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем агротехнологий Российской академии наук» на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности: 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства

Актуальность темы.

Физиологические процессы пищеварения и обмена веществ у животных могут значительно изменяться под влиянием кормового фактора, включающего различное сочетание отдельных групп кормов в рационе, их подготовка, отношение и количество отдельных питательных веществ – белков, жиров, углеводов, минеральных компонентов. Обогащение рационов дополнительными компонентами белковой и жировой природы и биологически активными добавками может способствовать повышению эффективности использования корма и увеличению продуктивности животных, и экономии нутриентов.

Объективный анализ современных исследований в области животноводства позволяет создать необходимые условия для разработки принципиально новых технологий кормления с учетом изучения взаимосвязи нутриентного состава с этапами пищеварения, в том числе метагеномного профиля желудочно-кишечного тракта. В связи с этим перспективным направлением в животноводстве является апробация новых источников

энергии и протеина с учетом этапов пищеварения у полигастричных животных. Научной новизной наших исследований явилось изучение таксономического состава микробиома, особенностей функциональной активности пищеварительной системы и течения метаболических процессов в желудочно-кишечном тракте молодняка крупного рогатого скота при включении различных по ингредиентному составу рационов. При планировании исследований поставлена задача детального изучения микробиома желудочно-кишечного тракта на фоне введения кормов с различной расщепляемостью протеина, введения растительных жиров и минеральных добавок.

Цель исследований и личное участие соискателя при выполнении проведенных исследований. Целью исследований, выполненных Еленой Владимировной, являлось изучение особенностей рубцового пищеварения и таксономического состава микрофлоры в условиях изменений качественных особенностей протеина и жира кормов, разработать методы коррекции рубцового пищеварения для регуляции адаптации пищеварительной системы, повышения эффективности использования кормов и увеличения продуктивности крупного рогатого скота. Исследования выполнялись в соответствии с «Программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2009-2020 годы» ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (до 2018 года Всероссийский НИИ мясного скотоводства) (госрегистрация: № 0761-2014-0012, № 0761-2014-0010; № 115040610064; № АААА-А17-117021650038-6; АААА-А18-118042090039-1); «Программой выполнения фундаментальных научных исследований, определяемых президиумом Российской академии наук (соглашение № 075-02-2019-1847)»; тематическим планом НИР на 2021-2023 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2019-0005); тематическим планом выполнения научных исследований при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 20-16-00088; 21-76-10014; 23-16-00061).

Личный вклад соискателя состоит в самостоятельном обосновании необходимости проведения исследований, организации и непосредственном участии в проведении лабораторных, физиологических исследований, научно-хозяйственных опытов, переработке и интерпретации экспериментальных данных.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, приведенных в диссертации, обеспечивается соблюдением методологии исследований, основанной на традиционных и современных зоотехнических, физиологических, биохимических методах, а также достаточной выборкой подопытных животных.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, обоснованы данными, полученными в результате проводимой работы. Подготовка, биометрический анализ и интерпретация полученных результатов проведены с использованием современных методов обработки информации и статистического анализа. Основные положения работы доложены и обсуждены на заседаниях научных сотрудников и специалистов отдела кормления сельскохозяйственных животных имени профессора С.Г. Леушина ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (Оренбург, 2022).

Основные материалы диссертационной работы доложены и получили положительную оценку на конференциях и семинарах различного уровня: Международной научно-практической конференции (Оренбург, 2018); Russian conference on innovations in agricultural and rural development (AGROCON-2019) (Курган, 2019); International Conference on World Technological Trends in Agribusiness, WTTA (Омск, 2020); V International workshop on innovations in agro and food technologies (WIAFT-V-2021) (Волгоград, 2021); Sustainable development of traditional and organic agriculture in the concept of green economy (SDGE 2021) (Смоленск, 2021); 2ND International conference on advances in materials, systems and technologies, CAMSTECH 2021 (Красноярск, 2021); 3-й Международной научно-практической конференции (Москва, 2021); Всероссийской научно-практической конференции (Ижевск, 2021); Всероссийской научно-практической конференции (Оренбург, 2021); Международной научно-практической конференции «От модернизации к опережающему развитию: обеспечение конкурентоспособности и научного лидерства АПК» (Екатеринбург, 2022).

Научная новизна исследований. Впервые проведен комплексный анализ таксономического состава микробиома рубца и кишечника жвачных при изменении состава рациона по полноценности протеинового и жирового питания и построены корреляционные связи между видовым составом микробиома и метаболическими параметрами желудочно-кишечного тракта крупного рогатого скота (свидетельство о регистрации базы данных № 2022620699).

Охарактеризовано таксономическое разнообразие микроорганизмов рубца молодняка крупного рогатого скота в зависимости от состава рациона (свидетельства о регистрации базы данных № 202262068; № 2022620671; № 2022620672; № 2022620708; № 2022620782; № 2022620784; № 20226208324).

В экспериментальных исследованиях определены количественные и качественные показатели чистого панкреатического сока и химуса при включении в рацион крупного рогатого скота различных масел

(подсолнечного, пальмового, соевого, рапсового, льняного) и протеиновых добавок (соевого шрота и подсолнечного жмыха).

Получены новые для науки данные об интенсивности течения метаболических процессов в организме и биодоступности компонентов корма при включении протеиновых и жировых компонентов в рационы молодняка крупного рогатого скота.

Получены новые данные о влиянии различных комбинаций минеральных препаратов с растительными жирами и протеиновыми компонентами.

Впервые разработаны математические модели, позволяющие спрогнозировать работу секреторной функции поджелудочной железы в зависимости от жирно- и аминокислотного состава кормов. Дополнены сведения о влиянии химических элементов на морфологические и биохимические показатели, антиоксидантную и ферментативную активность крови, показаны индексы токсичности минералов, установлено изменение уровня NO-метаболитов. Ценность полученных в работе моделей заключается в возможности оценить влияние ингредиентного состава рациона на функции поджелудочной железы по фазам регуляции, что с высокой вероятностью позволит корректировать работу пищеварительной системы при изменяющемся нутриентном спектре рационов кормления полигастричных животных.

Новизна исследований подтверждена патентами РФ на изобретения № 2711259, № 2744196, № 2751961, № 2751962, № 2766683.

Теоретическая и практическая значимость работы. Изучение таксономического состава микробиома рубца и кишечника жвачных позволило выявить классифицированные и неклассифицированные виды бактерий и установить их связь с физиолого-биохимическими показателями пищеварения (концентрацией летучих жирных кислот, метаболитов азота, переваримостью питательных компонентов корма) и продуктивностью, что позволяет предложить производству дополнительные способы регулирования микробиологических процессов в желудочно-кишечном тракте животного, направленные на повышение эффективности использования корма и увеличение продуктивности.

Разработан способ повышения переваримости питательных компонентов корма в пищеварительном тракте крупного рогатого скота, характеризующийся тем, что бычкам в возрасте 8-9 месяцев вводят в комбикорм ультрадисперсное железо в дозе 2,4 мг на голову в течение 14 дней, что сопровождается повышением эффективности использования корма.

Дополнительное включение в рацион бычков белковой подкормки - подсолнечного жмыха, с включением ультрадисперсного хрома в дозе 200 мг на голову в течение 14 дней сопровождается увеличением активности ферментов поджелудочной железы: амилазы, липазы и кишечных протеаз на 24,8; 56,8 и 7,7 %, что сопровождается повышением интенсивности роста бычков на величину 7-15 %.

Теоретическая значимость работы состоит в разработке рабочих гипотез и последующей их проверкой по проблематике согласованности таксономического состава микрофлоры рубца и кишечника, формирования ферментативной вооруженности в рубце и кишечнике крупного рогатого скота в рамках разворачивания энтерального гомеостаза при введении в рацион различных источников протеина и сырого жира.

Изучение функциональной активности поджелудочной железы расширяет знания о процессах адаптации пищеварительной системы к изменениям в составе рациона.

Ранее установленные факты по снижению содержания целлюлозолитической микрофлоры в рубце при включении в рацион бычков незащищенного жира с возможным частичным перераспределением расщепления структурных углеводов на толстый отдел кишечника подтверждены экспериментальным материалом: в толстом кишечнике при таких условиях имеет место увеличение численности *Lachnospiraceae* на 11-13 %, участвующих в разложении клетчатки, что сопряжено с ростом численности *Bifidobacteriales* в толстом отделе кишечника.

В работе теоретически обосновано и подтверждено использование отдельных микроэлементов как дополнительного инструмента мобилизации эндогенных пищеварительных энзимов и метагенома желудочно-кишечного тракта в целях повышения доступности для обмена энергии кормов. По итогам исследований разработаны математические модели, позволяющие спрогнозировать работу секреторной функции поджелудочной железы в зависимости от ингредиентного состава рациона и создать условия для разработки моделей неинвазивной оценки пищеварения жвачных животных.

Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа Шейда Елены Владимировны структурно состоит из введения, обзора литературы, главы с описанием материалов и методов исследований, глав собственных исследований, обсуждения полученных результатов, заключения, предложений производству, перспектив дальнейшей разработки тематики. Содержит 183 таблицы, 85 рисунков и 10 приложений. Список литературы включает 364 источников, в том числе 311 зарубежных. Квалифицированно проведенная систематизация

библиографического материала позволила соискателю на высоком уровне отразить актуальность и изученность проблемы.

Каждая глава собственных исследований включает результаты *in vitro* экспериментов по изучению влияния различных кормовых добавок на таксономический состав микробиома рубца и течение метаболических процессов в нем. Автором установлено, что использование в питании крупного рогатого скота соевого шрота и подсолнечного жмыха сопровождается повышением численности в рубце представителей микробного филума *Verrucomicrobia* на 12 – 13 % ($p \leq 0,01$) и *Firmicutes* на 2 – 3 %, и снижением количества *Bacteroidetes* на 2 – 4 %, с последующим снижением переваримости в рубце сырой клетчатки и повышением концентрации ацетата и бутирата в рубцовом содержимом на 62,7 – 67,7 % ($p \leq 0,01$) и 67,7 – 68,9 % ($p \leq 0,01$), уровня общего азота на 1,5 – 2,0 % и белкового азота на 3,7 – 4,8 %, соответственно. При этом в целом переваримость питательных веществ повышается по сухому веществу на 1,4 – 2,7 % с увеличением эффективности трансформации обменной энергии в продукцию и повышением интенсивности роста животных на 2,5 – 5,9 %.

Автором установлено, что увеличение в рационе крупного рогатого скота содержания сырого жира до 5,0 – 6,9 %, через дополнительное введение растительных масел (соевое, подсолнечное), сопровождается деформацией таксономического состава микробиома рубца, что сопряжено с повышением количества микроорганизмов, принадлежащих к классам *Spirochaetia* в 4 – 5 раз, *Actinobacteria* в 1,3 раз, *Mollicutes* в 2,2 раз, *Lentisphaeria* в 2,1 раз, *Elusimicrobia* в 17 раз и снижением численности *Streptococcus bovis*, продуцирующих лактат. При добавлении соевого масла отмечено нарастание в рубцовом содержимом домена архей, в частности *Methanomassiliicoccales*, концентрация которых повышается на 97 %. При этом в рубцовом содержимом увеличивается концентрация уксусной на 46,8 – 51,5 % ($p \leq 0,01$) и масляной кислот на 55,6 – 60,5 % ($p \leq 0,01$), увеличивается переваримость питательных веществ, что в конечном итоге приводит к повышению интенсивности роста животных до 6,0 %.

Повышение в рационе бычков содержания сырого жира до 5,0 – 6,9 % путем введения растительных масел, повышало в кишечной микробиоте численность *Ruminococcaceae*, несущих гены целлюлазы и эндо-1,4-бета-ксилаказы, снижается на 25 – 29 %. При этом имеет место спад амилолитической активности сока поджелудочной железы на 41,1 – 50,7 %, что тесно коррелирует с переваримостью сырой клетчатки. Однако, в целом, включение растительных масел в небольшом количестве сопровождается ростом переваримости сырого жира рациона на 5,5 – 6,9 %, сухого вещества

на 2,7 – 3,8 %, сырого протеина на 1,3 – 2,0 %, что сопряжено с увеличением интенсивности роста живой массы бычков на 2,8 – 3,4 % и повышение рентабельности производства говядины до 3,3 %. Включение в рацион бычков растительных жиров сопровождается стимуляцией функционирования поджелудочной железы с увеличением синтеза фермента липазы в 5 – 6 раз при использовании подсолнечного масла и в 22 раза при использовании соевого масла, что способствует повышению переваримости сырого жира на 2,8 – 3,3 %.

Автором доказана эффективность использования минеральных добавок в рационах молодняка крупного рогатого скота на откорме - хрома (200 мкг/кг) и железа (1,4 мг/кг). Использование минеральных препаратов обеспечивает увеличение переваримости сухого вещества на 2,7 – 5,5 % и благоприятные условия для наращивания биомассы простейших на 55,0 – 70,0 % ($p \leq 0,01$), что сопровождалось увеличением живой массы бычков на 1,1 – 1,6 % и отложением в мясе протеина на 2,34 – 2,56 % и жира на 0,26 – 0,33 %.

Установлено, что совместное скормливание молодняку крупного рогатого скота белковой подкормки (соевый шрот, подсолнечный жмых) и препарата УДЧ оксида хрома (III) сопровождается активизацией синтеза общего и белкового азота в рубцовом содержимом на 1,5 – 4,8 % и общего уровня летучих жирных кислот в 2,5 – 3,0 раза при увеличении переваримости СВ в рубце на 3,2 – 6,4 %, а также повышению переваримости сухого вещества на 1,4 – 1,7 %, сырого протеина на 2,0 – 2,5 %, сырого жира на 2,5 – 2,9 %, сырой клетчатки на 1,4 – 1,9 % и увеличению интенсивности роста бычков на 2,1 – 2,7 %. При использовании в кормлении жировых компонентов и УДЧ оксида хрома (III) доминирующими филумами оказались *Bacteroidetes*, их количество в контроле составило 51 %, а в опытных группах на 4 – 11 % выше, и *Firmicutes*. При этом отмечается увеличение переваримости сухого вещества на 2,2 – 3,5 %, сырого протеина на 1,2 – 1,5 %, сырого жира на 3,2 – 4,0 % и БЭВ на 2,4 – 2,8 % на фоне роста уровня рентабельности производства говядины на 2,7 – 3,8 %.

Включение УДЧ оксида хрома (III) в рационе сопровождается смещением процессов ферментации в рубце в сторону активизации синтеза ацетата и бутирата на 73,7 и 76,2 % ($p \leq 0,01$) при скормливания соевого масла и на 68,8 и 74,4 % подсолнечного масла. Концентрация капроновой кислоты в рубце при совместном использовании жиров и УДЧ увеличивалась на 43,1 – 44,3 % ($p \leq 0,01$). Уровень азотистых фракций в рубцовой жидкости при дополнительном введении ультрадисперсных частиц оксида хрома на фоне использования в рационе жиров повышался, концентрация общего азота на 2,4 – 3,1 %, белкового азота на 2,8 – 5,1 %. Дополнительное включение препарата

УДЧ оксида хрома (III) с уровнем белка в рационе 12,0 – 13,0 %, стимулирует секрецию сока поджелудочной железы на 12,3 – 26,3 %, при росте активности амилазы панкреатического сока на 4,4 – 12,4 %, кишечных протеаз на 16,6 – 33,3 %, липазы на 62,3 – 88,7 %. Дополнительное включение растительных жиров в комплексе с УДЧ оксида хрома (III) в рацион бычков увеличивало уровень секреции панкреатического сока на 10,4 – 41,5 % и активности в нем пищеварительных ферментов: липазы на 70,8 – 87 % и кишечных протеаз на 22,9 – 47,8 %.

Дополнительное включение в рацион УДЧ железа в дозировке 1,4 мг/кг СВ рациона, сопровождается увеличением в рубцовом содержимом численности представителей филума *Bacteroidetes* на 6,9 %, на фоне снижения численности *Firmicutes*, *Proteobacteria*, *Verrucomicrobia* на 4,1; 1,9 и 1,2 % и повышения интенсивности метаболических процессов в рубце. При этом имеет место увеличение концентрации уксусной кислоты на 78,3 % при использовании в качестве дополнительной подкормки подсолнечного жмыха и на 76,2 % – соевого шрота. Уровень масляной и капроновой кислот повышался на 24,4 и 22,5 %; на 64,4 и 62,4 %, соответственно. Уровень общего и белкового азота в рубце животных увеличился на 3,3 – 3,1 % и 6,6 – 5,4 %, соответственно. На этом фоне повышение переваримости в кишечнике сырого протеина составляло 2,0 – 2,1 %, сырого жира на 2,4 – 3,2 %.

Сочетанное скармливание растительных масел и препарата УДЧ железа оказывает непосредственное влияние на рубцовое пищеварение, способствуя увеличению концентрации в рубце ацетата на 80 – 82 %, бутирата на 70 – 72 % и капроновой кислоты на 67 – 68 %. При этом уровень панкреатической секреции возрастал на 56 – 59,8 % с селективным изменением активности пищеварительных ферментов поджелудочной железы. В частности, при использовании добавки подсолнечного масла и препарата УДЧ железа активность липазы и кишечных протеаз возрастает на 10,8 и 14,3 %, соевого масла на 57,0 и 27,8 %, соответственно. Следует отметить, что при снижении активности амилазы и повышении активности липазы в панкреатическом соке, данные показатели в сыворотке крови имели обратную тенденцию, уровень липазы снижался на 65,3 – 71,1 %, а α -амилазы повышался на 63,6 – 33,7 %.

Глава «Обсуждение результатов» написана грамотно с компетентным обоснованием результатов исследований. Соискатель умело сопоставляет свои собственные экспериментальные исследования с материалами других научных работ по данной проблеме.

В конце диссертации приведено заключение и предложения производству, обоснованное по содержанию диссертационной работы.

Работа Шейда Елены Владимировны сделана на очень высоком методическом уровне, диссертация имеет законченный вид, текст написан доступным не теряющим научность языком. К диссертационной работе имеются некоторые замечания и вопросы:

1 Кратко обоснуйте новизну Ваших исследований?

2 Какие кормовые добавки будете рекомендовать к применению на производстве?

3 Почему в своей работе Вы используете именно ультрадисперсные формы минеральных веществ?

4 Встречаются опечатки, неудачные выражения, есть незначительные замечания к оформлению табличных данных.

Однако отмеченные недостатки и неточности в целом не снижают качество выполненной работы.

Соответствие содержания автореферата диссертации, уровень отражения полученных результатов в печати

В автореферате в должной мере освещены все основные научные положения диссертационной работы. По теме диссертации опубликована 61 научная работа, в том числе 3 монографии, 15 статей в изданиях, индексируемых в базах Web of Science и Scopus; 24 – в периодических изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации основных результатов диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук по группе научной специальности 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства. Новизна исследований подтверждена 6 патентами РФ на изобретения, 13 свидетельствами на базы данных

Полученные Е.В. Шейда результаты исследований позволяют рекомендовать их для использования в животноводстве и кормопроизводстве, а также в учебном процессе средних и высших учебных заведений при изучении курса «Технология производства и переработка сельскохозяйственной продукции, «Кормление сельскохозяйственных животных», «Технология производства комбикормов».

Заключение.

Диссертационная работа Шейда Елены Владимировны по теме: «Обмен веществ, микробиом желудочно-кишечного тракта и продуктивность крупного рогатого скота в условиях различной нутриентной обеспеченности» является завершенной научной работой, выполненной на современном научном и методическом уровне, актуальна для современного животноводства и имеет важное значение в области сельского хозяйства и для биологических наук и полностью соответствует критериям, установленным п. 9 «Положения

о присуждении ученых степеней» (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.), предъявляемых к докторским диссертациям, а ее автор, Шейда Елена Владимировна, достойна присуждения ученой степени доктора биологических наук по специальности: 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства.

Диссертация и автореферат рассмотрены на заседании отдела производства продукции животноводства Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции», протокол №5, от 20 октября 2022 г.

Заведующий отделом производства
продукции животноводства
ГНУ НИИММП,
кандидат биологических наук



Балышев
Андрей Владимирович

Контактные данные

Адрес: 400131, Россия, г. Волгоград,
улица имени Маршала Рокоссовского, дом 6.
Телефон: 8 (8442)39-10-48; 39-11-01; 37-38-09
E-mail: niimmp@mail.ru

