

На правах рукописи

КРУПИН ЕВГЕНИЙ ОЛЕГОВИЧ

**ПРОФИЛАКТИКА НАРУШЕНИЙ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ У ДОЙНЫХ
КОРОВ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ КОРМЛЕНИЯ И
НЕСТАБИЛЬНОСТИ КЛИМАТА**

06.02.01 – диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и
морфология животных

06.02.05 – ветеринарная санитария, экология, зоогигиена и ветеринарно-
санитарная экспертиза

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора ветеринарных наук

Казань – 2021

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана» и Татарском научно-исследовательском институте сельского хозяйства – обособленном структурном подразделении Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук».

Научные консультанты:	<p>Зухрабов Мирзабек Гашимович – доктор ветеринарных наук, профессор</p> <p>Шакиров Шамиль Касымович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор</p>
Официальные оппоненты:	<p>Гертман Александр Михайлович – доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий кафедрой незаразных болезней имени профессора Кабыша А.А. Института ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет»</p> <p>Калюжный Иван Исаевич – доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры «Болезни животных и ветеринарно-санитарная экспертиза» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»</p> <p>Коломиец Сергей Николаевич – доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры болезней мелких домашних, лабораторных и экзотических животных ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»</p>
Ведущая организация:	<p>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук»</p>

Защита состоится «23» июня 2022 года в 13:00 часов на заседании диссертационного совета Д 220.034.01 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана» по адресу: 420029, г. Казань, Сибирский тракт, 35.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана» и на сайте <https://kazanveterinary.ru>

Автореферат разослан «___» _____ 2022 года, размещен на сайтах: <https://kazanveterinary.ru> и <https://vak.minobrnauki.gov.ru>

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор биологических наук, профессор

Асия Мазетдиновна Ежкова

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Животноводство является глобальным ресурсом развития индустриального общества: обеспечивает население продуктами питания, одеждой, источниками топлива, а отходы жизнедеятельности животных выступают в качестве удобрения (Садриддинов Н.Т., Муллоев Х.А., 2019; Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T. et al., 2006).

Глобальной проблемой является изменение климата. Оно отрицательно сказывается на продуктивных животных в целом и на дойных коровах в частности. Ключевую роль отводят воздействиям температуры окружающей среды и относительной влажности воздуха, как на качество кормовой базы, так и на самих животных (West J.W., 2003). Влияние изменений климата на качество кормов варьируется в зависимости от географического положения региона – происходят изменения физиологии растений и соотношения между злаковыми и бобовыми культурами в травостоях, а также концентрации водорастворимых углеводов и азота в растениях, снижается выход сухого вещества (СВ). Необходимо решить проблему восполнения дефицита белка – производить высокопротеиновые корма и добавки, способные удовлетворить потребности коров (Ганущенко О., 2020; Hopkins A., Del Prado A., 2007; Dumont B., Andueza D., Niderkorn V. et al., 2015).

Животные при изменении качества кормов снижают потребление СВ рационов и питательных веществ в целом. Происходит не эффективное использование кормов, изменяется характер течения обменных процессов в организме. Коровы недополучают энергии и минеральных веществ (West J.W., 2003; Yuan K., Farney J.K., Mamedova L.K. et al., 2013). Хотя, в настоящее время проводится селекция коров на повышение эффективности использования кормов рациона, однако, о каких-то результатах говорить преждевременно (Пустотина Г.Ф., 2006; Alford A.R., Hegarty R.S., Parnell P.F., 2006).

Коровы обладают определенными возможностями, позволяющими им адаптироваться к изменениям климата и качества кормовой базы. Критерием оценки приспособительных реакций животных того или иного генотипа является анализ биохимических показателей сыворотки крови (Тайшин В.А., Анганов В.В., 2015).

Высокопродуктивным коровам сложнее адаптировать свой метаболизм к изменениям условий среды (Dunshea F.R., Leury B.J., Fahri F. et al., 2013). Когда компенсаторные механизмы не справляются, возникают те или иные патологии: нарушается деятельность органов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), эндокринной и иммунной систем, репродуктивных органов, снижается продуктивность, ухудшается состав и биологическая ценность молока, его технологические свойства (Иванова Т., Гайдарска В., Люцканов П., 2012; Иванова И.Е., Волынкина М.Г., 2017; Kadzere C.T., Murphy M.R., Silanikove N. et al., 2002; Abeni F., Calamari L., Stefanini L., 2007; Bernabucci U., Lacetera N., Danieli P.P. et al., 2009; Bernabucci, N. Lacetera, Baumgard L.H. et al., 2010; Boyd J., West J.W., Bernard J.K. et al, 2011; Baumgard L.H., Rhoads R.P., 2013; Cowley F.C., Barber

D.G., Houlihan A.V. et al., 2015; Vitali A., Felici A., Esposito S. et al., 2015; Das R., Sailo L., Verma N. et al., 2016).

В настоящее время не всегда удастся выработать эффективную систему мер профилактики заболеваний коров в связи с тем, что на организм воздействует большое количество факторов, в том числе и генотип. Многие патологии могут быть обусловлены генетически. Равно как и особенности метаболизма могут быть обусловлены экспрессией генов, что затрудняет диагностику и лечение тех или иных болезней (Clempton A.M., Pollott G.E., Brickell J.S. et al., 2011). Необходим междисциплинарный подход, позволяющий раскрыть взаимосвязь кормления с особенностями микробиома и метаболома, воспалительными процессами и болезнями в целом (Wishart D.S., 2008).

Дисбаланс в метаболизме рубца играет существенную роль в этиопатогенезе нарушений энергетического и липидного обменов веществ. Изучаются взаимосвязи между высокоэнергетическим кормлением и активацией белков острой фазы. Оцениваются механизмы влияния высоких доз концентрированных кормов на снижение pH рубцового содержимого (Emmanuel D.G.V., Dunn S.M., Ametaj B.N., 2008; Khafipour E., Li S., Krause D.O. et al., 2009). Установлено негативное влияние рационов богатых легкосбраживаемыми углеводами на микробиом ЖКТ коров (Йылдырым Е.А., Лаптев Г.Ю., Ильина Л.А., 2020; Tajima K., Aminov R.I., Nagamine T. et al., 2001; Khafipour E., Li S., Krause D.O. et al., 2009). Дойные коровы, которых в транзитный период перекармливают, нередко впоследствии заболевают кетозом, в печени развивается жировая дистрофия (Лаптев Г.Ю., Йылдырым Е.А., Дуняшев Т.П. и др., 2021; Ametaj B.N., Bradford B.J., Boebe G. et al., 2005; Looor J.J., Dann H.M., Janovick Guretzky N.A. et al., 2006). Возникающие ацидозы приводят к снижению молочной продуктивности и содержания жира в молоке, а также ухудшают его сыропригодность (Plaizier J.C., Krause D.O., Gozho G.N. et al., 2008).

После отела энергетический дефицит приводит к отрицательному энергетическому балансу. Возникают различные по проявлению и силе нарушения обмена веществ (Bouwstra R.J., Goselink R.M., Dobbelaar P. et al., 2008; González F.D., Muñio R., Pereira V. et al., 2011). Могут наблюдаться смещение сычуга, метриты, бесплодие, болезни дистального отдела конечностей. При неблагоприятном прогнозе животное выбраковывают (LeBlanc S.J., Leslie K.E., Duffield T.F., 2005; Duffield T.F., Lissemore K.D., McBride B.W., et al., 2009; McArt J.A.A., Nydam D.V., Oetzel G.R., 2012; Suthar V.S., Canelas-Raposo J., Deniz A. et al., 2013).

Таким образом, не вызывает сомнения, что необходимо создание новых кормовых средств, обеспечивающих животных энергией, белком, минеральными веществами, витаминами, позволяющими повысить эффективность использования кормов, воздействовать на микробиом рубца и кишечника, что позволит как регулировать метаболизм, так и получать от коров качественное молоко для последующей переработки в продукты питания для человека.

Степень разработанности темы. Изучено анатомо-физиологическое строение, функции тканей, органов и систем органов жвачных животных. Описаны особенности обмена белка у коров, в том числе усвоения аминокислот,

взаимосвязь обмена белков с обеспеченностью животных энергией, минеральными веществами и витаминами. Предложены способы получения транзитного белка (Кузьмина Л.И., Митюков А.С., 2017; Шляхова О.Г., Рядчиков В.Г., 2016). Описана роль метионина и лизина, а также добавок на их основе, в повышении молочной продуктивности и улучшении состава молока, метаболизме животных в целом (Osorio J.S., Trevisi E., Ji P. et al., 2014). Установлены диагностические показатели оценки белкового обмена у коров (Кондрахин И.П., Архипов А.В., Левченко В.Н., 2004; Лаптева Н., Асулян К., 2010; Крисанов А.Ф., Горбачева Н.Н., Демин В.В., 2014; Chamberlin W.G., Middleton J.R., Spain J.N. et al., 2013). Доказана роль жировой ткани в регуляции физиологических и патологических процессов (Han S.J., Glatman Zaretsky A., Andrade-Oliveira V. et al., 2017). Предложены глицерин и жиры в качестве высокоэнергетических компонентов рациона (Greenberg A.S., Coleman R.A., Kraemer F.B. et al., 2011; Rezaei J., Rouzbehan Y., Zahedifar M. et al., 2015). Установлено их влияние на обменные процессы, уровни гормонов (Litwack G., 2012; Singh M., Sehgal J.P., Roy A.K., et al., 2014). Описан липолиз и его взаимосвязь с продукцией молочного жира (Душкин Е.В., Трофимушкин В.А., 2007; Purushothaman S., Kumar A., Tiwari D.P., 2008; Tsiaras A.M., Bargouli G.G., Banos G. et al., 2005). Предложены биомаркеры оценки липидного обмена (Кондрахин И.П., Архипов А.В., Левченко В.Н., 2004). Описана взаимосвязь клетчатки с переваримостью питательных веществ (Лапотко А.М., 2006). Определена оптимальная доза углеводов для коров (Волгин В., Романенко Л., Бибилова А., 2007). Установлены особенности переваривания крахмала (Offner A., Bach A., Sauvant D., 2003). Изучен метаболизм летучих жирных кислот (ЛЖК) в рубце коров, особенности обмена глюкозы, глюконеогенез (Kristensen N.B., Harmon D.L., 2004; Hanigan M.D., 2005; Dijkstra J., 2005; Sejrsen K., Hvelplund T., Nielsen M.O., 2006). Определены биомаркеры состояния углеводного обмена (Burrin D., Mersmann H., 2005). Выявлено, что при высококонцентратном типе кормления коров, метаболиты микрофлоры рубца закисляют его содержимое (Романов Д., 2011; Маршалл В.Дж., Бангерт С.К., 2014). Установлена целесообразность организации полноценного кормления коров во взаимосвязи со спецификой внешних условий среды обитания и условий содержания (Лебедько Е.Я., Пилипенко Р.В., 2019). Отмечена роль метеорологических метрик в прогнозировании динамики молочной продуктивности коров (Bouraoui R., Lahmar M., Majdoub A. et al., 2002; Bertocchi L., Vitali A., Lacetera N. et al., 2014). Указывается на необходимость изучения адаптационных способностей молочного скота (Воронина И.П., Колодкина А.Е., 2009; Raguz N., Jovanovac S., Gantner V. et al., 2011; Sripad K., Kowalli Sh., Metri R., 2014). Установлена взаимосвязь стрессовых состояний коров и нарушений обмена веществ (Кветковская А.В., Надаринская М.А., Заяц В.Н., 2009). Выявлено, что селекция на продуктивность привела к снижению жизнеспособности коров (Сощенко Л.П., Гаджиева А.В., 2009; Карамаева А.С., Зайцев В.В., 2011). Разработаны и/или испытаны кормовые средства для профилактики нарушений обмена веществ, повышения молочной продуктивности коров, улучшения показателей его качества (Улитко В.Е., Пыхтина Л.А., Козлов В.В., 2009; Ежкова А.М., Файзрахманов Р.Н., Шакиров Ш.К. и др., 2014; Дорохин

Э.Ю., Чепелев Н.А., Дорохина Э.Э., 2016; Филиппова О.Б., Зазуля А.Н., Саранчина Е.Ф. и др., 2017; Саткеева А.Б., Шастунов С.В., 2018; Рядчиков В.Г., Шляхова О.Г., Тантави А., и др., 2020; Погребняк В., Саландаев К., Трубчанинова Н. и др., 2020; Калмагамбетов М.Б., Сайлаубек П.Ж., Байсабырова А.А., 2021; Müller C.B.M., Görs S., Derno M. et al., 2021).

При выполнении исследований с учетом новых знаний применен комплексный междисциплинарный подход, предложены экспериментальные составы и испытаны имеющиеся кормовые средства с целью поиска наиболее оптимальных с физиологической точки зрения и эффективных с экономической точки зрения способов профилактики нарушений обмена веществ у коров в сухостойный период и в период лактации. Учитываются особенности климата, качество кормовой базы, особенности метаболизма в тот или иной физиологический период.

Цели и задачи. Цель исследований заключалась в разработке способов профилактики нарушений обмена веществ у коров молочного направления продуктивности в условиях современной технологии кормления и нестабильности климата.

Задачи исследований:

1. Проанализировать основные тенденции изменения климата, качества кормов и структуры кормовой базы в Республике Татарстан;
2. Оценить роль климата и микроклимата в этиологии стрессовых состояний у дойных коров;
3. Изучить роль генетических факторов, участвующих в регуляции метаболизма, в проявлении фенотипа у дойных коров при сбалансированном кормлении;
4. Выявить роль нозологий в выбраковке дойных коров;
5. Разработать способы сбалансированного кормления дойных коров, обеспечивающие профилактику нарушений обмена веществ, а также получение молока пригодного для переработки в продукты питания, с высоким содержанием физиологически значимых и биологически активных соединений.

Научная новизна. Диссертантом с учетом изменения энергетической и протеиновой питательности кормов, а также тенденций изменения структуры кормовой базы, для применения в комфортных условиях среды и в условиях, соответствующих тепловому стрессу, с учетом физиологического состояния животных впервые разработаны уникальные кормовые средства, содержащие в своем составе местное и произведенное по оригинальной технологии агроминеральное сырье (сапропель, цеолит), а также отходы пищевых перерабатывающих предприятий, биологически активные вещества и др.

Впервые изучены: морфобиохимические показатели крови, кала, мочи животных при скармливании указанных кормовых добавок в сравнительном аспекте с близкими аналогами, а также при сочетанном применении с другими кормовыми добавками; обмен веществ телят, рожденных от коров, которым в состав рациона вводили экспериментальные кормовые добавки, оценена интенсивность их роста и развития.

Впервые описаны: посредством секвенирования по гену 16S рРНК микробиом рубца и кишечника коров при скармливании разработанных кормовых добавок; динамика молочной продуктивности, состава и свойств молока и продуктов его переработки при применении разработанных кормовых добавок, а также экономическая эффективность их применения.

Впервые определена зависимость величин диагностических показателей крови коров от генотипов генов хозяйственно-полезных качественных и количественных признаков; интерьерные показатели животных, выбывающих из стада вследствие внутренних незаразных болезней.

Впервые доказана роль климата и микроклимата в развитии стрессовых состояний у татарстанской популяции коров посредством индексов комфортности погодных условий.

Теоретическая и практическая значимость работы. Разработаны составы и способы производства кормовых добавок для коров, содержащие источники энергии и протеина, витамины, макро- и микроэлементы, ферменты, аминокислоты, пробиотические штаммы бактерий и др. В состав кормовых добавок введено агроминеральное сырье, полученное по оригинальной технологии из месторождений на территории Республики Татарстан, а также компоненты, образующиеся в результате переработки растительного сырья на пищевых предприятиях.

Показана эффективность использования разработанных кормовых добавок, в том числе их сочетанного применения с другими кормовыми средствами, в улучшении обменных процессов у коров и телят, полученных от них. Установлено положительное влияние на продуктивность дойных коров, состав и свойства молока и продуктов его переработки.

Анализ биоразнообразия микробиоты рубца и кишечника коров имеет важное научное и практическое значение, позволяет понять механизмы переваривания основных компонентов рациона за счет ферментов, синтезируемых бактериями, а также закономерности обеспечения животных энергией и белком, формирования показателей качества сырого молока.

Практическая ценность работы определяется технологическими решениями, способствующими развитию производства продукции животноводства из высококачественного сырья, а также увеличению сроков хозяйственного использования животных, их продуктивного и репродуктивного долголетия. Оригинальность технологических решений подтверждена двумя патентами Российской Федерации на изобретение.

Совместно с Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан диссертантом описаны способы использования жиров в кормлении высокопродуктивных коров, также даны рекомендации по производству и использованию экструдированных энергопротеиновых концентратов в молочном скотоводстве, внедрены системы сбалансированного кормления высокопродуктивных коров. В научно-популярной форме даны практические рекомендации животноводам.

Результаты исследований внедрены в производство в ведущих животноводческих предприятиях Республики Татарстан, таких как СХПК

ПЛЕМЕННОЙ ЗАВОД ИМ. ЛЕНИНА; СХПК «АГРОФИРМА РАССВЕТ», СХПК «ИМЕНИ ВАХИТОВА»; ООО «СХП «ТАТАРСТАН» и др.

Научные результаты внедрены в образовательный процесс ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ и применяются при переподготовке специалистов и повышении квалификации в ФГБОУ ДПО «ТИПКА».

Методология и методы исследования. Методологические подходы в решении задач диссертационного исследования основывались на глубоком анализе литературных данных, представленных в отечественных и зарубежных изданиях.

Исследования проводили с использованием клинических, гематологических, биохимических, химических, микробиологических, молекулярно-генетических, ветеринарно-санитарных, зоотехнических, статистических, экономических и др. методов исследования.

При выполнении работы использованы современные приборы и оборудование: гематологический анализатор URIT-3020 Vet Plus («URIT Medical Electronic Co., Ltd», Китай); полуавтоматический биохимический анализатор с проточной кюветой BS-3000M («Sinnowa Medical Science & Technology Co., Ltd», Китай); ДНК-амплификатор T100 Thermal Cycler («Bio-Rad», США); система «Gel Doc XR+» («Bio-Rad», США); атомно-абсорбционном спектрометре «Aanalyst 200» («Perkin Elmer Instruments LLC», США); спектрофотометр NanoDrop 2000 («Thermo Fisher Scientific», США); NGS-секвенатор «Illumina MiSeq» («Illumina, Inc.», США); анализатора качества молока «Лактан 1–4» («Сибагроприбор», Россия), анализатор соматических клеток в молоке «Соматос М» («Сибагроприбор», Россия); анализатор молока CombiFoss™ 7, включающий MilkoScan™ 7 RM и Fossomatic™ 7/7 DC («FOSS», Дания).

При выполнении работы использовано современное специализированное программное обеспечение и базы данных: «Корм Оптима Эксперт» («КормоРесурс», Россия); «СЕЛЭКС. Молочный скот» («РЦ «ПЛИНОР»); «FOSS Integrator» («FOSS», Дания), «QIIME pipeline» («University of Colorado», США), «RDP Classifier» («Michigan State University», США) и др. Достоверность различий оценивалась по t-критерию Стьюдента, нормальность распределения полученных результатов оценена по критерию Шапиро-Уилка. Рассчитаны коэффициенты корреляции Пирсона и Спирмена. Сила связи оценена по шкале Чеддока. При производстве экспериментальных партий кормовых добавок использована автоматизированная линия «МК «ТЕХНЭКС» (Россия), управляемая компьютерной программой «АСКУП» и пресс-экструдер КМЗ–2У («АгроПром», Россия).

Исследования выполнены на коровах холмогорской породы татарстанского типа (737 голов) и голштинской породы (30 голов).

Положения, выносимые на защиту.

1. Произошли изменения паратипических факторов, влияющих на обмен веществ и признаки молочной продуктивности коров;
2. Установлен вклад климата и микроклимата в этиологии стрессовых состояний, выявлена взаимосвязь с генотипом по отдельным генам-маркерам селекционно значимых признаков;

3. Генотип коров по генам хозяйственно-полезных качественных и количественных признаков оказывает влияние на величины биохимических показателей различных видов обмена веществ, продуктивность животного и показатели качества сырого молока;
4. Результаты анализа роли нозологий в выбраковке дойных коров. Структура болезней, в том числе и внутренних незаразных болезней. Интерьерный профиль коров, выбывших в результате внутренних незаразных болезней;
5. Обоснование положительного влияния кормовых средств определенного состава, а также сочетанного применения кормовых добавок, как способов профилактики нарушений обмена веществ у дойных коров, обеспечивающих получение высококачественного сырого молока для переработки в продукты питания животного происхождения.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов исследований, основных положений и научных выводов диссертации обусловлена большим объемом экспериментального материала, полученного в результате научных исследований, выполненных в соответствии с основами опытного дела в животноводстве. При выполнении исследований применялись современное оборудование и методики. Результаты исследований обработаны биометрическими методами, оценена достоверность полученных различий. Анализ данных выполнен с использованием программ Microsoft Excel («Microsoft Corporation», США) и IBM SPSS Statistics 22 («IBM», США). Основные результаты диссертационной работы доложены, обсуждены и одобрены на ежегодных итоговых научных конференциях ГНУ «Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», ФГБНУ «Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана».

Результаты исследований представлены на международных (г. Казань (2010, 2015, 2018, 2020); г. Москва (2012); г. Санкт-Петербург (2018, 2020); г. Барнаул (2018); г. Воронеж (2018); г. Кемерово (2018); г. Самара, Уфа (2018); г. Махачкала (2021); г. Уфа (2021)) и всероссийских (г. Казань (2011, 2012, 2013, 2015)) научно-практических конференциях.

Результаты исследований были представлены на агропромышленной выставке «АГРОВОЛГА – 2021» (г. Казань, 2021) и отмечены благодарственным письмом, а также на Российской агропромышленной выставке «Золотая осень – 2010» (г. Москва, 2010) в рамках Российской агропромышленной недели и удостоены серебряной медали и диплома II степени; награждены дипломом I степени в конкурсе инновационных проектов (идей) в области модернизации сельского хозяйства Республики Татарстан (г. Казань, 2013), а также награждены Дипломом Гран-При Поволжского Агропромышленного Форума (г. Казань, 2015) в номинации «Современные технологии сельскохозяйственного производства».

Результаты исследований докладывались на зональных семинарах-совещаниях по вопросам животноводства и кормопроизводства, проводимых Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан (2010–2020 гг.). Результаты практического внедрения научных разработок представлены в блоке «Наука и кадры» на Итоговой коллегии Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан (2016–2019 гг.), а также тематическом блоке выставок «Международные Дни поля в Поволжье – 2016» и «День поля в Татарстане – 2018».

В рамках республиканского проекта «Кадровый резерв» (2014–2015 гг.) диссертантом разработан проект «Татарстан – территория «полезных продуктов».

В конкурсе «Лучший молодой ученый (аспирант) ФИЦ КазНЦ РАН 2019» диссертант в номинации «Лучший молодой ученый в области биологических и сельскохозяйственных наук» занял II место и награжден дипломом за разработку «Система кормовых средств профилактики нарушений метаболизма у высокопродуктивных коров».

Личный вклад соискателя. Диссертационная работа является результатом самостоятельных исследований соискателя, выполненных в период с 2007 по 2021 гг. Личное участие диссертанта заключается в выборе темы работы, ее обосновании, формулировании цели и задач, методическом обосновании выбора способов решения поставленных задач, непосредственном личном выполнении теоретических и экспериментальных исследований, анализе и интерпретации результатов, их оформлении в виде статей, заявок на патенты, монографий, учебно-методического пособия, справочников, и в оформлении диссертации. Диссертант отмечен специальной стипендией Республики Татарстан (Указ Президента Республики Татарстан УП–17 от 19.01.2009); имеет награды: Почетная грамота Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан (приказ №422–к от 12.07.2016) и Благодарственное письмо Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан (приказ №422–к от 18.07.2018).

Публикация результатов исследований. По теме диссертационной работы опубликовано 76 статей, из которых 43 – в ведущих рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, в том числе 9 – в научных изданиях, индексируемых в наукометрической базе данных Russian Science Citation Index (RSCI) и 6 – в научных изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования; 4 – в научных изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus. Получено 2 патента на изобретение Российской Федерации (№2530504, опубликовано 10.10.14, Бюллетень № 28; №2722866, опубликовано 04.06.20, Бюллетень № 16). Опубликовано 9 изданий, в том числе 2 монографии.

Объем и структура диссертации. Рукопись диссертации подготовлена в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011 «СИБИД. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». Работа изложена на 395 страницах и выполнена печатным способом с использованием компьютера и принтера. Диссертация включает в себя следующие основные разделы: введение, основная часть (обзор литературы, собственные исследования (материалы и

методы исследований, результаты собственных исследований и обсуждение)), заключение (выводы и практические предложения), список сокращений и условных обозначений, список литературы (включает 609 источников, из них 326 отечественные и 283 зарубежные) и приложения (19 приложений). Работа содержит 79 таблиц и 97 рисунков.

2 ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

2.1 Материалы и методы исследований

Работа выполнена на кафедре терапии и клинической диагностики с рентгенологией федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана» и в отделе агробиологических исследований Татарского научно-исследовательского института сельского хозяйства – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук».

Исследования выполнены в рамках темы федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана» «Совершенствование методов диагностики, средств профилактики и терапии нарушений обмена веществ и незаразных болезней животных» (регистрационный номер АААА–А17–117033110121–5 от 31.03.2017 г.) и реализации Российской академией сельскохозяйственных наук «Программы фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по научному обеспечению развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на 2006–2010 гг.», «Программы фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по научному обеспечению развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на 2011–2015 гг.» и «Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг.» (Тема 9. «Мобилизация генетических ресурсов растений и животных, создание новаций, обеспечивающих производство биологически ценных продуктов питания с максимальной безопасностью для здоровья человека и окружающей среды», Раздел 10 «10.7. Зоотехния»: Подраздел 157). Номер государственной регистрации темы: АААА–А18–118031390148–1 от 13.03.2018 г.).

Отдельные анализы выполнялись в Институте органической и физической химии – обособленном структурном подразделении Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук» и Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Акционерном обществе «Главное племенное предприятие «Элита». Эксперименты на крупном рогатом скоте различных половозрастных групп

выполнены в ведущих сельскохозяйственных предприятиях Республики Татарстан.

Общая схема выполненных исследований приведена на Рисунке 1.



Рисунок 1 – Общая схема исследований

Объектами исследования являлись компоненты и сами испытуемые кормовые добавки и средства, грубые и сочные корма, сухостойные и дойные коровы, телята, кровь, молоко, рубцовая жидкость, кал, моча. Применялись клинические, гематологические, биохимические, химические, микробиологические, молекулярно-генетические, ветеринарно-санитарные, зоотехнические, статистические, экономические, и др. методы исследования.

Для оценки тенденций изменения климата на территории Республики Татарстан в период с 1996 по 2015 гг. использовали массивы данных температуры воздуха по сухому термометру (°C), относительной влажности воздуха (%), атмосферного давления на уровне станций (мм.рт.ст), суммы осадков (мм) количества дней с осадками более 1 мм, скорости (м/с) и направления ветра (угл.град.), температуры почвы на глубинах (°C), суммы осадков за вегетационный период (мм), суммы активных температур за вегетационный период (°C), суммы эффективных температур за вегетационный период (°C), а также был рассчитан гидротермический коэффициент по Г.Т. Селянинову (1928) и продолжительность вегетационного периода (дни).

Оценка протеиновой и энергетической питательности кормов осуществлена на основании результатов полного зоотехнического анализа (ПЗА) кормов по Петуховой Е.А., Бессарабовой Р.Ф., Халеновой Л.Д. и др. (1989) в соответствии с

актуальными методиками определения изучаемых показателей. Пробы кормов отбирали в соответствии с ГОСТ ISO 6497-2014 «Корма. Отбор проб». На основании ПЗА определяли питательность кормов в соответствии с «Методическими указаниями по оценке качества и питательности кормов» (2002). В качестве нормативных значений энергетической и протеиновой питательности кормов использовали данные издания «Кормовые ресурсы животноводства. Классификация, состав и питательность кормов» (2009). Чистую энергию лактации (ЧЭЛ) определяли по van Es A.J.H. (1975; 1978). В работе описаны результаты ретроспективного анализа динамики энергетической и протеиновой питательности 560 образцов злакового и бобового сена, 555 образцов сенажа из однолетних трав, 940 образцов сенажа из многолетних трав, 800 образцов силоса кукурузного, отобранных в различных агроклиматических зонах Республики Татарстан в период с 1993 по 2018 гг.

Динамика структуры рационов кормления дойных коров за период с 1991 по 2020 гг. рассчитана на основании анализа форм Росстата: «Расход кормов скоту и птице» и «Поголовье скота и птицы (годовая)».

Проведен анализ условий среды и микроклимата животноводческого помещения в летние месяцы (июнь, июль, август) 2015–2019 гг. на основании расчета температурно-влажностного индекса (ТВИ) методами Thom E.C. (1959), Bianca W. (1962), Kibler H.H. (1964), National Research Council – NRC (1971), Yousef M.K. (2001), Mader T.L. et al. (2006) и Berman A. et al. (2016). Кроме того, при оценке условий внешней среды использовали эквивалентный температурный индекс (ЭТИ), рассчитанный по Baeta F.C. (1987). Анализировали измерения, выполненные в 6, 9, 12 и 15 синоптический срок по Гринвичу, что соответствует 10:00, 13:00, 16:00 и 19:00 по местному времени. Оценку комфортности внешней среды и микроклимата животноводческого помещения осуществляли на основе шкалы значений ТВИ по Hahn G., Gaughan J.B., Mader T.L. et al. (2009) и ЭТИ по Baeta F.C. (1987). Значения параметров микроклимата для четырехрядного с двумя кормовыми проходами коровника на 200 голов дойных коров привязного содержания, состоящего из сборных бетонных панелей толщиной 250 мм с габаритами 72×21 м, имеющего естественную вентиляцию помещения с притоком через окна и ворота и вытяжкой через световой конек установлены на основе метеоданных окружающей среды с использованием температурно-влажностных регрессионных моделей по методу Второго В.Ф., Второго С.В., Ильина Р.И. (2018). Значения температуры тела у животных (°C) и частоты дыхательных движений (число дыхательных движений в минуту (чдд/мин)) установлены регрессионным моделям Gaalaas R.F. (1945) и сопоставлены с референсными значениями (Кондрахин И.П., Архипов А.В., Левченко В.Н., 2004). Значения количества, недополученного вследствие теплового стресса молока от коров и величины молочной продуктивности животных, определены по регрессионным моделям Bougaoui R., Lahmar M., Majdoub A. (2002) на основании данных о фактической продуктивности животных по результатам анализа формы Росстата «Надой молока на 1 корову».

Учет распространенности болезней у животных проводили на основании анализа форм ветеринарного учета и баз данных программы «СЕЛЭКС».

Молочный скот» (РЦ «ПЛИНОР, Россия). Проведен анализ 7986 случаев выбраковки коров по причине изучаемых болезней от общего поголовья в 26398 голов коров в изучаемых животноводческих предприятиях Республики Татарстан в период с 2013 по 2019 гг., выделены 1006 случаев выбраковки дойных коров в первые 100 дней лактации. Все диагностированные болезни разделили на 4 группы: акушерско-гинекологические болезни (АГБ), внутренние незаразные болезни (ВНБ), хирургические болезни (ХБ), инфекционные и инвазионные болезни (ИИБ). Первые три группы болезней также были классифицированы более детально. Так, АГБ разделили на следующие группы: патологии молочной железы (ПМЖ), патологии родов (ПР), гинекологические заболевания (ГЗ), патологии послеродового периода (ППП), болезни беременных животных (ББЖ) по Студенцову А.П., Шипилову В.С., Никитину В.Я. и др. (2005). ВНБ разделили на следующие группы: болезни пищеварительной системы (БПС), болезни дыхательной системы (БДС), болезни обмена веществ и эндокринных органов (БОВЭО), болезни сердечно-сосудистой системы (БССС) по Щербакову Г.Г., Коробову А.В., Анохину Б.М. и др. (2009). ХБ разделили на следующие группы: открытые механические повреждения (ОМП), болезни суставов (БС), закрытые механические повреждения (ЗМП), хирургическая инфекция (ХИ), болезни сухожилий, сухожильных влагалищ и бурс (БССБ) по Тимофееву С.В., Филлипову Ю.И., Концевой С.Ю. (2007). ИИБ отдельно не классифицировали, так как их детализация не входила в задачи настоящего исследования.

Во время исследований условия содержания животных каждой из групп не отличались друг от друга, а обращение с экспериментальными животными проводилось в соответствии ГОСТ 33215-2014 «Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила оборудования помещений и организации процедур». Также оно не противоречило European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and Other Scientific Purposes (European Treaty Series – №123, Strasbourg, 1986).

Формирование групп животных и методические приемы постановки научно-хозяйственного опыта выполнены по Овсянникову А.И. (1976).

Кровь для морфологических, гематологических и молекулярно-генетических исследований отбирали в пробирки Vacuette с использованием двусторонних игл для однократного взятия и держателя стандартного нестерильного («Greiner Bio-One», Австрия) с соблюдением правил асептики и антисептики из хвостовой или яремной вены по Грачевой О.А., Пахомову Г.А., Елдашеву А.В. (2008). Сразу же после заполнения пробирку с этилендиаминтетрауксусной кислотой аккуратно переворачивали для смешивания пробы с наполнителем 6–10 раз. Пробирки Vacuette с активатором свертывания центрифугировали при 2000 оборотах в минуту в течение 10 минут не позднее чем через 2 часа после взятия крови. Во время транспортировки температура в термоконтейнере поддерживалась на уровне от +18 до +20 °С. Исследованию подвергали сыворотку крови без признаков гемолиза, хилеза и иктеричности.

Исследования морфологического состава крови проводили согласно общепринятым в ветеринарии методикам (Кондрахин И.П., Архипов А.В., Левченко В.Н., 2004).

Также для этих целей был использован ветеринарный автоматический гематологический анализатор URIT-3020 Vet Plus («URIT Medical Electronic Co., Ltd», Китай») с набором реагентов (дилуент – URIT AD-11 Diluent, детергент – URIT D 41 Detergent, лизирующий реагент – URIT AL-11 Lytic Reagent) того же производителя в соответствии с руководством по эксплуатации.

В сыворотке крови животных определяли содержание общего белка, альбуминов, мочевины, глюкозы, холестерина, триглицеридов, кальция общего, фосфора неорганического, железа, билирубина общего, билирубина прямого, креатинина, активность ферментов α -амилазы, аспартат- и аланиаминотрансферазы (АСТ и АЛТ), щелочной фосфатазы (ЩФ), лактатдегидрогеназы (ЛДГ), гамма-глутамилтранспептидазы (ГГТ), липазы. Использовались наборы жидких, готовых к использованию реагентов «ДиаВет Тест» («ДИАКОН-ВЕТ», Россия) и полуавтоматический биохимический анализатор с проточной кюветой BS-3000M («Sinnova Medical Science & Technology Co., Ltd», Китай).

Выделение дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) из крови животных осуществляли комплектом реагентов для экстракции ДНК из клинического материала «АмплиПрайм ДНК-Сорб-В» («НекстБио», Россия) в соответствии с инструкцией производителя. Полиморфизм генов *CSN3* (каппа-казеин), *BLG* (бета-лактоглобулин), *PRL* (пролактин), *GH* (соматотропин), *TG5* (тиреоглобулин) выявляли в соответствии с протоколом детекции для каждого гена методом полимеразной цепной реакции – полиморфизма длин рестрикционных фрагментов (ПЦР-ПДРФ), в ходе которого фрагменты ДНК амплифицировали с помощью ДНК-амплификатора T100 Thermal Cycler («Bio-Rad», США) при оптимальных температурно-временных режимах. В состав реакционных смесей входили праймеры («СибЭнзим», Россия). Полученные в ходе ПЦР ампликоны обрабатывали следующими эндонуклеазами рестрикции («СибЭнзим», Россия) при оптимальных температурных и временных режимах для генов: *CSN3* – Hinf I (2000 е.а.); *PRL* – Rsa I (1000 е.а.); *BLG* – Hae III (2000 е.а.); *GH* – Alu I (200 е.а.); *TG5* – BstX2 I (500 е.а.). Электрофоретическое разделение в агарозном геле проводили в камере горизонтального электрофореза Sub Cell GT («Bio-Rad», США) при определенной напряженности электрического поля в присутствии бромида этидия. Полученные ПДРФ-продукты ДНК визуализировали воздействием на агарозный гель света ультрафиолетового спектра системой «Gel Doc XR+» («Bio-Rad», США).

Содержание микроэлементов в крови, кормах, молоке (медь, цинк, марганец, железо, кобальт, селен) определяли на атомно-абсорбционном спектрометре «Aanalyst 200» («Perkin Elmer Instruments LLC», США) методом атомно-абсорбционного анализа по методике производителя.

Для извлечения рубцовой жидкости использовали желудочный зонд. Активную реакцию среды (рН) рубцовой жидкости определяли потенциометрическим методом, органолептическое исследование рубцовой жидкости (цвет, запах, флотацию, осадок) проводили непосредственно после его получения. Количество инфузорий определяли в камере Горяева. Хранили

рубцовую жидкость при температуре 20–22 °С не более 8 часов, после чего помещали в холодильник при температуре 4–6 °С и хранили не более суток.

Для выделения и количественного учета микроорганизмов суспензию рубцовой жидкости высевали на твердые питательные среды в чашки Петри. Посев проводили из двух соседних разведений, минимум в трех повторностях. Наиболее оптимальными разведениями были третье (микроорганизмы молочнокислого брожения), четвертое (дрожжеподобные микроорганизмы) и пятое (бациллы). Через 24 часа проводили подсчет колоний микроорганизмов молочнокислого брожения, через 4–5 дней – бацилл, через 5–7 дней – дрожжеподобных микроорганизмов.

Массовую долю органических кислот рубцовой жидкости определяли методом Леппера-Флига (Державин Л.М., Бунто Н.Д., Глунцов Н.М., 1982).

Выделение ДНК микроорганизмов из рубцовой жидкости и кала проводили по методике Tyakht A.V., Kostyukova E.S., Popenko A.S. et al. (2013). Концентрацию ДНК определяли спектрофотометрически на NanoDrop 2000 («Thermo Fisher Scientific», США). Для оценки эффективности выделения проводили электрофорез ДНК. Гель просматривали в ультрафиолетовом свете. Первый раунд ПЦР проводили с использованием праймеров 341F и R806 по Muyzer G., de Waal E.C., Uitterlinden A.G. (1993) и Caporaso J.G., Lauber C.L., Walters W.A. et al. (2011). Далее производили очистку проб от примесей, осуществляли маркировку ДНК индексами согласно протоколу «Preparing 16S Ribosomal RNA Gene Amplicons for the Illumina MiSeq System» («Illumina, Inc.», США) и проводили второй раунд ПЦР и повторную очистку согласно протоколу «Preparing 16S Ribosomal RNA Gene Amplicons for the Illumina NextSeq System» («Illumina, Inc.», США). Далее выполняли качественную и количественную проверку библиотек на чипах Bioanalyzer DNA 1000 Chip и Qubit соответственно. Дальнейший анализ нуклеотидной последовательности гена 16S рРНК осуществляли на платформе «Illumina MiSeq» согласно протоколу производителя. Метагеномные данные анализировали с помощью «QIIME pipeline» с использованием базы данных «Greengenes v.13.8» и «RDP Classifier».

Определение содержания макроэлементов в исследуемых образцах (молоко, кал, моча) осуществляли: кальция – комплексометрическим методом; фосфора – фотометрическим методом. Отбор проб кала и анализ химического состава проводили по указанным ранее методикам (Петухова Е.А., Бессарабова Р.Ф., Халенева Л.Д. и др., 1989; Кондрахин И.П., Архипов А.В., Левченко В.Н., 2004).

Фракционный состав протеинов определяли, основываясь на их неодинаковой растворимости в растворителях (классический метод Осборна) по Плешкову Б.П. (1976).

Физико-химические показатели молока определяли с помощью анализатора «Лактан 1–4» («Сибагроприбор», Россия), а определение содержания соматических клеток в молоке проводили с помощью прибора «Соматос–М» («Сибагроприбор», Россия). Определение pH, точки замерзания (°С), СВ (%), массовой доли жира (МДЖ (%)), массовой доли белка (МДБ (%)), массовой доли лактозы (МДЛ (%)), массовой доли сухого обезжиренного молочного остатка

(СОМО (%)), мочевины (мг/100мл), бета-гидроксимасляной кислоты (БОМК (ммоль/л)), ацетона (ммоль/л), соматических клеток (тыс./см³) проводили с применением анализатора молока CombiFossTM 7, включающего MilkoScanTM 7 RM и FossomaticTM 7/7 DC («FOSS», Дания) по инструкции производителя.

Исследованию в соответствии с методиками, определенными для каждого из изучаемых показателей, подвергали среднюю пробу молока от животных, отобранную и подготовленную по ГОСТ 26809.1-2014 «МОЛОКО И МОЛОЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу».

Оптимальными значениями соотношения массовых долей жира и белка в молоке (СЖБ) считали 1,11–1,50 по Richardt W. (2004).

Учет молочной продуктивности проводили по результатам контрольных доек и на основании анализа данных программы управления фермой «DeLaval DelPro» («DeLaval», Швеция). Динамику живой массы определяли на основании результатов контрольного взвешивания животных.

Все рационы кормления животных, а также составы премиксов и испытываемых кормовых добавок рассчитаны с использованием программы «Корм Оптима Эксперт» («КормоРесурс», Россия). Потребность животного в питательных и биологически активных веществах определялась по А.П. Калашникову, В.И. Фисину, В.В. Щеглову и др. (2003).

Полученные в ходе исследований результаты обрабатывали с применением биометрических методов по Плохинскому А.Н. (1970) и Усовичу А.Т., Лебедеву П.Т. (1970). Достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента. Анализ данных выполняли в программах Microsoft Excel («Microsoft Corporation», США) и IBM SPSS Statistics 22 («IBM», США). Для проверки нормальности распределения полученных результатов использовали критерий Шапиро-Уилка. Для демонстрации общих зависимостей между содержанием указанных микроэлементов в различных биологических жидкостях коров и телят рассчитывали коэффициенты корреляции Пирсона (r_p), если гипотеза H_0 о нормальном распределении подтверждалась, и Спирмена (r_s), если гипотеза H_0 о нормальном распределении была отклонена. В данном исследовании рассматривается модель, когда зависимость между признаком и откликом, в качестве которых выступают уровни содержания микроэлементов в биологических жидкостях, моделируется линейной функцией. Оценку силы связи проводили по шкале Чеддока.

Расчет экономической эффективности применения испытываемых кормовых средств выполнен с учетом текущих на момент исследований цен по Никитину И.Н. (2014).

Испытанные кормовые средства, произведенные в ТатНИИСХ, получены путем смешивания компонентов, взятых в необходимом массовом соотношении, на оборудовании «МК «ТЕХНЭКС» (Россия). Смешивание проводили до однородной консистенции в течение 5 минут при 1400 оборотах в минуту. Энергопротеиновые концентраты, произведенные в ТатНИИСХ, были изготовлены с использованием пресс-экструдера КМЗ–2У («АгроПром», Россия). Все компоненты проходили этап подготовки, непосредственную обработку в

экструдере в течение 5–7 секунд при 120–180 °С и давлении 25–50 атмосфер, последующее охлаждение и измельчение экструдированного продукта. Полученные кормовые добавки скармливали животным в первый день в дозе равной 50,0 % от суточной дозы; во второй день – 75,0 % от суточной дозы; в третий и последующий дни – 100,0 % от суточной дозы.

Витаминно-минеральные кормовые средства, произведенные и испытанные на животных, соответствовали требованиям качества и безопасности – декларация о соответствии № РОСС RU Д-RU.АЯ54.В.00016/18 (ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ ПРОДУКЦИИ И УСЛУГ ЗАО «РЕСПУБЛИКАНСКИЙ СЕРТИФИКАЦИОННЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «ТЕСТ-ТАТАРСТАН», № РОСС RU.00010АЯ54).

2.2. Основные тенденции изменения климата в Республике Татарстан

За анализируемый период на территории Республики Татарстан среднегодовая температура воздуха по сухому термометру имела тенденцию к увеличению. Среднее многолетнее значение показателя составило 4,75 °С. Среднегодовая относительная влажность воздуха имела тенденцию к снижению. Среднее многолетнее значение показателя составило 74,56 %. Минимальные среднегодовые температуры были характерны для поверхности почвы. Отмечено устойчивое достоверное увеличение среднегодовой температуры поверхности почвы с 4,7 до 6,2 °С ($p < 0,001$), а также тенденция увеличения температуры на всех анализируемых горизонтах. Гидротермический коэффициент имел тенденцию к снижению и составлял в среднем 0,97, что соответствует засушливой зоне. Наблюдалась тенденция увеличения продолжительности вегетационного периода (средняя продолжительность составила 136 дней). Среднее многолетнее значение суммы осадков за вегетационный период составляло 231,59 мм, а значения суммы активных температур и эффективных температур более 10 °С за вегетационный период в среднем 2418,12 и 1059,71 °С соответственно.

2.3. Основные тенденции изменения качества кормов и структуры кормовой базы в Республике Татарстан

Установлено, что содержание обменной энергии (ОЭ) в СВ злакового и бобового сена за анализируемый период практически не изменилось и было ниже средних справочных значений по региону на 2,62 %. Энергетическая ценность бобового сена была в среднем на 13,77 % выше справочной. В сене злаковом уровень содержания ЧЭЛ оставался неизменным, а в бобовом – незначительно увеличивается. Установлена тенденция увеличения содержания переваримого протеина (ПП), более выраженная у сена бобового. Среднее многолетнее содержание ПП в 1 кг СВ сена злакового составило 62,64 г/кг, при этом в бобовом сене его содержание было выше на 70,10 % и составило 106,55 г/кг.

Исследованиями установили тенденцию незначительного снижения концентрации ОЭ в сенаже из однолетних трав. Среднее многолетнее значение уровня ОЭ было на 3,84 % выше справочного. Среднее многолетнее значение

содержания ЧЭЛ в СВ составило 2,00 МДж/кг. Содержание ПП в 1 кг СВ сенажа из однолетних трав было на 20,74 % выше справочного. Среднее многолетнее значение содержания ОЭ в СВ сенажа из многолетних трав составило 9,52 МДж/кг и было выше справочного на 5,54 %. Среднее многолетнее значение ЧЭЛ составило 1,96 МДж/кг. Концентрация ПП в 1 кг СВ сенажа из многолетних трав составила в среднем 111,31 г/кг, что выше справочного значения на 1,78 %. Содержание ОЭ в СВ силоса кукурузного за исследуемый период времени не изменилось. Среднее многолетнее содержание ОЭ составило 9,87 МДж/кг. Содержание ЧЭЛ в СВ также не изменилось. Среднее многолетнее значение содержания ПП в 1 кг СВ силоса кукурузного составило 61,19 г/кг, что на 32,21 % превышает справочное.

Результаты анализа структуры кормовой базы для коров в Татарстане указывают на увеличение скармливания животным концентрированных кормов за период наблюдений на 64,00 %, при этом максимальное значение было установлено в 2020 г. – 8225,65 к.ед. Доля концентрированных кормов от общей питательности рационов кормления дойных коров составила в среднем 43,53 %. Менее выраженной оказалась тенденция увеличения скармливания сочных кормов. Еще менее выраженной оказалась тенденция увеличения скармливания грубых кормов дойным коровам.

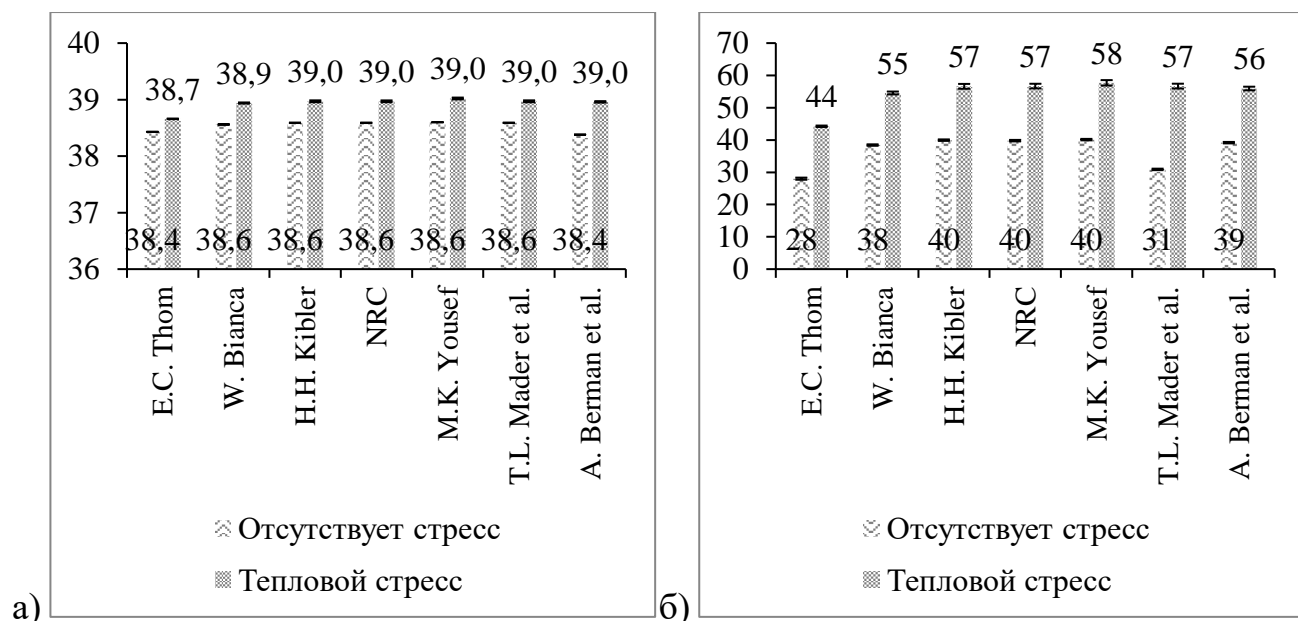
2.3 Климат и микроклимат в этиологии стрессовых состояний у коров

Наибольшая доля значений ТВИ во внешней среде, характерных для теплового стресса, выявлена методом Thom E.C. (49,2 % измерений соответствуют тепловому стрессу), а наименьшая – методом Bianca W. (6,0 %). Установлено, что к 12 синоптическому сроку измерений (16:00) доля рассчитанных индексов, соответствующих значениям теплового стресса, возрастает. В 15 срок измерений в целом доля значений, указывающих на наличие теплового стресса, была выше, чем в 6 срок измерений, но ниже, чем в 9 и 12 сроки измерений.

Оценка ТВИ в животноводческом помещении, выполненная по методам Thom E.C. и Bianca W., показала увеличение доли индексов, указывающих на тепловой стресс, в каждый последующий срок измерений с 76,5 и 12,0 % соответственно в 6 срок до 83,9 и 19,3 % в 15 срок измерений. Наибольшая доля значений ТВИ была установлена по методу Berman A. et al. – 14,8 % измерений. В целом в 13:00, 16:00 и 19:00 доля значений ТВИ, характерных для теплового стресса была в среднем в 2,5 раза меньше, чем количество таковых во внешней среде.

Результаты анализа рассчитанного индекса ЭТИ показали, что доля измерений, отнесенных к тепловому стрессу составляет 18,6 %. Оценка индекса ЭТИ в разрезе сроков измерения показала, что наибольшее количество значений данного индекса, указывающих на тепловой стресс, также, как и в случае расчета ТВИ, получено в 16:00. В 15 срок выявлено 20,0 % таковых измерений, что выше, чем в первые два срока на 5,4 и 1,1 % соответственно. В условиях теплового стресса в организме коров в животноводческом помещении среднее увеличение

температуры тела составило 0,4 °С, а числа дыхательных движений (Рисунок 2) – в среднем 51,3 % или 18 дыхательных движений в 1 минуту ($p < 0,001$).



Примечание: увеличение температуры тела и числа дыхательных движений независимо от метода расчета ТВИ носило достоверный характер в каждом расчете ($p < 0,001$)

Рисунок 2 – Значения температуры тела (°С, (а)) и частоты дыхания (чдд/мин, (б)) у коров в животноводческих помещениях (n=1840)

2.4 Влияние климата и стрессовых состояний на молочную продуктивность коров полиморфных вариантов генов хозяйственно-полезных признаков

Установлено, что по причине теплового стресса от каждого животного за летние месяцы 2015–2019 гг. недополучено в сутки в среднем 1,44 кг сырого молока естественной жирности (Рисунок 3).

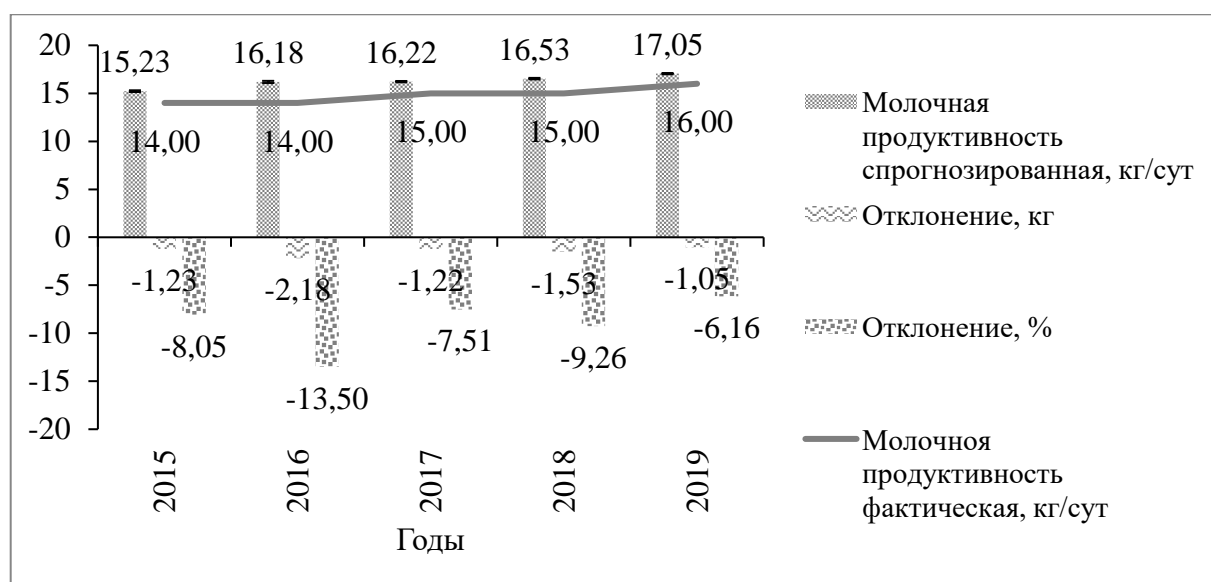


Рисунок 3 – Среднесуточная спрогнозированная и фактическая молочная продуктивность коров в 2015–2019 гг.

Анализ молочной продуктивности коров, выполненный в разрезе полиморфных вариантов генов хозяйственно-полезных качественных и количественных признаков, показал, что наблюдается тенденция увеличения продуктивности животных по мере уменьшения доли измерений ТВИ, соответствующих тепловому стрессу. За изучаемый период суммарная доля значений ТВИ имела тенденцию к снижению с 44,02 % в 2010 г. до 9,24 % в 2014 г. По изучаемым генам *CSN3* и *TG5* наиболее выраженное увеличение молочной продуктивности наблюдали у животных с гомозиготными генотипами *AA* и *CC* соответственно, а также у коров с гетерозиготными генотипами *LV* (по гену *GH*) и *AB* (по генам *BLG* и *PRL*).

2.5 Изучение влияния полиморфных вариантов генов на обменные процессы, молочную продуктивность и качество молока коров

Установлено, что при сбалансированном кормлении дойных коров генотип по вышеуказанным генам оказывает влияние на величины показателей белкового, углеводного, липидного, минерального обменов веществ, а также содержание МДЖ и белка МДБ в молоке, уровень молочной продуктивности и их динамику.

Наибольшим содержанием общего белка в сыворотке крови характеризовались коровы с генотипом *CSN3^{BB}* – 99,40 г/л; альбуминов – коровы с генотипом *PRL^{BB}* (50,33 г/л); наименьшим содержанием мочевины – коровы с генотипом *BLG^{AB}* (5,40 ммоль/л); максимальным уровнем глюкозы – особи с генотипом *GH^{LV}* (3,91 ммоль/л); триглицеридов – коровы с генотипом *BLG^{AB}* (0,29 ммоль/л); холестерина – коровы с генотипом *GH^{LV}* и *TG5^{CC}* (по 3,23 ммоль/л); общего кальция – корова с генотипом *TG5^{TT}* (2,53 ммоль/л); фосфора неорганического – животные с генотипом *CSN3^{BB}* (2,26 ммоль/л); АСТ и АЛТ – корова с генотипом *TG5^{TT}* (79,00 Е/л и 82,00 Е/л соответственно); α -амилазы – особи с генотипом *PRL^{AB}* (70,13 Е/л); наиболее низкой активностью фермента ЩФ – коровы с генотипом *BLG^{AA}* (82,33 Е/л).

Наиболее высокое содержание МДЖ в молоке установлено у особи с генотипом *TG5^{TT}* – 4,59 %; наиболее выраженное увеличение содержания данного показателя в молоке коров было характерно для животных с генотипом *AB* по гену *PRL* (0,22 % соответственно). Наиболее высокое содержание МДБ отмечено у особи с генотипом *TG5^{TT}* – 3,37 %. Оценивая динамику содержания МДБ в молоке установили, что наиболее выраженное увеличение данного показателя было характерно для животных с генотипом *BB* по гену *PRL* (0,11 %). Наибольшее увеличение молочной продуктивности в пересчете на базисные МДЖ и МДБ в молоке составило у коров с генотипом *PRL^{BB}* (19,66 %, $p < 0,05$). Однако, при интерпретации результатов следует учитывать и то, что генотип *TG5^{TT}* идентифицирован лишь у одного животного. По гену *CSN3* наивысшая калорийность установлена у молока, полученного от животных с гомозиготными генотипами *AA* и *BB* – по 670 ккал/кг. По генам *BLG* и *PRL* высокой калорийностью отличалось молоко животных с генотипами *BB* – 674 и 699 ккал/кг соответственно. По гену *GH* наивысшая энергетическая ценность молока

была характерна для животных с гетерозиготным генотипом *LV* – 688 ккал/кг ($p < 0,01$), а по гену *TG5* – с гомозиготным генотипом *TT* – 757 ккал/кг.

2.6 Роль нозологий в выбраковке коров

Анализ изученных случаев выбраковки коров за законченную лактацию показал, что наиболее часто они выбывают из стада в связи с АГБ (45,88 %). На 12,50 % реже выбраковывают коров по причине ВНБ (33,38 %), в 20,11 % случаях в связи с ХБ, и редко в случаях ИИБ. В первые 100 дней лактации доля АГБ также является преобладающей – 42,05 %. Также в этот период, животные реже (30,72 %) выбывают из-за ВНБ, при этом до 26,64 % возрастает доля ХБ. Следует отметить, что доля ИИБ, в структуре причин выбраковки животных остается неизменной (Рисунок 4).

При изучении ВНБ установлено, что как в первые 100 дней лактации, так и за законченную лактацию, основными причинами выбраковки становятся БПС и БДС – 43,10 и 36,61 % за законченную лактацию и 40,00 и 38,38 % за первые 100 дней лактации. Установлена сезонность ВНБ. Так, наибольшее количество БССС выявлено в зимний период (37,68 %). БДС, БПС, БОВЭО в основном (30,02; 26,74; 33,33 % соответственно) приводили к выбраковке коров в весенний период.

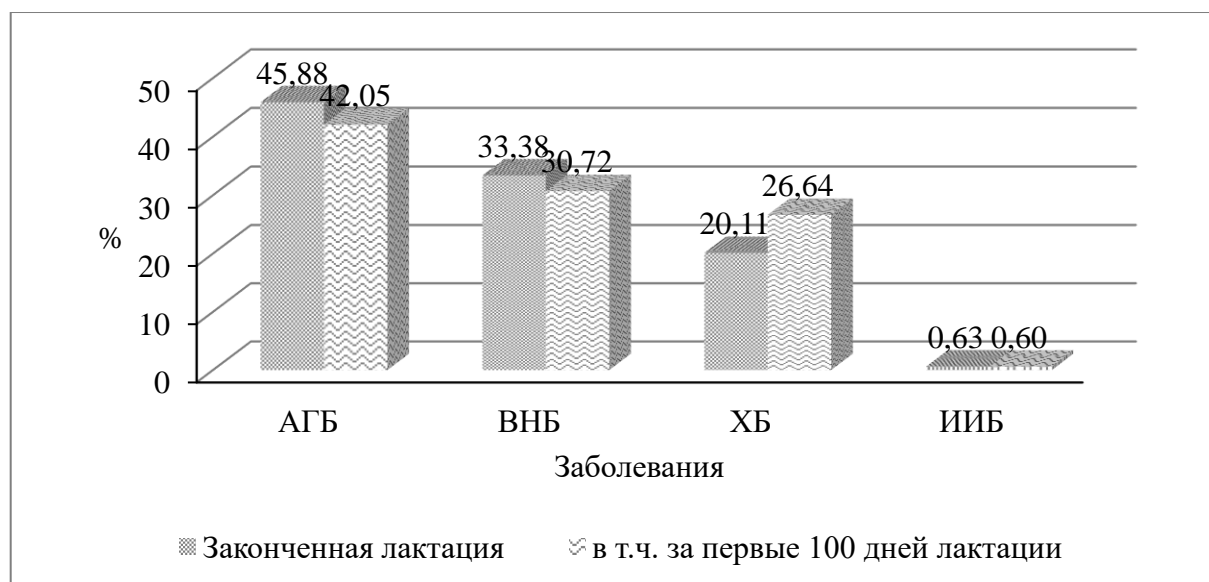


Рисунок 4 – Структура заболеваний, обуславливающих выбытие дойных коров из стада (n=7986)

Особь с наименьшей живой массой при рождении выбывали из стада в результате БОВЭО, а с максимальной – в результате БССС. Указанная тенденция также характерна для таких показателей, как живая масса в 6, 12 и 18 месяцев. Коровы, выбывшие из стада по причине ВНБ, имели живую массу при первом и плодотворном осеменении 379,01 и 393,83 кг соответственно. Наибольшая живая масса при первом осеменении была характерна для особей, выбывших в результате БПС – 384,60 кг, а при плодотворном осеменении – особям, выбывшим из стада вследствие БОВЭО – 401,36 кг. Анализ динамики живой массы в период лактации

показал, что животные с наивысшим значением данного показателя (546,47 кг) выбыли из стада вследствие БССС, а с наименьшим значением (532,15 кг) – в результате БПС. Возраст первого плодотворного осеменения животных, выбракованных из стада в результате ВНБ, составляет 14,65–16,89 месяцев. Наименьшее значение данного показателя характерно коровам, выбывшим в результате БССС, а наибольшее – особям, выбракованным по причине БОВЭО. Аналогичная тенденция характерна и для возраста первого отела. Анализ молочной продуктивности коров за законченную лактацию показал, что наивысшим удоем характеризуются животные, выбракованные из стада в результате БДС – 8200,80 кг. Средняя продолжительность сухостойного периода у всех выбракованных животных составила 59,40 дня. Наиболее длительным он был у животных, выбывших в результате БПС (59,83 дня), а наиболее коротким – у коров, выбракованных по причине БССС (53,89 дня). Максимально длительным периодом лактации характеризовались животные, выбывшие в результате БОВЭО – 284,82 дня. Наиболее продолжительным сервис-периодом характеризовались животные, выбывшие из стада в результате БДС – 162,02 дня. Минимальные значения данного показателя соответствовали коровам, выбракованным по причине БОВЭО – 137,07 дня. У коров, выбывших из стада по причине БДС, длительность межотельного периода составила 432,64 дня, что на 4,18 % больше таковой у особей, выбракованных вследствие БОВЭО. В основном по причине ВНБ из стада выбывают дойные коровы в возрасте 2,1–4,0 года (44,75 %). С увеличением возраста доля особей в популяции, выбывших в результате ВНБ, в целом снижается. Наиболее часто из стада по причине ВНБ выбывают животные, имеющие живую массу при рождении 43,1–45,0 кг (20,90 %). Наибольшая доля выбывших животных имела живую массу в 6 месяцев 141–160 кг (36,18 %), а в 12 месяцев 341–360 кг (26,57 %). Живая масса животных в 18 месяцев, выбывших по причине ВНБ, составляла в основном 421–440 и 541–560 кг – 24,91 и 21,98 % соответственно. В результате ВНБ наиболее часто выбраковывают дойных коров, живая масса которых при первом и плодотворном осеменении составляет 351–400 кг – 43,86 и 38,03 % соответственно, а в период лактации – 501–550 кг (44,70 %). С увеличением возраста первого плодотворного осеменения и возраста первого отела снижается доля животных, выбывших из стада по причине ВНБ. Максимальной является доля особей, возраст первого осеменения которых не превышает 12 месяцев – 18,96 %, а возраст первого отела у которых составляет 24 месяца – 11,81 %. Чаще всего по причине ВНБ из стада выбывают животные с продуктивностью от 6001 до 7000 кг молока за лактацию – 12,97 % и продолжительностью лактации 301–350 дней – 20,12 %. Анализ уровня молочной продуктивности матерей выбывших животных показал, что чаще всего по причине ВНБ выбраковываются дочери коров с удоем от 7001 до 8000 кг за стандартную (305 дней) лактацию – 16,2 %. Основная доля животных, выбракованных в результате ВНБ, имела продолжительность сервис-периода 91–120 дней – 20,90 %, межотельного периода – 361–390 дней (20,92 %), сухостойного периода – 61–75 дней (40,42 %).

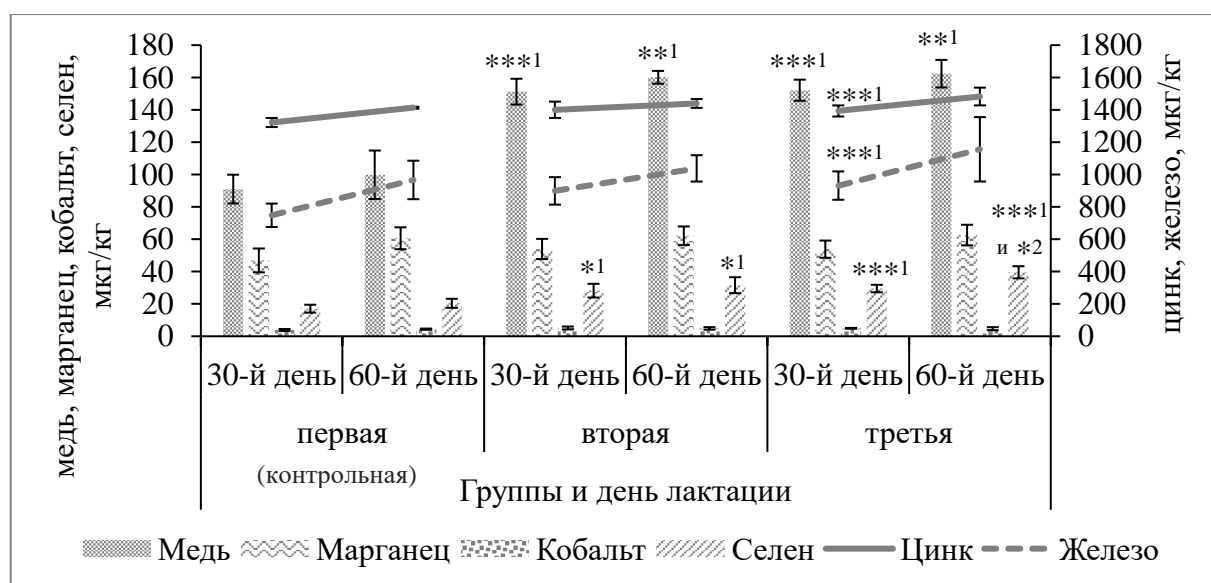
2.7 Принципы и методы профилактики нарушений обмена веществ у дойных коров, обеспечивающие получение молока для переработки в продукты питания с высоким содержанием физиологически значимых и биологически активных соединений

Разработана схема сочетанного применения витаминно-минеральных премиксов и энергетических кормовых добавок. За период исследований в 12 синоптический срок измерения в среднем в животноводческом помещении выявлено 61,67 % значений ТВИ, соответствующих той или иной степени теплового стресса. Исследование выполнено на популяции стельных сухостойных и дойных коров голштинской породы СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КООПЕРАТИВА ПЛЕМЕННОГО ЗАВОДА ИМЕНИ ЛЕНИНА Атинского муниципального района Республики Татарстан. Из 30 коров сформировали три группы животных по 10 коров в каждой. В сухостойный период особи первой (контрольной) группы в составе рациона кормления получали комбикорм, обогащенный 1,0 % премиксом П60–3/2 с 1-го дня сухостойного периода. Животным второй группы с 46-го дня сухостойного периода указанный выше премикс заменили на 1,0 % премикс П60–3/П, а также задавали пропиленгликоль жидкий по 300 мл через день, начиная за 7 дней до предполагаемой даты отела. Животные третьей группы на протяжении всего сухостойного периода получали рекомендованный рацион, обогащенный 1,0 % премиксом П60–3/П, а также пропиленгликоль в указанной выше дозе и в аналогичные сроки. В период раздоя животные первой группы получали основной хозяйственный рацион с комбикормом, обогащенным 1,0 % премиксом П60–3/2 на протяжении 60 дней. Коровы второй группы в составе комбикорма получали 1,0 % премикс П60–3/П в течение 60 дней, в составе рациона пропиленгликоль по 300 мл внутрь на 1-й, 3-й, 5-й дни после родов и кальциевые соли жирных кислот в виде кормовой добавки «Профат» – по 300 г 2 раза в сутки с 10-го дня после отела в течение 30-ти дней. Особи третьей группы в период раздоя получали рекомендованный рацион с 1,0 % премиксом П60–3/П и энергетическими кормовыми добавками на основе пропиленгликоля и кальциевых солей жирных кислот в тех же дозах и сроки.

Особого внимания заслуживают результаты анализа уровня микроэлементов в различных биологических жидкостях животных – в крови и молоке. На 46-й день сухостойного периода произошло снижение содержания меди, марганца и железа в крови. Наибольшее снижение меди и марганца установлено у животных второй и третьей групп – 36,17 ($p < 0,05$) и 50,14 % для меди и 74,59 ($p < 0,001$) и 72,78 % для марганца ($p < 0,001$), а наибольшее снижение уровня железа отмечено в контроле – 78,23 % ($p < 0,001$). На 30-й день лактации в крови животных установили повышение уровня меди и марганца. Во второй и третьей группах оно оказалось более выраженным и составило 26,29 и 38,81 ($p < 0,001$) % для меди и 33,70 и 89,48 ($p < 0,05$) % для марганца, против 3,01 и 26,05 % в контрольной группе. Тенденция наименьшего снижения уровня кобальта установлена в крови животных второй и третьей групп. В крови

животных опытных групп в среднем на 6,36 % было более высоким содержание селена, а максимальное – у особей второй группы. На 60-й день лактации содержание меди и цинка у коров второй группы превосходило таковое в контроле на 6,42 и 12,88 %, у особей третьей группы – на 18,79 и 17,66 %. Уровень кобальта был выше на 1,89 и 11,32 % соответственно, а селена – на 15,00 и 28,34 % соответственно ($p < 0,05$).

Стоит отметить, что использование в составе рационов кормления животных разработанных премиксов в комплексе с энергетическими кормовыми добавками повлияло на микроэлементный состав молока. Так, у животных второй группы на 30-й день лактации различия в содержании меди и селена носили достоверный характер и составили соответственно 66,18 ($p < 0,001$) и 65,21 ($p < 0,05$) %. У животных третьей группы содержание всех изучаемых микроэлементов также было выше, чем у животных контрольной группы. Однако различия содержания уровня меди и селена было наиболее выраженным и составили соответственно 67,15 ($p < 0,001$) и 73,00 ($p < 0,001$) % (Рисунок 5).



Примечание: ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$; 1 – в сравнении с первой группой; 2 – в сравнении с предыдущим сроком измерения

Рисунок 5 – Динамика содержания микроэлементов в молоке коров ($n=5$)

Установлены определенные корреляционные зависимости в отношении уровней содержания некоторых микроэлементов (Таблица 1). Так, между уровнем цинка в крови и марганца в молоке существует высокая положительная достоверная связь – $r = 0,931$ ($p < 0,01$). Между концентрацией марганца в крови телят и цинка и железа в молоке коров установлены высокие достоверные положительные связи – $r = 0,851$ ($p < 0,05$) и $r = 0,867$ ($p < 0,05$) соответственно. Выявлено и наличие других связей. Между концентрацией меди и кобальта, селена и марганца в крови телят и коров существуют достоверные положительные высокие связи ($r_{\text{т}} = 0,828$ ($p < 0,05$) и $r_{\text{к}} = 0,829$ ($p < 0,05$) соответственно). Между медью в крови коров и телят установлена высокая достоверная отрицательная связь – $r_{\text{к}} = -0,829$ ($p < 0,05$).

Таблица 1 – Коэффициенты корреляции между содержанием микроэлементов в молоке коров и крови телят

Показатель		Кровь телят					
		Медь	Цинк	Марганец	Железо	Кобальт	Селен
Молоко коров	Медь	0,657 ^C	0,771 ^C	0,886* ^C	0,771 ^C	0,314 ^C	-0,200 ^C
	Цинк	0,835*	0,884*	0,851*	0,801	0,215	-0,304
	Марганец	0,882*	0,931**	0,778	0,921**	0,100	-0,247
	Железо	0,868*	0,919**	0,867*	0,827*	0,324	-0,192
	Кобальт	0,039	0,312	0,642	0,426	-0,392	-0,223
	Селен	0,539	0,702	0,784	0,568	0,278	-0,137

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; C – коэффициент корреляции Спирмена, без индекса – коэффициент корреляции Пирсона

Разработан импортозамещающий АВМК – экструдированная смесь высокобелковых энергонасыщенных кормовых компонентов и карбамида с оптимальным количеством питательных и биологически активных веществ. Изучен в сравнительном аспекте с кормовой добавкой на основе жирных кислот («LactoPlus MB Protect»). Исследования выполнены в условиях, когда в 12 синоптический срок измерений средняя доля значений ТВИ в животноводческом помещении, соответствующая тепловому стрессу, составила 81,67 %, а аналогичная во внешней среде была выше на 5,00 %. Исследования выполнены в СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ КООПЕРАТИВЕ «АГРОФИРМА РАССВЕТ» Кукморского муниципального района Республики Татарстан. Исследования провели на четырех группах коров татарстанского типа холмогорской породы по 10 животных в каждой. Первая группа животных была контрольной, остальные три – опытными. Животные всех групп на протяжении сухостойного периода получали сбалансированный рацион кормления с минерально-витаминной добавкой «Минвит-5-1 S» (норма ввода 1,0 %). В период раздоя коровы в составе рациона получали минерально-витаминную добавку для дойных коров «Минвит-3» с аналогичной нормой ввода. С 46-го дня сухостойного периода и до отела животные третьей и четвертой групп в составе рациона кормления ежедневно получали комплексный дополнительный корм «LactoPlus MB Protect» в дозе по 150 г в сутки. В период раздоя (с 1-го по 60-й дни лактации) дойные коровы первой (контрольной) группы получали сбалансированный рацион кормления с испытуемыми минерально-витаминными добавками, в то время как животным второй группы ежедневно в составе рациона скармливали энергопротеиновую кормовую добавку – АВМК в дозе 1000 г в сутки. Коровы третьей группы в аналогичный период продолжали ежедневно получать в составе рациона комплексный дополнительный корм «LactoPlus MB Protect», однако, доза его скармливания была увеличена до 400 г в сутки. Особи четвертой группы в составе рациона ежедневно получали и «LactoPlus MB Protect» и АВМК в вышеуказанных дозах на протяжении 60-ти дней лактации.

Особого внимания заслуживают результаты биохимического исследования сыворотки крови (Таблица 2). На 60-й день лактации у коров всех групп наблюдалось повышение содержания общего белка, составившее у особей первой группы 26,57 %, а у животных опытных групп от 29,19 до 34,08 ($p < 0,05$) %.

Концентрация мочевины снизилась у коров контрольной группы на 60,29 ($p < 0,01$) %, а у особей остальных групп – в среднем на 52,35 %, причем у особей третьей и четвертой групп изменения носили достоверный характер.

Таблица 2 – Динамика биохимических показателей сыворотки крови коров

Показатели	Группа (n=5)			
	Первая (контрольная)	Вторая	Третья	Четвертая
46-й день сухостойного периода				
Общий белок, г/л	76,80±14,16	74,00±4,30	80,40±11,55	76,80±13,41
Альбумины, г/л	37,00±5,00	36,80±3,03	32,80±2,17	38,00±3,39
Мочевина, ммоль/л	7,05±1,11	5,95±1,54	6,51±0,51	6,58±0,90
Глюкоза, ммоль/л	2,09±0,46	1,76±0,57	2,05±0,41	2,07±0,38
Холестерин, ммоль/л	2,84±0,42	2,76±0,59	2,84±0,89	2,76±0,26
Триглицериды, ммоль/л	0,12±0,05	0,11±0,06	0,09±0,05	0,09±0,04
Кальций общий, ммоль/л	2,33±0,16	2,34±0,13	2,29±0,06	2,37±0,09
Фосфор неорганический, ммоль/л	1,32±0,33	1,25±0,28	1,58±0,82	1,37±0,12
α -амилаза, Е/л	23,60±12,28	19,60±1,67	38,80±16,41	26,00±7,87
АСТ, Е/л	68,40±12,12	92,00±53,18	69,20±3,70	63,80±8,17
АЛТ, Е/л	23,80±6,46	24,20±7,79	26,00±4,69	25,20±5,26
ЩФ, Е/л	115,00±48,22	140,60±47,27	105,20±12,87	83,40±35,84
60-й день лактации				
Общий белок, г/л	97,20±14,87	95,60±11,59	107,8±8,87* ²	100,00±4,53
Альбумины, г/л	42,00±18,01	34,50±5,90	35,00±1,73	34,20±3,90
Мочевина, ммоль/л	2,80±0,38** ²	3,15±0,51	2,77±0,32*** ²	3,13±0,57** ²
Глюкоза, ммоль/л	3,10±0,17* ²	3,48±0,56** ²	3,44±0,47** ²	3,32±0,76
Холестерин, ммоль/л	2,70±0,70	3,50±0,35	2,88±0,58	2,76±0,52
Триглицериды, ммоль/л	0,08±0,06	0,08±0,02	0,10±0,05	0,14±0,06
Кальций общий, ммоль/л	2,30±0,09	2,40±0,04	2,46±0,08* ²	2,28±0,03
Фосфор неорганический, ммоль/л	2,19±0,48	2,22±0,58	2,29±0,55	2,50±0,30* ²
α -амилаза, Е/л	26,60±19,42	20,80±5,22	28,40±15,58	37,60±20,27
АСТ, Е/л	79,00±3,08	81,80±6,38	117,80±41,18	77,20±7,60
АЛТ, Е/л	31,40±19,50	23,80±5,07	22,20±2,17	22,80±5,22
ЩФ, Е/л	70,80±31,24	113,00±29,82	87,40±13,63	113,80±22,52

Примечание: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$; 2 – в сравнении с предыдущим сроком измерения

Содержание глюкозы на 60-й день исследования увеличилось у животных контрольной группы на 48,33 % ($p < 0,05$), а у животных опытных групп в среднем на 75,31 % и было максимальным у особей второй группы (97,73 %, $p < 0,01$). У особей второй группы наблюдали увеличение уровня общего кальция в сыворотке крови на 2,57 %, в то время как у особей третьей группы данное увеличение составило 7,43 % ($p < 0,05$).

Разработана кормовая добавка на основе сапропеля, КОК «Флорузим», карнитина («Карнипасс»), проведено сравнительное изучение эффективности ее различных доз. Исследования выполнены в СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ КООПЕРАТИВЕ «АГРОФИРМА РАССВЕТ» Кукморского муниципального района Республики Татарстан. Из 80 голов племенных лактирующих коров холмогорской породы татарстанского типа сформировали четыре группы животных по 20 голов в каждой. Количество дней доения у коров на момент начала исследований составляло 23–31 день. Исследование продолжалось 60 дней до достижения животными 83–91-го дня лактации. Дойные коровы первой (контрольной) группы получали сбалансированный рацион кормления. Животные второй, третьей, четвертой (опытных) групп в составе основного сбалансированного рациона кормления получали экспериментальную кормовую добавку в дозе 100, 150 и 200 г соответственно один раз в сутки.

Особого внимания заслуживают результаты исследования рубцового метаболизма и микробиома рубца (Таблица 3).

Таблица 3 – Результаты исследования рубцовой жидкости

Показатель	Группа (n=3)			
	Первая (контрольная)	Вторая	Третья	Четвертая
pH	6,71±0,05	6,40±0,20	6,41±0,35	6,33±0,14* ¹
ОМЧ, 10 ⁶ КОЕ/мл	7,53±1,82	7,10±0,46	10,13±1,51	10,50±0,50
Бациллы, 10 ⁶ КОЕ/мл	6,67±1,57	3,70±1,15* ¹	3,47±0,90* ¹	3,53±0,81* ¹
Дрожжеподобные микроорганизмы, 10 ⁵ КОЕ/мл	8,23±0,58	10,47±1,16* ¹	8,57±2,64	7,17±2,81
Молочнокислые микроорганизмы, 10 ⁴ КОЕ/мл	8,07±3,06	11,30±2,82	11,17±1,52	11,07±1,31
Целлюлозолитические микроорганизмы, %	85,67±1,20	94,00±4,16* ¹	90,00±4,62	89,00±4,51
Количество инфузорий, тыс./мл	207,20±26,91	314,38±90,82	287,19±90,12	262,75±81,58

Примечание: * – $p < 0,05$; 1 – в сравнении с первой группой

Органолептическое исследование показало отсутствие патологических изменений в рубцовой жидкости животных. Наиболее кислые значения pH отмечены у особей четвертой группы, pH у которых составил 6,33 ($p < 0,05$). У коров опытных групп среднее значение общего микробного числа (ОМЧ) составило $9,24 \times 10^6$ КОЕ/мл. У животных опытных групп содержалось на 46,62 % меньше бацилл. Наибольшее содержание дрожжеподобных микроорганизмов характерно для рубцовой жидкости коров второй группы – $10,47 \times 10^5$ КОЕ/мл ($p < 0,05$). Среднее содержание молочнокислых микроорганизмов у коров второй, третьей и четвертой групп было выше значений у контрольных животных на 38,53 %. У коров второй группы доля целлюлозолитических микроорганизмов составила 94,00 % и была максимальной и превосходила значения в контроле на 8,33 % ($p < 0,05$). Тенденция наименьшего содержания инфузорий характерна для коров контрольной группы, и оно составило 207,20 тыс./мл. Среди животных

опытных групп наиболее высокое содержание инфузорий было характерно для особей второй группы – 314,38 тыс./мл.

Результаты метагеномного анализа микробиома рубца показали, что в рубцовой жидкости животных количество ДНК микроорганизмов, относящихся к домену *Bacteria*, преобладающее. В сообществе домена *Bacteria* выявлены представители 209 родов, из которых 122 идентифицированы. Наиболее распространенными оказались бактерии рода *Prevotella*. Их доля в рубцовой жидкости животных опытных групп составила в среднем 35,03 % и была максимальной у коров второй группы – 41,03 %, что на 14,46 % выше, чем у особей контрольной группы ($p < 0,01$). Особи второй группы имели тенденцию большего содержания бактерий рода *Ruminococcus*. Так, если у животных первой группы она составила 3,61 %, а у коров третьей и четвертой групп – 2,60 и 2,86 % соответственно, то у особей второй группы – 4,27 %, что выше, чем в контроле на 0,66 %. Животные всех опытных групп превосходили коров первой группы по содержанию бактерий рода *Succiniclasicum*.

Разработаны кормовые добавки на основе защищенных форм аминокислот («LysiPEARL» и «MetaSmart Dry» – лизина и метионина соответственно), цеолита активированного и КОК «Флорузим», оценена эффективность их скармливания. За период исследований средняя доля значений ТВИ, измеренных во внешней среде в 12 синоптический срок и соответствующая тепловому стрессу, составила 66,67 %, тогда как в животноводческом помещении была на 4,77 % меньше. Исследования выполнены в ОБЩЕСТВЕ С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ТАТАРСТАН» Балтасинского муниципального района Республики Татарстан на 48 коровах холмогорской породы татарстанского типа, разделенных на четыре группы по 12 животных в каждой. Исследования выполнены в период раздоя. Среднее количество дней доения животных на момент начала исследований составило 53 дня. Первая группа животных была контрольной, остальные три – опытными. Коровы контрольной группы получали сбалансированный рацион кормления, состоящий из основных кормов, с экспериментальной кормовой добавкой №1 в дозе 208 г в течение 60 дней. Коровы опытных групп в составе рациона получали экспериментальные кормовые добавки №2; №3; №4 соответственно в течение 60 дней в дозах 248; 248; 288 г соответственно. Экспериментальная кормовая добавка №1 состояла из: цеолита активированного – 96,16 % и КОК «ФЛОРУЗИМ» – 3,84 %. Экспериментальная кормовая добавка №2 состояла из: цеолита активированного – 80,64 %, КОК «ФЛОРУЗИМ» – 3,22 %, «LysiPEARL» – 16,14 %. Экспериментальная кормовая добавка №3 состояла из: цеолита активированного – 80,64 %, КОК «ФЛОРУЗИМ» – 3,22 %, «MetaSmart Dry» – 16,14 %. Экспериментальная кормовая добавка №4 состояла из: цеолита активированного – 69,44 %, КОК «ФЛОРУЗИМ» – 2,80 %, «LysiPEARL» и «MetaSmart Dry» по 13,88 %.

Особого внимания заслуживают результаты ветеринарно-санитарной оценки молока и химического состава продуктов его переработки. Анализом органолептических показателей молока установлено, что у животных как контрольной, так и опытных групп его консистенция была однородной, без осадка

и со свойственным сырому молоку запахом и вкусом, цвет проб был белым, у отдельных животных с кремовым оттенком.

Тенденция наибольшего увеличения МДЖ была характерна коровам второй группы, у которых оно составило 0,14 %. Также у коров всех групп наблюдали увеличение МДБ в молоке, однако, если у животных контрольной группы оно было минимальным и составило 0,02 %, то у коров опытных групп в среднем 0,08 %. У особей третьей группы оно было максимальным и составило 0,11 % ($p < 0,001$), а у коров второй и четвертой групп уступало на 0,02 и 0,07 % и составило 0,09 ($p < 0,01$) и 0,04 ($p < 0,001$) % (Таблица 4).

Таблица 4 – Динамика физико-химических показателей молока дойных коров

Показатель	Группа (n=12)			
	Первая (контрольная)	Вторая	Третья	Четвертая
1-й день исследований				
Массовая доля жира, %	3,62±0,12	3,68±0,09	3,57±0,11	3,60±0,10
Массовая доля белка, %	3,08±0,02	3,15±0,03** ¹	3,07±0,03	3,15±0,01** ¹
Плотность, °А	27,72±0,28	28,40±0,28* ¹	27,57±0,32	28,43±0,10** ¹
Масовая доля СОМО, %	8,40±0,06	8,59±0,07** ¹	8,36±0,08	8,58±0,02** ¹
Соматические клетки, тыс./см ³	454,33±15,86	440,17±32,29	490,67±29,31	497,00±49,21
60-й день исследований				
Массовая доля жира, %	3,65±0,11	3,82±0,07	3,67±0,13	3,68±0,03
Массовая доля белка, %	3,10±0,03	3,24±0,01*** ¹ и ** ²	3,18±0,01*** ¹ и *** ²	3,19±0,01*** ¹ и *** ²
Плотность, °А	27,90±0,27	29,20±0,11*** ¹ и ** ²	28,74±0,13*** ¹ и *** ²	28,78±0,04*** ¹ и *** ²
Масовая доля СОМО, %	8,45±0,07	8,81±0,02*** ¹ и ** ²	8,67±0,03*** ¹ и *** ²	8,68±0,01*** ¹ и *** ²
Соматические клетки, тыс./см ³	424,42±15,49* ²	400,17±53,04	475,42±26,15	472,08±47,15

Примечание: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$; 1 – в сравнении с первой группой; 2 – в сравнении с предыдущим сроком измерения

Плотность молока у коров контрольной группы увеличилась на 0,64 %, а у животных четвертой и второй группы на 1,23 ($p < 0,001$) и 2,81 ($p < 0,01$) % соответственно, и максимальное увеличение наблюдалось у коров третьей группы и составило 4,24 % ($p < 0,001$).

Из молока, полученного от коров, изготовили простоквашу, кефир, творог и сыр. При использовании в составе кормовой добавки защищенного лизина наблюдали достоверно более высокое, по сравнению с контролем, содержание в СВ: кальция в простокваше, фосфора в кефире, сырого жира (СЖ) и фосфора в твороге, СЖ в сыре. При использовании защищенного метионина – СЖ в простокваше, фосфора в кефире, СЖ в твороге. Максимальным содержанием сырого протеина (СП) и фосфора характеризовался кефир, СЖ и фосфора – творог, СЖ – сыр, изготовленные из молока коров четвертой группы (Таблица 5).

Таблица 5 – Химический состав продуктов переработки молока (в СВ)

Показатель	Группа (n=5)			
	Первая (контрольная)	Вторая	Третья	Четвертая
Простокваша				
Сырой протеин, г/кг	281,48±2,11	288,50±5,58	286,73±4,21	290,11±5,10
Сырой жир, г/кг	244,86±9,95	258,22±7,40	273,57±0,98* ¹	252,95±7,79
Кальций, г/кг	12,78±0,10	13,10±0,01* ¹	12,93±0,07	12,74±0,12
Фосфор, г/кг	6,79±0,01	6,85±0,04	6,65±0,04** ¹	6,06±0,10*** ¹
Кефир				
Сырой протеин, г/кг	288,90±6,05	298,15±4,03	290,42±6,23	317,36±3,11*** ¹
Сырой жир, г/кг	284,67±12,07	259,95±5,50* ¹	275,19±10,15	268,85±7,45
Кальций, г/кг	13,32±0,21	12,68±0,01* ¹	12,75±0,03* ¹	12,70±0,34
Фосфор, г/кг	5,78±0,59	7,34±0,12* ¹	7,21±0,15* ¹	7,87±0,08*** ¹
Творог				
Сырой протеин, г/кг	473,48±1,11	474,29±0,74	478,67±7,54	474,07±1,36
Сырой жир, г/кг	366,05±0,07	367,39±0,45* ¹	387,55±7,52* ¹	380,75±1,85*** ¹
Кальций, г/кг	26,74±0,29	26,65±0,41	27,20±0,16	27,15±0,17
Фосфор, г/кг	8,13±0,03	8,22±0,01*** ¹	7,87±0,12* ¹	8,44±0,07*** ¹
Сыр				
Сырой протеин, г/кг	338,37±2,08	333,78±0,81* ¹	319,54±2,74*** ¹	315,21±5,53*** ¹
Сырой жир, г/кг	413,18±1,39	416,16±0,58* ¹	414,77±3,47	433,98±5,47** ¹
Кальций, г/кг	9,86±0,62	8,04±0,06* ¹	7,41±0,17** ¹	6,77±0,38*** ¹
Фосфор, г/кг	4,32±0,08	4,31±0,11	3,86±0,07*** ¹	3,68±0,12*** ¹

Примечание: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$; 1 – в сравнении с первой группой

Разработаны кормовые добавки, состоящие из цеолита активированного и КОК «Флорузим», магния оксида и гидрокарбоната натрия в комплексе с другими штаммами микроорганизмов (*Enterococcus faecium* 8×10^7 КОЕ/г, *Lactobacillus acidophilus* 1×10^6 КОЕ/г (за счет пробиотической кормовой добавки «АТЫШ) и *Saccharomyces cerevisia* $2,5 \times 10^8$ КОЕ/г (за счет пробиотика «YEA-SACC 1026»). Проведена оценка эффективности их скармливания. За период выполнения работы в 12 синоптический срок измерений доля значений ТВИ, отнесенных к тепловому стрессу во внешней среде составляла 37,5 %, а в помещении – 28,1 %. Исследования выполнены в ОБЩЕСТВЕ С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ТАТАРСТАН» Балтасинского муниципального района Республики Татарстан на дойных коровах холмогорской породы татарстанского типа. Среднее количество дней доения коров на момент начала исследований составляло 160 дней. Исследования проведены на 48 дойных коровах, разделенных на четыре группы по 12 животных в каждой. Первая группа животных была контрольной, остальные группы – опытными. Животные контрольной группы получали сбалансированный рацион кормления, содержащий основные корма рациона. Коровы второй группы в составе рациона кормления получали экспериментальную кормовую добавку №1 в дозе по 305 г однократно в сутки в течение 60 дней. Животным третьей группы в составе рациона скармливали экспериментальную кормовую добавку №2 в дозе по 330 г однократно в сутки в течение 60 дней. Коровы четвертой

группы в составе рациона кормления получали экспериментальную кормовую добавку №3 в дозе по 315 г однократно в сутки в течение 60 дней.

Экспериментальная кормовая добавка №1 состояла из: цеолита активированного – 65,59 %, гидрокарбоната натрия – 16,39 %, оксида магния – 16,39 %, КОК «ФЛОРУЗИМ» – 1,63 %. Экспериментальная кормовая добавка №2 состояла из: цеолита активированного – 59,92 %, гидрокарбоната натрия – 15,38 %, оксида магния – 15,38 %, пробиотической кормовой добавки «АТЫШ» – 7,69 %, КОК «ФЛОРУЗИМ» – 1,63 %. Экспериментальная кормовая добавка №3 состояла из: цеолита активированного – 63,51 %, гидрокарбоната натрия – 15,87 %, оксида магния – 15,87 %, пробиотика «УЕА-SACC 1026» – 3,17 %, КОК «ФЛОРУЗИМ» – 1,58 %.

Особого внимания заслуживают результаты оценки переваримости питательных веществ рациона (Таблица 6). Коэффициенты переваримости СВ, органического вещества (ОВ), СП у животных опытных групп превосходили аналогичные показатели у животных первой группы в среднем на 1,69; 1,82; 1,69 % соответственно. У коров второй группы коэффициент переваримости СЖ превышал таковой в контроле на 9,83 % ($p < 0,05$).

Таблица 6 – Значения коэффициентов переваримости

Показатели	Группа (n=3)			
	Первая (контрольная)	Вторая	Третья	Четвертая
Сухое вещество, %	75,79±1,76	77,36±1,40	77,98±1,14	77,12±1,92
Органическое вещество, %	79,48±1,56	81,41±1,12	81,42±1,12	81,07±1,57
Сырой протеин, %	65,64±2,40	67,45±2,50	67,96±2,74	66,58±4,25
Сырой жир, %	62,88±3,29	72,71±4,20* ¹	63,63±6,90	61,83±5,53
Сырая клетчатка, %	65,14±2,34	68,85±2,17	68,50±0,71	66,87±3,20
Безазотистые экстрактивные вещества, %	76,63±2,24	79,33±1,22	79,77±1,35	80,12±1,56

Примечание: * – $p < 0,05$; 1 – в сравнении с первой группой

Анализ химического состава кала показал, что уровень сырой клетчатки (СК) в СВ кала у животных опытных групп был в среднем на 1,46 % ниже, чем в СВ кала контрольных животных. Наибольшим содержанием сырой золы (СЗ) характеризовался кал коров второй и четвертой групп – на 16,71 ($p < 0,05$) и 11,85 ($p < 0,01$) % выше, чем содержание СЗ в кале коров контрольной группы. У коров второй группы уровень кальция был максимальным и превышал значения в контроле на 14,11 % ($p < 0,05$).

Тенденция наибольшего выделения азота с мочой была характерна для особей первой группы. У животных второй, третьей и четвертой групп выделение кальция с мочой было более высоким, по сравнению с таковым у контрольных животных, и составило соответственно 0,09 ($p < 0,05$); 0,08 ($p < 0,05$); 0,10 ($p < 0,01$) % от СВ.

Вышеописанные тенденции и закономерности позволили животным указанных групп иметь (Таблица 7) достоверно более высокие значения баланса азота и его использования (у особей второй и третьей групп); достоверно более

высокие значения баланса кальция (у коров второй и третьей групп) и его использования (у животных третьей группы); достоверно более высокие значения баланса фосфора (у особей второй, третьей и четвертой групп) и его использования (у особей второй и третьей групп).

Таблица 7 – Баланс и использование азота, кальция и фосфора

Показатель	Группа (n=3)			
	Первая (контрольная)	Вторая	Третья	Четвертая
Азот				
Баланс, г	46,38±20,93	126,26±10,42** ¹	137,21±18,03** ¹	119,29±33,12
Использовано от принятого, %	11,60±5,21	26,96±2,13* ¹	28,67±3,50* ¹	24,86±6,27
Использовано от переваренного, %	19,77±8,63	41,42±1,82* ¹	42,51±3,43* ¹	36,97±6,88
Кальций				
Баланс, г	27,16±13,03	60,55±9,94* ¹	82,91±3,71** ¹	56,70±22,37
Использовано от принятого, %	14,68±7,10	26,60±4,54	35,50±0,96* ¹	24,90±9,30
Фосфор				
Баланс, г	19,86±3,28	33,98±1,81** ¹	35,59±2,90** ¹	33,53±5,81* ¹
Использовано от принятого, %	26,39±4,14	37,94±1,96* ¹	38,96±3,46* ¹	36,70±5,42

Примечание: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$; 1 – в сравнении с первой группой;

Разработан, с учетом закономерностей, установленных выше, на основе новых научных знаний и достижений, состав комплексного кормового средства, содержащий макроэлементы (кальций, фосфор, магний, сера), микроэлементы (кобальт, марганец, медь, цинк, йод, селен, в том числе в органической форме), витамины (А, Д₃, Е, В₂, В₄, В₅, В₁₂, Н), L-карнитин, бетаин, защищенный метионин, сорбитол, глюкозу, лактозу, пропионат кальция, янтарную кислоту, антиоксидант, КОК «ФЛОРУЗИМ» и цеолит активированный. Изучен лечебно-профилактический эффект данной кормовой добавки при нарушении энергетического и белкового баланса организме высокопродуктивных коров в период раздоя. Исследования выполнены в СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ КООПЕРАТИВЕ «ИМЕНИ ВАХИТОВА» Кукморского муниципального района Республики Татарстан на дойных коровах татарстанского типа холмогорской породы. В молоке 440 коров, находящихся на раздое, определили точку замерзания, массовую долю СВ, содержание МДЖ, МДБ, МДЛ, СОМО, активную кислотность, содержание мочевины, БОМК и ацетона. Установили продолжительность лактации, межотельного и сервис-периодов. Рассчитали СЖБ в молоке коров. Исходя из полученных результатов СЖБ в молоке сформировали две группы животных по 10 голов в каждой – с оптимальными значениями соотношения и с пониженным. Среднее количество дней доения у коров контрольной и опытной групп на момент начала исследований составило 13. Группа животных с оптимальным значением СЖБ служила контрольной и получала сбалансированный рацион кормления в

соответствии с физиологическим состоянием и уровнем продуктивности. Животные опытной группы (с СЖБ 1,10 и менее) также получали сбалансированный рацион кормления с комплексным кормовым средством в дозе 300 г на одно животное в сутки. Продолжительность исследований составила 45 дней.

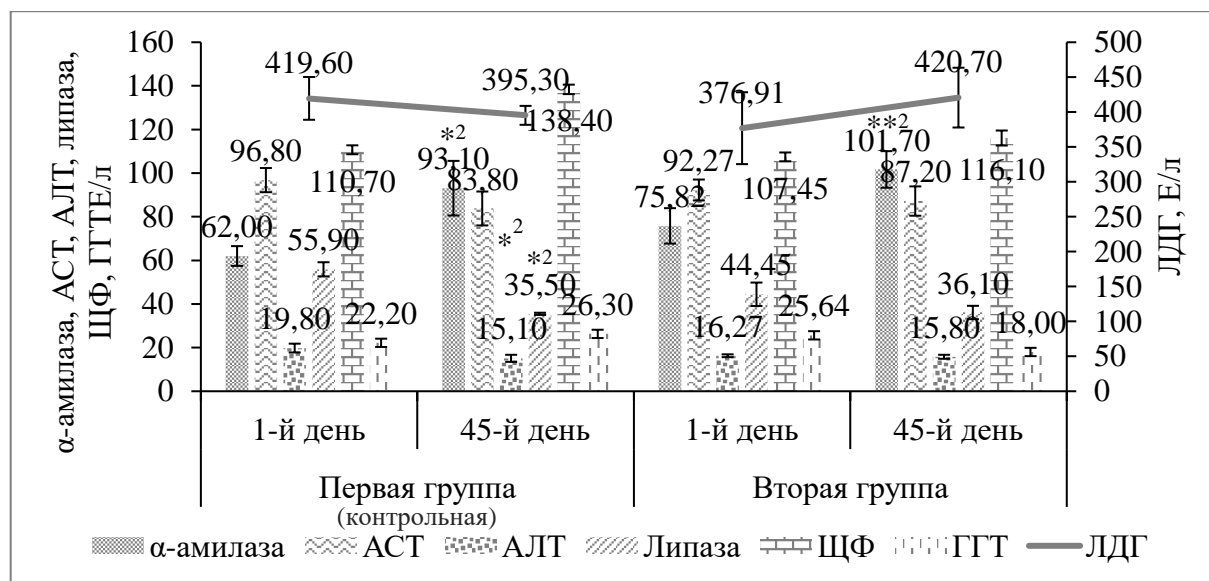
Анализ СЖБ показал, что в исследуемой популяции у 17,05 % коров этот показатель отклонялся от нормы и составлял 1,10 и менее. Изменения СЖБ сказывается на физико-химическом составе молока коров – при снижении СЖБ уменьшается содержание СВ, МДЛ и СОМО (на 0,38 ($p < 0,001$) и 0,36 ($p < 0,001$) %), рН отклоняется в сторону более кислых значений (на 0,12, $p < 0,001$), содержание БОМК увеличивается (на 80,0 %, $p < 0,01$), равно как и ацетона – на 141,43 % ($p < 0,05$). Установили, что значения СЖБ увеличиваются, как только молочная продуктивность животных начинает снижаться. Также при снижении СЖБ увеличивается продолжительность сервис-периода.

Гематологическими исследованиями крови установлено, что доля лимфоцитов у животных первой группы имела тенденцию к снижению на 2,72 %, а у коров второй группы – к увеличению на 6,03 % ($p < 0,001$). Доля гранулоцитов у животных первой группы увеличилась на 4,93 % ($p < 0,01$). Снижение абсолютного количества моноцитов у животных первой и второй групп соответственно составило 17,67 и 26,99 ($p < 0,05$) %. Изменялись и другие гематологические показатели. Так, у коров обеих групп отмечалось снижение числа тромбоцитов, составившее у особей первой группы 51,06 % ($p < 0,001$), тогда как у животных второй группы оно было более выраженным – 58,78 % ($p < 0,001$).

Анализом биохимических показателей сыворотки крови выявлено, что у животных первой группы уровень содержания общего белка снизился на 2,83 %, а у коров второй группы – на 5,78 % ($p < 0,05$). Аналогично и уровень альбуминов у животных первой группы возрос на 6,13 %, тогда как у особей второй группы – на 28,18 % ($p < 0,001$). У животных первой группы на 45-й день исследований наблюдается снижение уровня глюкозы в сыворотке крови на 17,55 % ($p < 0,05$). У особей первой группы отмечалось снижения уровня холестерина в сыворотке крови на 30,12 % ($p < 0,01$) на 45-й день исследований, хотя полученные значения не выходили за пределы референсных. Уровень содержания триглицеридов у коров обеих групп имел тенденцию к снижению, составившую у животных первой группы 18,18 %, а у особей второй группы – 38,88 % ($p < 0,01$), хотя, как на 1-й, так и на 45-й дни исследований значения данного показателя были значительно ниже физиологической нормы. У коров второй группы на 45-й день исследований уровень общего кальция в крови возрос на 25,58 % ($p < 0,001$), однако, указанного увеличения было недостаточно для достижения нижней границы физиологической нормы. Уровень железа у особей второй группы на 45-й день исследований был выше такового в контроле на 71,40 % ($p < 0,05$). У животных первой группы наблюдалось резкое увеличение уровня билирубина общего на 45-й день исследований относительно такового в 1-й день исследований на 274,50 % ($p < 0,05$), однако, полученное на 45-й день значение соответствовало средним значениям физиологической нормы. У животных обеих

групп отмечается тенденция снижения содержания в сыворотке крови билирубина прямого. Уровень содержания креатинина в сыворотке крови коров обеих групп имел тенденцию к снижению на 45-й день исследований.

Активность фермента α -амилазы у коров обеих групп имела тенденцию к увеличению на 45-й день исследований. У животных первой группы оно составило 50,16 % ($p < 0,05$), а у коров второй группы было выражено в меньшей степени и составило 34,13 % ($p < 0,01$). Активность фермента АЛТ также в большей степени снизилась на 45-й день исследований у коров первой группы – на 23,73 % ($p < 0,05$), а у животных второй группы – на 2,88 %. Изменения активностей описанных выше ферментов не выходили за пределы референсных значений. Активность фермента липазы у животных первой группы снижалась на 45-й день исследований на 36,49 % ($p < 0,05$), а у коров второй группы – на 18,78 %. Активность ферментов ЩФ и ГГТ имела тенденцию к увеличению у животных обеих групп. Активность фермента ЛДГ у особей первой группы имела тенденцию к снижению на 5,79 %, а у коров второй группы изучаемый показатель увеличился на 45-й день лактации на 11,61 % (Рисунок 6).



Примечание: * – $p < 0,05$, *** – $p < 0,001$; 2 – в сравнении с предыдущим сроком измерения

Рисунок 6 – Динамика активности ферментов сыворотки крови (n=10)

Уровень марганца у коров первой группы не изменился, тогда как у особей второй группы было отмечено существенное снижение концентрации этого микроэлемента, составившее 22,58 % относительно значений, полученных в 1-й день исследований ($p < 0,05$). У особей обеих групп наблюдали увеличение концентрации селена в цельной крови на 45-й день исследований, составившее у коров второй группы 25,20 % ($p < 0,001$), а у животных первой группы – 28,20 % ($p < 0,001$). В целом на 45-й день исследований коровы второй группы характеризовались более высоким содержанием в крови меди, марганца, железа и селена, хотя тенденция снижения уровней содержания этих микроэлементов была более выраженной. Также особи данной группы превосходили коров первой

группы по концентрации селена в крови, несмотря на менее выраженное увеличение его содержания.

На 45-й день опыта в 1 кг СВ кала животных второй группы содержалось меньше СП – на 5,86 %, по сравнению с таковым в первой группе. С калом у животных второй группы на 11,59 % меньше выделялось СК ($p < 0,01$), СЗ – на 4,35 % и кальция – на 5,93 %. Особи опытной группы характеризовались большим содержанием в СВ кала СЖ – на 21,57 % ($p < 0,05$) и фосфора – на 14,86 % ($p < 0,05$). Установили, что в СВ кала животных второй группы на 45-й день исследований содержалось больше белков водорастворимой фракции, чем у коров первой группы на 83,94 % ($p < 0,01$) и спирторастворимой фракции – на 137,16 % ($p < 0,01$). Доли других фракций протеина, таких как солерастворимая и щелочерастворимая, в СВ кала коров были на 41,47 ($p < 0,01$) и 26,71 ($p < 0,05$) % меньше, чем содержание таковых у особей первой группы. Доля нерастворимого азота у коров первой группы составила 17,33 %, что на 6,47 % больше, чем у животных второй группы ($p < 0,01$). В целом в СВ кала животных второй группы содержалось на 2,10 и 4,38 % соответственно больше легкорастворимых и труднорастворимых фракций белков, чем у коров первой группы.

Результаты метагеномного анализа показали, что в рубцовой жидкости животных контрольной и опытных групп преобладали микроорганизмы, относящиеся к домену *Bacteria*. В сообществе домена *Bacteria* выявлены представители 232 родов, из которых 128 идентифицированы. У животных первой и второй группы идентифицированы по 59 родов бактерий, доля которых была равной или превышала 0,01 %.

Преобладали в рубцовой жидкости животных обеих групп бактерии рода *Prevotella*, причем у коров второй группы их доля была на 2,53 % выше. Доля бактерий рода *Ruminococcus* оказалась второй по численности и у животных первой группы была на 2,90 % ниже, чем у особей второй группы. У коров первой группы наблюдалась более высокая доля бактерий родов *Treponema* и *Coprococcus* на 0,46 ($p < 0,01$) и 0,37 ($p < 0,01$) %.

В содержимом кишечника также преобладали микроорганизмы, относящиеся к домену *Bacteria*. Так, их доля у животных второй группы составила 99,35 %, тогда как в содержимом кишечника коров первой группы их доля была ниже на 0,51 %. Однако, доля представителей домена *Bacteria* в кишечнике была выше, чем таковая в рубце: у особей первой группы на 0,50 %, а у животных второй группы на 0,56 %. В сообществе домена *Bacteria* выявлены представители 328 родов, что на 96 родов больше, чем в рубце, а идентифицированы 167 родов, что на 39 родов больше, чем в рубце. У животных первой группы идентифицированы бактерии 112 родов, доля содержания которых была равной или превышала 0,01 %, что больше, чем в рубце на 53 рода. У коров второй группы идентифицированы бактерии 76 родов, что на 17 родов больше, чем в рубце. Преобладали в содержимом кишечника коров обеих групп бактерии рода *5-7N15*, но у животных первой группы их содержание было на 1,25 % выше, чем у особей второй группы. Доля бактерий рода *Prevotella* превышала долю у животных второй группы на 3,07 %, причем их доля, в сравнении с таковой в рубце, была ниже на 32,21 и 32,75 % соответственно. Коровы первой группы

характеризовались большей долей в кишечнике бактерий таких родов как *Bifidobacterium*, *Streptococcus*, *Veillonella*, тогда как животные второй группы отличались более высоким содержанием бактерий рода *CF231*, *Dorea*, *YRC22*, *Treponema* и *Ruminococcus*. Также, особи второй группы имели более высокую долю бактерий рода *Clostridium*, составившую 2,07 % и превышающую значения в первой группе на 0,66 % ($p < 0,01$).

Молоко не имело различий по органолептическим показателям, за исключением легкой разнице в оттенках. На 45-й день исследований активная кислотность молока продолжила смещаться в более щелочную сторону. Указанное изменение у коров первой группы составило 0,77 %, у животных второй группы – 0,15 %. МДЖ в молоке коров первой группы снизилась на 0,34 %, тогда как в молоке коров второй группы возрастала на 0,33 % ($p < 0,01$) и превысила значения в контроле на 0,46 %. МДБ в молоке коров первой группы снизилась на 0,21 % ($p < 0,05$), тогда как также на 0,21 % ($p < 0,01$) возросла у коров второй группы и превысила значения в первой группе на 0,56 %. У коров первой группы сохранилась тенденция увеличения содержания мочевины в молоке, тогда как у коров второй группы уровень данного показателя снизился на 16,05 % ($p < 0,05$) и был ниже значения в контроле на 20,08 % ($p < 0,05$). Изменений содержания БОМК в молоке коров обеих групп не установлено. Однако, уровень ацетона имел тенденцию к снижению у коров первой группы на 13,63 %, а у коров второй группы – на 56,00 % ($p < 0,05$). Нами установлено, что у животных первой группы СЖБ за период исследований снижается. У коров второй группы СЖБ увеличивается.

2.8 Оценка динамики молочной продуктивности коров и экономическая эффективность производства молока

Анализ динамики молочной продуктивности коров показал, что при использовании наиболее эффективных вариантов изученных кормовых средств или их комплексов отмечено увеличение молочной продуктивности животных в среднем на 5,94 кг или 19,91 %. Средний экономический эффект на одно животное составил 4734,71 руб., а средняя экономическая эффективность на 1 руб. дополнительных затрат составила 3,32 руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследований дана оценка изменению паратипических факторов, влияющих на обмен веществ и признаки молочной продуктивности коров. Изучена роль микроклимата в этиологии стрессовых состояний животных, выявлена взаимосвязь с генотипом по отдельным генам-маркерам селекционно значимых признаков. Установлено влияние генотипа на величины биохимических показателей различных видов обмена веществ, продуктивность животного и показатели качества сырого молока. Проанализирована структура заболеваний обуславливающих выбраковку животных, обосновано положительное влияние кормовых средств определенного состава, а также сочетанного применения

кормовых добавок, как способов профилактики нарушений обмена веществ у дойных коров, обеспечивающих получение высококачественного сырого молока для переработки в продукты питания животного происхождения.

По результатам проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1. Произошло локальное изменение климата на территории Республики Татарстан. Оно повлияло на химический состав и питательность заготовленных кормов. Положительные изменения некоторых показателей химического состава и питательности кормов нивелированы изменением структуры кормовой базы, а именно – увеличением доли скармливаемых концентрированных кормов;
2. Климат и микроклимат являются этиологическими факторами стрессовых состояний у дойных коров. Установлена динамика увеличения температуры тела животных и числа дыхательных движений в условиях теплового стресса в животноводческом помещении (в среднем 0,4 °C ($p < 0,001$) и 18 дыхательных движений в 1 минуту ($p < 0,001$)). Определена величина снижения молочной продуктивности татарстанской популяции коров вследствие теплового стресса (1,44 кг сырого молока естественной жирности в сутки) и установлены наиболее термотолерантные генотипы животных ($CSN3^{AA}$; $TG5^{CC}$; GH^{LV} ; BLG^{AB} ; PRL^{AB});
3. На величины показателей белкового, углеводного, липидного и минерального обменов веществ, динамику молочной продуктивности и показателей качества молока оказывает влияние генотип по генам-маркерам хозяйственно-полезных признаков. Идентифицированы генотипы, животные-носители которых характеризуются наиболее высокими и наиболее низкими значениями диагностических биохимических показателей сыворотки крови и отличающихся более выраженным изменением молочной продуктивности и качественного состава молока (содержанием и динамикой МДЖ и МДБ). Установленные закономерности необходимо учитывать при интерпретации результатов лабораторного исследования биоматериала коров, оценки синдрома стада в целом;
4. Определена структура нозологий, обуславливающих выбраковку животных, как за законченную лактацию, так и за первые 100 дней лактации (доля ВНБ вторая по величине после АГБ и составляет 33,38 и 30,72 % соответственно). Установлены интерьерные признаки коров татарстанской популяции, имеющих высокую вероятность выбытия из стада вследствие ВНБ, в том числе в разрезе групп ВНБ;
5. Выявлены наиболее эффективные с физиологической и экономической точек зрения способы сбалансированного кормления дойных коров, включающие использование специализированных кормовых средств, а также их комплексов, установлены оптимальные дозы кормовых средств и продолжительность их скармливания. Выявлено положительное влияние разработанных кормовых добавок на морфобиохимические показатели крови коров и ее микроэлементный состав, органолептические, физико-химические, микробиологические показатели молока и продуктов его переработки, доказана их роль в улучшении деятельности органов ЖКТ коров, микробиома рубца и кишечника, установлено влияние на морфобиохимические показатели крови телят, интенсивность их роста и развития.

Полученные результаты позволяют судить об оптимизации обменных процессов в организме коров посредством использования в составе рационов новых кормовых средств или их комплексов, способствующих получению молока высокого санитарного качества для последующей переработки в продукты питания для человека.

На основании вышеизложенного **сформулированы практические предложения и рекомендованы для внедрения** в молочное скотоводство новые кормовые средства, а также их комплексы для дойных коров:

1. Кормовая добавка, включающая КОК «ФЛОРУЗИМ» (5 %), «Карнипасс» (5 %), сапропель сухой (90 %) с нормой ввода корове по 100 г ежедневно в течение 60 дней;
2. Кормовая добавка, включающая цеолит активированный (80,64 %), КОК «ФЛОРУЗИМ» (3,22 %), «LysiPEARL» (16,14 %) с нормой ввода корове по 248 г ежедневно в течение 60 дней;
3. Кормовая добавка, включающая цеолит активированный (63,51 %), гидрокарбонат натрия (15,87 %), оксид магния (15,87 %), пробиотик «УЕА-SACC 1026» (3,17 %), КОК «ФЛОРУЗИМ» (1,58 %) с нормой ввода корове по 315 г ежедневно в течение 60 дней;
4. Кормовая добавка, включающая макроэлементы (кальций, фосфор, магний, сера), микроэлементы (кобальт, марганец, медь, цинк, йод, селен, в том числе в органической форме), витамины (А, Д₃, Е, В₂, В₄, В₅, В₁₂, Н), L-карнитин, бетаин, защищенный метионин, сорбитол, глюкозу, лактозу, пропионат кальция, янтарную кислоту, КОК «ФЛОРУЗИМ», антиоксидант, цеолит активированный с нормой ввода корове по 315 г ежедневно в течение 60 дней;
5. Комплекс кормовых средств, состоящий из премикса П60–3/П, скармливаемого на протяжении всего сухостойного периода и 60 дней лактации, пропиленгликоля, применяемого по 300 мл внутрь за 7 до отела и до 5 дня после отела через день и кальциевых солей жирных кислот («Профат») внутрь по 300 г двукратно через 10 дней после отела ежедневно в течение 30 дней;
6. Комплекс кормовых средств, состоящий из минерально-витаминной добавки «Минвит-5-1 S» скармливаемой с 1-го дня сухостойного периода. Минерально-витаминной добавки «Минвит-3», применяемой с 46 дня сухостойного периода. Минерально-витаминной добавки «Минвит-3» и энергопротеиновой кормовых добавок АВМК в дозе 1,0 % и 1000 г от массы комбикорма соответственно с 1-го дня лактации ежедневно в течение 60 дней.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в ведущих рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий

1. Взаимосвязь химического состава молока с величинами диагностических показателей интенсивности обмена веществ / **Е.О. Крупин**, Ш.К. Шакиров, Г.Р. Юсупова [и др.]. // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2021. – Т. 245 (1). – С. 87 – 92.

2. Влияние кормовой добавки на изменение биоразнообразия рубцовой микрофлоры коров / **Е.О. Крупин**, Ш.К. Шакиров, М.Ш. Тагиров [и др.]. // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 12. – С. 28 – 30.
3. Динамика энергетической и протеиновой питательности грубых кормов в Республике Татарстан / **Е.О. Крупин**, Ш.К. Шакиров, М.Ш. Тагиров [и др.]. // Ветеринария и кормление. – 2021. – № 3. – С. 31 – 34. *
4. Изменения в составе молозива и молока коров под влиянием кормовых добавок – регуляторов метаболизма / **Е.О. Крупин**, М.Г. Зухрабов, Ш.К. Шакиров [и др.]. // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2020. – Т. 241 (1). – С. 117 – 122.
5. **Крупин, Е.О.** Активность ферментов сыворотки крови у коров различных генотипов / **Е.О. Крупин**, М.Ш. Тагиров // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2018. – Т. 233 (1). – С. 78 – 82.
6. **Крупин, Е.О.** Активность ферментов сыворотки крови, молочная продуктивность и качество молока коров при применении в составе рационов ферментно-пробиотического кормового концентрата / **Е.О. Крупин**, Ш.К. Шакиров, М.Ш. Тагиров // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2017. – № 10 (173). – С. 91 – 98.
7. **Крупин, Е.О.** Анализ целлюлозолитической микрофлоры рубца коров методом секвенирования по гену 16S рРНК / **Е.О. Крупин**, Ш.К. Шакиров // Международный вестник ветеринарии. – 2018. – № 2. – С. 123 – 128.
8. **Крупин, Е.О.** Анализ энергетической и протеиновой питательности сенажа из однолетних трав в Республике Татарстан / **Е.О. Крупин**, А.Р. Хайруллина, А.Т. Сабирзянова // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2021. – № 2. – С. 48 – 54.
9. **Крупин, Е.О.** Ассоциация молочной продуктивности, содержания жира и белка в молоке коров с полиморфизмом по генам GN и TG5 при сбалансированном кормлении / **Е.О. Крупин**, Ш.К. Шакиров // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 10. – С. 62 – 66.
10. **Крупин, Е.О.** Биохимические показатели белкового и углеводного обмена у коров различных генотипов / **Е.О. Крупин**, М.Ш. Тагиров // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2018. – Т. 233 (1). – С. 83 – 88.
11. **Крупин, Е.О.** Биохимические показатели и динамика живой массы телят в зависимости от кормления матерей в сухостойный период / **Е.О. Крупин**, М.Г. Зухрабов // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 5. – С. 53 – 57. *
12. **Крупин, Е.О.** Биохимические показатели липидного и минерального обмена у коров различных генотипов / **Е.О. Крупин**, М.Ш. Тагиров // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2018. – Т. 236 (4). – С. 105 – 118.
13. **Крупин, Е.О.** Влияние концентрированного оптимизатора кормов «Флорюзим» на обмен веществ и интенсивность роста телят / **Е.О. Крупин**, Ш.К. Шакиров, И.Ш. Галимуллин // Ученые записки Казанской государственной

академии ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана. – 2015. – Т. 224. № 4. С. 111 – 115.

14. **Крупин, Е.О.** Влияние сбалансированного кормления коров в сухостойный период на содержание макро- и микроэлементов в молозиве и молоке / **Е.О. Крупин, Ш.К. Шакиров, М.Г. Зухрабов** // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 11. – С. 65 – 69.

15. **Крупин, Е.О.** Гематологические показатели, микроэлементный состав крови и интенсивность роста телят в зависимости от кормления матерей в сухостойный период / **Е.О. Крупин, Ш.К. Шакиров** // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 1. – С. 56-59. *

16. **Крупин, Е.О.** Динамика гематологических и некоторых биохимических показателей сыворотки крови у стельных сухостойных и новотельных коров / **Е.О. Крупин, Ш.К. Шакиров, М.Ш. Тагиров** // Ветеринарный врач. – 2018. – № 4. – С. 58 – 62.

17. **Крупин, Е.О.** Динамика физико-химического состава и молочной продуктивности коров при сбалансированном кормлении в зависимости от генотипа / **Е.О. Крупин, Ш.К. Шакиров, М.Ш. Тагиров** // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2018. – № 2 (23). – С. 39 – 44.

18. **Крупин, Е.О.** Изменение активности ферментов сыворотки крови, молочной продуктивности и качества молока под влиянием кормового концентрата / **Е.О. Крупин, М.Ш. Тагиров** // Дальневосточный аграрный вестник. – 2018. – № 3. – С. 59 – 64.

19. **Крупин, Е.О.** Изменение почвенных, климатических и кормовых ресурсов, выбраковка животных в результате болезней и ее ассоциация с продуктивностью / **Е.О. Крупин** // Ветеринария и кормление. – 2020. – № 6. – С. 36 – 38. *

20. **Крупин, Е.О.** Корреляционный анализ как диагностический и прогностический критерий в оценке метаболизма микроэлементов у крупного рогатого скота / **Е.О. Крупин** // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – № 3. – С. 51 – 56. *

21. **Крупин, Е.О.** Корреляционный и регрессионный анализы в диагностике нарушений обмена веществ у лактирующих коров / **Е.О. Крупин** // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2020. – № 3 (47). – С. 62 – 65.

22. **Крупин, Е.О.** Метагеномная оценка функциональных групп микроорганизмов в рубце коров / **Е.О. Крупин, М.Ш. Тагиров** // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2018. – № 4. – С. 12 – 16.

23. **Крупин, Е.О.** Метагеномная характеристика микробиоты рубца коров при использовании экспериментального кормового концентрата / **Е.О. Крупин, А.М. Харченко, Ш.К. Шакиров, Т.В. Григорьева, М.Ш. Тагиров** // Ветеринарный врач. – 2019. – № 1. – С. 50 – 54.

24. **Крупин, Е.О.** Метеопараметры внешней среды и микроклимата животноводческого помещения и их использование при анализе теплового стресса посредством ТВИ и ЭТИ / **Е.О. Крупин** // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35. – № 6. С. 50 – 56. *

25. **Крупин, Е.О.** Молочная продуктивность и качество молока коров в зависимости от генотипа / **Е.О. Крупин, Ш.К. Шакиров, М.Ш. Тагиров** // Дальневосточный аграрный вестник. – 2017. – № 4 (44). – С.120 – 125.
26. **Крупин, Е.О.** О некоторых аспектах рубцового метаболизма и обмена веществ у коров / **Е.О. Крупин** // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2019. – Т. 237 (1). – С. 113 – 120.
27. **Крупин, Е.О.** Оценка изменений белкового, углеводного и липидного обменов веществ у сухостойных коров под влиянием витаминно-минеральных премиксов и 1,2-пропиленгликоля / **Е.О. Крупин** // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2018. – № 16 (179). – С.114 – 120.
28. **Крупин, Е.О.** Распространенность акушерско-гинекологических, внутренних незаразных и хирургических болезней в популяции дойных коров Республики Татарстан / **Е.О. Крупин** // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2020. – № 7. – С. 12 – 17.
29. **Крупин, Е.О.** Рациональное использование ржи в кормлении дойных коров / **Е.О. Крупин, Ш.К. Шакиров, И.Т. Бикчантаев** // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 11. – С. 84 – 87.
30. **Крупин, Е.О.** Сравнительный анализ методов оценки комфортности условий среды и теплового стресса у животных / **Е.О. Крупин** // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2021. – № 1. – С. 8 – 12.
31. **Крупин, Е.О.** Тенденции изменения энергетической и протеиновой питательности силоса кукурузного в Республике Татарстан / **Е.О. Крупин, Ш.К. Шакиров, Н.А. Казеева** // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2021. – Т. 246 (2). – С. 107 – 111.
32. **Крупин, Е.О.** Тренды энергетической и протеиновой питательности сенажа из многолетних трав в Республике Татарстан / **Е.О. Крупин, М.Ш. Тагиров, А.А. Аскарова** // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 2. – С. 45-48. *
33. Метагеномный анализ изменения микробиоты рубца коров при использовании экспериментального кормового концентрата / **Е.О. Крупин, А.М. Харченко, Ш.К. Шакиров** [и др.]. // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 10. – С. 79 – 81.
34. Морфологический состав крови и показатели белкового обмена у сухостойных коров / **Е.О. Крупин, Ш.К. Шакиров, М.Ш. Тагиров** [и др.]. // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 2. – С. 33 – 36.
35. Продуктивность и качество молока коров при скормливании импортозамещающего АВМК / **Р.Ф. Шайдуллин, И.Т. Бикчантаев, Ш.К. Шакиров, Е.О. Крупин** // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана. Казань. – 2015. – Т. 224. – С. 259 – 263.
36. Шакиров, Ш.К. Нутригеномная зависимость продуктивности и качества молока коров / **Ш.К. Шакиров, Е.О. Крупин** // Молочное и мясное скотоводство. – 2015. – № 3. – С. 2 – 4.

37. Шакиров, Ш.К. Фракционный состав протеинов концентрата для дойных коров и его продуктивное действие / Ш.К. Шакиров, **Е.О. Крупин**, Ф.Ф. Зиннатов // Иппология и ветеринария. – 2016. – № 4 (22). – С. 88 – 92.

Статьи в отечественных изданиях, которые входят в международные реферативные базы данных и системы цитирования

1. **Крупин, Е.О.** О некоторых результатах использования нового кормового концентрата в кормлении дойных коров / **Е.О. Крупин**, Ш.К. Шакиров, М.Ш. Тагиров // Молочное и мясное скотоводство. – 2017. – № 5. – С.22 – 25.
2. **Крупин, Е.О.** Определение эффективной дозы нового кормового концентрата для дойных коров / **Е.О. Крупин**, Ш.К. Шакиров, М.Ш. Тагиров // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 8. – С. 49 – 53.
3. **Крупин, Е.О.** Оценка теплового стресса на основе анализа параметров внешней среды и микроклимата животноводческих помещений / **Е.О. Крупин** // Российская сельскохозяйственная наука. – 2021. – № 3. – С. 68 – 71. *
4. **Крупин, Е.О.** Оценка теплового стресса у крупного рогатого скота с использованием анализа метеорологических величин / **Е.О. Крупин** // Российская сельскохозяйственная наука. – 2020. – № 3. – С. 53 – 56. *
5. **Krupin, E.O.** Assessing heat stress in cattle based on analysis of meteorological factors / **E.O. Krupin** // Russian Agricultural Sciences. – 2020. – Vol. 46. – № 4. – P. 390 – 394.
6. **Krupin, E.O.** Heat stress assessment based on analysis of external environmental factors and microclimate in livestock housing facilities / **E.O. Krupin** // Russian Agricultural Sciences. – 2021. – Vol. 47. – № 4. – P. 425 – 429.

Статьи в научных изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus

1. Disease structure of milk cows and the effect of the mass fractions ratio of fat and protein in milk on the level of the metabolites / **E. Krupin**, Sh. Shakirov, M. Zukhrabov [et al.]. // BIO Web Conf. – 2020. – Vol. 27. – Art. Num. 40. – P. 1 – 4.
2. Influence of the duration of lactation and the season of the year on the manifestation of diseases that cause culling of animals / **E.O. Krupin**, M.G. Zukhrabov, Sh.K. Shakirov [et al.]. // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – № 723. – С. 1 – 5.
3. **Krupin, E.O.** Influence of CSN3, LGB, PRL, GH, TG5 genes alleles on dairy productivity and energy value of cow's milk / **E.O. Krupin**, Sh. K. Shakirov // Carpathian Journal of Food Science and Technology. – 2019. – Vol. 11(4). – P. 104 – 115.
4. The Chemical Composition, Nutrition and Fractional Composition of Winter Rye Grain Proteins after Various Methods of Exposure // Z.F. Fattakhova, Sh. K. Shakirov, **E.O. Krupin** [et al.]. // Carpathian Journal of Food Science and Technology. – 2020. – Vol. 12(1). – P. 71 – 79.

Издания (монографии, справочники, практические рекомендации и др.)

1. 300 вопросов и ответов по кормопроизводству и животноводству / Ш.К. Шакиров, Н.Н. Хазипов, А.М. Лапотко, О.Л. Шайтанов, **Е.О. Крупин**, М.А. Сушенцова, Ф.Р. Зарипов, Р.У. Зарипов, А.Г. Хисамутдинов, М.Л. Калайда, Ю.Р. Юльметьева, Ф.Ф. Зиннатова, З.Ф. Фаттахова, Г.С. Баязитов – 3-е издание. – Казань: Центр инновационных технологий, 2018. – 280 с.
2. Жиры в кормлении высокопродуктивных коров : учебно-методическое пособие / **Е.О. Крупин**, Ш.К. Шакиров, Ф.С. Гибадуллина [и др.]. – Казань, 2013. – 108 с.
3. Импортозамещающие энергопротеиновые кормовые добавки: технология производства и использования в молочном скотоводстве: практические рекомендации / Ш.К. Шакиров, Н.Н. Хазипов, Ф.С. Гибадуллина, **Е.О. Крупин**, Р.Р. Хузин, Р.Н. Файзрахманов, И.Т. Бикчантаев. – Казань: Центр инновационных технологий, 2015. – 40 с.
4. **Крупин, Е.О.** Управление продуктивностью животных: от фундаментальных основ до внедрения в народное хозяйство / **Е.О. Крупин**, Ш.К. Шакиров, М.Ш. Тагиров. – Казань: Центр инновационных технологий, 2018. – 76 с.
5. Обмен веществ у крупного рогатого скота в условиях нестабильности кормовой базы и климата: монография / **Е.О. Крупин**, Ш.К. Шакиров, М.Г. Зухрабов [и др.]. – Казань: Изд-во ФЭН, 2021. – 264 с.
6. Производство и использование экструдированных энергопротеиновых концентратов в молочном скотоводстве / Ш.К. Шакиров, Н.Н. Хазипов, Ф.С. Гибадуллина, **Е.О. Крупин**, Р.Р. Хузин, Р.Н. Файзрахманов, Ф.К. Ахметзянова, Р.Р. Зайдуллин, Ф.Р. Вафин, С.Р. Сабиров, В.А. Хабибуллина, Л.Н. Шаяхметова. – Казань: Центр инновационных технологий, 2016. – 48 с.
7. Справочник: обеспечение производства биологически ценных и экологически безопасных продуктов питания в органическом сельском хозяйстве (вопросы и ответы) / М.Ш. Тагиров, **Е.О. Крупин**, Ф.Ф. Зиннатова [и др.]; под ред. М.Ш. Тагирова, Е.О. Крупина. – Казань: Центр инновационных технологий, 2019. – 92 с.
8. Теория и практика производства и использования объемистых кормов: монография / Ш.К. Шакиров, О.Л. Шайтанов, **Е.О. Крупин** [и др.]. – 2-е издание, доработанное и дополненное. – Казань: Изд-во ФЭН, 2021. – 292 с.
9. Школа животновода: вопросы и ответы : практические рекомендации // О.Ю. Осадчая, Ш.К. Шакиров, Ф.С. Гибадуллина, Н.Н. Хазипов, Б.В. Камалов, И.Р. Закиров, С.И. Чурин, **Е.О. Крупин**. – Казань, 2012. – 76 с.

Патенты на изобретение Российской Федерации

1. Пат. 2722866 Российская Федерация, МПК А23К 50/10 (2016.01), А23К 20/00 (2016.01) Кормовая добавка и способ повышения молочной продуктивности коров [Текст] / **Крупин Е.О.**, Шакиров Ш.К.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

«Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук». – № 2019138504; заявл. 27.11.19; опубл. 04.06.20, Бюл. № 16. – 15 с.

2. Пат. 2530504 Российская Федерация, МПК А23К 1/16 (2006.01), А23К 1/00 (2006.01) Энергопротеиновая кормовая добавка для высокопродуктивных коров [Текст] / Шакиров Ш.К., Гибадуллина Ф.С., **Крупин Е.О.**, Макарова Т.А., Тагирова Р.И.; заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук. – № 2011149506/13; заявл. 05.12.11; опубл. 10.10.14, Бюл. № 28. – 10 с.

Статьи в журналах, сборниках и материалах конференций

1. Krupin, E.O. Climate change as a possible influence on genetic diversity of plants and animals / **Е.О. Krupin** // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2019. – 10(2). – P. 1525 – 1536.

2. Влияние минерально-пробиотических концентратов на молочную продуктивность крупного рогатого скота / И.Т. Вафин, А.Х. Волков, Г.Р. Юсупова, Н.Ф. Садыков, **Е.О. Крупин** // Материалы международной научной конференции «Современные проблемы пищевой безопасности». – Санкт-Петербург, 2020. – С. 6 – 10.

3. Изменение микробиоты рубца у молочных коров на фоне применения пробиотиков / А.М. Харченко, М.И. Маркелова, Е.А. Булыгина, М.Н. Синягина, С.Ю. Маланин, Д.Р. Хуснутдинова, **Е.О. Крупин**, Ш.К. Шакиров, Т.В. Григорьева // Материалы V Международной конференции «ПОСТГЕНОМ'2018». – Казань, 2018. – С. 223.

4. **Крупин, Е.О.** Влияние альтернативных белково-витаминно-минеральных концентратов, изготовленных с использованием зерна и отходов перерабатывающей промышленности, на молочную продуктивность и качество молока / **Е.О. Крупин**, Р.Ф. Шайдуллин, Ш.К. Шакиров // Материалы Международной научно-практической электронной конференции, посвященной 100-летию ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса. – Москва, 2012. – С. 563 – 568.

5. **Крупин, Е.О.** Влияние витаминно-минеральных премиксов и монопропиленгликоля на гематологические и биохимические показатели углеводного и липидного обмена у коров / **Е.О. Крупин**, Ш.К. Шакиров, М.Ш. Тагиров // Молочное и мясное скотоводство. – 2018. – № 6. – С.19 – 22. *

6. **Крупин, Е.О.** Влияние концентрированного оптимизатора кормов «Флорузим» на интенсивность роста и показатели белкового, углеводного и липидного обменов веществ у телят / **Е.О. Крупин**, Ш.К. Шакиров // Повышение эффективности АПК в современных условиях: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня основания ТатНИИСХ. – Казань, 2015. – С. 502 – 507 с.

7. **Крупин, Е.О.** Влияние премиксов и болюсов на продуктивность и качество молока коров / **Е.О. Крупин**, Ш.К. Шакиров, А.Р. Кашаева, Д.Д. Хайруллин //

Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 3 (59). – С. 21 – 25.

8. **Крупин, Е.О.** Влияние традиционных и инновационных источников биологически активных веществ на обмен веществ коров / Е.О. Крупин, Ш.К. Шакиров // Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Современные технологии выращивания сельскохозяйственных культур», посвященной памяти Р.Г. Гареева. – Казань, 2015. – С. 282 – 292 с.

9. **Крупин, Е.О.** Влияние экспериментальной кормовой добавки на активность ферментов сыворотки крови и показатели рубцовой жидкости коров / **Е.О. Крупин**, Ш.К. Шакиров, Т.В. Жарехина, М.Ш. Тагиров // Вестник Казанского ГАУ. – 2018. – № 2 (49). – С. 37 – 41.

10. **Крупин, Е.О.** Влияние экспериментальной кормовой добавки на биоразнообразие рубцовой микрофлоры дойных коров / **Е.О. Крупин**, М.Ш. Тагиров // Вестник Казанского ГАУ. – 2018. – № 3 (50). – С. 29 – 34.

11. **Крупин, Е.О.** Влияние энергопротеиновых и энергетических кормовых добавок на молочную продуктивность и качество молока коров / **Е.О. Крупин**, Ш.К. Шакиров // Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Инновационные разработки ученых – АПК России». – Казань, 2013. – С. 269 – 272.

12. **Крупин, Е.О.** Внутренние незаразные болезни у животных: структура и сезонность / Е.О. Крупин, М.Г. Зухрабов // Материалы V Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию члена-корреспондента РАСХН, Заслуженного деятеля науки РСФСР и РД, профессора М.М. Джембулатова «Развитие научного наследия великого ученого на современном этапе». – Махачкала, 2021. – С. 231 – 235.

13. **Крупин, Е.О.** Диагностическое значение определения уровня метаболитов в молоке / Е.О. Крупин // Материалы V Международной научно-практической конференции «Инновационные научные исследования в современном мире». – Уфа, 2021. – С. 56 – 61.

14. **Крупин, Е.О.** Изменение целлюлозолитической микрофлоры рубца коров под влиянием пробиотиков / Е.О. Крупин // Материалы IX Международной научно-практической конференции «Научно-технический прогресс: актуальные и перспективные направления будущего». – Кемерово, 2018. – С. 29 – 32.

15. **Крупин, Е.О.** К вопросу о протеиновой ценности кормовых концентратов для крупного рогатого скота / Е.О. Крупин // Материалы международной научно-практической конференции «Инновации в науке и практике». – Барнаул, 2018. – С. 11 – 15.

16. **Крупин, Е.О.** Коррекция обменных процессов и продуктивность молочного скота / **Е.О. Крупин**, Ш.К. Шакиров // Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, посвященный памяти Р.Г. Гареева «Конкурентоспособная научная продукция – АПК России». – Казань, 2011. – С. 363 – 369.

17. **Крупин, Е.О.** Минеральное питание коров и минеральный состав молока: в чем связь? // Материалы XXIII Международной научно-практической

конференции «Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире». – Санкт-Петербург, 2018. – С. 45 – 47.

18. **Крупин, Е.О.** Молочная продуктивность и качество молока коров при применении витаминно-минеральных премиксов и энергетических кормовых добавок / **Е.О. Крупин, Ш.К. Шакиров** // Материалы Международной научно-практической конференции «Научное обеспечение устойчивого ведения сельскохозяйственного производства в условиях глобального изменения климата», посвященной 90-летию ТатНИИСХ. – Казань, 2010. – С. 913 – 920.

19. **Крупин, Е.О.** О некоторых закономерностях изменения физико-химического состава секрета молочной железы коров / **Е.О. Крупин, Ш.К. Шакиров, М.Г. Зухрабов, М.Ш. Тагиров** // Вестник Казанского ГАУ. – 2019. – № 3 (54). – С. 43 – 47.

20. **Крупин, Е.О.** О способах изменения химического состава молозива и молока коров // Материалы международной научно-практической конференции «Инновационное развитие экономики: российский и зарубежный опыт» – Уфа, 2018. – С. 151 – 154.

21. **Крупин, Е.О.** Опыт применения современных энергетических и энергопротеиновых кормовых добавок в рационах кормления высокопродуктивных коров // Материалы международной научно-практической конференции Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I «Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения». – Воронеж, 2018. – С. 349 – 352.

22. **Крупин, Е.О.** Особенности кормления высокопродуктивных коров: баланс между уровнем молочной продуктивности и продуктивным долголетием / **Е.О. Крупин** // Материалы Международной научно-практической конференции «Инновационные разработки и цифровизация в АПК РФ», посвященной 50-летию Татарского НИИАХП – обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН и 75-летию Казанского научного центра Российской Академии наук. – Казань, 2020. – С. 359 – 365.

23. **Крупин, Е.О.** Прогнозирование клинических диагностических показателей и уровня молочной продуктивности коров / **Е.О. Крупин** // Молочное и мясное скотоводство. – 2021. – № 5. – С. 42 – 47. *

24. **Крупин, Е.О.** Продуктивное долголетие коров: влияние метаболитов обмена веществ на репродуктивную функцию / **Е.О. Крупин, Ш.К. Шакиров** // Молочное и мясное скотоводство. – 2020. – № 8. – С. 19 – 22. *

25. **Крупин, Е.О.** Эффективный способ профилактики нарушений обменных процессов у высокопродуктивных коров // Материалы III Международная научно-практическая конференция «Анализ современных проблем в науке». – Самара, 2018. – С. 14 – 15.

26. **Крупин, Е.О.** Отходы перерабатывающей промышленности и природные агроминералы – ценное сырье для производства кормовых добавок для животных / **Е.О. Крупин, Р.Н. Файзрахманов, Ш.К. Шакиров** // Материалы международной научно-практической конференции «Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы». – Казань, 2015. – С. 47 – 52.

27. **Крупин. Е.О.** Применение животным энергетических кормовых добавок: продуктивность или эффективность? / **Е.О. Крупин**, Ш.К. Шакиров // Материалы всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти Р.Г. Гареева. – Казань, 2012. – С. 400 – 406.
28. Шакиров, Ш. Оптимизатор кормов — эффективный ресурс развития скотоводства / Ш. Шакиров, **Е. Крупин**, И. Галимуллин, Д. Калашников // Комбикорма. – 2015. – № 10. – С.77 – 80.
29. Шакиров, Ш.К. Ресурсы вторичного сырья – источник энергии в рационах крупного рогатого скота / Ш.К. Шакиров, М.Ш. Тагиров, **Е.О. Крупин** [и др.] // Кормопроизводство. – 2011. – № 9. – С. 39 – 42.

* – в научных изданиях, индексируемых в наукометрической базе данных Russian Science Citation Index (RSCI)