

ISSN 2078-0109

Ученые Записки



Том 62
Выпуск 2
2026 г.

учреждения
образования
«Витебская ордена
«Знак Почета»
государственная
**академия
ветеринарной
медицины»**

Учредители

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт
патологии, фармакологии и терапии»

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ
УЧРЕЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ «ВИТЕБСКАЯ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА»
ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ»

Том 62, выпуск 2
(апрель – июнь) 2026 г.

Редакционная коллегия:

Горлова Ольга Сергеевна – кандидат ветеринарных наук, доцент, ректор (главный редактор);

Руколь Василий Михайлович – доктор ветеринарных наук, профессор (первый заместитель главного редактора);

Субботина Ирина Анатольевна – кандидат ветеринарных наук, доцент (заместитель главного редактора);

Мацинович Мария Степановна – кандидат ветеринарных наук (ответственный секретарь);

Бабина Мария Павловна – доктор ветеринарных наук, профессор;

Белова Лариса Михайловна – доктор биологических наук, профессор;

Бычкова Елизавета Игнатьевна – доктор биологических наук, профессор;

Гнедов Александр Александрович – доктор технических наук, профессор;

Громов Игорь Николаевич – доктор ветеринарных наук, профессор;

Ивановский Владимир Валентинович – доктор биологических наук, доцент;

Карпеня Михаил Михайлович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

Котарев Вячеслав Иванович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

Красочко Петр Альбинович – доктор ветеринарных наук, профессор;

Кузьмич Ростислав Григорьевич – доктор ветеринарных наук, профессор;

Лысенко Александр Павлович – доктор ветеринарных наук, профессор;

Малашко Виктор Викторович – доктор ветеринарных наук, профессор;

Мотузко Николай Степанович – кандидат биологических наук, доцент;

Паршин Павел Андреевич – доктор ветеринарных наук, профессор;

Прищепа Инна Михайловна – доктор биологических наук, профессор;

Субботин Александр Михайлович – доктор биологических наук, профессор;

Токарев Владимир Семенович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

Шабунин Сергей Викторович – доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН;

Шахов Алексей Гаврилович – доктор ветеринарных наук, профессор;

Юнусов Худайназар Бекназарович – доктор биологических наук, профессор.

Журнал перерегистрирован
Министерством информации
Республики Беларусь
8 февраля 2010 г.,
свидетельство о регистрации № 1227.

Журнал входит в перечень научных изданий Республики Беларусь и Российской Федерации для опубликования результатов диссертационных исследований

Отрасли науки
(научные направления):

ветеринарные;
биологические (биология);
сельскохозяйственные (зоотехния).

Периодичность издания – 4 раза в год.

Индекс по индивидуальной подписке – 00238

Индекс по ведомственной подписке – 002382

Ответственность за точность представленных материалов несут авторы и рецензенты, за разглашение закрытой информации – авторы.

Все статьи рецензируются.

Редакция может публиковать статьи в порядке обсуждения, не разделяя точку зрения автора.

Электронная версия журнала размещается в ЭБС «Лань»,
Научной электронной библиотеке eLIBRARY.ru
и репозитории УО ВГАВМ.

При перепечатке и цитировании ссылка на журнал «УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ УЧРЕЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ «ВИТЕБСКАЯ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ» обязательна.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «Ученые записки УО ВГАВМ»

Рукопись статьи представляется на русском, белорусском, английском языках. Объем полноразмерной оригинальной статьи должен составлять не менее 0,35 авторского листа (14 000 печатных знаков, включая пробелы между словами, знаки препинания, цифры и другие символы), на белой бумаге формата А4, шрифт Arial (интервал одинарный, стиль обычный).

Параметры страницы: левое поле – 30 мм, правое, верхнее и нижнее поля – по 20 мм, абзацный отступ по тексту – 1,0 см.

На первой строке – УДК (размер букв 9 pt).

Ниже через одну пустую строку на русском языке (размер букв 9 pt) название статьи прописными буквами (жирным шрифтом) по центру строки, без переноса слов. Ниже через одну пустую строку по центру (жирным шрифтом) – строчными буквами фамилии и инициалы, личный идентификатор ORCID всех авторов (Международный реестр уникальных идентификаторов авторов, позволяющий однозначно идентифицировать личность ученого и корректно индексировать его в международных информационных базах). Фамилии, имена авторов на латинице приводятся в соответствии с идентификатором ORCID.

Ниже по центру строки – строчными буквами – полное название учреждения, город, страна. Ниже через одну пустую строку с абзацного отступа в 1,0 см светлым курсивом – аннотация. Далее – ключевые слова по содержанию статьи (от 5 до 10 слов).

Ниже через одну пустую строку на английском языке (размер букв 9 pt) название статьи прописными буквами (жирным шрифтом) по центру строки, без переноса слов. Ниже через одну пустую строку по центру (жирным шрифтом) – строчными буквами фамилии и инициалы всех авторов. Ниже по центру строки – строчными буквами – название учреждения, город, страна. Ниже через одну пустую строку с абзацного отступа в 1,0 см светлым курсивом – аннотация, далее – ключевые слова.

Аннотация (объем 300-600 знаков с пробелами) на русском и английском языках должна демонстрировать научную новизну работы, ее отличительные особенности и достоинства.

Ниже с абзацного отступа в 1,0 см, размер букв 10 pt, располагается текст статьи. Статья должна иметь следующие элементы, которые выделяются жирным: **введение; цель; материалы и методы исследований; результаты исследований; заключение** (заключение должно быть завершено четко сформулированными выводами) на русском и английском языках (230-250 слов, без учета ключевых).

Ниже через одну пустую строку литература (размер букв 9 pt) – жирным курсивом. **Список литературы / References** должен быть оформлен по ГОСТу. Поэтому авторы статей должны давать список литературы в двух вариантах: один – на языке оригинала (русскоязычные источники – кириллицей, англоязычные – латиницей) и отдельным блоком – тот же список литературы (References) в романском алфавите для международных баз данных, повторяя в нем все источники литературы, независимо от того, имеются ли среди них иностранные. При ссылке на переводные источники в References нужно ссылаться на оригинал. Транслитерируются фамилии авторов и русскоязычные названия источников. Каждый источник должен быть оформлен с абзацного отступа (красной строки, см. *пример оформления*).

Если научная работа написана на языке, который использует кириллический алфавит, то ее библиографическое описание необходимо транслитерировать латинскими буквами. Необходимо обратить внимание на написание фамилий авторов на английском языке. Большинство современных изданий содержат название статьи и фамилии авторов на английском языке. Название труда указывается на английском языке.

Рекомендуется цитировать не менее 8, но не более 10 источников. Список литературы должен содержать не менее 3 ссылок на публикации в журнале «Ученые записки УО ВГАВМ». В статье не допускаются ссылки на авторефераты диссертационных работ или сами диссертации, т.к. они являются рукописями. Ссылки на журнальные статьи должны содержать DOI.

Далее – через одну пустую строку – адрес электронной почты и корреспондентский почтовый адрес, телефоны.

Статья, ее электронный вариант (в виде отдельного файла, названного по имени первого автора), выписка из заседания кафедры (отдела), экспертное заключение на статью представляются ответственному секретарю журнала (mmatsinovitch@yandex.by). Электронные варианты документов к статье должны быть сохранены в формате pdf.

Статьи объемом **14 000 - 16 000 знаков с пробелами** (объем статьи учитывается со списком литературы – до 5 страниц) оформляются **на русском языке**, на белой бумаге **формата А4, шрифт Arial (размер букв 10 pt, интервал одинарный, стиль обычный); электронные варианты статей должны иметь расширение – doc.**

Далее через пробел, с абзацного отступа - **адрес электронной почты и корреспондентский почтовый адрес.**

Статья должна быть подписана автором (авторами). Ответственность за достоверность приведенных данных, изложение и оформление текста несут авторы.

Статьи должны быть написаны грамотно, в соответствии с правилами русского языка.

Публикация материалов в журнале бесплатная.

От **одного автора** может быть принято не более **двух статей** в личном или коллективном исполнении. Статьи будут дополнительно рецензироваться. **Редакционная коллегия оставляет за собой право отклонять материалы, которые не соответствуют тематике либо оформлены с нарушением правил.**

DOI
УДК 619.[615:612.017.1:159.9]:636.4

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТА «ПРОСТИМУЛ» ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ИММУННОГО СТАТУСА
ПОРОСЯТ ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ СТРЕССЕ**

**Шахов А.Г. ORCID ID 0000-0002-6177-8858, Сашнина Л.Ю. ORCID ID 0000-0001-6477-6156,
Тараканова К.В. ORCID ID 0000-0001-5093-5590, Карманова К.В. ORCID ID 0000-0003-0336-4734,
Владимирова Ю.Ю. ORCID ID 0000-0001-8888-7264**

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии,
фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

*В статье представлены результаты изучения влияния простимула на иммунный статус поросят при технологическом стрессе, вызванном отъемом их от свиноматок и переводом на доращивание, в условиях промышленного свиноводческого комплекса. Установлено, что применение препарата сопровождается повышением неспецифического гуморального и клеточного иммунитета и показателей белкового обмена в период адаптации поросят к новым условиям существования, связанными с наличием в его составе альфа- и бета-интерферонов свиных рекомбинантных, обладающих иммуномодулирующей активностью, и витаминов А, Е и С, повышающих антиоксидантный и иммунный статус. Полученные результаты позволяют рекомендовать препарат «Простимул» для широкого применения в промышленном свиноводстве в критические периоды выращивания поросят для повышения иммунного статуса организма. **Ключевые слова:** простимул, поросята, общий белок, белковые фракции, интерфероны, витамины, технологический стресс, неспецифический гуморальный и клеточный иммунитет.*

**APPLICATION OF THE DRUG "PROSTIMUL" FOR CORRECTION OF THE IMMUNE STATUS
OF PIGLETS UNDER TECHNOLOGICAL STRESS**

Shakhov A.G., Sashnina L.Yu., Tarakanova K.V., Karmanova K.V., Vladimirova Yu.Yu.
FSBSI "All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy",
Voronezh, Russian Federation

*The article presents the results of studies on the effect of Prostimul on the immune status of piglets under technological stress caused by their weaning and transferring to an industrial pig-breeding complex for growing. It was found that the application of the drug was accompanied by an increase in nonspecific humoral and cellular immunity and indicators of protein metabolism during the adaptation of piglets to new conditions of living. This is associated with the presence in the drug composition of recombinant porcine interferons alpha and beta that possess the immune modulating activity, as well as vitamins A, E and C increasing antioxidant and immune status. The results obtained allow us to recommend the drug "Prostimul" for a widespread application in industrial pig breeding during critical periods of rearing piglets to improve the immune status of the animal body. **Keywords:** Prostimul, piglets, total protein, protein fractions, interferons, vitamins, technological stress, nonspecific humoral and cellular immunity.*

Введение.....
Цель исследований.....
Материалы и методы исследований.....
Результаты исследований.....
Заключение.....
Conclusion.....

Список литературы.

1. Максимов, Г. В. Способ оценки стрессоустойчивости свиней / Г. В. Максимов, Н. В. Ленкова, А. Г. Максимов // Ветеринарная патология. – 2014. – № 3–4 (49–50). – С. 62–68.
2. Особенности гуморального и клеточного иммунитета у поросят при технологическом стрессе / А. Г. Шахов, Л. Ю. Сашнина, Ю. Ю. Владимирова [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2020. – № 2 (11). – С. 143–156.

References.

1. Maksimov, G. V. Sposob otsenki stressoustoychivosti sviney / G. V. Maksimov, N. V. Lenkova, A. G. Maksimov // Veterinarnaya patologiya. – 2014. – № 3–4 (49–50). – P. 62–68.
2. The peculiarities of humoral and cellular immunity in piglets under a technological stress / A. G. Shakhov, L. Yu. Sashnina, Yu. Yu. Vladimirova [et al.] // Bulletin of veterinary pharmacology. – 2020. – № 2 (11). – P. 143–156.

E-mail: Olga12@vsavm.by

Адрес: 213257, Республика Беларусь, г. Витебск, ул. Ленина, 7/65

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-2-4-9

УДК 619:616.71-007.7-091:636.32/.38

ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПЕЧЕНИ И ПОЧКАХ ОВЦЕМАТОК ПРИ ОСТЕОДИСТРОФИИ

Васькин В.Н. ORCID ID 0000-0002-5683-9388, Большакова Е.И. ORCID ID 0000-0002-0972-1280,
Петровский С.В. ORCID ID 0000-0001-5912-7258

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

*В статье приводятся сведения о патоморфологических изменениях в печени и почках овцематок при развитии у них остеодистрофии. В условиях мясоперерабатывающего предприятия проводился осмотр внутренних органов, полученных от убитых клинически здоровых овец и от овцематок с признаками остеодистрофии. У животных были отобраны образцы тканей печени и почек для гистологического исследования. Определены структурные изменения в данных органах при развитии у овцематок остеодистрофии и сделано заключение о вероятной взаимосвязи между данными процессами. **Ключевые слова:** дистрофия, остеодистрофия, овцематки, почки, печень, гистологические изменения.*

PATHOMORPHOLOGICAL CHANGES IN THE LIVER AND KIDNEYS OF EWES WITH OSTEODYSTROPHY

Vaskin V.N., Bolshakova E.I., Petrovsky S.V.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

*This article presents data on pathological changes in the liver and kidneys of ewes developing osteodystrophy. Internal organs obtained from slaughtered clinically healthy sheep and ewes with signs of osteodystrophy were examined at a meat processing plant. Liver and kidney tissue samples were taken from the animals for histological examination. Structural changes in these organs were identified during the development of osteodystrophy in ewes, and a possible relationship between these processes was established. **Keywords:** dystrophy, osteodystrophy, ewes, kidneys, liver, histological changes.*

Введение. В настоящее время среди овец широко распространены метаболические нарушения, которые становятся основной причиной преждевременной выбраковки животных, рождения ягнят-гипотрофиков, малых привесов, снижения качества продукции. Наиболее часто среди метаболических болезней регистрируются патологии, характеризующиеся нарушениями минерального обмена и, в частности, остеодистрофия.

Остеодистрофия у овец – полиэтиологическая болезнь. В большинстве случаев она возникает вследствие различных погрешностей кормления (прежде всего, его недостаточности и неполноценности). При этом животные не получают достаточного количества макро- (кальция и фосфора) и микроэлементов (кобальта, марганца), витамина D [1, 5]. Однако достаточно часто у овец симптомы остеодистрофии появляются вне связи с теми или иными погрешностями кормления или содержания, что может указывать на ее вторичное происхождение.

Развитие остеодистрофии в человеческой (гуманной) медицине связывают со снижением образования активной формы витамина D в печени на фоне развития в ней патологических изменений [3]. С нарушением образования кальцитриола (активной формы витамина D) и изменениями выведения кальция и фосфатов связывают развитие остеодистрофии при почечной патологии [3, 8].

Целью работы стало изучение гистологических изменений в печени и почках у овцематок при развитии у них остеодистрофии.

Материалы и методы исследований. На мясоперерабатывающем предприятии (Витебская область) был проведен убой 52 овцематок. Перед убоем было выполнено клиническое исследование и отбор образцов крови для проведения биохимических тестов. После убоя было произведено макроскопическое исследование костяка и внутренних органов овец. На основании данных осмотра были выявлены животные с секционными диагнозами «гепатоз», «нефроз», «остеодистрофия» [2, 4, 6, 7].

По результатам клинического предубойного исследования выделились четыре группы овцематок: первая - клинически здоровые и без изменений биохимического состава крови, характерных для остеодистрофии; вторая группа – с клиническими проявлениями остеодистрофии и изменениями биохимического состава крови, подтверждающими ее развитие; третья группа - без клинических признаков остеодистрофии, но с изменениями биохимического

состава крови, характерного для данной патологии; четвертая – с клиническими признаками остеодистрофии, патологий почек и печени. В первую группу вошли 10 животных, во вторую и третью группы – по 10 животных, а в четвертую – 15.

Для гистологического исследования отбирались образцы органов (печени и почек), которые фиксировали в 10%-ном растворе формалина. Затем материал подвергали обезвоживанию и инфильтрации парафином. Для изготовления парафиновых блоков использовали станцию для заливки ткани ЕС 350 (Microm International, Германия). Гистологические срезы готовили на ротационном микротоме HM 340E (Microm International, Германия). Депарафинирование гистосрезов проводили в автомате по окраске HMS 70 (Microm International, Германия). С целью изучения общих структурных изменений срезы окрашивали гематоксилин-эозином.

Гистологические исследования осуществлялись с помощью светового микроскопа «Биомед-6» (Россия). Полученные данные документированы микрофотографированием с использованием цифровой системы считывания и ввода видеоизображения «ДСМ-510», а также программного обеспечения по вводу и предобработке изображения «ScopePhoto».

Результаты исследований. Макроскопических изменений, указывающих на развитие патологических изменений в печени и почках у овец первой группы, установлено не было (рисунки 1, 2). При гистологическом исследовании патологического материала (почек и печени) четких изменений, которые бы свидетельствовали о развитии дистрофических или воспалительных процессов в них определено не было. В корковом веществе выявлялись сосудистые клубочки и мочеобразующие канальцы. В просвете канальцев обнаруживались оксифильные белковые массы в незначительном количестве. Эпителий был без морфологических изменений. В мозговом веществе обнаруживалась система избирательных трубочек (рисунок 3). В то же время в печени овец первой группы выявлялись зернистая и вакуольная дистрофия (рисунок 4).



Рисунок 1 – Макрофото. Почки овцы первой группы без структурных нарушений



Рисунок 2 – Макрофото. Печень овцы первой группы без изменений

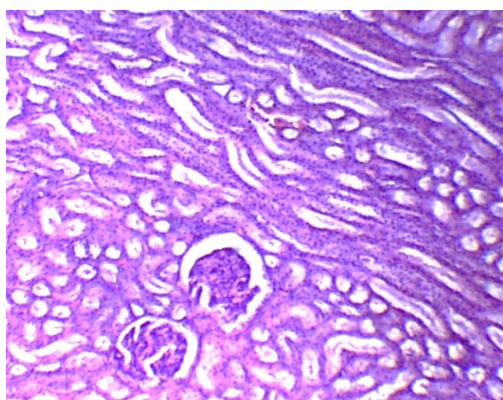


Рисунок 3 – Микрофото. Почка овцы первой группы без гистологических изменений. Гематоксилин–эозин. Биомед-6. Ув.: x 120

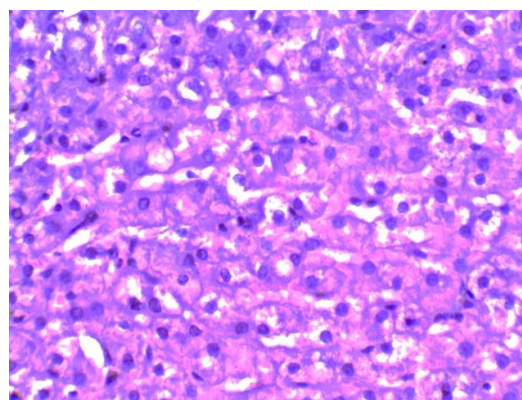


Рисунок 4 – Микрофото. Печень овцы первой группы. Гематоксилин–эозин. Биомед-6. Ув.: x 120

У овец второй и третьей групп при осмотре печени выявлялись признаки жировой дистрофии (рисунок 5). При этом орган был увеличен в размере, края закруглены, капсула напряжена, края разрезанной капсулы не сходились, форма не изменена, консистенция дряблая, цвет серо-желтый, рисунок долек сглажен. У животных этих групп при гистологическом исследовании печени были найдены признаки мелкокапельной жировой дистрофии, интерстициальный гепатит, слабовыраженные лимфоидно-макрофагальные периваскулиты (рисунки 6, 7, 8).



Рисунок 5 – Макрофото. Жировая дистрофия печени

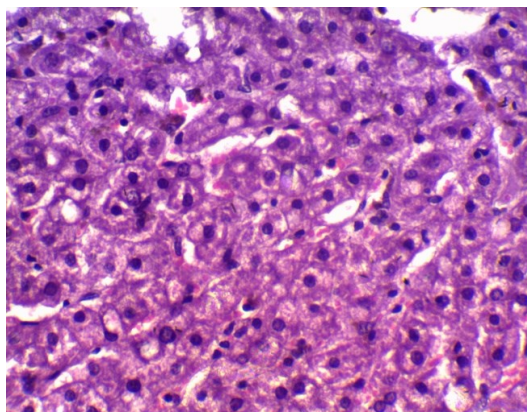


Рисунок 6 – Микрофото. Мелкокапельная жировая дистрофия печени овцы второй группы. Гематоксилин–эозин. Биомед-6. Ув.: x 480

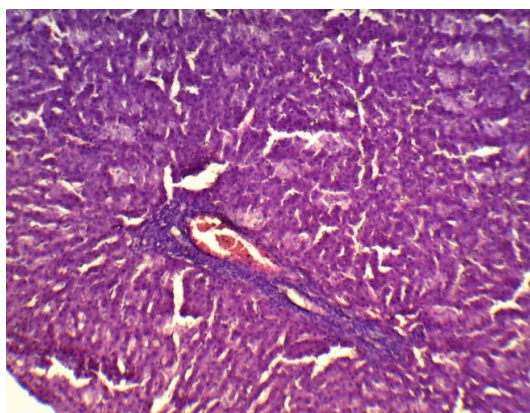


Рисунок 7 – Микрофото. Интерстициальный гепатит овцы третьей группы. Гематоксилин–эозин. Биомед-6. Ув.: x 120

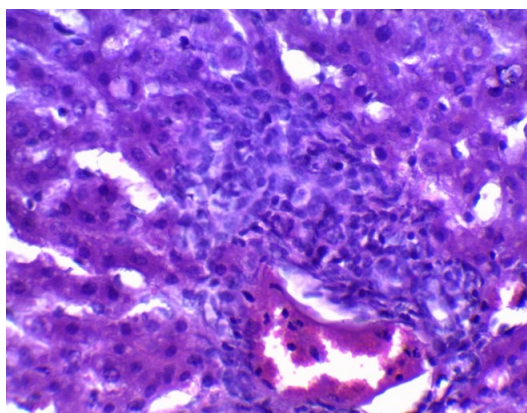


Рисунок 8 – Микрофото. Лимфоидно-макрофагальный периваскулит в печени овцы второй группы. Гематоксилин–эозин. Биомед-6. Ув.: x 480

При осмотре почек овец второй и третьей групп были обнаружены признаки зернистой дистрофии (рисунки 9, 10). При этом орган был увеличен в размере, его капсула напряжена (края разрезанной капсулы не сходились), форма почек была не изменена. Консистенция печени была дряблой, цвет серо-коричневый, граница между корковым и мозговым веществом сглажена.



Рисунок 9 – Макрофото. Зернистая дистрофия почек овец второй и третьей групп

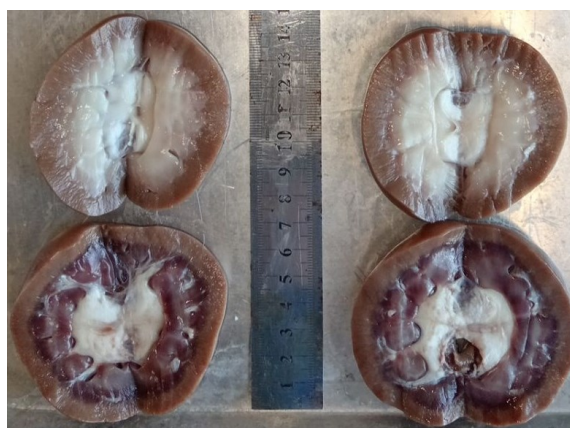


Рисунок 10 – Макрофото. Зернистая дистрофия у овцы 3-й группы по сравнению с контролем

Также обнаруживались гистологические признаки зернистой дистрофии в эпителии канальцев почек у овец второй и третьей групп (рисунки 11, 12).

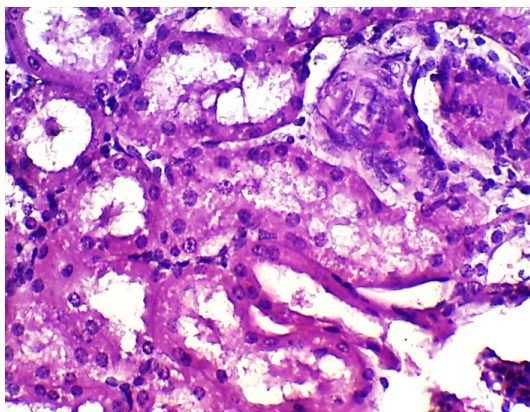


Рисунок 11 – Микрофото. Зернистая дистрофия мочеобразующих канальцев почки овцы второй группы. Гематоксилин–эозин. Биомед-6. Ув.: x 480

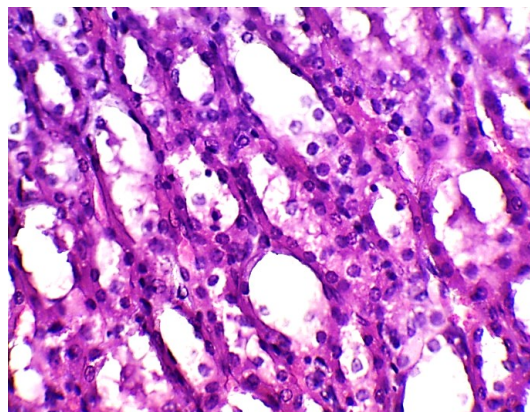


Рисунок 12 – Микрофото. Зернистая дистрофия мочеобразующих канальцев почки овцы третьей группы. Гематоксилин–эозин. Биомед-6. Ув.: x 480

При послеубойном осмотре печеней овец четвертой группы также выявлялись признаки жировой дистрофии. При этом печень была увеличена в размере, с округлыми краями, дряблой консистенции, желто-коричневого цвета, на разрезе рисунок долек сглажен. При гистологическом исследовании отмечались признаки мелкокапельной жировой дистрофии большого количества гепатоцитов, а также зернистая дистрофия (рисунки 13, 14).

При послеубойном осмотре почек овец четвертой группы установлены признаки зернистой дистрофии, а при гистологическом исследовании также отмечались очаги фибротизации в мозговом веществе (рисунки 15, 16).

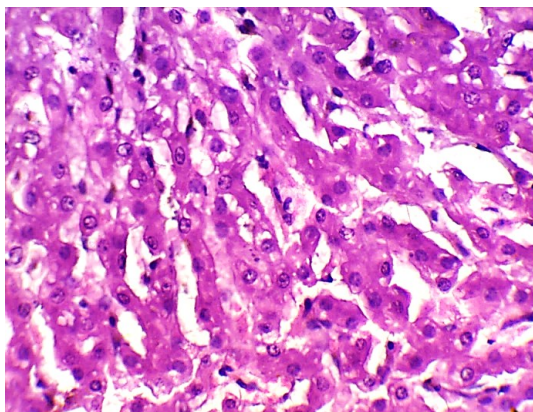


Рисунок 13 – Микрофото. Мелкокапельная жировая дистрофия гепатоцитов печени овец четвертой группы. Гематоксилин–эозин. Биомед-6. Ув.: x 480

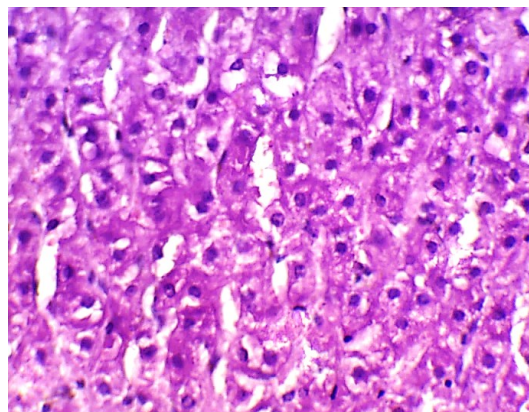


Рисунок 14 – Микрофото. Мелкокапельная жировая дистрофия гепатоцитов печени овец четвертой группы. Гематоксилин–эозин. Биомед-6. Ув.: x 480

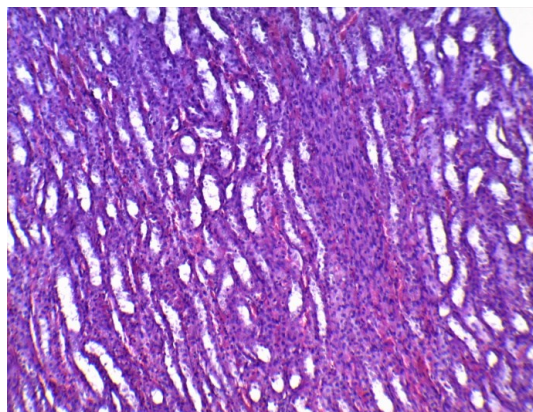


Рисунок 15 – Микрофото. Начальные стадии интерстициального нефрита овец у овцы 4-й группы. Гематоксилин–эозин. Биомед-6. Ув.: x 120

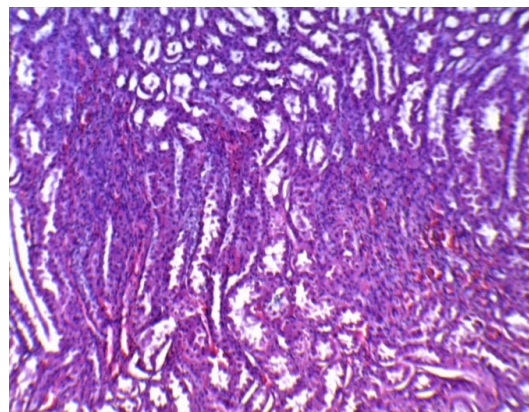


Рисунок 16 – Микрофото. Склероз почки овцы 5-й группы. Гематоксилин–эозин. Биомед-6. Ув.: x 120

Заключение. Таким образом, проведенные исследования показали, что у овец при остеодистрофии, выявленной на основании клинических и биохимических исследований, возникает ряд макро- и микроскопических изменений в печени и почках. При этом в данных органах гистологические изменения (белковый и жировой гепатоз, белковый нефроз, интерстициальный нефрит) отмечались как у животных с клинико-биохимическими изменениями, характерными для остеодистрофии, гепатоза, нефроза, так и у животных без данных признаков. Данная тенденция может указывать на взаимосвязь дистрофических процессов, возникающих в костной ткани с развитием у животных гепатоза и нефроза. Установление патогенетических механизмов данных взаимосвязей требует дальнейшего изучения.

Conclusion. Thus, the conducted studies have shown that in sheep with osteodystrophy identified on the basis of clinical and biochemical studies, a number of macro- and microscopic changes occur in the liver and kidneys. Moreover, in these organs, histological changes (protein and fatty hepatosis, protein nephrosis, interstitial nephritis) were noted both in animals with clinical and biochemical changes characteristic of osteodystrophy, hepatosis, nephrosis, and in animals without these signs. This trend may indicate a relationship between degenerative processes occurring in bone tissue and the development of hepatosis and nephrosis in animals. Establishing the pathogenetic mechanisms underlying this relationship requires further study.

Список литературы.

1. Васькин, В. Н. Диагностика остеодистрофии у овцематок при проведении диспансерного обследования / В. Н. Васькин // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". - 2022. - Т. 58, вып. 3. - С. 13-17.
2. Журов, Д. О. Морфологическое проявление патологии почек сельскохозяйственных и домашних животных / Д. О. Журов, А. И. Жуков // Сельское хозяйство - проблемы и перспективы : сборник научных трудов / Гродненский государственный аграрный университет. - Гродно : ГГАУ, 2020. - Т. 48 : Ветеринария. - С. 103-112.
3. К вопросу о дефиците витамина D при хронической болезни почек. Литературный обзор / Н. В. Агранович, Л. А. Пилипович, Л. В. Алботова, А. Т. Классова // Нефрология. - 2019. - Т. 23, №3. - С. 21-28. <https://doi.org/10.24884/1561-6274-2019-23-3-21-28>.
4. Клименкова, И. В. Некоторые морфологические и морфометрические показатели печени овец / И. В. Клименкова, Н. В. Спиридонова // Zamonaviy morfologiyaning dolzarb masalalari : respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi, 11-12 dekabr / Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti. - Samarqand, 2024. - С. 26-29.
5. Курдеко, А. П. Диагностика полиморбидной внутренней патологии у овец при проведении диспансерного обследования / А. П. Курдеко, С. В. Петровский, В. Н. Васькин // Ветеринарный журнал Беларуси. - 2019. - № 2. - С. 53-59.
6. Патологическая анатомия, вскрытие и судебная экспертиза. Макро- и микроскопические изменения в органах и тканях животных при типовых патологических процессах : учебно-методическое пособие / И. Н. Громов, В. С. Прудников, А. И. Жуков [и др.] ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. - 2-е изд., перераб. - Витебск : ВГАВМ, 2022. - 31 с.
7. Патологическая анатомия животных : учебно-методическое пособие с элементами дистанционного обучения и контроля знаний студентов факультета ветеринарной медицины заочной формы получения образования по специальности "Ветеринарная медицина" / В. С. Прудников, Е. И. Большакова, И. Н. Громов [и др.] ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. - Витебск : ВГАВМ, 2019. - 75 с.
8. Волков, М. М. Фосфорно-кальциевый обмен и его регуляция Литературный обзор / М. М. Волков, И. Г. Каюков, А. В. Смирнов // Нефрология. - 2010. - Т. 14, №1. - С. 91-103.

References.

1. Vas'kin, V. N. Diagnostika osteodistrofii u ovtsematok pri provedenii dispansernogo obsledovaniya / V. N. Vas'kin // Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny". - 2022. - T. 58, vyp. 3. - S. 13-17.
2. Zhurov, D. O. Morfologicheskoye proyavleniye patologii pochek sel'skokhozyaystvennykh i domashnykh zhivotnykh / D. O. Zhurov, A. I. Zhukov // Sel'skoye khozyaystvo - problemy i perspektivy : sbornik nauchnykh trudov / Grodnenskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. - Grodno : GGAU, 2020. - T. 48: Veterinariya. - S. 103-112.
3. K voprosu o defitsite vitamina D pri khronicheskoy bolezni pochek. Literaturnyy obzor. / N. V. Agranovich, L. A. Pilipovich. L. V. Albotova, A. T. Klassova. // Nefrologiya. - 2019. - T. 23, №3. - S. 21-28. <https://doi.org/10.24884/1561-6274-2019-23-3-21-28>.
4. Klimenkova, I. V. Some morphological and morphometric indicators of the liver of sheep / I. V. Klimenkova, N. V. Spiridonova // Zamonaviy morfologiyaning dolzarb masalalari : respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi, 11-12 December / Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti. - Samarqand, 2024. - pp. 26-29.
5. Kurdeko, A. P. Diagnostika polimorbidnoy vnutrenney patologii u ovets pri provedenii dispansernogo obsledovaniya / A. P. Kurdeko, S. V. Petrovskiy, V. N. Vas'kin // Veterinarnyy zhurnal Belarusi. - 2019. - № 2. - S. 53-59.
6. Patologicheskaya anatomiya, vskrytie i sudebnaya ekspertiza. Makro- i mikroskopicheskie izmeneniya v organah i tkanyah zhivotnykh pri tipovykh patologicheskikh processah : uchebno-metodicheskoe posobie /

I. N. Gromov, V. S. Prudnikov, A. I. ZHukov [i dr.] ; *Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny*. – 2-e izd., pererab. – Vitebsk : VGAVM, 2022. – 31 s.

7. *Patologicheskaya anatomiya zhivotnyh : uchebno-metodicheskoe posobie s elementami distancionnogo obucheniya i kontrolya znanij studentov fakul'teta veterinarnoj mediciny zaочноj formy polucheniya obrazovaniya po special'nosti "Veterinarnaya medicina" / V. S. Prudnikov, E. I. Bol'shakova, I. N. Gromov [i dr.] ; Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny*. – Vitebsk : VGAVM, 2019. – 75 s.

8. Volkov, M. M. Fosforno-kal'tsiyevyy obmen i yego regulyatsiya Literaturnyy obzor. / M. M. Volkov, I. G. Kayukov, A. V. Smirnov // *Nefrologiya*. – 2010. – Т. 14, №1. – С. 91–103.

Поступила в редакцию 26.02.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-2-9-15

УДК 636.7:611.651.1

ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЯИЧНИКАХ У ЗДОРОВЫХ СОБАК И ПРИ ПИОМЕТРЕ

Демух Д.А., Лях А.Л. ORCID ID 0000-0003-1255-4863

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

Изучена морфология яичников у здоровых и больных пиометрой собак. Выявлено, что, относительная площадь желтых тел, в среднем, у больных животных в левом яичнике больше, чем у здоровых, в 1,5 раза, а в правом яичнике – больше в 2 раза. В яичниках у больных собак 21% площади в левом и 6% в правом занимали фолликулярные кисты. По совокупности микроморфометрических показателей установлено, что при пиометре основную гормонпродуцирующую нагрузку несет левый яичник, а у здоровых животных – правый. Ключевые слова: собака, яичник, желтое тело, фолликулярная киста, пиометра.

HISTOLOGICAL CHANGES IN THE OVARIES OF HEALTHY DOGS AND BITCHES WITH PYOMETRA

Demukh D.A., Lyakh A.L.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

The morphology of the ovaries in healthy dogs and the bitches with pyometra has been studied. It was found that, on average, the relative area of yellow bodies in sick animals in the left ovary is 1.5 times larger than in healthy ones, and in the right ovary it is 2 times larger. In the ovaries of sick dogs, 21% of the area in the left and 6% in the right were occupied by follicular cysts. According to a set of micromorphometric indicators, it was found that in dogs with pyometra, the main hormone-producing load is carried by the left ovary, and in healthy animals – by the right one. Keywords: dog, ovary, corpus luteum, follicular cyst, pyometra.

Введение. Пиометра у сук представляет собой серьезную патологию репродуктивной системы, характеризующуюся гнойным воспалением матки с накоплением экссудата в ее полости. Данная болезнь встречается у 15–25% нестерилизованных самок старше 5–6 лет и является одной из основных причин летальных исходов при отсутствии своевременного лечения [1, 2, 3, 4]. Кузмич Р.Г. и Мирончик С.В. в своих исследованиях описывают, что пиометра чаще всего регистрируется у городских сук в возрасте 6-13 лет разных пород с нерегулярным половым циклом, не рожавших, получавших контрацептивы [5, 6].

Высокая распространенность пиометры, ее опасность для жизни животных, а также экономические потери, связанные с лечением и потерей племенных животных, обуславливают необходимость углубленного изучения патоморфологических изменений яичников при данной патологии.

Цель исследований: установить гистологические изменения в яичниках у здоровых собак и при пиометре.

Материалы и методы исследований. Экспериментальные исследования проводились в период с января 2024 по июнь 2025 года в ветеринарной клинике «Ветеринарный центр доктора Базылевского А.А.», город Витебск. Лабораторные исследования проводились в научно-исследовательской лаборатории кафедры анатомии животных УО ВГАВМ.

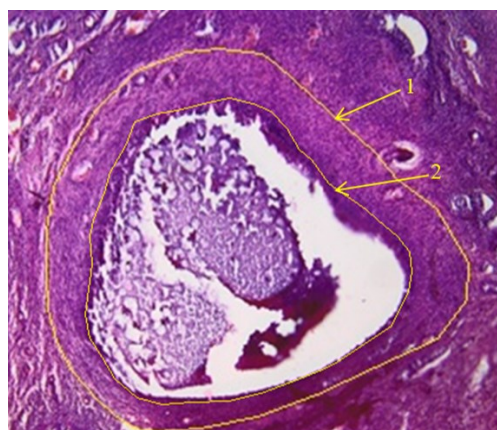
Материалом для исследования служили яичники 10 собак разного возраста и пород, содержащихся в домашних условиях. Данные о возрасте и породе собак представлены в таблице 1. Были сформированы две группы по 5 животных: контрольная (здоровые собаки) и опытная (больные пиометрой). Яичники от здоровых собак отбирали в результате проведения плановой овариогистерэктомии. От больных собак материал был отобран после проведения экстренной овариогистерэктомии.

Таблица 1 – Порода и возраст исследуемых собак

№ собаки	Возраст	Порода	Наличие или отсутствие патологий матки
1	7 лет	Французский бульдог	без патологий
2	8 месяцев	Французский бульдог	без патологий
3	5 лет	Джек-рассел терьер	без патологий
4	3 года	Мальтийская болонка	без патологий
5	8 месяцев	Мальтипу	без патологий
6	8 лет	Йоркширский терьер	пиометра
7	14 лет	Джек-рассел терьер	пиометра
8	12 лет	Русский той-терьер	пиометра
9	12 лет	Такса	пиометра
10	7 лет	Джек-рассел терьер	пиометра

Для дальнейшего гистологического исследования отобрали яичники целиком. Кусочки органов зафиксировали в растворе 10% нейтрального формалина в течение 48 часов, после чего изготавливали из них парафиновые срезы по общепринятой методике в НИИ ПВМиБ УО ВГАВМ [7].

Проводку материала проводили с использованием процессора для гистологической обработки YD-2900 YIDI Medical, заливку в парафин – в модульной системе для заливки тканей YD-6LA YIDI Medical, изготавливали гистологические срезы на ротационном полуавтоматическом микротоме YD-335A YIDI Medical. Делали продольные срезы максимальной длины через середину яичника. Депарафинирование и окрашивание срезов гематоксилином и эозином проводили в станции окрашивания тканей YABO-700 YIDI Medical. Микроскопирование гистологических препаратов осуществляли с помощью микроскопа Olympus BX-51, снабженного цифровой камерой CX-31 и программным обеспечением Cell A. Для измерения площади среза яичника использовали стереомикроскоп «Контраст-2005-С» с программным обеспечением «ScopePhoto».



1 – площадь третичного фолликула;
2 – площадь полости третичного фолликула с гранулезой

Рисунок 1 – Микрофото. Измерение параметров третичного фолликула. Гематоксилин-эозин, х 250

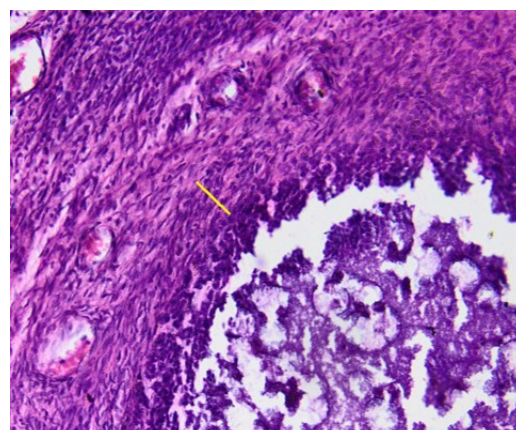


Рисунок 2 – Микрофото. Измерение внутренней теки третичного фолликула. Гематоксилин-эозин, х 125

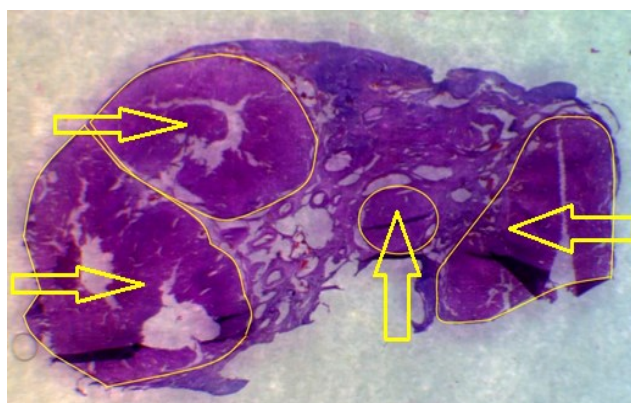


Рисунок 3 – Микрофото. Измерение абсолютной площади желтых тел. Гематоксилин-эозин, х 125

При проведении исследований микропрепаратов яичников проводили оценку гистологических структур по следующим параметрам: общая площадь яичника, абсолютная площадь третичного фолликула, абсолютная площадь полости фолликула с гранулезой, толщина внутренней теки, абсолютная площадь желтых тел, абсолютная площадь атретических фолликулов. Для расчета абсолютной площади внутренней теки была использована формула площади кольца. Чтобы исключить влияние размера органа в сравнительной оценке морфометрических показателей его структурных элементов, проводили расчет относительных показателей. В яичниках рассчитывали относительные показатели площади: третичных фолликулов (рисунок 1), внутренней теки (рисунок 2), наружной теки, желтых тел (рисунок 3), фолликулярных кист, атретических фолликулов.

При помощи программы «Microsoft Office Excel» проведена статистическая обработка данных.

Результаты исследований. Для выявления взаимосвязи между морфометрическими параметрами яичников здоровых и больных пиометрой животных были измерены следующие показатели: общая площадь яичника, абсолютная площадь третичного фолликула, абсолютная площадь желтых тел, абсолютная площадь атретических фолликулов, абсолютная площадь фолликулярных кист. Данные занесены в таблицу 2.

Таблица 2 – Абсолютные показатели гистологических структур яичников контрольной группы животных (здоровые)

№ собаки	Яичник	Общая площадь яичника, мкм ²	Площадь третичных фолликулов, мкм ²	Площадь желтых тел, мкм ²	Площадь атретических фолликулов, мкм ²	Площадь фолликулярных кист, мкм ²
1	левый	75100000	1095983	–	–	–
	правый	65100000	1625820	179523,86	–	–
2	левый	45400000	1037400	–	9321271,55	–
	правый	46400000	–	340860,88	7156778,37	–
3	левый	78100000	513737	42030000	468457,15	867449,79
	правый	46200000	–	28480000	–	–
4	левый	50200000	–	7141567	1950764	–
	правый	56400000	385306	7451870	2457923	–
5	левый	65500000	401318	22506531	2178767	–
	правый	54100000	–	45041778	876039	–
Средние значения (M±m)	левый	62860000±14613110,55	762109,50±355488,29	23892699,33±17485473,58	3479814,92±3967434,67	867449,79
	правый	53640000±7857035,06	1005563±877175,86	16298806,55±19794541,37	3496913,45±3266733,48	–

Исходя из данных таблицы 2, общая площадь левого яичника здоровых собак достоверно больше правого в 1,17 раз. Третичные фолликулы содержались как в левом, так и в правом яичнике, но преимущественно в правом. Желтые тела содержались как в правом, так и в левом яичниках, их количество варьируется от 1 до 4 в одном яичнике. Атретические фолликулы содержались как в левом, так и в правом яичниках, практически у всех здоровых собак, кроме собаки №1. Фолликулярные кисты наблюдались только у одной здоровой собаки в количестве 3 штук. В связи с тем, что все животные разной массы были произведены расчеты относительных показателей структурных элементов яичников. Данные относительных показателей гистологических структур яичников у здоровых животных занесены в таблицу 3.

Таблица 3 – Относительные показатели гистологических структур яичников контрольной группы животных (здоровые)

№ собаки	Яичник	Площадь третичных фолликулов, %	Площадь атретических фолликулов, %	Площадь желтых тел, %	Площадь кист, %	Площадь других структур, %
1	левый	1	–	–	–	99
	правый	3	–	4	–	93
2	левый	–	21	–	–	79
	правый	2	15	1	–	79
3	левый	1	1	54	1	43
	правый	–	–	38	–	62
4	левый	–	4	9	–	87
	правый	1	4	8	–	87

Продолжение таблицы 3

№ собаки	Яичник	Площадь третичных фолликулов, %	Площадь атретических фолликулов, %	Площадь желтых тел, %	Площадь кист, %	Площадь других структур, %
5	левый	1	3	34	–	62
	правый	–	2	83	–	15
Средние значения (M±m)	левый	1,00	7,25±9,25	32,33±22,55	1,00	74,00±21,93
	правый	2,0±1,0	7,0±7,0	26,80±34,72	–	67,20±31,42

Из вышеуказанной таблицы можно сделать выводы, что большую часть площади яичника занимают другие структуры (сосуды, соединительная ткань). Но есть яичники, где большую часть площади занимает желтое тело (собаки №3, 5). Относительная площадь желтых тел в левом яичнике варьирует от 9 до 54%, в правом – от 1 до 83%. Желтые тела преимущественно находятся в правом яичнике.

В таблице 4 отражены абсолютные показатели гистологических структур яичников больных пиометрой собак.

Таблица 4 – Абсолютные показатели гистологических структур яичников у больных пиометрой собак

№ собаки	Яичник	Общая площадь яичника, мкм ²	Площадь третичных фолликулов, мкм ²	Площадь желтых тел, мкм ²	Площадь атретических фолликулов, мкм ²	Площадь фолликулярных кист, мкм ²
6	левый	32800000	1516472	15500000	476561,04	–
	правый	48600000	325191	33050000	859466,53	–
7	левый	110000000	464560	25122505	–	9592155
	правый	74400000	–	19157708	–	7464276
8	левый	47500000	–	2380000	2606411	23700000
	правый	44400000	112814	–	2245514	639465
9	левый	48600000	–	33050000	287971,57	–
	правый	20600000	–	19200000	–	–
10	левый	21900000	–	5443959	651491	927989
	правый	32300000	–	–	820514	–
Средние значения (M±m)	левый	52160000±34169914	990516±743814,1	16299293±12948544	1005609±1077476	11406715±11493937
	правый	44060000±20186084	219002,5±150173,2	23802569±8008538	1308498±811713,2	4051871±4825870

Проанализировав таблицу, можно сделать выводы, что общая площадь левого яичника достоверно больше правого. Третичные фолликулы содержатся как в левом, так и в правом яичнике. Количество третичных фолликулов варьирует от 1 до 3 в одном яичнике. Но есть животные, у которых третичные фолликулы в яичнике не содержались (собаки № 9, 10). Желтые тела присутствуют как в левом, так и в правом яичнике. Количество желтых тел варьирует от 1 до 3 в одном яичнике. Атретические фолликулы содержались как в левом, так и в правом яичниках, практически у всех больных пиометрой собак, кроме собаки №7. Фолликулярные кисты имеются у трех больных пиометрой животных (собаки № 7, 8, 10), количество фолликулярных кист варьирует от 1 до 3 в одном яичнике.

В связи с тем, что все животные разной массы, были произведены расчеты относительных показателей структурных элементов яичников. Данные относительных показателей гистологических структур яичников у больных пиометрой собак занесены в таблицу 5.

Таблица 5 – Относительные показатели гистологических структур яичников у больных пиометрой собак

№ собаки	Яичник	Площадь третичных фолликулов, %	Площадь атретических фолликулов, %	Площадь желтых тел, %	Площадь кист, %	Площадь других структур, %
6	левый	3	1	36	–	60
	правый	1	3	47	–	49
7	левый	–	5	5	50	40
	правый	–	5	–	2	93

Продолжение таблицы 5

№ собаки	Яичник	Площадь третичных фолликулов, %	Площадь атретических фолликулов, %	Площадь желтых тел, %	Площадь кист, %	Площадь других структур, %
8	левый	–	1	68	–	31
	правый	–	–	93	–	7
9	левый	1	–	23	9	67
	правый	–	1	26	10	64
10	левый	–	3	25	4	68
	правый	–	3	–	–	97
Средние значения (M±m)	левый	2,00±1,41	2,50±1,91	31,40±23,29	21,00±25,24	53,20±16,75
	правый	1,00	3,00±1,63	55,33±34,27	6,00±5,66	62,00±36,69

Из вышеуказанной таблицы можно сделать выводы, что большую часть яичника занимают другие структуры (сосуды, соединительная ткань). Но есть яичники, где большую часть занимает желтое тело (собака № 8). Относительная площадь желтых тел в левом яичнике варьирует от 5 до 68%, в правом – от 23 до 93%. Желтые тела находятся как в левом, так и в правом яичниках. Фолликулярные кисты содержатся в яичниках трех животных, у одного из них киста занимает 50% всего яичника.

Таблица 6 – Абсолютные показатели гистологических структур третичных фолликулов яичников контрольной группы животных (здоровые)

№ собаки	Яичник	Площадь третичного фолликула, мкм ²	Площадь полости третичного фолликула, мкм ²	Площадь наружной теки, мкм ²	Площадь внутренней теки, мкм ²
1	левый	642695	392538	243974	6182
		453289	299401	150095	3792
	правый	708551	400496	296828	11226
		607802	341029	246972	19801
		309468	173040	129134	7294
2	левый	–	–	–	–
	правый	1037400	748570	277439	11391
3	левый	513737	248410	258581	6747
	правый	–	–	–	–
4	левый	–	–	–	–
	правый	385306	294767	76936	13603
5	левый	401318	287463	92454	21401
	правый	–	–	–	–
Средние значения (M±m)	левый	502759,75±103987,43	306953,00±61070,91	186276,00±78885,37	9530,50±8016,64
	правый	609705,40±288614,94	391580,40±216338,42	205461,80±96948,97	12663,00±4591,94

Сравнение абсолютных показателей третичных фолликулов между собой нецелесообразно, так как у животных разная масса тела и разные размеры яичников. Для того чтобы их сравнивать, были рассчитаны относительные показатели гистологических структур третичных фолликулов у здоровых животных, данные показатели отражены в таблице 7.

Таблица 7 – Относительные показатели гистологических структур третичных фолликулов яичников контрольной группы животных (здоровые)

№ собаки	Яичник	Площадь третичного фолликула, мкм ²	Относительная площадь полости третичного фолликула, %	Относительная площадь наружной теки, %	Относительная площадь внутренней теки, %
1	левый	642695	61	38	1
		453289	66	33	1
	правый	708551	57	42	2
		607802	56	41	3
		309468	56	42	2
2	левый	–	–	–	–
	правый	1037400	72	27	1
3	левый	513737	48	50	1
	правый	–	–	–	–
4	левый	–	–	–	–
	правый	385306	77	20	4
5	левый	401318	72	23	5
	правый	–	–	–	–
Средние значения (M±m)	левый	502759,75±103987,43	61,75±10,21	36,00±11,22	2,00±2,00
	правый	609705,40±288614,94	63,60±10,11	34,40±10,26	2,40±1,14

Из вышеуказанной таблицы следует, что площадь третичного фолликула правого яичника больше в 1,2 раз, чем левого. Остальные параметры третичных фолликулов в левом и правом яичниках примерно равны. Для животных, больных пиометрой, были измерены такие же показатели структурных элементов третичных фолликулов, что и у здоровых собак, данные отражены в таблице 8.

Таблица 8 – Абсолютные показатели гистологических структур третичных фолликулов яичников у больных пиометрой собак

№ собаки	Яичник	Площадь третичного фолликула, мкм ²	Площадь полости третичного фолликула, мкм ²	Площадь наружной теки, мкм ²	Площадь внутренней теки, мкм ²
6	левый	288636	159637	124320	4680
		769779	465717	284617	19445
		458057	299096	152179	6782
	правый	148387	84514	50142	13731
		84807	47520	33227	4060
		91997	47935	41000	3062
7	левый	–	–	–	–
	правый	464560	260025	190786	13749
8	левый	–	–	–	–
	правый	112814	62293	47883	2638
9	левый	–	–	–	–
	правый	–	–	–	–
10	левый	–	–	–	–
	правый	–	–	–	–
Средние значения (M±m)	левый	505490,67± 244053,50	308150,00± 153240,73	187038,67± 85645,66	10302,33± 7987,23
	правый	180513,00± 160695,87	100457,400± 90462,01	72607,600± 66392,80	7448,000± 5766,94

Из вышеуказанной таблицы следует, что площадь третичных фолликулов в 2,7 раза больше в левом, чем в правом яичнике. Площадь полости третичного фолликула с гранулезой больше в 3 раза в левом яичнике, чем в правом. Площадь наружной теки третичных фолликулов в левом яичнике больше в 2,5 раза, чем в правом. Площадь внутренней теки третичного фолликула левого яичника больше в 1,4 раза, чем в правом.

Для того чтобы сравнить, какое процентное значение в третичном фолликуле занимают его структурные элементы, были рассчитаны относительные показатели. Данные относительных показателей гистологических структур яичников больных пиометрой собак отражены в таблице 9.

Таблица 9 – Относительные показатели гистологических структур третичных фолликулов яичников у больных пиометрой собак

№ собаки	Яичник	Площадь третичного фолликула, мкм ²	Площадь полости третичного фолликула, %	Площадь наружной теки, %	Площадь внутренней теки, %
6	левый	288636	55	43	2
		769779	61	37	3
		458057	65	33	1
	правый	148387	57	34	9
		84807	56	39	5
		91997	52	45	3
7	левый	–	–	–	–
	правый	464560	56	41	3
8	левый	–	–	–	–
	правый	112814	55	42	2
9	левый	–	–	–	–
	правый	–	–	–	–
10	левый	–	–	–	–
	правый	–	–	–	–
Средние значения (M±m)	левый	505490,67± 244053,50	60,33±5,03	37,67±5,03	2,00±1,00
	правый	180513,00± 160695,87	55,20±1,92	40,20±4,09	4,40±2,79

Исходя из данных таблицы 9 можно сделать следующие выводы, что площадь внутренней теки третичного фолликула в правом яичнике больше в 2,2 раза, чем в левом. Все остальные показатели примерно равны.

Закключение. Сравнив данные, полученные при исследовании яичников здоровых и больных животных, можно сделать следующие выводы. Общая площадь левого яичника недостоверно больше правого в обеих группах. Площадь желтых тел в левом яичнике практически равна у обеих групп животных. А вот площадь желтого тела в правом яичнике больше в 2 раза у больных пиометрой, чем у здоровых собак. Площадь фолликулярных кист левого яичника здоровых собак в 21 раз больше, чем у больных пиометрой собак. По совокупности микроморфометрических показателей установлено, что при пиометре основную гормонпродуцирующую нагрузку несет левый яичник, а у здоровых животных – правый.

Conclusion. Comparing the data obtained from the study of the ovaries of healthy and sick animals, the following conclusions can be drawn. The total area of the left ovary is insignificantly larger than the right ovary in both groups. The area of yellow bodies in the left ovary is almost equal in both groups of animals. But the area of the corpus luteum in the right ovary is 2 times larger in patients with pyometra than in healthy dogs. The area of follicular cysts of the left ovary of healthy dogs is 21 times larger than that of dogs with pyometra. According to a number of micromorphometric indicators, it was found that in bitches with pyometra the main hormone-producing load is carried by the left ovary, while in healthy animals – by the right one.

Список литературы.

1. Эффективность диагностики и комплексного лечения пиометры у сук / Т. Л. Спицына, М. И. Гаращук, Д. Д. Белый [и др.] // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. – 2023. – № 4. – С. 34–38.
2. Куртеков, В. А. Пиометра у собак. Этиология, терапия и профилактика / В. А. Куртеков, Ю. И. Гудкова // Актуальные вопросы и пути их решения в ветеринарной медицине и животноводстве : материалы Международной научно-практической конференции, Тюмень, 26–28 мая 2021 г. : в 2 т. / Государственный аграрный университет Северного Зауралья. – Тюмень : ГАУСЗ, 2021. – Т. 1. – С. 205–210.
3. Сергеев, А. А. Пиометра у собак и способ её лечения / А. А. Сергеев, Ю. Д. Устименко, В. В. Колоденская // Перспективные научные исследования: опыт, проблемы и перспективы развития : сборник научных статей по материалам V Международной научно-практической конференции, Уфа, 25 июня 2021 г. – Уфа : Вестник науки, 2021. – С. 184–187.
4. МIRONCHIK, С. В. Ультразвуковая диагностика и распространение гиперпластической патологии эндометрия у собак / С. В. МIRONCHIK // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2007. – Т. 43, № 2. – С. 192–195.
5. Кузьмич, Р. Г. Ассоциации микроорганизмов матки при гиперпластической патологии эндометрия у собак / Р. Г. Кузьмич, С. В. МIRONCHIK // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2007. – Т. 43, № 2. – С. 171–174.
6. МIRONCHIK, С. В. Эндокринный статус у сук при развитии гиперплазии эндометрия / С. В. МIRONCHIK // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2012. – Т. 48, № 1. – С. 112–114.
7. Организация гистологических исследований, техника изготовления и окраски гистопрепаратов : учебно-методическое пособие / В. С. Прудников, И. М. Луппова, А. И. Жуков, Д. Н. Федотов ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2011. – 28 с.

References.

1. *Effektivnost' diagnostiki i kompleksnogo lecheniya piometry u suk* / T. L. Spicyna, M. I. Garashchuk, D. D. Belyj [i dr.] // *Rossiiskij veterinarnyj zhurnal. Sel'skhozaystvennyye zhivotnye*. – 2023. – № 4. – S. 34–38.
2. *Kurtekov, V. A. Piometra u sobak. Etiologiya, terapiya i profilaktika* / V. A. Kurtekov, YU. I. Gudkova // *Aktual'nye voprosy i puti ih resheniya v veterinarnoj medicine i zhivotnovodstve : materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Tyumen', 26–28 maya 2021 g. : v 2 t. / Gosudarstvennyy agrarnyy universitet Severnogo Zaural'ya*. – Tyumen' : GAUSZ, 2021. – T. 1. – S. 205–210.
3. *Sergeev, A. A. Piometra u sobak i sposob eyo lecheniya* / A. A. Sergeev, YU. D. Ustimenko, V. V. Kolodenskaya // *Perspektivnye nauchnye issledovaniya: opyt, problemy i perspektivy razvitiya : sbornik nauchnykh statej po materialam V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Ufa, 25 iyunya 2021 g.* – Ufa : Vestnik nauki, 2021. – S. 184–187.
4. *Mironchik, S. V. Ul'trazvukovaya diagnostika i rasprostraneniye giperplasticheskoy patologii endometriya u sobak* / S. V. Mironchik // *Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny"*. – 2007. – T. 43, № 2. – S. 192–195.
5. *Kuz'mich, R. G. Assotsiatsii mikroorganizmov matki pri giperplasticheskoy patologii endometriya u sobak* / R. G. Kuz'mich, S. V. Mironchik // *Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny"*. – 2007. – T. 43, № 2. – S. 171–174.
6. *Mironchik, S. V. Endokrinnyy status u suk pri razvitiy giperplazii endometriya* / S. V. Mironchik // *Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny"*. – 2012. – T. 48, № 1. – S. 112–114.
7. *Organizatsiya gistologicheskikh issledovaniy, tekhnika izgotovleniya i okraski gistopreparatov : uchebno-metodicheskoe posobie* / V. S. Prudnikov, I. M. Luppova, A. I. Zhukov, D. N. Fedotov ; *Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny*. – Vitebsk : VGAVM, 2011. – 28 s.

Поступила в редакцию 29.01.2026.

МАКРОСКОПИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЯИЧНИКАХ У ЗДОРОВЫХ СОБАК И ПРИ ПИОМЕТРЕ

Демух Д.А., Лях А.Л. ORCID ID 0000-0003-1255-4863

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

*Изучена морфология яичников у здоровых и больных пиометрой собак. Установлено что левый яичник в обеих группах по размерам и массе достоверно больше правого. Соотношение абсолютной массы левого яичника к правому у контрольной группы животных составляет от 0,95 до 1,55, у больных пиометрой – от 1,16 до 6,5. Длина и масса правого яичника у здоровых собак коррелируют сильно положительно к массе тела животного. У собак больных пиометрой, в правом яичнике отмечается сильная отрицательная корреляция между длиной, шириной, массой, объемом яичника и массой животного. **Ключевые слова:** собака, яичник, пиометра, морфометрия, здоровые.*

MACROSCOPIC CHANGES IN THE OVARIES OF HEALTHY DOGS AND IN PATIENTS WITH PYOMETRA

Demukh D.A., Lyakh A.L.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

*The morphology of the ovaries in healthy dogs and in bitches with pyometra has been studied. It was found that the left ovary in both groups was significantly larger in size and weight than the right one. The ratio of the absolute mass of the left ovary to the right one in the control group of animals ranges from 0.95 to 1.55, in patients with pyometra from 1.16 to 6.5. The length and weight of the right ovary in healthy dogs correlate strongly positively to the body weight of the animal. In dogs with pyometra, there is a strong negative correlation in the right ovary between the length, width, weight, volume of the ovary and the weight of the animal. **Keywords:** dog, ovary, pyometra, morphometry, healthy.*

Введение. Пиометра у сук представляет собой серьезную патологию репродуктивной системы, характеризующуюся гнойным воспалением матки с накоплением экссудата в ее полости. Данная болезнь встречается у 15–25% нестерилизованных самок старше 5–6 лет и является одной из основных причин летальных исходов при отсутствии своевременного лечения [1, 2, 3, 4].

Мельникова Л.Ю. описывает, что данное заболевание может провоцировать повышение уровня половых гормонов в крови, которые формируют и подготавливают слизистые оболочки матки к процессу беременности. Увеличение концентрации прогестерона влечет за собой угнетение местного иммунитета. Микроорганизмы, находящиеся в матке, провоцируют воспалительный процесс. Если иммунитет в норме, подобных проблем не возникает [5, 6]. Машнин Д.В. пишет, что пиометра возникает при гормональных нарушениях, в результате отсутствия выведения гнойного экссудата из полости матки, которое связано с закрытием канала шейки матки. Также просвет шейки матки может быть закрытым из-за экссудата, который забивает просвет уплотненными частицами содержимого [7]. Куртеков В.А. описывает в своей статье, что значительную роль в развитии пиометры играют гормональные колебания в организме животного, например, бесконтрольная дача препаратов для медикаментозной стерилизации. Прогестерон в составе этих средств заставляет железы матки выделять секрет в избытке, что приводит к образованию жидкости, которая скапливается в матке, и при попадании патогенной микрофлоры происходит гнилостное брожение [2, 8].

Высокая распространенность пиометры, ее опасность для жизни животных, а также экономические потери, связанные с лечением и потерей племенных животных, обуславливают необходимость углубленного изучения патоморфологических изменений яичников при данной патологии.

Цель исследований: установить морфологические изменения в яичниках у здоровых собак и при пиометре.

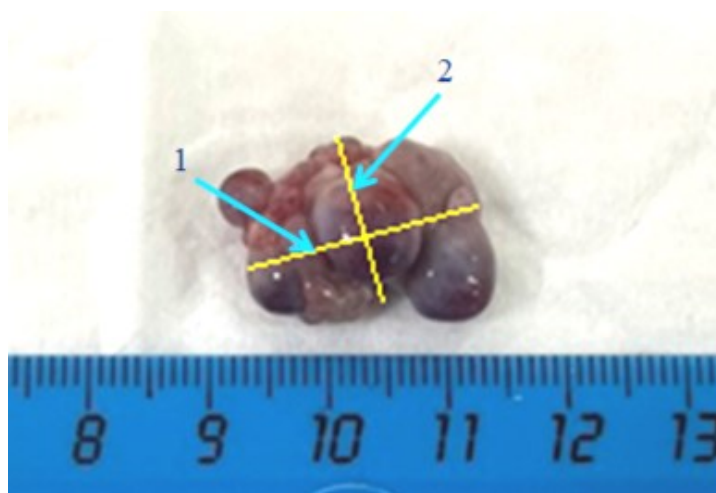
Материалы и методы исследований. Экспериментальные исследования проводились в период с января 2024 по июнь 2025 года в ветеринарной клинике «Ветеринарный центр доктора Базылевского А.А.», город Витебск. Лабораторные исследования проводились в научно-исследовательской лаборатории кафедры анатомии животных УО ВГАВМ.

Материалом для исследования послужили яичники 10 собак разного возраста и пород, содержащихся в домашних условиях. Данные о возрасте и породе собак представлены в таблице 1. Были сформированы две группы по 5 животных: контрольная (здоровые собаки) и опытная (больные пиометрой). Яичники от здоровых собак отбирали в результате проведения плановой овариогистерэктомии. От больных собак материал был отобран после проведения экстренной овариогистерэктомии.

Таблица 1 – Порода и возраст исследуемых собак

№ собаки	Возраст	Порода	Наличие или отсутствие патологий матки
1	7 лет	Французский бульдог	без патологий
2	8 месяцев	Французский бульдог	без патологий
3	5 лет	Джек-рассел терьер	без патологий
4	3 года	Мальтийская болонка	без патологий
5	8 месяцев	Мальтипу	без патологий
6	8 лет	Йоркширский терьер	пиометра
7	14 лет	Джек-рассел терьер	пиометра
8	12 лет	Русский той-терьер	пиометра
9	12 лет	Такса	пиометра
10	7 лет	Джек-рассел терьер	пиометра

После проведения овариогистерэктомии была проведена морфометрия яичников. Измеряли следующие показатели: длину и ширину яичников (рисунок 1). Также были проведены измерения объема (рисунок 2) и массы яичников. При помощи программы «Microsoft Office Excel» проведена статистическая обработка данных.



1 – длина яичника; 2 – ширина яичника
Рисунок 1 – Макрофото. Измерение параметров яичника

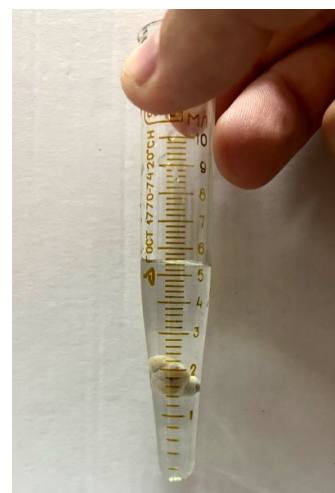


Рисунок 2 – Макрофото. Измерение объема яичника

Результаты исследований. На первом этапе для установления закономерностей между макроморфометрическими показателями провели измерения длины, ширины, объема, а также массы левого и правого яичников здоровых и больных пиометрой собак. Данные об измерениях абсолютных показателей яичников здоровых собак занесены в таблицу 2.

Таблица 2 – Абсолютные показатели яичников контрольной группы (здоровые)

№ собаки	Масса животного, кг	Яичник	Длина яичников, мм	Ширина яичников, мм	Масса яичников, г	Объем яичников, мм ³
1	21,0	левый	17	12	1,00	10
		правый	18	13	1,05	9
2	13,3	левый	17	11	0,55	6
		правый	15	8	0,42	3
3	6,2	левый	19	10	1,16	10
		правый	13	7	0,75	7
4	3,8	левый	12	7	0,35	3
		правый	12	8	0,29	3
5	5,2	левый	11	8	0,40	4
		правый	14	8	0,42	4
Средние значения (M±m)		левый	15,2±3,5	9,6±2,1	0,69±0,37	6,6±3,3
		правый	14,4±2,3	10±2,7	0,59±0,31	5,2±2,7

Исходя из данных таблицы, следует, что длина, масса и объем левого яичников достоверно больше правого. Показатель ширины правого и левого яичника практически одинаковый. Абсолютные показатели яичников контрольной группы собак с массой животного коррелируют следующим образом, данные корреляции отражены в таблице 3.

Таблица 3 – Корреляция абсолютных показателей яичников контрольной группы (здоровые) с их массой тела, г

Яичник	Длина яичников	Ширина яичников	Масса яичников	Объем яичников
левый	0,47	0,63	0,53	0,91
правый	0,75	0,62	0,97	0,48

Проведя анализ вышеуказанной таблицы, можно сделать вывод, что длина, ширина и масса левого яичника контрольной группы животных умеренно положительно коррелирует с массой животного. Объем левого яичника к массе тела животного коррелирует сильно положительно, а в правом яичнике отмечается умеренная положительная корреляция между шириной, объемом яичника и массой животного. Длина и масса правого яичника коррелируют сильно положительно к массе тела животного (данные показатели прямо пропорционально увеличиваются с увеличением массы тела).

Для того чтобы корректно сравнивать между собой показатели от животных с разной массой тела, были рассчитаны относительные значения. Относительные показатели яичников контрольной группы приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Относительные показатели яичников контрольной группы (здоровые)

№ собаки	Масса животного, кг	Яичник	Длина яичников	Ширина яичников	Масса яичников *10 ⁻⁵	Объем яичников
1	21,0	левый	0,08	0,06	4,4	0,05
		правый	0,09	0,06	5,0	0,04
2	13,3	левый	0,13	0,08	2,6	0,05
		правый	0,11	0,06	3,1	0,02
3	6,2	левый	0,3	0,16	18,7	0,16
		правый	0,2	0,21	12,0	0,11
4	3,8	левый	0,32	0,28	14,0	0,12
		правый	0,32	0,32	11,6	0,12
5	5,2	левый	0,02	0,15	7,6	0,08
		правый	0,27	0,15	8,0	0,08
Средние значения (M±m)		левый	0,09±0,05	0,24±0,16	9,8±6,3	0,09±0,05
		правый	0,08±0,04	0,23±0,16	7,9±3,9	0,08±0,04

Из вышеуказанной таблицы следует, что измеряемые относительные показатели левого яичника достоверно больше, чем правого. Относительная масса яичников у собак до 10 кг варьирует от 8,0*10⁻⁵ до 19,7*10⁻⁵. У собак с массой тела более 10 кг относительная масса яичников составила от 2,6*10⁻⁵ до 5,0*10⁻⁵.

Абсолютные макроморфометрические показатели яичников больных пиометрой собак отражены в таблице 5.

Таблица 5 – Абсолютные показатели яичников у больных пиометрой собак

Таблица 3 – Абсолютные показатели яичников у больных гипотрофией собак						
№ собаки	Масса животного, кг	Яичник	Длина яичников, мм	Ширина яичников, мм.	Масса яичников, г	Объем яичников, мм ³
6	3,8	левый	12	9	0,48	4
		правый	9	7	0,26	2
7	5,6	левый	12	9	0,48	4
		правый	9	7	0,26	2
8	2,5	левый	16	12	0,85	8
		правый	14	9	0,41	5
9	6,3	левый	15	8	0,65	7
		правый	7	5	0,10	1
10	4,4	левый	8	6	0,22	1
		правый	8	8	0,19	1
Средние значения (M±m)		левый	12,6±3,1	8,8±2,2	0,54±0,23	4,8±2,8
		правый	9,4±2,7	7,2±1,5	0,24±0,11	2,2±1,6

Исходя из данных таблицы 5, можно сделать следующий вывод: длина левого яичника больше, чем правого, в 1,34 раза, ширина левого яичника больше правого в 1,22 раза, масса левого яичника больше правого в 2,25 раза, объем левого яичника больше в 2,18 раза, чем правого.

Корреляция абсолютных показателей яичников больных пиометрой собак с массой животного отражены в таблице 6.

Таблица 6 – Корреляция абсолютных показателей яичников больных пиометрой собак с их массой тела, г

Яичник	Длина яичников	Ширина яичников	Масса яичников	Объем яичников
левый	-0,12	-0,58	-0,3	-0,14
правый	-0,84	-0,87	-0,85	-0,79

Проведя анализ вышеуказанной таблицы, можно сделать вывод, что длина, объем и масса левого яичника контрольной группы животных слабо отрицательно коррелирует с массой животного. Ширина левого яичника к массе тела животного коррелирует умеренно отрицательно. При этом в правом яичнике отмечается сильная отрицательная корреляция между длиной, шириной, массой, объемом яичника и массой животного (данные показатели обратно пропорционально уменьшаются с повышением массы тела).

Относительные показатели яичников были также рассчитаны для группы больных пиометрой животных и приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Относительные показатели яичников у больных пиометрой собак

№ собаки	Масса животного, кг	Яичник	Длина яичников	Ширина яичников	Масса яичников *10 ⁻⁵	Объем яичников
6	3,8	левый	0,32	0,24	12,6	0,11
		правый	0,24	0,24	6,6	0,05
7	5,6	левый	0,21	0,16	8,5	0,07
		правый	0,16	0,16	4,6	0,04
8	2,5	левый	0,64	0,48	34,0	0,32
		правый	0,56	0,56	16,4	0,20
9	6,3	левый	0,24	0,13	10,3	0,11
		правый	0,11	0,11	1,5	0,02
10	4,4	левый	0,18	0,14	5,0	0,02
		правый	0,18	0,18	4,3	0,02
Средние значения (M±m)		левый	0,32±0,19	0,23±0,15	14,0±11,4	0,13±0,11
		правый	0,25±0,18	0,25±0,18	6,6±5,7	0,07±0,08

Исходя из данных таблицы 7, можно сделать следующие выводы: левый яичник у больных собак больше правого в 1,28 раза, ширина левого и правого яичников практически равна, масса левого яичника больше правого в 2 раза, объем левого яичника больше правого в 1,85 раза. У собак с пиометрой массой до 10 кг относительная масса яичников варьирует от 1,5*10⁻⁵ до 34,0*10⁻⁵.

Закключение. Сравнив данные, полученные при исследовании абсолютных и относительных показателей яичников здоровых и больных пиометрой животных, можно сделать следующие выводы. Линейные размеры и масса левого яичника в обеих группах достоверно больше правого. Соотношение абсолютной массы левого яичника к правому у контрольной группы животных составляет от 0,95 до 1,55, у больных пиометрой – от 1,16 до 6,5. Длина и масса правого яичника у здоровых собак коррелируют сильно положительно к массе тела животного. У собак, больных пиометрой, в отличие от здоровых животных, наоборот, в правом яичнике отмечается сильная отрицательная корреляция между длиной, шириной, массой, объемом яичника и массой животного.

Conclusion. Comparing the data obtained from the study of absolute and relative parameters of the ovaries of healthy dogs and the patients with pyometra, the following conclusions can be drawn. The linear dimensions and mass of the left ovary in both groups are significantly larger than the right one. The ratio of the absolute mass of the left ovary to the right in the control group of animals ranges from 0.95 to 1.55, in patients with pyometra from 1.16 to 6.5. The length and weight of the right ovary in healthy dogs correlate strongly positively to the body weight of the animal. In dogs with pyometra, in contrast to healthy animals, in the right ovary there is a strong negative correlation between the length, width, weight, volume of the ovary and the body weight of the animal.

Список литературы.

1. Эффективность диагностики и комплексного лечения пиометры у сук / Т. Л. Спицына, М. И. Гаращук, Д. Д. Белый [и др.] // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. – 2023. – № 4. – С. 34–38.

2. Куртеков, В. А. Пиометра у собак. Этиология, терапия и профилактика / В. А. Куртеков, Ю. И. Гудкова // Актуальные вопросы и пути их решения в ветеринарной медицине и животноводстве : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию профессора Ю. Ф. Юдичева, Тюмень, 26–28 мая 2021 г. : в 2 т. / Государственный аграрный университет Северного Зауралья. – Тюмень : ГАУСЗ, 2021. – Т. 1. – С. 205–210.

3. Сергеев, А. А. Пиометра у собак и способ её лечения / А. А. Сергеев, Ю. Д. Устименко, В. В. Колоденская // Перспективные научные исследования: опыт, проблемы и перспективы развития : сборник научных статей по материалам V Международной научно-практической конференции, Уфа, 25 июня 2021 г. / ООО «Науч.-издат. центр "Вестник науки"». – Уфа : Вестник науки, 2021. – С. 184–187.

4. Мирончик, С. В. Ультразвуковая диагностика и распространение гиперпластической патологии эндометрия у собак / С. В. Мирончик // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2007. – Т. 43, № 2. – С. 192–195.

5. Мельникова, Л. Ю. Пиометра у собак / Л. Ю. Мельникова // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России : материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых, Пенза, 26–27 октября 2023 г. / Пензенский государственный аграрный университет. – Пенза : Пензенский ГАУ, 2023. – С. 174–176.

6. Кузьмич, Р. Г. Ассоциации микроорганизмов матки при гиперпластической патологии эндометрия у собак / Р. Г. Кузьмич, С. В. Мирончик // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины». – 2007. – Т. 43, № 2. – С. 171–174.

7. Пиометра у собак / Д. В. Машнин, К. С. Авдеюк, В. К. Пилипчук, В. С. Красноголовый // Высокие технологии, наука и образование: актуальные вопросы, достижения и инновации : сборник статей XIV Всероссийской научно-практической конференции, Пенза, 23 января 2022 г. – Пенза : Наука и Просвещение, 2022. – С. 86–88.

8. Мирончик, С. В. Эндокринный статус у сук при развитии гиперплазии эндометрия / С. В. Мирончик // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2012. – Т. 48, № 1. – С. 112–114.

References.

1. Effektivnost' diagnostiki i kompleksnogo lecheniya piometry u suk / T. L. Spicyna, M. I. Garashchuk, D. D. Belyj [i dr.] // Rossijskij veterinarnyj zhurnal. Sel'skohozyajstvennye zhivotnye. – 2023. – № 4. – С. 34–38.

2. Kurtekov, V. A. Piometra u sobak. Etiologiya, terapiya i profilaktika / V. A. Kurtekov, YU. I. Gudkova // Aktual'nye voprosy i puti ih resheniya v veterinarnoj medicene i zhivotnovodstve : materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 90-letiyu professora YU.F. YUdicheva, Tyumen', 26–28 maya 2021 g. : v 2 t. / Gosudarstvennyj agrarnyj universitet Severnogo Zaural'ya. – Tyumen' : GAUSZ, 2021. – Т. 1. – С. 205–210.

3. Sergeev, A. A. Piometra u sobak i sposob eyo lecheniya / A. A. Sergeev, YU. D. Ustimenko, V. V. Kolodenskaya // Perspektivnye nauchnye issledovaniya: opyt, problemy i perspektivy razvitiya : sbornik nauchnyh statej po materialam V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Ufa, 25 iyunya 2021 g. / ООО «Nauch.-izdat. centr "Vestnik nauki"». – Ufa : Vestnik nauki, 2021. – С. 184–187.

4. Mironchik, S. V. Ul'trazvukovaya diagnostika i rasprostranenie giperplasticheskoy patologii endometriya u sobak / S. V. Mironchik // Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny". – 2007. – Т. 43, № 2. – С. 192–195.

5. Mel'nikova, L. YU. Piometra u sobak / L. YU. Mel'nikova // Vklad molodyh uchenykh v innovacionnoe razvitie APK Rossii : materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenykh, Penza, 26–27 oktyabrya 2023 g. / Penzenskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – Penza : Penzenskij GAU, 2023. – С. 174–176.

6. Kuz'mich, R. G. Associacii mikroorganizmov matki pri giperplasticheskoy patologii endometriya u sobak / R. G. Kuz'mich, S. V. Mironchik // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena Znak pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny». – 2007. – Т. 43, № 2. – С. 171–174.

7. Piometra u sobak / D. V. Mashnin, K. S. Avdeyuk, V. K. Pilipchuk, V. S. Krasnogolovyy // Vysokie tekhnologii, nauka i obrazovanie: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovacii : sbornik statej XIV Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferencii, Penza, 23 yanvarya 2022 g. – Penza : Nauka i Prosveshchenie, 2022. – С. 86–88.

8. Mironchik, S. V. Endokrinnyy status u suk pri razvitiy giperplazii endometriya / S. V. Mironchik // Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny". – 2012. – Т. 48, № 1. – С. 112–114.

Поступила в редакцию 29.01.2026.

ВЛИЯНИЕ МЕДЕТОМИДИНА И ИЗОФЛУРАНА В КОМБИНИРОВАННОЙ АНЕСТЕЗИИ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ У СОБАК

Коваленко А.Э. ORCID ID 0000-0001-7794-0955, Руколь В.М. ORCID ID 0000-0002-9778-7051

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

*Анестезия является важной частью ветеринарной практики, используемой для обеспечения комфорта и безопасности пациентов во время хирургических вмешательств. Однако применение анестетиков может оказывать влияние на различные физиологические показатели организма животного, включая биохимические показатели крови. В данной статье рассматривается влияние комбинированного наркоза (медетомидина и изофлурана) на некоторые показатели биохимического состава крови, который включает в себя общий белок, общий билирубин, мочевины, креатинин, амилазу, щелочную фосфатазу, аспаратаминотрансферазу, аланинаминотрансферазу. **Ключевые слова:** комбинированная анестезия, собаки, биохимический анализ крови, пробы.*

EFFECT OF MEDETOMEDINE AND ISOFLURANE IN COMBINED ANESTHESIA ON BLOOD BIOCHEMICAL PARAMETERS IN DOGS

Kovalenko A.E., Rukol V.M.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

*Anesthesia is an important part of veterinary practice used to ensure patient's comfort and safety during surgical procedures. However, the use of anesthetics can affect various physiological parameters in the animal body, including blood biochemical values. This article considers the main aspects of the effect of combined anesthesia (medetomidine, isoflurane) on the biochemical composition of the blood, which includes total protein, total bilirubin, urea, creatinine, amylase, alkaline phosphatase, aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase. **Keywords:** combined anesthesia, dogs, biochemical blood testing, test tubes.*

Введение. В ветеринарной практике биохимический анализ крови является одним из наиболее важных и широко используемых диагностических тестов. Он предоставляет ценную информацию о функциональном состоянии органов, метаболических процессах и наличии патологий в организме животного.

С помощью биохимического анализа крови можно выявить множество заболеваний и нарушений, таких как сахарный диабет, болезни печени и почек, нарушения функций щитовидной железы, оценка общего здоровья пациента и его предшествующих заболеваний.

Современные методы биохимического анализа, такие как автоматизированные анализаторы, обеспечивают высокую точность и надежность результатов. Однако интерпретация данных требует учета множества факторов, включая такие показатели, как возраст, пол, питание, породная предрасположенность, наличие сопутствующих или скрытых заболеваний у пациента. На сегодняшний день биохимический анализ крови является неотъемлемым инструментом в практике как первичной, так и специализированной ветеринарной медицины. Данный метод исследований позволяет не только диагностировать заболевания, но и проводить мониторинг их прогрессирования, а также оценивать эффективность терапевтических или хирургических вмешательств.

Общая анестезия (наркоз) – состояние животного, характеризующееся глубоким, но обратимым угнетением функций центральной нервной системы в результате применения веществ для наркоза. Необходимость проведения анализов крови и их объем зависят от нескольких параметров, но общая тенденция – чем старше пациент, чем более тяжелое состояние, тем больше информации врачу нужно для правильной оценки работы организма пациента. Поэтому, если годовалому коту перед кастрацией будет достаточно, предоперационного осмотра, то пятнадцатилетнему перед такой же процедурой будет необходимо провести общий клинический и биохимический анализы крови; если пятилетней собаке перед плановой овариогистерэктомией не требуется обследование, то пациенту такого же возраста с тяжелой пиометрой и сепсисом будут необходимы не только общий клинический и биохимический анализы крови, но также может потребоваться взятие газов крови и коагулограмма. При общей анестезии происходит потеря чувствительности, расслабление скелетной мускулатуры и угнетение рефлексов, но сохраняется деятельность жизненно важных центров, заложенных в продолговатом мозгу – дыхания, сердечно-сосудистого, гладкой мускулатуры и с сохранением обмена веществ. При введении наркотических веществ имеет значение, когда у животного полностью выключается способность двигаться, исчезает восприятие ощущения боли и появляется полное расслабление мускулатуры. Но не все наркотические вещества обладают свойством вызывать у животных эти необходимые при

общей анестезии состояния. Они развиваются только с увеличением их дозы и только в том случае, если она доводится до весьма опасных для жизни пределов.

Целью нашего исследования является определение влияния комбинированного наркоза (медетомидина и изофлурана) на динамику биохимических показателей в сыворотке крови у собак (общий белок, общий билирубин, мочевины, креатинин, амилаза, щелочная фосфатаза, аспаратаминотрансфераза, аланинаминотрансфераза) [6, 7].

Материалы и методы исследований. Работа выполнена на базе клиники кафедры общей, частной и оперативной хирургии УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь. Исследования биохимических показателей крови проводились в научно-исследовательском институте прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии при академии. Для проведения опыта были взяты собаки. По классификации степени анестезиологического риска все животные опытной группы относились к классу 1 ASA (нормальный здоровый пациент в возрасте от 3 месяцев до 6 лет).

Перед исследованиями животные прошли полное клиническое обследование – измерены масса тела, физиологические показатели (температура, частота сердечных сокращений, частота дыхания), а также были отобраны анализы крови. Исследование проводилось методом пар-аналогов. Метод пар-аналогов в ветеринарии используется для исследования и оценки состояния здоровья животных, а также для диагностики заболеваний на основе сравнительного анализа различных показателей. Этот метод основан на принципе сопоставления данных, полученных от группы животных или же от отдельных животных в разные сроки, что позволяет выявить зависимости и закономерности. Формируются две группы, из которых одна контрольная, другая – опытная. При подборе животных-аналогов учитывают породу, пол, возраст, живую массу, происхождение, физиологическое состояние. Животные-аналоги в разных группах должны иметь максимальное сходство, а внутри группы допускались некоторые различия. В контрольной группе для вводного и основного наркоза использовали медетомидин согласно инструкции, в опытной – медетомидин и изофлуран-миралек согласно инструкции [3, 4].

Для проведения общей комбинированной анестезии использовались следующие препараты и материалы: эндотрахеальные трубки, аппарат ингаляционного наркоза с приставкой искусственной вентиляции легких, монитор пациента, шприцы разного объема, изофлуран, медетомидин, аллерввет 1%, пробирки для биохимического анализа крови, аппарат для проведения биохимического анализа крови «Mindray BS-600M». Для проведения биохимического анализа крови использовались следующие материалы: вакуумные пробирки с активатором свертывания и разделительным гелем, иглы, центрифуга, автоматический биохимический анализатор крови «Mindray BS-600M» [1, 2].

Результаты исследований. Перед анестезией у животных исследовали основные показатели общего состояния организма: температуру тела, частоту пульса, дыхания, которые находились в пределах физиологической нормы. На левой передней конечности вдоль расположения передней подкожной вены предплечья выстригали волос электрической машинкой для стрижки животных типа «Moser Max», накладывали жгут на предплечье выше места пункции вены. Дезинфекция кожи проводилась септоцидом. После визуализации вены произвели прокол стенки сосуда и отобрали кровь в пробирку с активатором свертывания. Затем расслабили жгут, извлекли иглу, наложили давящую повязку (бинтом Flex) во избежание образования гематомы. В качестве премедикации всем животным использовали препарат «Аллерввет 1 %» согласно инструкции. Через 15 минут в качестве вводного наркоза применяли препарат «Медетомидин» согласно инструкции. Затем проводилась интубация животного. Ветеринарный препарат «Изофлуран» подавался с кислородом в виде ингаляционной смеси. Концентрация препарата рассчитывается и выставляется согласно минимальной альвеолярной концентрации (МАК). МАК служит для оценки глубины анестезии, а также для сравнения мощности летучих анестетиков; 1,0 МАК – это минимальная альвеолярная концентрация ингаляционного анестетика, которая предотвращает двигательную реакцию на стандартный раздражитель (кожный разрез) у 50% животных. Затем подавался ветеринарный препарат «Изофлуран» (ингаляционный анестетик) по схеме: седация – первые 10 минут МАК 1,7-2%, затем переходили на рабочую концентрацию (индукция), которая по опытной группе с собаками МАК составила 1-2% во время индукции.

Во время анестезии животные не беспокоились. Показатели состояния организма, по данным монитора пациента, были в пределах нормы. Пробуждение у прооперированных животных наступало через 20-30 минут. Побочных явлений во время мониторинга не регистрировали. Длительность анестезии составила в среднем 30-35 минут. Питание животному рекомендовано после восстановления сознания. Прием корма разрешали через 3-4 часа по желанию животного в половинном объеме от потребности. Все животные возвращались владельцам. Всех опытных животных наблюдали на первый, третий и пятый дни. Также в эти дни повторно отбирали образцы крови для биохимических исследований крови. При

последующих периодических наблюдениях отклонений общего состояния организма, связанного с общей анестезией, не отмечали. Гибели животных за весь период наблюдения не регистрировали. При применении препарата побочных явлений не наблюдалось. Отклонения показателей при мониторинговании пациентов были в пределах физиологически допустимых границах и по завершении операций приходили в норму. Также проводили оценку и интерпретацию результатов биохимических показателей крови (отобранные до оперативного вмешательства, после вмешательства в первые сутки, а также в третьи и пятые сутки) образцы крови. При анализе показателей и интерпретации данных отклонений, влияющих на гомеостаз организма, не выявлено [6, 7].

Таблица – Изменения биохимических показателей у собак до и после оперативного вмешательства при использовании изофлуран-миралек и медетомидина.

Показатели	Единица измерения	Норма	Измерения до оперативного вмешательства	Измерения через 24 часа	Измерения через 72 часа	Измерения на 5 сутки
Общий белок	г/л	54,0 -74,0	62,0±0,6	68	70	75
Общий билирубин	мкмоль/л	2,0 - 13,5	5,4±0,7	3,2	4,7	5,0
Мочевина	ммоль/л	3,5-9,2	6,2±0,3	5,8	6,1	6,5
Креатинин	мкмоль/л	44-128,0	93,0±1	83,72	86.03	88
Амилаза	U/L	300-1500	469±0,9	470	480	487
ЩФ	U/L	10-70	40±0,6	42	40	44
АЛТ	U/L	10-58	43,1±0,3	45	47	45
АСТ	U/L	8-42	38,8±0,9	39	41	43

У собак в условиях комбинированной анестезии наблюдаются закономерные сдвиги системы обмена веществ и системы крови, которые проявляются в течение первых трех суток снижением содержания общего белка, мочевины, креатинина, общего билирубина, амилазы, щелочной фосфатазы, а также аспартатаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы. К четвертым суткам наблюдали тенденцию к восстановлению интенсивности метаболизма. Во время проведения общей комбинированной анестезии, с применением ветеринарных препаратов «Изофлуран» и «Медетомидин», был обеспечен глубокий сон, обезболивание животного и его миорелаксация. На протяжении всей анестезии собаки находились в состоянии глубокой общей анестезии. Отклонений со стороны гемодинамики не установлено.

Закключение. Согласно полученным нами данным установлено, что влияние комбинированной анестезии препаратами «Изофлуран» и «Медетомидин» на биохимические показатели крови у собак незначительны и находятся в пределах физиологических норм.

Комбинированная анестезия с препаратами группы альфа-2-агонисы и ингаляционными анестетиками актуальна для клиник, стремящихся оптимизировать свою хирургическую деятельность при отсутствии доступа к наркотическим препаратам или в случаях, когда важно ускорить восстановление пациентов. Рекомендуем применять комбинированную анестезию для улучшения качества наркоза при выполнении операций, требующих масштабной травматизации тканей, и при длительном течении наркоза.

Conclusion. According to the data presented in the table, it has been found that effect of a combined anesthesia using isoflurane-miralec and medetomidine on the biochemical blood parameters in dogs is insignificant and remains within physiological norms.

Combined anesthesia with alpha-2-agonists and inhalational anesthetics is relevant for clinics seeking to optimize their surgical activities in the absence of access to narcotic drugs. or when a rapid patient recovery is a priority. We recommend the use of combined anesthesia to improve the quality of narcosis during surgery involving extensive tissue traumas or prolonged narcosis.

Список литературы.

1. Журба, В. А. Применение ингаляционного наркоза при проведении хирургических операций у собак / В. А. Журба, И. А. Ковалев, А. Э. Коваленко // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2018. – Т. 54, вып. 3. – С. 16–19.
2. Журба, В. А. Применение препарата «Анестефол 1%» для анестезии у собак / В. А. Журба, И. А. Ковалев // Международный вестник ветеринарии. – 2018. – № 2. – С. 37–41.
3. Общая анестезия животных : учебно-методическое пособие для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальностям "Ветеринарная медицина", "Ветеринарная санитария и экспертиза", "Ветеринарная фармация" / В. А. Журба, А. И. Карамалак, И. А. Ковалёв, А. Э. Коваленко ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 68 с.

4. Бетшарт-Вольфенсбергер, Р. Ветеринарная анестезиология : учебное пособие для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений, обучающихся по специальности «Ветеринария» / Р. Бетшарт-Вольфенсбергер, А. А. Стекольников, А. Ю. Нечаев. – Санкт-Петербург : СпецЛит, 2010. – 271 с.

5. Полатайко, О. Ветеринарная анестезия : практическое пособие / О. Полатайко. – Киев : Перископ, 2009. – 408 с.

6. Шебиц, Х. Оперативная хирургия собак и кошек / Х. Шебиц, В. Брасс ; пер.: В. Пулинец, М. Степкин. – Москва : Аквариумпринт, 2005. – 512 с.

7. Холод, В. М. Клиническая биохимия : учебное пособие : в 2 ч. / В. М. Холод, А. П. Курдеко. – Витебск : ВГАВМ, 2005. – Ч.1. – 188 с.

8. Клиническая биохимия с эндокринологией. Клиническая биохимия обмена витаминов и его нарушения : учебно-методическое пособие для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности "Ветеринарная медицина" / Ю. К. Коваленок, А. В. Богомольцев, С. А. Сыса [и др.]; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2022. – 43 с.

References.

1. ZHurba, V. A. *Primenenie ingalyacionnogo narkoza pri provedenii hirurgicheskikh operacij u sobak* / V. A. ZHurba, I. A. Kovalev, A. E. Kovalenko // *Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny"*. – 2018. – Т. 54, вып. 3. – С. 16–19.

2. ZHurba, V. A. *Primenenie preparata «Anestefol 1%» dlya anestezii u sobak* / V. A. ZHurba, I. A. Kovalev // *Mezhdunarodnyy vestnik veterinarii*. – 2018. – № 2. – С. 37–41.

3. *Obshchaya anesteziya zhivotnykh : uchebno-metodicheskoye posobie dlya studentov uchrezhdenij vysshego obrazovaniya, obuchayushchihsya po special'nostyam "Veterinarnaya medicina", "Veterinarnaya sanitariya i ekspertiza", "Veterinarnaya farmaciya"* / V. A. ZHurba, A. I. Karamalak, I. A. Kovalyov, A. E. Kovalenko ; Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny. – Vitebsk : VGAVM, 2019. – 68 s.

4. Betshart-Vol'fensberger, R. *Veterinarnaya anesteziologiya : uchebnoye posobie dlya studentov vysshikh sel'skhozayajstvennykh uchebnykh zavedenij, obuchayushchihsya po special'nosti «Veterinariya»* / R. Betshart-Vol'fensberger, A. A. Stekol'nikov, A. YU. Nechaev. – Sankt-Peterburg : SpecLit, 2010. – 271 s.

5. Polatajko, O. *Veterinarnaya anesteziya : prakticheskoye posobie* / O. Polatajko. – Kiev : Periskop, 2009. – 408 s.

6. Shebic, H. *Operativnaya hirurgiya sobak i koshek* / H. Shebic, V. Brass ; per.: V. Pulinec, M. Stepkin. – Moskva : Akvariumprint, 2005. – 512 s.

7. Holod, V. M. *Klinicheskaya biohimiya : uchebnoye posobie : v 2 ch.* / V. M. Holod, A. P. Kurdeko. – Vitebsk : VGAVM, 2005. – CH.1. – 188 s.

8. *Klinicheskaya biohimiya s endokrinologiej. Klinicheskaya biohimiya obmena vitaminov i ego narusheniya : uchebno-metodicheskoye posobie dlya studentov uchrezhdenij vysshego obrazovaniya, obuchayushchihsya po special'nosti "Veterinarnaya medicina"* / YU. K. Kovalenok, A. V. Bogomol'cev, S. A. Sysa [i dr.]; Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny. – Vitebsk : VGAVM, 2022. – 43 s.

Поступила в редакцию 19.09.2025.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-2-24-29

УДК 619:616.24-002

ОЦЕНКА ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕПАРАТОВ «КОЛИСУЛЬФАТРИЛ» и «ЭРИПРИМ БТ» ПРИ ЛЕЧЕНИИ ТЕЛЯТ С БОЛЕЗНЯМИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ И ПОРОСЯТ С ДИАРЕЙНЫМ СИНДРОМОМ

Ковзов В.В. ORCID ID 0000-0003-1342-8850

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

В результате проведенных исследований установлено, что ветеринарный препарат «Колисульфатрил», предназначенный для лечения заболеваний животных бактериальной этиологии, обладает высокой лечебной эффективностью, которая составила при лечении телят с болезнями дыхательной системы 88%, при лечении поросят периода отъема с желудочно-кишечными болезнями – 90,9%. Ветеринарный препарат «Эриприм БТ» также обладает высокой лечебной эффективностью, которая составила при лечении телят с болезнями дыхательной системы 84%, при лечении поросят периода отъема с желудочно-кишечными болезнями – 89%. Препараты вписываются в технологию ветеринарных мероприятий, не дают осложнений, способствуют нормализации показателей крови, повышению сохранности телят и поросят. **Ключевые слова:** телята, поросята, Колисульфатрил, Эриприм БТ, болезни органов дыхания, диарейный синдром, терапевтическая эффективность.

**EVALUATION OF THERAPEUTIC EFFICACY OF THE VETERINARY DRUGS COLISULFATRIL
AND ERIPRIM- BT IN TREATMENT OF CALVES WITH RESPIRATORY DISEASES
AND PIGLETS WITH DIARRHEAL SYNDROME**

Kovzov V.V.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

*The research has shown that the veterinary drug Colisulfatril intended for the treatment of bacterial animal diseases exhibits a high therapeutic efficacy of 88% in calves with respiratory diseases and 90.9% in weaning piglets with gastrointestinal diseases. The veterinary drug Eriprim-BT also exhibits a high therapeutic efficacy of 84% in calves with respiratory diseases and 89% in weaning piglets with gastrointestinal diseases. These drugs are compatible with veterinary practice, prevent complications, promote normalization of blood counts, and improve the survival rate of calves and piglets. **Keywords:** calves, piglets, Colisulfatril, Eriprim-BT, respiratory diseases, diarrhea syndrome, therapeutic efficacy.*

Введение. О значимости проблемы изучения патологии респираторных и желудочно-кишечных заболеваний телят и поросят свидетельствует их широкое распространение в животноводческих и свиноводческих хозяйствах Республики Беларусь. За последние годы установлено, что характерной особенностью как заболеваемости, так и отхода молодняка крупного рогатого скота и свиней является то, что эти заболевания являются доминирующими. Такое положение обусловлено рядом факторов: низким качеством кормления, нарушениями зооигиенических норм и правил содержания животных и т.д. [3, 4, 5].

Широкое распространение желудочно-кишечных и респираторных болезней молодняка наносит огромный ущерб сельскохозяйственному производству, сдерживает развитие животноводства и свиноводства, служит одной из причин снижения продуктивности и племенных качеств животных, высокого процента вынужденного убоя и падежа, больших затрат на лечение и профилактику. Смертность и вынужденный убой составляет от 5 до 70% от количества заболевших животных [1, 2, 7].

На долю болезней дыхательной системы (главным образом пневмоний и бронхитов) при традиционной технологии скотоводства приходится 33,2-44,0%, при промышленной - свыше 60% всех случаев заболевания телят, на долю желудочно-кишечных заболеваний - соответственно 55-70%, а желудочно-кишечных заболеваний свиней - до 50-60% от общей заболеваемости [3, 8].

Указанные выше болезни часто регистрируются среди молодняка крупного рогатого скота и свиней, начиная с 1-го дня жизни до 6-месячного возраста. В отдельных хозяйствах заболеваемость телят и поросят достигает 65-100% от числа родившихся. От 37,2 до 55,6% животных переболевают два раза и более. Эти периоды, как правило, совпадают у растущих животных с так называемым «технологическим» возрастным иммунодефицитом [4].

Среди молодняка крупного рогатого скота респираторные заболевания регистрируются стационарно и имеют выраженную сезонность. При этом массовый характер приобретают заболевания в осенне-зимний период [3].

Ведущей причиной диарейных патологий поросят являются инфекционные агенты, в том числе вирусы, микробы, простейшие и грибки, вирулентность которых повышается на фоне различных неблагоприятных условий кормления и содержания [6].

Мировой опыт борьбы с болезнями животных бактериального происхождения показал, что основная роль при этом отводится лекарственной терапии и профилактике, позволяющей значительно снизить наносимый ими экономический ущерб. В настоящее время для лечения данных патологий используется значительное количество антимикробных препаратов, обладающих различной степенью эффективности. Многие используемые в животноводстве и свиноводстве лекарственные средства закупаются за рубежом, имеют высокую стоимость, что в конечном итоге сказывается на себестоимости продукции. В этих условиях перспективно осваивать разработку и выпуск отечественных ветеринарных препаратов широкого спектра противомикробного действия [3, 9].

Целью настоящей работы явилось определение терапевтической эффективности применения препаратов «Колисульфатрил» (опытный образец) и «Эриприм БТ» при лечении телят с болезнями органов дыхания и поросят с диарейным синдромом. Данные препараты применены в соответствии программой производственных испытаний и инструкциями по применению.

Ветеринарные препараты «Колисульфатрил» (произведен УП «Витебский завод ветеринарных препаратов», Республика Беларусь) и «Эриприм БТ» (производства ООО «Белэкотехника», Республика Беларусь) являются препаратами-аналогами.

Материалы и методы исследований. Ветеринарные препараты «Колисульфатрил» и «Эриприм БТ» представляют собой порошки от белого до светло-желтого цвета, слабоспецифического запаха. В 1 г каждого препарата содержится 0,05 г тилозина тартрата,

0,175 г сульфаметоксазола, 0,035 г триметоприма, 300000 МЕ колистина сульфата и вспомогательные вещества. Препараты относятся к клинко-фармакологической группе «Антибактериальные препараты для системного использования», код группы АТХ J01R.

Выпускают препараты в полимерной таре, ламинированных пакетах или полиэтиленовых пакетах по 0,1 кг; 0,2 кг; 0,5 кг; 1,0 кг; 2,0 кг; 3,0 кг и 5,0 кг. Хранят в сухом, защищенном от света месте, при температуре от +5 до +25°C. Список Б. Срок годности: 2 года с даты изготовления, при условии соблюдения правил хранения.

Комбинированные антибактериальные препараты «Колисульфатрил» и «Эриприм БТ» действуют бактерицидно в отношении грамотрицательных (*E. coli*, *Klebsiella spp.*, *Salmonella spp.*, *Proteus spp.*, *Campylobacter spp.*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bordetella spp.*, *Pasteurella spp.*, *Haemophilus spp.*, *Actinobacillus spp.*, *Brucella spp.*) и грамположительных бактерий (*Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Erysipelothrix suis*), микоплазм, хламидий, эймерий. К препарату не чувствительны вирусы, грибы. Тилозин, входящий в состав препаратов, является макролидным антибиотиком бактериостатического действия. Тилозин посредством пассивной диффузии проникает внутрь бактериальной клетки, где блокирует белковый синтез путем соединения с рибосомальной субъединицей 50S. Спектр действия тилозина охватывает грамположительные бактерии, в том числе микоплазмы. Сульфаметоксазол является синтетическим сульфаниламидом, механизм действия которого заключается в блокировании синтеза фолиевой кислоты бактерий, что приводит к остановке синтеза бактериальных нуклеиновых кислот. Триметоприм является синтетическим химиотерапевтическим средством, производным диаминопиримидина. В комбинации сульфаметоксазол с триметопримом проявляют синергизм действия, что увеличивает их эффективность против широкого спектра патогенных микроорганизмов. Колистин сульфат относится к полипептидным антибиотикам и действует на грамотрицательные бактерии путем замещения липидов и протеинов клеточной стенки бактерии.

Действующие вещества препаратов (кроме колистина сульфата) хорошо всасываются из желудочно-кишечного тракта, проникают во все органы и ткани. Терапевтическая концентрация поддерживается в течение 15-20 часов. Препараты из организма выделяются с мочой и фекалиями.

Препараты применяют при пневмониях, катаральной бронхопневмонии, бронхите, диспепсии, гастроэнтеритах, дизентерии поросят, инфекции мочевых путей, сальмонеллезе, респираторном микоплазмозе, эймериозе птицы и других заболеваниях, возбудители которых чувствительны к компонентам препаратов. Препараты применяют внутрь с кормом или водой 1 раз в сутки в течение 3–5 дней. Крупному и мелкому рогатому скоту, свиньям задают из расчета 1 г препарата на 10 кг массы животного. Птице – из расчета 100 г препарата на 100 л воды для питья или 1,5 кг препарата на 1000 кг корма. Во время лечения птица должна получать только воду, содержащую препарат. Препараты противопоказаны при индивидуальной повышенной чувствительности к его компонентам, при заболеваниях почек и печени и козам. Препараты не совместимы с новокаином и анестезином. Препараты запрещены к применению на территории Республики Беларусь для птицы, чье яйцо используется в пищу людям. Убой животных и птиц на мясо разрешается не ранее, чем через 8 суток после последнего применения препарата.

Для определения терапевтической эффективности ветеринарных препаратов «Колисульфатрил» и «Эриприм БТ» на телятах в условиях ОАО «Возрождение» Витебского района были сформированы две группы по 25 телят с респираторным синдромом (ренидами, бронхитами и бронхопневмониями). Формирование групп осуществляли по принципу условных аналогов. Диагноз устанавливали с учетом анамнеза и клинической картины заболевания. В схему терапевтических мероприятий для телят первой опытной группы был включен препарат «Колисульфатрил», который использовали в качестве средства этиотропной терапии и применяли согласно временной инструкции. Препарат задавали телятам в дозе 1 г препарата на 10 кг массы животного внутрь с водой 1 раз в сутки в течение 4 дней. Вторая опытная группа была обработана препаратом-аналогом («Эриприм БТ») согласно инструкции по применению.

Для определения терапевтической эффективности ветеринарных препаратов «Колисульфатрил» и «Эриприм БТ» на поросятах в условиях свиного комплекса КУСХП «Северный» Городокского района Витебской области были сформированы две группы по 50 поросят периода отъема с клиническими признаками болезней пищеварительной системы (диарейным синдромом). В схему лечения поросят первой опытной группы был включен ветеринарный препарат «Колисульфатрил», который применяли в качестве средства этиотропной терапии. Препарат применяли поросятам внутрь в смеси с кормом один раз в день в течение 4 дней в дозе 1 г/10 кг массы животного. Поросята второй опытной группы были обработаны препаратом-аналогом («Эриприм БТ») согласно инструкции по применению.

Определение терапевтической эффективности препаратов проводили по результатам клинических обследований, сроков лечения и сроков выздоровления, с учетом количества выздоровевших, павших и вынужденно убитых животных, а также по результатам

гематологического и биохимического анализов крови животных.

В начале и в конце (на 5-й день) опыта у 10 телят из каждой группы было проведено взятие крови для исследований. Общий гематологический анализ крови проводили в НИИ прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии УО ВГАВМ с помощью гематологического анализатора МЕК 6450К. Биохимическое исследование сыворотки крови проводили на биохимическом анализаторе BS-200 с использованием наборов реактивов фирмы Corneu.

Результаты исследований. Результаты изучения терапевтической эффективности препаратов «Колисульфатрил» и «Эриприм БТ» на телятах с респираторным синдромом (таблица 1) показали, что из 25 телят первой опытной группы за время опыта выздоровело 22 теленка (88%). На 2-3-и сутки после дачи препарата «Колисульфатрил» у телят прекратились хрипы и истечения из носа, на 4-7-й день у животных наступило выздоровление, о чем свидетельствовало восстановление аппетита и подвижности. У 3 телят первой опытной группы (12%) отмечалось сильное угнетение и полный отказ от корма, клиническое состояние не улучшалось, и одно животное пало на вторые сутки, у двоих телят болезнь перешла в подострое и хроническое течение. Из 25 телят второй опытной группы, получавших препарат «Эриприм БТ», за время опыта выздоровел 21 теленок (84%), 2 теленка продолжали болеть (5%). Два теленка пало. Терапевтическая эффективность в первой опытной группе составила 88%, во второй – 84%. У выздоровевших телят во второй опытной группе на 2-3-и сутки после начала приема препаратов отмечено улучшение клинического состояния, повышение аппетита и двигательной активности, прекращение клинических признаков респираторной патологии. На 5-6-е сутки наступило выздоровление.

Таблица 1 – Результаты изучения терапевтической эффективности препаратов «Колисульфатрил» и «Эриприм БТ» на телятах с респираторным синдромом

№ п/п	Наименование показателей	Единицы измерения	Опытная группа № 1 «Колисульфатрил»	Опытная группа № 2 «Эриприм БТ»
1	Количество телят в группе	голов	25	25
2	Выздоровело телят	голов	22	21
		%	88	84
3	Длительность лечения	дней	4	4
4	Пало и вынужденно убито	голов	1	2
		%	2,5	5
5	Перешло в хроническое течение	голов/%	2/5	2/5
6	Терапевтическая эффективность	%	88	84

При наблюдении за животными на протяжении лечения и в последующие 14 дней отрицательного влияния и побочных действий препаратов на организм телят не установлено, у выздоровевших животных также не отмечено рецидивов болезни.

В результате проведенных гематологических и биохимических исследований крови телят установлено, что в начале опыта у животных по ряду показателей отмечались отклонения от физиологических норм (лейкоцитоз, низкое содержание гемоглобина). Также в начале опыта отмечены высокие значения скорости оседания эритроцитов ($3,9 \pm 0,17$ мм/ч в первой опытной группе и $4,1 \pm 0,13$ мм/ч во второй). После применения препаратов отмечена нормализация показателей крови телят (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние применения препаратов «Колисульфатрил» и «Эриприм БТ» на показатели крови телят с диарейными болезнями ($M \pm m$, P)

№ п/п	Наименование показателей	Норма	Опытная группа № 1 «Коливет 6000» (n-10)		Опытная группа № 2 «Эриприм БТ» (n-10)	
			Начало опыта	Конец опыта	Начало опыта	Конец опыта
1	Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	4,5-12	$16,3 \pm 0,81$	$8,7 \pm 0,38^*$	$14,7 \pm 0,62$	$7,9 \pm 0,64^*$
2	Эритроциты, $10^{12}/\text{л}$	5-7,5	$5,3 \pm 0,11$	$6,1 \pm 0,17$	$5,8 \pm 0,23$	$6,4 \pm 0,18$
3	Гемоглобин, г/л	90-120	$83 \pm 8,16$	$113 \pm 5,81$	$89 \pm 6,73$	$111 \pm 8,22$
4	Общий белок, г/л	60-86	$84 \pm 6,31$	$85 \pm 5,17$	$86 \pm 7,14$	$79 \pm 6,17$
5	Глюкоза, ммоль/л	2,3-4,1	$3,5 \pm 0,17$	$3,9 \pm 0,10$	$3,1 \pm 0,17$	$3,7 \pm 0,18$
6	Мочевина, ммоль/л	3,3-7,0	$7,9 \pm 0,54$	$6,8 \pm 0,17$	$7,0 \pm 0,63$	$6,4 \pm 0,53$
7	Кальций, ммоль/л	2,5-3,1	$2,9 \pm 0,13$	$2,7 \pm 0,14$	$2,6 \pm 0,08$	$2,8 \pm 0,12$
8	СОЭ, мм/ч	0,5-1,5	$3,9 \pm 0,17$	$1,4 \pm 0,09^*$	$4,1 \pm 0,13$	$1,2 \pm 0,11^*$

Примечание. *критерий достоверности $p < 0,05$.

Результаты изучения сравнительной терапевтической эффективности препаратов «Колисульфатрил» и «Эриприм БТ» на поросятах периода отъема с диарейным синдромом (таблица 3) показали, что из 55 поросят, в схему лечения которых был включен ветеринарный

препарат «Колисультатрил», выздоровело 50 (90,9%), средняя продолжительность лечения составила 4 суток, 3 поросенка за этот период пало с признаками диареи и обезвоживания (5,4%), у 2 поросят болезнь продолжалась (3,6%).

Таблица 3 – Результаты изучения терапевтической эффективности препаратов «Колисультатрил» и «Эриприм БТ» на поросятах периода отъема с диарейным синдромом

№ п/п	Наименование показателей	Единицы измерения	Опытная группа № 1 «Колисультатрил»	Опытная группа № 2 «Эриприм БТ»
1	Количество поросят в группе	голов	55	55
2	Выздоровело поросят	голов	50	49
		%	90,9	89,0
3	Длительность лечения	дней	4	4
4	Пало и вынуждено убито	голов	3	4
		%	5,4	7,2
5	Перешло в хроническое течение	голов/%	2/3,6	2/3,6
6	Терапевтическая эффективность	%	90,9	89,0

Из 55 поросят, в схему лечения которых был включен ветеринарный препарат «Эриприм БТ» выздоровело 49 животных (89%), продолжительность лечения составила 4 суток, 4 поросенка пало (7,2%), у 2 поросят диарея продолжалась (4%).

Терапевтическая эффективность комплексного лечения поросят периода отъема с использованием препарата «Колисультатрил» составила 90,9%, при использовании препарата «Эриприм БТ» – 89,0%.

Заключение. Ветеринарный препарат «Колисультатрил», предназначенный для лечения заболеваний животных бактериальной этиологии, обладает высокой лечебной эффективностью, которая составила при лечении телят с болезнями дыхательной системы 88%, при лечении поросят периода отъема с желудочно-кишечными болезнями – 90,9%. Ветеринарный препарат «Эриприм БТ» также обладает высокой лечебной эффективностью, которая составила при лечении телят с болезнями дыхательной системы 84%, при лечении поросят периода отъема с желудочно-кишечными болезнями – 89%. Препараты вписываются в технологию ветеринарных мероприятий, не дают осложнений, способствуют нормализации показателей крови, повышению сохранности телят и поросят.

Conclusion. The veterinary drug *Colisulfatril* is intended for the treatment of bacterial diseases in animals. It exhibits a high therapeutic efficacy of 88% in calves with respiratory diseases and therapeutic efficacy of 90.9% in weaning piglets with gastrointestinal diseases. The veterinary drug *Eriprim-BT* also exhibits a high therapeutic efficacy of 84% in calves with respiratory diseases and therapeutic efficacy of 89% in weaning piglets with gastrointestinal diseases. These drugs are compatible with veterinary practice, prevent complications, promote normal blood counts, and improve the survival rate of calves and piglets.

Список литературы.

1. Внутренние незараные болезни животных : учебник / И. М. Карпуть, С. С. Абрамов, Г. Г. Щербак [и др.] ; под редакцией И.М. Карпути. – Минск : Беларусь, 2006. – С. 22–24, 183–200.
2. Выращивание и болезни молодняка : практическое пособие / А. И. Ятусевич, С. С. Абрамов, В. В. Максимович [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2012. – С. 225–230, 390–399.
3. Ковзов, В. В. Сравнительная терапевтическая эффективность препаратов «Коливет 6000» и «Колистин КМ 6000» при лечении телят и поросят с диарейным синдромом / В. В. Ковзов // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2024. – Т. 60, вып. 2. – С. 28–32.
4. Ковзов, В. В. Сравнительная эффективность применения препаратов «Доксифарм 50%БТ» и «Доксифарм» для лечения телят с болезнями органов дыхания и поросят с диарейным синдромом / В. В. Ковзов, И. В. Фомченко // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2012. – Т. 48, вып. 1. – С. 94–97.
5. Козлова, О. А. Влияние комплексной терапии на показатели минерального обмена телят при диарейном синдроме / О. А. Козлова ; науч. рук. В. В. Ковзов // Молодежь – науке и практике АПК : материалы 102-й Международной научно-практической конференции студентов и аспирантов, Витебск, 29-30 мая 2017 г. / Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2017. – Ч. 1 : Ветеринарная медицина и биологические науки. – С. 18.
6. Болезни крупного рогатого скота и свиней / П. А. Красочко, О. Г. Новиков, А. И. Ятусевич [и др.] ; редактор П. А. Красочко. – Минск : Технопринт, 2003. – 464 с.
7. Оценка эффективности применения препаратов «Ветгидрон» и «Регидравет» при комплексном лечении поросят и телят с желудочно-кишечными болезнями / В. В. Ковзов, И. В. Фомченко, М. А. Макарук, В. А. Юркевич // Ученые записки учреждения образования «Витебская

ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2012. – Т. 48, вып. 2, ч. 2. – С. 69–71.

8. Телепнев, В. А. Основные симптомы и синдромы болезней животных : учебно-методическое пособие для студентов факультета ветеринарной медицины / В. А. Телепнев. – Витебск : УО ВГАВМ, 2000. – 76 с.

9. Щербаков, П. Н. Профилактика и лечение при желудочно-кишечных и респираторных болезнях телят / П. Н. Щербаков, А. Г. Гусев // Ветеринария. – 2002. - № 3. – С.15–16.

References.

1. Vnutrennie nezaryanye bolezni zhivotnyh : uchebnyk / I. M. Karput', S. S. Abramov, G. G. SHCHerbakov [i dr.] ; pod redakciej I.M. Karputya. – Minsk : Belarus', 2006. – S. 22–24, 183–200.

2. Vyrashchivanie i bolezni molodnyaka : prakticheskoe posobie / A. I. YAtusevich, S. S. Abramov, V. V. Maksimovich [i dr.]. – Vitebsk : VGAVM, 2012. – S. 225–230, 390–399.

3. Kovzov, V. V. Sravnitel'naya terapevticheskaya effektivnost' preparatov «Kolivet 6000» i «Kolistin KM 6000» pri lechenii telyat i porosyat s diarejnym sindromom / V. V. Kovzov // Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny". – 2024. – Т. 60, вып. 2. – С. 28–32.

4. Kovzov, V. V. Sravnitel'naya effektivnost' primeneniya preparatov «Doksivet 50%BT» i «Doksifarm» dlya lecheniya telyat s boleznyami organov dyhaniya i porosyat s diarejnym sindromom / V. V. Kovzov, I. V. Fomchenko // Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny". – 2012. – Т. 48, вып. 1. – С. 94–97.

5. Kozlova, O. A. Vliyanie kompleksnoy terapii na pokazateli mineral'nogo obmena telyat pri diarejnom sindrome / O. A. Kozlova ; nauch. ruk. V. V. Kovzov // Molodezh' – nauke i praktike APK : materialy 102-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov i aspirantov, Vitebsk, 29-30 maya 2017 g. / Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny. – Vitebsk : VGAVM, 2017. – CH. 1 : Veterinarnaya medicina i biologicheskie nauki. – S. 18.

6. Bolezni krupnogo rogatogo skota i svinej / P. A. Krasochko, O. G. Novikov, A. I. YAtusevich [i dr.] ; redaktor P. A. Krasochko. – Minsk : Tekhnoprint, 2003. – 464 s.

7. Ocenka effektivnosti primeneniya preparatov «Vetgidron» i «Regidravet» pri kompleksnom lechenii porosyat i telyat s zheludochno-kishechnymi boleznyami / V. V. Kovzov, I. V. Fomchenko, M. A. Makaruk, V. A. YUrkevich // Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny". – 2012. – Т. 48, вып. 2, ch. 2. – С. 69–71.

8. Telepnev, V. A. Osnovnye simptomsy i sindromy bolezney zhivotnyh : uchebno-metodicheskoe posobie dlya studentov fakul'teta veterinarnoy meditsiny / V. A. Telepnev. – Vitebsk : UO VGAVM, 2000. – 76 s.

9. SHCHerbakov, P. N. Profilaktika i lechenie pri zheludochno-kishechnykh i respiratornykh boleznyah telyat / P. N. SHCHerbakov, A. G. Gusev // Veterinariya. – 2002. - № 3. – С.15–16.

Поступила в редакцию 23.01.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-2-29-34

УДК 619:615.779.9

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕТЕРИНАРНОГО ПРЕПАРАТА «ТОЛФИН 4%» ПРИ ЛЕЧЕНИИ СВИНОМАТОК С СИНДРОМОМ МЕТРИТ-МАСТИТ-АГАЛАКТИЯ

*Лучко И.Т. ORCID ID 0009-0005-8461-0002, *Белявский В.Н., **Ивашкевич О.П.,

*Царь О.В., *Найлович Д.В.

*УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно, Республика Беларусь

**Частное предприятие «Наша Идея»

В статье представлены результаты исследования эффективности ветеринарного лекарственного препарата «Толфин 4%» при включении его в схему лечения свиноматок с синдромом «метрит-мастит-агалактия» (ММА). В результате проведенных исследований установлено, что применение в схеме лечения свиноматок с синдромом ММА ветеринарного лекарственного препарата «Толфин 4%», обеспечивает 100%-ную эффективность и сокращает продолжительность лечения в сравнении со схемой, включающей нестероидное противовоспалительное средство «Кетоджект». Также определено, что препарат хорошо переносится свиноматками, побочных эффектов и осложнений за время наблюдений не отмечено. **Ключевые слова:** свиноматки, метрит-мастит-агалактия, Толфин 4%, лечение, эффективность.

EFFECTIVENESS OF THE VETERINARY DRUG TOLFIN 4% IN TREATMENT OF SOWS WITH METRITIS-MASTITIS-AGALACTIA SYNDROME

*Luchko I.T., *Belyavsky V.N., **Ivashkevich O.P., *Tsar O.V., *Nailovich D.V.

*Educational Institution "Grodno State Agrarian University", Grodno, Republic of Belarus

**Private Enterprise "Our Idea"

The article presents the results of a study on the effectiveness of the veterinary drug Tolfin 4% when included in the treatment regimen for sows with the metritis-mastitis-agalactia syndrome (MMA). As a result, it was found that the use of the veterinary drug Tolfin 4% in the treatment regimen of sows with the MMA syndrome

*provides 100% effectiveness and reduces the duration of treatment in comparison with the regimen including the nonsteroidal anti-inflammatory drug Ketoject. It was also determined that the drug is well tolerated by sows, no side effects or complications were noted during the observations. **Keywords:** sows, metritis-mastitis-agalactia, Tolfin 4%, treatment, effectiveness.*

Введение. В настоящее время свиноводство по праву является одной из наиболее экономически эффективных отраслей животноводства. Эффективность отрасли определяется скороспелостью, плодовитостью, продуктивностью, а также низкими затратами на корма и в основном зависит от воспроизводительной функции маточного поголовья свиней [2, 6, 10].

Одной из основных причин снижения рентабельности и убыточности свиноводства является симптоматическое бесплодие свиноматок, связанное с широким распространением послеродовых осложнений, среди которых преобладают острый послеродовой эндометрит и синдром метрит-мастит-агалактия [8, 12].

ММА – это заболевание, которое возникает у свиноматок во время послеродового периода и характеризуется недостаточным образованием молозива и молока, а также воспалительными процессами в матке и молочной железе. Как правило, это заболевание возникает в течение 12–24 часов после опороса и регистрируется от 27 до 32,7% свиноматок. Финансовые потери от ММА связаны не только с нарушением воспроизводительной способности свиноматок, но и с тем, что данная патология является одной из основных причин неонатальной смертности поросят [3, 8, 10].

Причиной ММА является множество факторов, наиболее важными из которых являются неправильное содержание, санитарные условия и инфекции. За развитие патологического процесса в половых органах и молочной железе свиноматок ответственны различные микроорганизмы, такие как кишечная палочка, стрептококки, стафилококки, клебсиеллы, микоплазмы. К другим способствующим факторам относятся недостаток физической активности, эндокринные и токсические факторы, а также стрессы [4, 7, 10].

Основными симптомами ММА являются гипертермия ($\geq 39,5^{\circ}\text{C}$), отказ от корма, вялость, медлительность, ослабление или полная утрата инстинкта материнства, гнойные или гнойно-катаральные выделения из половых органов, отек и гиперемия молочных желез и снижение перистальтики кишечника [3, 5, 8, 12].

Воспалительные процессы в половых органах и молочной железе на ранних стадиях послеродового периода приводят к нарушению передачи и формирования пассивного (колострального) иммунитета поросят-сосунов. При потреблении ими маститного молока отмечается нарушение пищеварения – развитие диарейного синдрома. Голод и, как следствие, количественный и качественный недокорм поросят-сосунов питательными и энергетическими веществами молока сопровождаются задержкой их роста, повышают (в сочетании с иммунодефицитом) заболеваемость и уровень смертности приплода в помете. По некоторым материалам, постнатальная смертность среди подсосных поросят, вскармливаемых под свиноматками с ММА, в 3,2 раза выше (55,8% против 17,2%), чем в пометах, вскармливаемых здоровыми свиноматками [3, 4, 11].

В настоящее время учеными достигнуты значительные успехи в решении проблем воспалительных заболеваний матки и молочной железы у свиноматок, разработаны и внедрены в производство средства профилактики и терапии послеродовых осложнений у свиноматок, в основном с применением антимикробных препаратов [1, 6, 9]. В то же время, несмотря на имеющиеся достижения, проблема неспецифического воспаления репродуктивных органов в ранний послеродовый период у свиноматок продолжает оставаться одной из актуальных для науки и практики в условиях интенсивного свиноводства. Учитывая современное представление об патогенезе заболевания особого внимания заслуживает применение в терапии свиноматок с ММА эффективных противовоспалительных средств, которые облегчат страдание животных от боли и дискомфорта в половых органах и молочной железе [3, 7].

Исследования показывают положительный эффект от применения нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВП) таких как флуниксин, мелоксикам, кетопрофен и толфенамовая кислота [4, 10]. Но с учетом того, что эти соединения различаются по проявлению противовоспалительного, обезболивающего и жаропонижающего действия, то возникает необходимость проведения дальнейших исследований по изучению их влияния на продуктивность и благополучие свиноматок при синдроме ММА.

Таким образом, стратегическим вектором современной ветеринарной фармации является разработка и внедрение в клиническую практику безопасных и эффективных отечественных нестероидных противовоспалительных средств, способных обеспечить качественный контроль боли и дискомфорта у животных при острых и хронических патологиях воспалительного генеза.

Цель исследований. Изучить эффективность нового ветеринарного лекарственного препарата «Толфин 4%» в комплексной терапии свиноматок с синдромом ММА в условиях промышленного свиноводства.

Материалы и методы исследований. Изучение эффективности препарата «Толфин 4%» при синдроме ММА у свиноматок проводилось на кафедре фармакологии и физиологии, а также на кафедре акушерства, гинекологии и гигиены животных УО «ГГАУ» и ПК имени В.И.КРЕМКО Гродненского района, Гродненской области. Исследования осуществляли в рамках регистрации ветеринарного лекарственного препарата «Толфин 4%» на территории Республики Беларусь в соответствии с «Программой по проведению производственных испытаний ветеринарного лекарственного препарата «Толфин 4%» с временной инструкцией по применению», утвержденной заместителем Министра – директором Департамента ветеринарного и продовольственного надзора Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

В ходе проведения исследований использовалась опытная серия 240116-01 ветеринарного лекарственного препарата «Марфлоркс», изготовленного Hebei Lihua Pharmaceutical Co., Ltd. (Китай) для ООО «КонсулАгро» (Республика Беларусь).

Ветеринарный лекарственный препарат «Толфин 4%» относится к нестероидным противовоспалительным средствам группы фенаматов. В 1,0 мл препарата содержится в качестве действующего вещества 40 мг толфенамовой кислоты и вспомогательные вещества: бензиловый спирт, формальдегид сульфата натрия, дигликольметилловый эфир, этаноламин и вода для инъекций до 1 мл.

Механизм действия толфенамовой кислоты заключается в ингибировании циклооксигеназы, что приводит к снижению синтеза основных медиаторов воспаления простагландинов и тромбоксанов. После инъекции толфенамовая кислота быстро всасывается и поступает в системный кровоток. У крупного рогатого скота и свиней толфенамовая кислота достигает максимальной концентрации в плазме примерно через 1 час после инъекции. Толфенамовая кислота более чем на 97% связывается с белками плазмы и распределяется по всем органам с высокими концентрациями в плазме, желудочно-кишечном тракте, печени, легких и почках. Однако концентрация в головном мозге низкая. Толфенамовая кислота в основном выводится почками в виде гидроксированных метаболитов и их конъюгатов. По степени воздействия на организм Толфин 4% относится к 4 классу опасности (вещества малоопасные) по ГОСТ 12.1.007.

Толфин 4% назначают крупному рогатому скоту и свиньям в качестве обезболивающего, противовоспалительного и жаропонижающего средства в составе комплексной терапии респираторных заболеваний, сопровождающихся острым отеком, острого мастита, синдрома мастита-метрита-агалактии (ММА) у свиноматок, заболеваниях опорно-двигательного аппарата и других заболеваниях, проявляющихся лихорадкой, отеком и/или болью.

Исследования по изучению терапевтической эффективности препарата «Толфин 4%» при синдроме ММА у свиноматок проводили в условиях свинокомплекса «Юбилейный» ПК имени В.И.КРЕМКО Гродненского района Гродненской области на фоне принятых в хозяйстве технологий ведения свиноводства, условий кормления и содержания, а также схем ветеринарных лечебно-профилактических мероприятий при акушерско-гинекологических заболеваниях.

Экспериментальные испытания проводили на 23 свиноматках помесных пород в возрасте 1,5-2 года, массой тела 250-280 кг с диагнозом «синдром ММА». По принципу условных аналогов из числа подопытных животных сформировали две группы: опытную (n=12) и контрольную (n=11). Диагностику заболевания проводили по данным анамнеза, комплексного клинико-лабораторного исследования опоросившихся животных.

Формирование групп происходило постепенно, по мере выявления данной патологии у свиноматок. Во время проведения опыта все животные находились в одинаковых условиях кормления и содержания. В группы включались свиноматки второго-третьего опороса с примерно одинаковой тяжестью течения патологического процесса в половых органах и молочной железе.

Животным обеих групп применяли комплексное лечение, включающее этиотропную, симптоматическую и патогенетическую терапии. В зависимости от схемы лечения свиноматкам опытной группы использовали антибактериальный препарат «Дуациллин LA», утеротоническое средство «Утеротон» и НПВС – «Толфин 4%». Животным контрольной группы применяли одноименные антибиотик и утеротонический препарат, а в качестве НПВС «Кетоджек». Схемы лечения, дозировка и способ введения препаратов отражены в таблице 1.

В начале и в конце исследования у подопытных животных произвели забор крови для морфологического исследования. Кровь отбирали из яремной вены с соблюдением правил асептики и антисептики в вакуумные пробирки со стабилизатором ЭДТА. Морфологические показатели крови определяли с помощью гематологического анализатора «Medonic CA-620».

За подопытными свиноматками обеих групп установили постоянное наблюдение на протяжении всего эксперимента. При этом обращали внимание на аппетит, потребление воды, показатели температуры тела, характер выделений из половых органов и состояние молочной

железы. Эффективность лечения оценивали по общему клиническому состоянию подопытных свиноматок, а также частоте и срокам их выздоровления.

Таблица 1 – Схемы и способы применения препаратов при лечении свиноматок с синдромом ММА

Группа животных	Применяемый препарат	Доза	Способ и кратность введения
Опытная	Дуациллин LA	1 мл на 20 кг массы тела	Внутримышечно, двукратно с интервалом 48 часов
	Толфин 4%	1 мл на 20 кг массы тела	Внутримышечно, однократно
	Утеротон	5 мл на животное	Внутримышечно, трехкратно с интервалом 24 часа
Контрольная	Дуациллин LA	1 мл на 20 кг массы тела	Внутримышечно, двукратно с интервалом 48 часов
	Кетоджект	3 мл на 100 кг массы тела	Внутримышечно, трехкратно с интервалом 24 часа
	Утеротон	5 мл на животное	Внутримышечно, трехкратно с интервалом 24 часа

Биометрическая обработка результатов исследований проводилась методом однофакторного дисперсионного анализа с использованием компьютера в программе Microsoft Excel (VBA пакет «статистический анализ данных») и Statistika 6 (пакет ANOVA) с выведением среднеарифметического значения показателя выборочной совокупности и стандартной ошибки средней величины ($M \pm m$). О достоверности межгрупповых различий судили по значению коэффициента Стьюдента-Фишера.

Результаты исследований. В результате проведенного исследования было установлено, что у подопытных животных на 1-2-е сутки после опороса регистрировали снижение аппетита, апатичное состояние, обильные выделения из наружных половых органов неоднородного мутного слизисто-гнойного экссудата, повышение температуры тела до $40 \pm 0,3$ °С, снижение или прекращение выделения молока, отечность и болезненность молочных пакетов. Результаты эффективности разных схем лечения свиноматок с синдромом ММА представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты эффективности разных схем лечения свиноматок с синдромом ММА

Группа животных	Кол-во животных, голов	Применяемые препараты	Выздоровело, голов	Продолжительность лечения, дней	Кол-во павших или вынужденно убитых животных, голов	Лечебная эффективность, %
Опытная	12	Дуациллин LA Толфин 4% Утеротон	12	$3,4 \pm 0,5$	0	100
Контрольная	11	Дуациллин LA Кетоджект Утеротон	11	$3,5 \pm 0,5$	0	100

В результате проведенного исследования было установлено, что на 3-5-е сутки после проведенного курса лечения у свиноматок обеих групп регистрировали признаки клинического выздоровления: восстанавливался аппетит, нормализовалась температура тела, исчезли отечность и болезненность молочной железы и отсутствовали выделения из наружных половых органов. При этом следует отметить, что у животных, которым применялся Толфин 4% улучшение состояния здоровья наступало быстрее. Так, у восьми свиноматок нормализацию температуры тела, отсутствие выделений из вульвы и восстановление молокообразования отмечали через 72 часа после начала лечения. У троих свиноматок клиническое выздоровление регистрировали на четвертые сутки лечения, а у одной – на пятый день лечения.

При морфологическом исследовании крови достоверно значимых статистических различий между показателями крови свиной разных групп не установлено. Из данных таблицы 3 следует, что у свиноматок с признаками ММА контрольной и опытной групп до применения лекарственных средств отмечалось повышение лейкоцитов соответственно на 5,70% и 6,95%. Также наблюдалось повышение скорости оседания эритроцитов в крови свиноматок контрольной группы на 11,11%, опытной группы – на 12,5%. Уровень гемоглобина, эритроцитов и тромбоцитов в крови подопытных животных соответствовал значениям физиологической нормы.

В результате проведенной терапии наблюдали незначительное снижение в крови исследуемых свиноматок гематокрита и гемоглобина, но при этом следует отметить, что значения данных показателей соответствовали физиологической норме. Также было установлено снижение уровня лейкоцитов и СОЭ. Так, у животных контрольной группы количество лейкоцитов

снизилось на 28,7%, опытной – на 30,3%, а СОЭ – на 33,5% и 36% соответственно. Таким образом, комплексная терапия свиноматок с синдромом ММА с применением нестероидных противовоспалительных средств обуславливает снижение воспалительных процессов, но более выражено это регистрировали при применении препарата «Толфин 4%».

Таблица 3 – Результаты морфологических исследований крови подопытных свиноматок

Показатель	Референтные значения	Группы подопытных животных			
		опытная (n=12)		контрольная (n=11)	
		до лечения	после лечения	до лечения	после лечения
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	5-8	5,05 $\pm$ 0,16	5,51 $\pm$ 0,20	5,23 $\pm$ 0,38	5,78 $\pm$ 0,27
Гемоглобин, г/л	100-180	128,26 $\pm$ 20,79	121,46 $\pm$ 18,45	116,09 $\pm$ 17,26	118,12 $\pm$ 27,15
Гематокрит, %	35-45	40,89 $\pm$ 2,10	38,61 $\pm$ 3,24	42,23 $\pm$ 2,70	39,34 $\pm$ 2,42
Лейкоциты, $\times 10^9/л$	8-16	18,24 $\pm$ 3,40	12,71 $\pm$ 1,72	18,91 $\pm$ 4,04	13,48 $\pm$ 1,68
Тромбоциты, $\times 10^9/л$	120-720	350,17 $\pm$ 85,66	250,75 $\pm$ 90,20	290,45 $\pm$ 63,66	277,32 $\pm$ 87,40
Скорость оседания эритроцитов, мм/ч	2-9	13,0 $\pm$ 2,07	8,32 $\pm$ 1,47	12,6 $\pm$ 1,72	8,38 $\pm$ 1,16

Побочных явлений и осложнений после применения ветеринарного лекарственного препарата «Толфин 4%» у свиноматок не отмечали.

Закключение. Таким образом, проведенные испытания показали, что применение в схеме лечения свиноматок с синдромом ММА ветеринарного лекарственного препарата «Толфин 4%» обеспечивает 100%-ную эффективность и сокращает продолжительность лечения в сравнении со схемой, включающей нестероидное противовоспалительное средство «Кетоджент».

Conclusion. Thus, the conducted trials have shown that the use of the veterinary drug Tolfin 4% in the treatment regimen of sows with the MMA syndrome provides 100% effectiveness and shortens the duration of treatment in comparison with the regimen including the nonsteroidal anti-inflammatory drug Ketodject.

Список литературы.

1. Белявский, В. Н. Лечение свиноматок с послеродовым гнойно-катаральным эндометритом / В. Н. Белявский, И. Т. Лучко // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-практической конференции. Ветеринария, зоотехния / Гродненский государственный аграрный университет. – Гродно : ГГАУ, 2019. – С. 15–17.
2. Кабиров, Г. Ф. Использование биологических возможностей свиноматок при выращивании поросят / Г. Ф. Кабиров, Л. А. Рахматов, М. А. Сушенцова // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2012. – Т. 209. – С. 147–151.
3. Латынина, Е. С. Терапия синдрома послеродовой дисгалактии свиноматок препаратом на основе цефтиофура / Е. С. Латынина, Г. П. Дюльгер, Л. М. Кашковская // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 12. – С. 227–231.
4. Эффективность лечения свиноматок при синдроме послеродовой дисгалактии / Е. С. Латынина, Г. П. Дюльгер, Э. Ч. Кузнецова, Л. М. Кашковская // Известия ТСХА. – 2022. – №2. – С. 88–99.
5. Левин, К. Л. Физиология и патология воспроизводства свиней / К. Л. Левин. – Москва : Колос, 1990. – 255 с.
6. Полянец, Н. И. Современный взгляд на природу синдрома ММА свиноматок и основополагающие принципы борьбы с ним / Н. И. Полянец, Е. Ушакова // Свиноводство. – 2007. – № 3. – С. 30–32.
7. Салецкая, О. В. Эффективность лечения свиноматок с синдромом метрит-мастит-агалактия / О. В. Салецкая // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2016. – № 2. – С. 40–43.
8. Ушакова, Л. М. Распространение акушерской патологии и профилактическая эффективность Метрамага®-15 при патологических родах у свиноматок / А. В. Филатов, Л. М. Ушакова // Знания молодых: наука, практика и инновации : сборник научных трудов XVII Международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых / Вятская государственная сельскохозяйственная академия. – Киров, 2018. – С. 181–185.
9. Юсупов, С. Р. Лечебно- профилактические мероприятия при маститах свиней в ООО «ТАТМИТ Агро» / С. Р. Юсупов, А. Ю. Летокурс, Д. С. Юсупов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2022. – Т. 251. – № 3. – С. 301–305.
10. Balamurugan, B. Postpartum dysgalactia syndrome in pigs Balamurugan, B. and Selvarani, R. updated information / B. Balamurugan, R. Selvarani // Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci. – 2020. – № 9(7). – P. 787–793.
11. Hirsch, A. C. Investigation on the efficacy of meloxicam in sows with mastitis-metritis-agalactia syndrome / A. C. Hirsch, H. Philipp, R. Kleemann // J. Vet. Pharmacol. Therap. – 2003. – № 26. – P. 355–360.
12. Effects of meloxicam (Metacam®) on post-farrowing sow behaviour and piglet performance / E. Mainau, J. L. Ruiz-de-la-Torre, A. Dalmau [et al] // Animal. – 2012. – Vol.6(3). – P. 494–501.

References.

1. Belyavskij, V. N. Lechenie svinomatok s poslerodovym gnojno-kataral'nym endometritom / V. N. Belyavskij, I. T. Luchko // Sovremennye tekhnologii sel'skhozozajstvennogo proizvodstva : sbornik nauchnyh statej po materialam XXII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Veterinariya, zootekhnika / Grodnenskiy gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – Grodno : GGAU, 2019. – S. 15–17.

2. Kabirov, G. F. Ispol'zovanie biologicheskikh vozmozhnostej svinomatok pri vyrashchivanii porosyat / G. F. Kabirov, L. A. Rahmatov, M. A. Sushencova // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. E. Baumana. – 2012. – Т. 209. – S. 147–151.
3. Latynina, E. S. Terapiya sindroma poslerodovoj disgalaktii svinomatok preparatom na osnove ceftiofura / E. S. Latynina, G. P. Dyul'ger, L. M. Kashkovskaya // Vestnik KrasGAU. – 2021. – № 12. – S. 227–231.
4. Effektivnost' lecheniya svinomatok pri sindrome poslerodovoj disgalaktii / E. S. Latynina, G. P. Dyul'ger, E. CH. Kuznecova, L. M. Kashkovskaya // Izvestiya TSKHA. – 2022. – №2. – S. 88–99.
5. Levin, K. L. Fiziologiya i patologiya vosпроизводства свиней / K. L. Levin. – Москва : Kolos, 1990. – 255 s.
6. Polyancev, N. I. Sovremennyy vzglyad na prirodu sindroma MMA svinomatok i osnovopolagayushchie principy bor'by s nim / N. I. Polyancev, E. Ushakova // Svinovodstvo. – 2007. – № 3. – S. 30–32.
7. Saleckaya, O. V. Effektivnost' lecheniya svinomatok s sindromom metrit-mastit-agalaktiya / O. V. Saleckaya // ZHivotnovodstvo i veterinarnaya medicina. – 2016. – № 2. – S. 40–43.
8. Ushakova, L. M. Rasprostranenie akusherskoj patologii i profilakticheskaya effektivnost' Metramaga®-15 pri patologicheskikh rodah u svinomatok / A. V. Filatov, L. M. Ushakova // Znaniya molodyh: nauka, praktika i innovacii : sbornik nauchnykh trudov XVII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii aspirantov i molodyh uchenykh / Vyatskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya. – Kirov, 2018. – S. 181–185.
9. YUsupov, S. R. Lechebno- profilakticheskie meropriyatiya pri mastitah свиней в ООО «TATMIT Agro» / S. R. YUsupov, A. YU. Letopurs, D. S. YUsupov // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. E. Baumana. – 2022. – Т. 251. – № 3. – S. 301–305.
10. Balamurugan, B. Postpartum dysgalactic syndrome in pigs Balamurugan, B. and Selvarani, R. updated information / B. Balamurugan, R. Selvarani // Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci. – 2020. – № 9(7). – P. 787–793.
11. Hirsch, A. C. Investigation on the efficacy of meloxicam in sows with mastitis-metritis-agalactia syndrome / A. C. Hirsch, H. Philipp, R. Kleemann // J. Vet. Pharmacol. Therap. – 2003. – № 26. – P. 355–360.
12. Effects of meloxicam (Metacam®) on post-farrowing sow behaviour and piglet performance / E. Mainau, J. L. Ruiz-de-la-Torre, A. Dalmau [et al] // Animal. – 2012. – Vol.6(3). – P. 494–501.

Поступила в редакцию 16.02.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-2-34-39

УДК 619:[001.891.53:612.273.2:57.017.642]:636.2

КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ГИПОКСИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ КОРОВ ПРИ РАЗВИТИИ ЭМБРИОПАТИЙ

Михалёв В.И. ORCID ID 0000-0001-9684-4045, Чусова Г.Г. ORCID ID 0000-0003-1494-8807, Сулин В.Ю. ORCID ID 0000-0001-9668-6702, Стрельников Н.А. ORCID ID 0000-0002-0781-7713
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

В статье представлены материалы изучения клинических и лабораторных показателей беременных коров с различным течением гестации, свидетельствующие о развитии гипоксии. Установлено, что гипоксическое состояние у коров наиболее ярко проявляется на заключительных этапах беременности (7-9 месяцев), характеризующееся снижением насыщения эритроцитов гемоглобином на 16,8-18,8%, количества осмотически-резистентных форм – на 1,8-8,0%, диаметра средних маточных артерий – на 12,4-19,9%, при повышении содержания эритроцитов на 7,2%, относительного уровня экспрессии генов HIF-1α – в 1,3-22,2 раза, показателей артериального давления – на 17,9-27,5%. Установленные различия клинико-эхографических и лабораторных показателей свидетельствуют о развитии внутриутробной гипоксии плода на заключительных этапах беременности, особенно у коров с осложненным ее течением. **Ключевые слова:** коровы, беременность, синдром задержки развития плода, гипоксия, осмотическая резистентность, экспрессия генов.

CLINICAL AND LABORATORY INDICATORS CHARACTERIZING THE HYPOXIC STATE OF COWS DEVELOPING EMBRYOPATHIES

Mikhalev V.I., Chusova G.G., Sulin V.Yu., Strelnikov N.A.
FSBSI "All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy", Voronezh, Russian Federation

This article presents the data of a study on clinical and laboratory indicators in pregnant cows with various gestation course, indicating the hypoxia development. It has been established that hypoxic state in cows is most pronounced at the final stages of gestation (7-9 months), characterized by a decrease in erythrocyte hemoglobin saturation by 16.8-18.8%, a decrease in the number of osmotic-resistant forms by 1.8-8.0% and a decrease in the diameter of the middle uterine arteries by 12.4-19.9%, with an increase in the erythrocyte count by 7.2%, a decrease in the relative expression level of HIF-1α genes by 1.3-22.2 times and a decrease in blood pressure by 17.9-27.5%. The identified differences in clinical, ultrasound and laboratory indicators manifest the development of intrauterine fetal hypoxia at the final stages of gestation, especially in cows with complicated gestation. **Keywords:** cows, gestation, fetal growth restriction syndrome, hypoxia, osmotic resistance, gene expression.

Введение. В концепции интенсивного развития молочного животноводства доминирующее влияние отводится максимальному использованию репродуктивного потенциала, что невозможно достичь без физиологического течения процессов эмбриогенеза. Нормальному течению гестации препятствуют различные патологии эмбрионального развития, доминирующее место среди которых отводится внутриутробной гибели и задержке развития эмбриона и плода. Степень регистрации патологий раннего эмбриогенеза среди коров молочного направления продуктивности составляет 15,6-39,1% [1, 2].

В этиопатогенезе нарушений раннего эмбриогенеза главная роль отводится нарушению процессов питания развивающегося эмбриона. На начальных этапах гестации питание зародыша определяется степенью развития желтого тела беременности, вырабатывающего прогестерон, который обеспечивает снижение интенсивности сократительной активности миометрия и трансформацию эндометрия, что необходимо для сохранения беременности [3, 4]. Кроме того, на выработку прогестерона оказывает влияние цитокиновый статус крови животного, особое значение в котором занимает интерферон- τ , обладающий антилютеолитической активностью, что препятствует регрессии желтого тела беременности. Интерферон- τ также регулирует соотношение между про- и противовоспалительными цитокинами, что также положительно отражается на течении гестации.

Одновременно с питательными веществами, необходимыми для развития эмбриона и плода, с кровью также поступает кислород, являющийся необходимым условием для жизнедеятельности зародыша. Интенсивность обеспечения кислородом плода определяется степенью развития кровеносных сосудов матки. В процессе беременности степень развития кровеносной системы матки варьирует в зависимости от характера течения гестации [5, 6].

Недостаток кислорода в крови плода напрямую зависит от уровня его содержания в организме матери. Основной единицей, способной переносить кислород, являются эритроциты. Обеспеченность тканей и органов кислородом определяется не только количеством, но и их функциональным состоянием [7, 8]. Поэтому изучение клинических и лабораторных показателей, свидетельствующих о гипоксическом состоянии, при различном характере течения беременности у коров является актуальной задачей, требующей всестороннего изучения.

Цель исследований – изучить клинко-лабораторные показатели коров, характеризующие гипоксическое состояние организма при развитии эмбриопатий.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены на голштинской породы крупного рогатого скота в хозяйстве Орловской области. Материалом для исследований служили коровы через 60-75, 135-150 и 200-210 дней после осеменения. По результатам клинко-эхографических исследований животные были распределены на две группы: физиологическое течение беременности ($n=9$) и осложненное – в форме синдрома задержки развития эмбриона/плода ($n=9$). Клинко-эхографические исследования выполнены в соответствии с «Методическим пособием по диагностике и профилактике внутриутробной задержки развития и гибели эмбрионов у коров» (Воронеж, 2022) [9]. От животных, включенных в опыт, отобраны пробы крови для проведения лабораторных исследований. Содержание эритроцитов и среднее содержание гемоглобина в эритроцитах определено на гематологическом анализаторе «ABX MICRO S60». Относительный уровень экспрессии генов HIF-1 α определен путем выделения РНК из крови, используя набор РНК-Экстран (Синтол, Россия). Диаметр среднематочных артерий изучен с помощью ультразвукового сканера Easy Scan-5 (Ирландия), показатели артериального давления – по хвостовым артериям на фоне сакральной анестезии в соответствии с «Методическими рекомендациями по диагностике, профилактике и терапии гестоза у молочных коров и свиноматок» (Воронеж, 2009) [10]. Полученный цифровой материал подвергали математической обработке с использованием пакета прикладных программ Statistica 6.0.

Результаты исследований. Содержание эритроцитов в крови коров на протяжении беременности при различном характере ее течения представлено на рисунке 1. Установлено, что при осложненном течении беременности констатируется снижение содержания эритроцитов в крови коров по сравнению с физиологическим течением гестации, в том числе в 60-75 дней – на 13,3%, в 135-150 дней – на 17,5%. К 7 месяцам беременности при осложненном ее течении концентрация эритроцитов выше на 7,2% по сравнению с физиологической гестацией, что можно рассматривать как один из компенсаторных механизмов по обеспечению плода кислородом и сохранению беременности.

Установлено, что содержание гемоглобина в эритроцитах коров с патологическим течением гестации в 60-75 дней ниже на 12,3% ($P<0,01$), чем при физиологической беременности, в 135-150 дней – на 16,8% ($P<0,01$), в 200-210 дней – на 18,8% ($P<0,001$). Пониженное насыщение эритроцитов гемоглобином является одним из предрасполагающих факторов развития внутриутробной гипоксии плода.

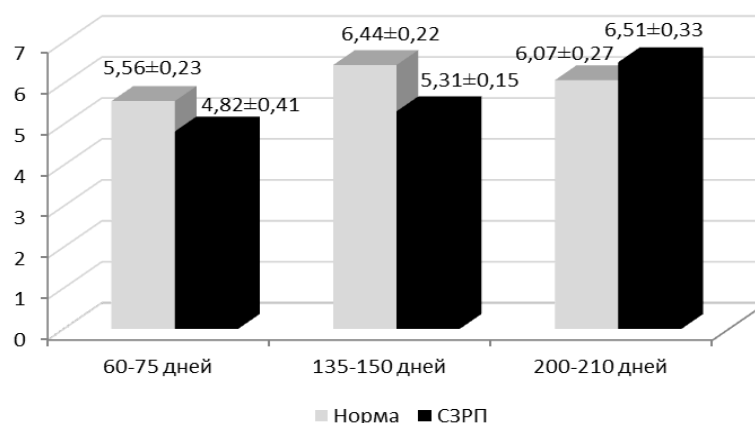


Рисунок 1 – Содержание эритроцитов в крови коров с различным характером течения беременности, $10^{12}/л$

Среднее содержание гемоглобина в эритроцитах коров с различным характером течения беременности представлено на рисунке 2.

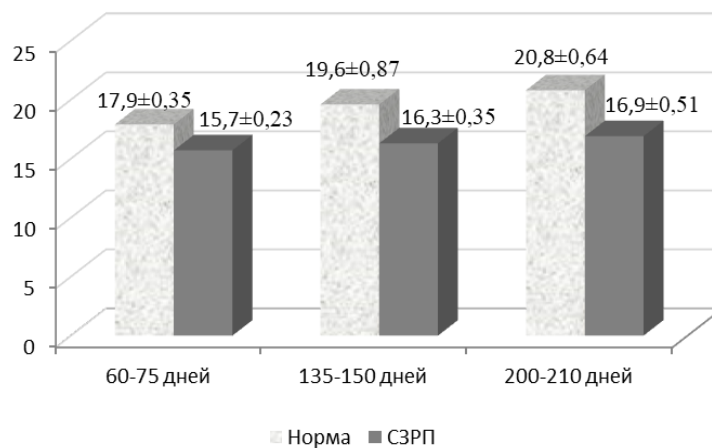


Рисунок 2 – Среднее содержание гемоглобина в эритроцитах коров с различным характером течения беременности, пг

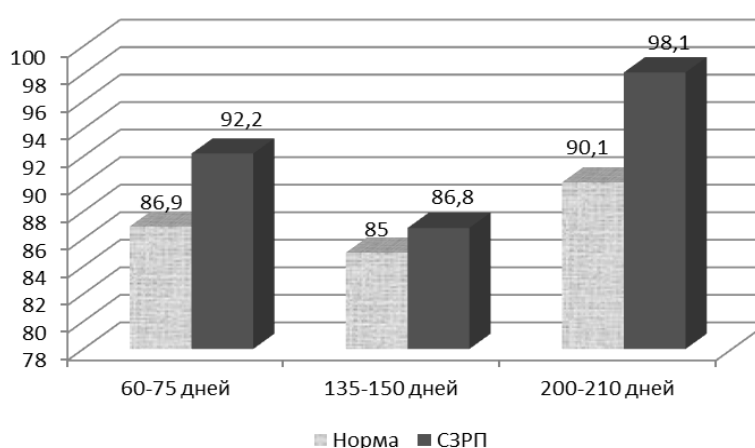


Рисунок 3 – Уровень гемолиза эритроцитов крови в 0,45%-ном растворе NaCl при различном характере течения беременности у коров, %

Нами также проведено исследование структурно-функциональных свойств эритроцитов по параметрам цифровых кинетических эритрограмм в условиях осмотического, кислотного и аммонийного гемолизом. Динамика гипоосмотического гемолиза эритроцитов периферической крови коров с различным характером течения гестации представлена на рисунке 3. Установлено, что при осложненном течении гестации уровень гемолиза эритроцитов крови

коров в 0,45%-ном растворе натрия хлорида превышает аналогичный показатель при физиологическом течении беременности на 1,8-8,0%. Максимальный гемолиз эритроцитов (98,1%) констатируется в 7 месяцев беременности при патологическом ее течении, свидетельствующем о наличии микроповреждений эритроцитарных мембран, снижении структурно-функциональных свойств эритроцитов. Снижение осмотической резистентности эритроцитов при патологическом течении беременности подтверждает развитие гипоксии у этих животных.

Относительный уровень экспрессии генов HIF-1 α , реагирующих на уменьшение количества кислорода в клетках, в крови коров с различным характером течения беременности представлен на рисунках 4-6. Установлено (рисунок 4), что в 60-75 дней беременности относительный уровень экспрессии генов HIF-1 α при осложненном течении беременности выше на 12,3% по сравнению с физиологическим течением гестации, свидетельствующем о развитии гипоксического состояния на ранних этапах гестации.

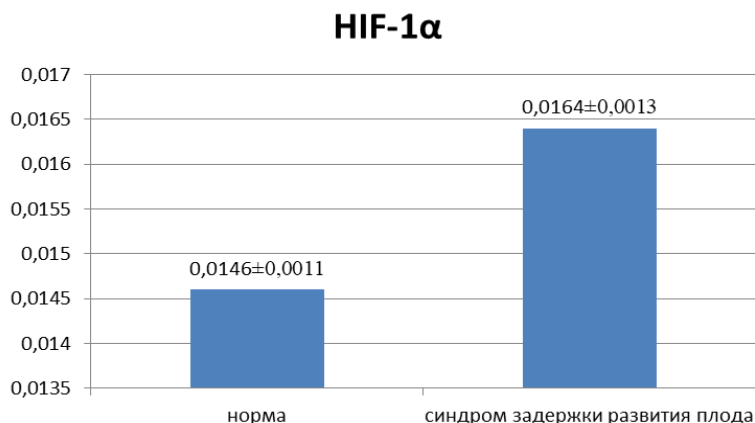


Рисунок 4 - Относительный уровень экспрессии генов HIF-1 α в крови коров в 60-75 дней беременности при различном характере ее течения

В 135-150 дней гестации при развитии синдрома задержки плода (рисунок 5) относительный уровень экспрессии генов HIF-1 α повышается на 18,9% по сравнению с более ранними сроками беременности и превышает на 25,0% ($P<0,05$) аналогичный показатель при нормальном течении гестации.

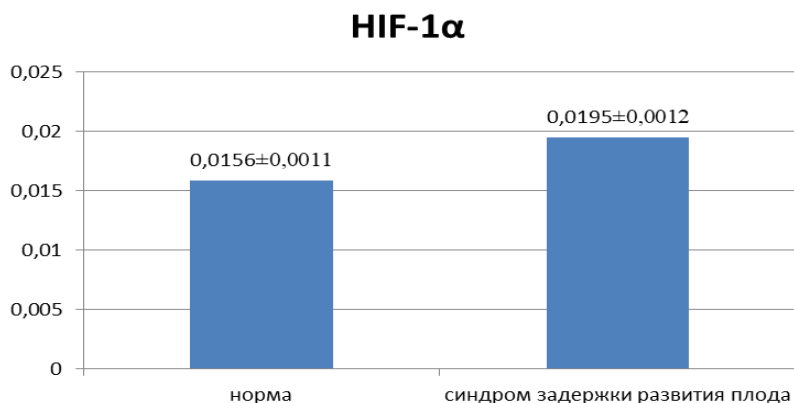


Рисунок 5 - Относительный уровень экспрессии генов HIF-1 α в крови коров в 135-150 дней беременности при различном характере ее течения

В 200-210 дней гестации (рисунок 6) констатируется резко выраженное состояние гипоксии у коров с синдромом задержки развития плода, характеризующееся повышением экспрессии генов HIF-1 α в 17,5 раз по сравнению со сроком беременности 5 месяцев. В 7 месяцев гестации при развитии синдрома задержки плода экспрессия генов HIF-1 α в 22,2 раза ($P<0,001$) выше, чем при физиологическом течении беременности.

Таким образом, относительный уровень экспрессии генов HIF-1 α , реагирующих на уменьшение количества кислорода в клетках, при осложненном течении беременности возрастает в 17,5 раз к 7 месяцам гестации и превышает аналогичный показатель по сравнению с физиологическим течением гестации в 60-75 дней на 12,3%, в 135-150 дней – на 25,0% и в 200-210 дней – в 22,2 раза.

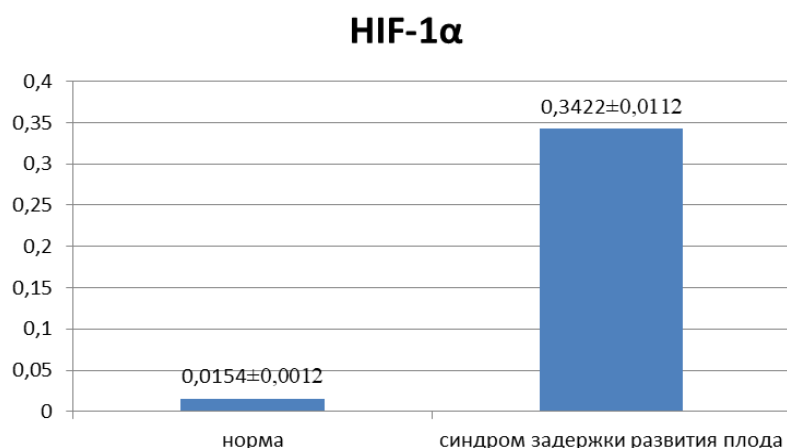


Рисунок 6 - Относительный уровень экспрессии генов HIF-1 α в крови коров в 200-210 дней беременности при различном характере ее течения

Результаты лабораторных исследований крови коров с различным характером течения гестации, свидетельствующие о развитии внутриутробной гипоксии плода, подтверждены клинико-эхографическими данными (табл.).

Таблица – Диаметр среднематочной артерии и показатели артериального давления коров с различным характером течения беременности

Характер течения беременности	Диаметр среднематочной артерии, мм	Показатели артериального давления, мм рт. ст.	
		АД _с	АД _д
135-150 дней беременности			
норма	16,1 $\pm$ 0,9	92,5 $\pm$ 5,5	63,7 $\pm$ 2,7
синдром задержки развития плода	12,9 $\pm$ 0,9*	109,8 $\pm$ 5,1*	75,1 $\pm$ 4,2*
200-210 дней беременности			
норма	19,4 $\pm$ 1,2	96,9 $\pm$ 5,2	63,4 $\pm$ 2,7
синдром задержки развития плода	17,0 $\pm$ 1,3	123,5 $\pm$ 5,2**	80,3 $\pm$ 4,2**

Примечания: *- $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$ – по сравнению с физиологическим течением беременности (норма).

Установлено, что при осложненном течении беременности диаметр среднематочной артерии, являющийся одним из интегральных показателей интенсивности кровоснабжения плода, в 135-150 дней беременности меньше на 19,9% ($P < 0,05$) по сравнению с физиологической гестацией, а в 200-210 дней – на 12,4%.

Показатели артериального давления у коров в 135-150 дней беременности при осложненном ее течении составляют: систолическое – 109,8, диастолическое – 75,1 мм рт. ст., что соответственно на 18,7% ($P < 0,05$) и 17,9% ($P < 0,05$) выше, чем при физиологическом течении гестации, в 210-220 дней – соответственно на 27,5% ($P < 0,01$) и 26,7% ($P < 0,01$). Повышение показателей артериального давления у коров с осложненным течением беременности является одним из показателей проявления позднего токсикоза беременных.

Заключение. Патологическое течение беременности сопровождается развитием гипоксического состояния как организма матери, так и развивающегося плода. Данное состояние можно диагностировать с 4-5 месяцев беременности. Наиболее ярко гипоксия проявляется на заключительных этапах беременности (7-9 месяцев), характеризующаяся снижением насыщения эритроцитов гемоглобином, количества осмотически резистентных форм, диаметра среднематочных артерий при повышении содержания эритроцитов, относительного уровня экспрессии генов HIF-1 α , показателей артериального давления. Выявленные изменения клинико-лабораторных показателей свидетельствуют о наличии глубоких изменений как в системе кровообращения мать-плацента-плод, так и структурно-функциональных свойств эритроцитов при осложненном течении гестации, снижающих обеспеченность плода кислородом и способствующих развитию внутриутробной гипоксии на поздних сроках беременности.

Conclusion. Pathological gestation is accompanied by the hypoxia development in both the mother and the growing fetus. This condition can be diagnosed as early as 4-5 months of gestation. Hypoxia is most pronounced at the final stages of gestation (7-9 months), characterized by decreased erythrocyte hemoglobin saturation, the number of osmotically resistant forms and the diameter of the middle uterine arteries, along with increased erythrocyte count, relative HIF-1 α gene expression and blood pressure. The identified changes in clinical and laboratory indicators indicate profound alterations

in both the maternal-placental-fetal circulatory system and the structural and functional properties of erythrocytes in case of complicated gestation, which reduce fetal oxygen supply and contribute to the development of intrauterine hypoxia at late gestation.

Список литературы.

1. Бутко, В. А. Клинико-эхографические маркеры диагностики нарушений раннего эмбриогенеза у коров / В. А. Бутко, Е. Г. Лозовая, В. И. Михалёв // *Ветеринарный фармакологический вестник*. – 2020. – № 2. – С. 177–190.
2. Brooks, K. Conceptus elongation in ruminants: roles of progesterone, prostaglandin, interferon-tau and cortisol / K. Brooks, G. Burns, T.E. Spencer // *J. Anim. Sei. Biotechnol.* – 2014. – Vol. 5(1). – P. 53.
3. Spencer, T. E. The role of progesterone and conceptus-derived factors in uterine biology during early pregnancy in ruminants / T. E. Spencer, N. Forde, P. Lonergan // *J. of Dairy Sci.* – 2015. – Vol. 99. – P. 5941–5950.
4. Hansen, T. R. Paracrine and endocrine actions of interferon-tau (INFT) / T. R. Hansen, L. D. P. Sinedino, T. E. Spenser // *Reproduction*. – 2017. – Vol. 154 (5). – P. 45–49.
5. Роль фактора HIF-1A в развитии гипоксии плода / М. Ю. Сыромятников, Е. В. Михайлов, Н. В. Пасько [и др.] // *Ветеринарный фармакологический вестник*. – 2020. – № 3. – С. 196–206. DOI 10.17238/issn2541—8203.2020.3.196.
6. Алехин, Ю. Н. Причины возникновения асфиксии у новорожденных телят / Ю.Н. Алехин, И. Р. Сидельникова // *Ветеринария сельскохозяйственных животных*. – 2012. – № 12. – С. 33–35.
7. Lew, V. L. On the Mechanism of human red blood cell longevity: roles of calcium, the sodium pump, PIEZO1, and gardos channels / V. L. Lew, T. Tiffert // *Frontiers in Physiology*. – 2017. – № 12. – P. 8. DOI 10.3389/fphys.2017.00977.
8. Боронихина, Т. В. Плазмолемма эритроцитов и ее изменения в течение жизни клеток / Т. В. Боронихина, Т. А. Ломановская, А. Н. Яцковский // *Журнал анатомии и гистопатологии*. – 2021. – № 10. – С. 62–72. DOI 10.18499/2225- 7357-2021-10-2-62-72.
9. Диагностика и профилактика внутриутробной задержки развития и гибели эмбрионов у коров : методическое пособие / В. И. Михалёв, С. В. Шабунин, П. А. Паршин [и др.]. – Воронеж, 2022. – 44 с.
10. Диагностика, профилактика и терапия гестоза у молочных коров и свиноматок : методические рекомендации / А. Г. Нежданов, С. В. Шабунин, В. Д. Мусайлов [и др.]. – Воронеж, 2009.

References.

1. Butko, V. A. Kliniko-ekhograficheskie markery diagnostiki narushenij rannego embriogeneza u korov / V. A. Butko, E. G. Lozovaya, V. I. Mihalyov // *Veterinarnyj farmakologicheskij vestnik*. – 2020. – № 2. – S. 177–190.
2. Brooks, K. Conceptus elongation in ruminants: roles of progesterone, prostaglandin, interferon-tau and cortisol / K. Brooks, G. Burns, T.E. Spencer // *J. Anim. Sei. Biotechnol.* – 2014. – Vol. 5(1). – P. 53.
3. Spencer, T. E. The role of progesterone and conceptus-derived factors in uterine biology during early pregnancy in ruminants / T. E. Spencer, N. Forde, P. Lonergan // *J. of Dairy Sci.* – 2015. – Vol. 99. – P. 5941–5950.
4. Hansen, T. R. Paracrine and endocrine actions of interferon-tau (INFT) / T. R. Hansen, L. D. P. Sinedino, T. E. Spenser // *Reproduction*. – 2017. – Vol. 154 (5). – P. 45–49.
5. Rol' faktora HIF 1A v razvitii gipoksii ploda / M. YU. Syromyatnikov, E. V. Mihajlov, N. V. Pas'ko [i dr.] // *Veterinarnyj farmakologicheskij vestnik*. – 2020. – № 3. – S. 196–206. DOI 10.17238/issn2541—8203.2020.3.196.
6. Alekhin, YU. N. Prichiny vzniknoveniya asfiksii u novorozhdennyh telyat / YU.N. Alekhin, I. R. Sidel'nikova // *Veterinariya sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh*. – 2012. – № 12. – S. 33–35.
7. Lew, V. L. On the Mechanism of human red blood cell longevity: roles of calcium, the sodium pump, PIEZO1, and gardos channels / V. L. Lew, T. Tiffert // *Frontiers in Physiology*. – 2017. – № 12. – P. 8. DOI 10.3389/fphys.2017.00977.
8. Boronihina, T. V. Plazmolemma eritrocitov i ee izmeneniya v techenie zhizni kletok / T. V. Boronihina, T. A. Lomanovskaya, A. N. YAckovskij // *ZHurnal anatomii i gistopatologii*. – 2021. – № 10. –S. 62–72. DOI 10.18499/2225- 7357-2021-10-2-62-72.
9. Diagnostika i profilaktika vnutriutrobnoj zaderzhki razvitiya i gibeli embrionov u korov : metodicheskoe posobie / V. I. Mihalyov, S. V. SHabunin, P. A. Parshin [i dr.]. – Voronezh, 2022. – 44 s.
10. Diagnostika, profilaktika i terapiya gestoza u molochnyh korov i svinomatok : metodicheskie rekomendacii / A. G. Nezhdanov, S. V. SHabunin, V. D. Misajlov [i dr.]. – Voronezh, 2009.

Поступила в редакцию 12.03.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-2-40-45

УДК 631.145/631.153.4

ПРИМЕНЕНИЕ ТРАДИЦИОННЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В АНАЛИЗЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА

**Базылев М.В. ORCID ID 0000-0001-6245-3492, Лёвкин Е.А. ORCID ID 0000-0002-9789-4615,
Ханчина А.Р. ORCID ID 0000-0001-9972-3881, Линьков В.В. ORCID ID 0000-0001-5703-6774,
Мироненко В.М., Конахович И.К., Лёвкина В.А.**

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

*Анализ данных деятельности отрасли скотоводства отечественных крупнотоварных организаций, проведенный с применением технологий искусственного интеллекта, подтвердил целесообразность их применения. Полученные результаты позволили определить важнейшие техногенные, биогенные и антропогенные направления совершенствования молочно-товарного скотоводства. Достижение высоких экономических показателей в этих направлениях может быть реализовано через создание благоприятных организационно-экономических условий, предполагающих широкомасштабное внедрение передовых технологий, улучшение кормовой базы, совершенствование зооветеринарной работы и повышение квалификации кадров. **Ключевые слова:** молочное скотоводство, производственные показатели, экономическая эффективность, анализ данных, искусственный интеллект, крупнотоварное производство.*

APPLICATION OF TRADITIONAL METHODS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES FOR ANALYSIS OF EFFICIENCY IN DAIRY CATTLE FARMING

**Bazylev M.V., Levkin E.A., Khanchina A.R., Linkov V.V., Mironenko V.M.,
Konakhovich I.K., Levkina V.A.**

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

*Analysis of livestock industry data from domestic large-scale commercial farms, conducted using artificial intelligence technologies, confirmed the feasibility of their application. The results obtained allowed us to identify the most important technogenic, biogenic, and anthropogenic areas for improving dairy cattle farming. Achieving high economic performance in these areas can be made through the creation of favorable organizational and economic conditions, including the large-scale implementation of advanced technologies, improved feed supplies, enhanced veterinary services, and professional development of personnel. **Keywords:** dairy farming, production indicators, economic efficiency, data analysis, artificial intelligence, large-scale production.*

Введение. Современное сельскохозяйственное производство представляет собой сложную систему, включающую цифровые технологии, биотехнологические методы, роботизированные технические средства и др. Аграрное производство протекает в особой естественно-производственной среде. Человек здесь постоянно взаимодействует с природными элементами: с пахотными землями и другими видами сельскохозяйственных угодий, логистической инфраструктурой (от асфальтированных трасс до грунтовых полевых дорог), территориями ферм и неизбежно с отходами жизнедеятельности животных. Даже воздушная среда на таких предприятиях имеет свою специфику, однако ее неблагоприятное состояние нивелируется значительной пространственной рассредоточенностью объектов и особенностями территориальной организации крупнотоварного производства [2, 3, 5, 8, 9].

Важными задачами АПК являются: обеспечение устойчивого роста количества и качества продукции при оптимизации производственных затрат, а также формирование долгосрочного потенциала развития предприятия через выявление и эффективное использование внутривладельческих резервов [1, 2, 4, 6, 7, 9, 10].

В данной работе предпринята попытка сравнительного анализа ключевых показателей деятельности крупнотоварных организаций, специализирующихся на молочно-товарном скотоводстве, традиционными и нейросетевыми цифровыми методами. Представленные материалы, отражающие особенности применения традиционного анализа производственно-экономических показателей на крупных сельскохозяйственных предприятиях Республики Беларусь, являются актуальными и представляют профессиональный интерес для руководителей и отраслевых специалистов.

Цель исследований – апробация традиционного анализа отдельных производственно-экономических показателей молочно-товарного скотоводства крупнотоварных сельскохозяйственных предприятий с применением технологий искусственного интеллекта.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- группировка первичных данных по молочно-товарному скотоводству отечественных крупнотоварных агропредприятий;
- анализ полученных данных с использованием традиционных методов оценки, а также инструментов искусственного интеллекта;
- интерпретация полученных результатов и формулировка аргументированных выводов, проведенные специалистами в области АПК, а также с применением технологий искусственного интеллекта.

Материалы и методы исследований. Исследования выполнялись с использованием производственно-экономических показателей крупнотоварных сельскохозяйственных предприятий, специализирующихся на производстве молочной продукции. Анализируемая выборка включала 20 предприятий (n=20) за период 2022–2024 гг. В первую группу (n=10) вошли хозяйства, занимавшие наивысшие позиции в общереспубликанском рейтинге по среднегодовому удою молока от коровы по итогам 2024 года. Вторую группу (n=10) составили предприятия, находившиеся в середине рейтинга, но сопоставимые с первой группой по основным производственным показателям.

Информационную базу исследования составили данные годовых отчетов предприятий, материалы зоотехнического учета и иная профильная документация. Методологическая база исследований состояла из применения методов традиционного анализа (сравнения, логического, монографического, прикладной математической статистики), а также использования современных технологий искусственного интеллекта. В работе применялись большие языковые модели DeepSeek (веб-версия 2024–2025 гг., включая режим глубокого логического мышления) и Qwen, а также Google AI.

Все исследования выполнялись в рамках научно-исследовательской работы кафедры экономики и информационных технологий УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины».

Результаты исследований. Результаты проведенных исследований обобщены в таблице 1.

Таблица 1 – Среднестатистические показатели за 2022–2024 гг. в крупнотоварных сельскохозяйственных предприятиях Беларуси*

№ п/п	Наименование организаций	Среднегодовое поголовье коров, голов	Среднегодовой удой молока от коровы, кг	Рентабельность производства молока, %
1	СПК «Лариновка»	888	12336	38,9
2	СПК «Свислочь»	1200	12575	33,2
3	СПК имени Деньщикова	2210	12626	22,1
4	СПК имени И.П. Сенько	2025	12135	66,5
5	УП «Молодово-Агро»	1110	12558	54,7
6	ООО «Белинтерген»	458	10474	77,6
7	ОАО «Малоберестовицкий элитхоз»	1256	11755	19,5
8	СПК «Святаянка-2003»	1950	11626	24,3
9	СПК «Агрокомбинат Снов»	2897	11460	17,8
10	СПК «Восходящая заря»	1657	11010	19,0
11	ГП «Синьки»	1261	5853	11,4
12	Филиал «Невель» ОАО «Пинский мясокомбинат»	1969	6426	9,9
13	ОАО «Остромичи»	1067	6353	6,2
14	ОАО «Орля»	1398	6373	13,1
15	ОСП «Узлянка» УП «Минский Комаровский рынок»	562	6151	5,3
16	ОАО «Крошин»	3731	6277	22,5
17	КСУП «Струга»	950	6240	4,6
18	ОАО «Голоцк»	1662	6481	3,4
19	ЧП «Максеммилк»	1032	6254	3,2
20	ОАО «Новые Стайки»	1460	6216	9,2
Среднее по выборке		1537,15	9058,95	23,12
НСР ₀₅		760,74	2841,20	20,73

*Примечание. * составлено авторами по данным годовых отчетов предприятий.*

Анализ результатов исследований (таблица 1) проводился методом сравнения показателей по выделенным группам хозяйств. Полученные результаты обобщены в таблице 2.

Таблица 2 – Традиционный анализ отдельных производственно-экономических показателей крупнотоварных сельскохозяйственных организаций

Направления анализа	Фактологическая составляющая анализа
Оценка численности поголовья коров	Анализ полученных данных показывает, что показатели среднегодового поголовья коров (дойного стада) варьируют в широком диапазоне. Превышение среднего показателя по выборке (1537 голов) наблюдается в двух агропредприятиях: ОАО «Агрокомбинат Снов» (2897 голов) и ОАО «Крошин» (3731 голов). Ниже среднего по выборке также два хозяйства: ООО «Белинтерген» (458 голов) и ОСП «Узлянка» УП «Минский Комаровский рынок» (562 головы). Высокое поголовье в ОАО «Агрокомбинат Снов» обусловлено агрокластеризационной стратегией предприятия: высокая автоматизация производственных процессов, развитая кормовая база и другие факторы позволяют наращивать поголовье и получать значительные объемы молочной продукции. Вся продукция перерабатывается на собственных мощностях с высоким уровнем механизации и автоматизации, минимальными затратами живого труда (на переработке молока постоянно занято около 50 человек, тогда как на переработке мяса – свыше 450). Значительная численность дойного стада в ОАО «Крошин» также связана с развитием мощной кормовой базы при наличии значительных площадей сельскохозяйственных угодий. Основу составляют пахотные земли, в структуре посевов которых преобладают кукуруза, сахарная свекла, зерновые, рапс и другие культуры. ОАО «Агрокомбинат Снов» – один из лидеров страны по удою (11460 кг в среднем за три года) при рентабельности производства молока 17,8%. В отличие от этого традиционно экономически развитого предприятия, формировавшего свою базу на протяжении десятилетий и располагающего лучшими в республике по качеству агроугодьями, ОАО «Крошин» находится в начале своего активного развития. В последние годы здесь ведется целенаправленная работа по развитию молочно-товарного скотоводства: в канун 2025 года открыт современный молочно-товарный комплекс на 1197 коров, оснащенный передовым высокотехнологичным оборудованием. Предприятие с поголовьем ниже среднего – ООО «Белинтерген» – характеризуется высокими показателями среднегодового удоя (10474 кг) и самым высоким уровнем рентабельности производства молока (77,6%). На этом частном предприятии (руководитель – доктор биологических наук И. Кысса) используются две породы крупного рогатого скота: голштинская (около 90% стада) и джерсейская (10%). Основу экономики составляют племенное скотоводство и агрокластеризационная деятельность по переработке получаемого высококачественного молока. ОСП «Узлянка» УП «Минский Комаровский рынок», имея низкое поголовье, располагает низкоплодородными землями и, судя по относительно невысокому удою (6151 кг) и низкой рентабельности (5,3%), не в полной мере реализует свой производственно-экономический потенциал.
Анализ среднегодового удоя молока от коровы	Оценка выборки по среднегодовому удою молока (среднее за три года) показала, что достоверно высокие значения имеют СПК «Лариновка» (12336 кг), СПК «Свислочь» (12575 кг), СПК имени Деньщикова (12626 кг), СПК имени И.П. Сенько (12135 кг) и УП «Молодово-Агро» (12558 кг). Низкие показатели зафиксированы в ГП «Синьки» (5853 кг), ОСП «Узлянка» (6151 кг) и ОАО «Новые Стайки» (6216 кг). Причины различий кроются в подходах к минимизации рисков, эффективном использовании ресурсного потенциала, а также во внедрении инноваций в формирование ресурсной базы предприятий. Ключевыми факторами успеха выступают строгое соблюдение технологических регламентов производства, использование методов функциональной синхронизации процессов и жесткая технологическая дисциплина труда.
Экономическая оценка производства молока	Оценка уровня рентабельности производства молока показала, что более высокие значения имеют хозяйства, находящиеся в верхней части таблицы: СПК имени И.П. Сенько с показателем 66,5%, УП «Молодово-Агро» – 54,7% и ООО «Белинтерген» с максимальным значением 77,6%. Остальные агропредприятия расположились ниже этой зоны, однако все они имели положительный уровень рентабельности. Успешность производственно-экономической деятельности отдельных крупнотоварных предприятий обеспечивается сочетанием нескольких факторов: одновременным увеличением затрат на производство востребованной на рынке агропродукции (молока) и получением значительно более высоких удоев; широкомасштабным использованием достижений научно-технического прогресса и постепенным переходом к новым технологическим укладам (в частности, к шестому, характеризующемуся роботизированными фермами с минимальным объемом ручного труда); компьютеризацией всех процессов – от воспроизводства стада, оборота, термо- и воздухоурегулирования, учета молока до зооветеринарного обслуживания, организационно-управленческой деятельности и повышения квалификации персонала.

Анализ данных таблицы 2 позволяет сформулировать следующие выводы. Применение традиционных методов исследования – математической статистики, монографического, сравнительного и логического анализа – обеспечило научную обоснованность результатов и позволило определить направления совершенствования молочного скотоводства. В целом полученные данные подтверждают необходимость активного внедрения достижений научно-технического прогресса в данную отрасль.

Привлечение в анализ технологий искусственного интеллекта (ИИ) позволило установить, что нейросеть дает возможность исследователям и практикам наметить ориентиры научно обоснованного совершенствования производственных процессов в сельском хозяйстве. Несмотря на отдельные нюансы, такой подход позволяет с высокой скоростью добиваться желаемого результата.

Проведенный с использованием ИИ корреляционный анализ взаимосвязи между рентабельностью и уровнем среднегодового удоя показал, что коэффициент корреляции Пирсона составил 0,66, что свидетельствует об умеренной положительной связи.

Можно отметить характерную тенденцию: чем выше удои, тем выше рентабельность молока. Однако есть исключение – ООО «Белинтерген», которое при не самом высоком удое в анализируемой выборке (10 474 кг молока) достигает рекордной рентабельности (77,6%). Проведенный с применением ИИ анализ данных не позволяет однозначно определить причину такой эффективности, однако на его основе можно выдвинуть предположение, что она связана с оптимизацией логистики и сбыта, низкими затратами на содержание стада и выходом на премиальные рынки. Данное предположение, сформулированное инструментами ИИ, представляется обоснованным, особенно в части рыночной стратегии. Вероятно, ключевым фактором успеха предприятия является развитие бренда в сфере высокопродуктивного племенного скотоводства. Кроме того, согласно анализу ИИ, с высокой долей вероятности можно предположить, что на показатели рентабельности влияют особенности калькуляции себестоимости молока. Как отмечает ИИ, подобная практика перераспределения издержек между видами продукции в рамках разрешенных нормативных инструкций широко распространена в агробизнесе.

На основе проведенного анализа инструменты искусственного интеллекта позволяют сформулировать следующие выводы. Продуктивность стада (удой) оказывает существенное влияние на рентабельность производства молока, тогда как величина стада значимой связи с рентабельностью не демонстрирует. В анализируемой выборке отчетливо выделяются три типа хозяйств, различающихся стратегиями и проблемами. Первый кластер – лидеры, характеризующиеся высокой рентабельностью и высокими показателями среднегодового удоя. Второй кластер – так называемые «середняки», демонстрирующие средние показатели по выборке. Третий кластер – проблемные хозяйства, то есть агропредприятия с относительно низкими показателями, которые требуют безотлагательной диагностики причин низкой продуктивности.

Согласно выводам ИИ, для развития молочно-товарного скотоводства необходимо выделить следующие приоритетные задачи отрасли. Прежде всего, это сокращение разрыва между лидерами и аутсайдерами. Также требуется осуществить в сжатые сроки переход от экстенсивного к интенсивному молочному производству за счет совершенствования кормовой базы, генетики и внедрения масштабной цифровизации в учете и мониторинге. Важным направлением является применение персонифицированного подхода к развитию каждого хозяйства с учетом его индивидуальных особенностей. Наконец, необходима интеграция зоотехнии, ветеринарии и экономики как условие ведения устойчивого и рационального сельскохозяйственного производства.

Заключение. Проведенное исследование подтверждает, что применение инструментов искусственного интеллекта в анализе данных молочно-товарного скотоводства является эффективным дополнением к традиционным методам. Использование ИИ позволяет обрабатывать значительные массивы информации, выявлять скрытые закономерности и повышать обоснованность выводов, что делает его перспективным направлением для дальнейших исследований в данной предметной области.

Традиционный анализ показал, что анализируемая выборка оценивалась как по отдельности, так и в совокупности по следующим параметрам: численности поголовья основного стада в крупнотоварных отечественных агроорганизациях, показателям среднегодового удоя молока на корову, уровню рентабельности производства молока. Знание общего положения дел в каждом из представленных агропредприятий позволяет объективно оценить возможности реализации их внутрихозяйственного потенциала в молочно-товарном скотоводстве. Можно сделать однозначный вывод: достижение высоких производственных и экономических показателей в скотоводческой деятельности крупнотоварных агропредприятий возможно при создании надлежащих инфраструктурных условий, а также на основе широкомасштабного внедрения высокотехнологичных средств производства, совершенство-

вания кормовой базы, реализации научно обоснованных подходов в работе с животными, а также развития кадрового потенциала отрасли.

Conclusion. This study confirms that the use of artificial intelligence tools in dairy farming data analysis is an effective complement to traditional methods. AI enables the processing of large data sets, the identification of hidden patterns, and improved validity of conclusions, making it a promising area for further research in this field.

Traditional analysis revealed that the analyzed samples were assessed both individually and collectively based on the following parameters: the size of the main herd in large-scale domestic agricultural enterprises, average annual milk yield per cow, and milk production profitability. Understanding the overall situation at each of the agricultural enterprises allows an objective assessment of their potential to realize the on-farm potential in dairy farming. A clear conclusion can be drawn: achieving high production and economic indicators in the livestock activities of large-scale agricultural enterprises is possible through the creation of appropriate infrastructural conditions, as well as through the large-scale introduction of high-tech production facilities, improvement of the feed base, the implementation of scientifically based approaches to working with animals, and the development of human resources in the industry.

Список литературы.

1. Асташова, Е. А. Модель цифровой трансформации предприятий АПК / Е. А. Асташова, Н. А. Кузнецова, Л. В. Зинич // Вопросы инновационной экономики. – 2022. – Т. 12. – № 4. – С. 2341–2356.
2. Буклагин, Д. С. Цифровые технологии управления сельским хозяйством / Д. С. Буклагин // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – Т. 1. – № 2. – С. 136–144.
3. Дадалко, В. Современные подходы к оценке эффективности управления инновационным развитием / В. Дадалко, Н. Криворучко // Наука и инновации. – 2025. – № 11. – С. 25–30.
4. Иванова, А. А. Нейросетевые технологии в системе оценки ресурсного потенциала аграрного сектора АПК / А. А. Иванова, О. Ю. Смылова // Экономика, предпринимательство и право. – 2024. – Т. 14. – № 10. – С. 5771–5786.
5. Котковец, Н. Теоретические аспекты обеспечения устойчивости развития агропромышленного производства в современных условиях / Н. Котковец // Аграрная экономика. – 2025. – № 2. – С. 3–18.
6. Повышение биоадаптивного потенциала дойного стада коров при производстве молока / М. В. Базылев, И. В. Пилецкий, Е. А. Левкин, В. В. Линьков // Молочнохозяйственный вестник. – 2021. – № 3. – С. 21–36.
7. Радионова, С. П. Глубинные течения в экономике как результат технико-технологических преобразований и становления нового технологического уклада / С. П. Радионова // Инновационное развитие экономики: тенденции и перспективы. – 2024. – Т. 1. – С. 58–69.
8. Теоретическое и практическое обеспечение высокой продуктивности коров : практическое пособие. Ч. 1. Технологическое обеспечение высокой продуктивности коров / А. И. Ятусевич, С. С. Абрамов, И. В. Брылов [и др.] ; ред. А. И. Ятусевич [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2015. – 356 с.
9. Факторная стратегия экономической эффективности использования коров в крупнотоварных агропредприятиях / М. В. Базылев, Е. А. Левкин, А. Р. Ханчина [и др.] // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2025. – Т. 61. – № 3. – С. 39–44.
10. Экономическое регулирование устойчивого развития аграрной отрасли Беларуси / А. П. Шпак, А. В. Пилипук, В. В. Чабаткуль [и др.] ; под ред. А. П. Шпака. – Минск : Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2021. – 129 с.

References.

1. Astashova, E. A. Model' cifrovoy transformacii predpriyatij APK / E. A. Astashova, N. A. Kuzneczova, L. V. Zinich // Voprosy' innovacionnoj e'konomiki. – 2022. – T. 12. – № 4. – S. 2341–2356.
2. Buklagin, D. S. Cifrovyye tehnologii upravleniya sel'skim khozyajstvom / D. S. Buklagin // Mezhdunarodny'j nauchno-issledovatel'skij zhurnal. – 2021. – T. 1. – № 2. – S. 136–144.
3. Dadalko, V. Sovremennyye podkhody' k ocenke e'ffektivnosti upravleniya innovacionny'm razvitiem / V. Dadalko, N. Krivoruchko // Nauka i innovacii. – 2025. – № 11. – S. 25–30.
4. Ivanova, A. A. Nejrosetevyye tehnologii v sisteme ocenki resursnogo potenciala agrarnogo sektora APK / A. A. Ivanova, O. Yu. Smy'slova // E'konomika, predprinimatel'stvo i pravo. – 2024. – T. 14. – № 10. – S. 5771–5786.
5. Kotkovecz, N. Teoreticheskie aspekty' obespecheniya ustojchivosti razvitiya agropromy'shlennogo proizvodstva v sovremenny'x usloviyax / N. Kotkovecz // Agrarnaya e'konomika. – 2025. – № 2. – S. 3–18.
6. Povy'shenie bioadaptivnogo potenciala dojnogo stada korov pri proizvodstve moloka / M. V. Bazy'lev, I. V. Pileczkij, E. A. Levkin, V. V. Lin'kov // Molochnohozyajstvenny'j vestnik. – 2021. – № 3. – S. 21–36.
7. Radionova, S. P. Glubinnyye techeniya v e'konomike kak rezul'tat texniko-texnologicheskix preobrazovanij i stanovleniya novogo texnologicheskogo uklada / S. P. Radionova // Innovacionnoe razvitie e'konomiki: tendencii i perspektivy'. – 2024. – Tom 1. – S. 58–69.
8. Teoreticheskoe i prakticheskoe obespechenie vy'sokoj produktivnosti korov : prakticheskoe posobie. Ch. 1. Technologicheskoe obespechenie vy'sokoj produktivnosti korov / A. I. Yatusевич, S. S. Abramov, I. V. Bry'lov [i dr.] ; red. A. I. Yatusевич [i dr.]. – Vitebsk : VGAVM, 2015. – 356 s.
9. Faktornaya strategiya ekonomicheskoy effektivnosti ispol'zovaniya korov v krupnotovarnykh agropredpriyatiyah / M. V. Bazylev, E. A. Levkin, A. R. Hanchina [i dr.] // Uchenyye zapiski uchrezhdeniya

obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny". – 2025. – Т. 61. – № 3. – С. 39–44.

10. *E'konomicheskoe regulirovanie ustojchivogo razvitiya agrarnoj otrasli Belarusi / A. P. Shpak, A. V. Pilipuk, V. V. Chabatul' [i dr.]; pod red. A. P. Shpaka. – Minsk : Institut sistemny'x issledovaniy v APK NAN Belarusi, 2021. – 129 s.*

Поступила в редакцию 20.02.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-2-45-50

УДК 636.2.082.[31+453.52]:591.391.1

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА СРЕД НА КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕКСИРОВАННОЙ СПЕРМЫ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПРИ ЕЕ ПОДГОТОВКЕ К ОПЛОДОТВОРЕНИЮ ЯЙЦЕКЛЕТОК В КУЛЬТУРЕ IN VITRO

Голубец Л.В. ORCID ID 0009-0000-0913-5372, Кирикович Ю.К. ORCID ID 0009-0004-8130-4360, Сапсалеу С.А. ORCID ID 0009-0001-0692-4373, Пайтерова О.В. ORCID ID 0009-0006-3972-3777, Януть Н.В. ORCID ID 0009-0005-2100-3862, Наumenко Е.В. ORCID ID 0009-0009-5580-9089
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь

*В статье отражены результаты исследований о влиянии различных по составу культуральных сред при капацитации сексированной спермы на кинематические характеристики спермопродукции быков-производителей. Установлено, что подготовка сперматозоидов к оплодотворению, независимо от способа ее проведения (посредством градиента плотности Перколл или флотации), позволяет увеличить двигательные показатели сперматозоидов и элиминировать практически все морфологически аномальные клетки. Применение Перколл при отборе спермы привело к повышению концентрации половых гамет по сравнению с контролем (флотация) в 2,2-2,4 раза, доли сперматозоидов с ППД на 17,9 п.п., 8,7 п.п., 20,0 п.п. и снижению количества аномальных клеток до 0,65%, 0,47% и 0,12% при формировании градиента плотности на средах собственного изготовления, Тироде и Vitrogen, соответственно. **Ключевые слова:** капацитация, созревание, сперматозоиды, кинематика, Перколл, экстракорпоральное оплодотворение, сексированная сперма, флотация.*

EFFECT OF THE MEDIA COMPOSITION ON THE KINEMATIC CHARACTERISTICS OF SEXED SEMEN FROM SIRE BULLS WHEN BEING PREPARED FOR THE IN VITRO FERTILIZATION

Golubets L.V., Kirikovich Yu.K., Sapsaleu S.A., Paitserava V.V., Yanut N.V., Naumenko E.V.

RUE "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding",
Zhodino, Republic of Belarus

*The article presents the results of studies on the effect of the culture media of various compositions during sexed sperm capacitation on the kinematic characteristics of sperm production in sire bulls. It has been established that the preparation of spermatozoa for fertilization, regardless of the method of its implementation (through a percolation density gradient or flotation), allows increasing the motility rate of spermatozoa and eliminating almost all morphologically abnormal cells. The use of Percoll in sperm sampling led to an increase in the concentration of sexual gametes compared with the control (flotation) by 2.2-2.4 times, the proportion of spermatozoa with PPD by 17.9 percentage points, 8.7 percentage points, 20.0 percentage points and a decrease in the number of abnormal cells to 0.65%, 0.47% and 0.12% when forming a density gradient on self-made media. Tyrode and Vitrogen, respectively. **Keywords:** capacitation, maturation, spermatozoa, kinematics, Percoll, in vitro fertilization, sexed semen, flotation.*

Введение. Использование современных технологий работы с гаметами сельскохозяйственных животных в условиях in vitro (ЭКО) занимает в настоящее время наиболее передовые позиции в животноводстве как с точки зрения научных исследований, так и с точки зрения практики. Как правило, свежеполученные эякуляты быков содержат более 80% сперматозоидов с прямолинейно-поступательным движением и около 85% – с нормальной морфологией. Замороженно-оттаянная сперма быка имеет более низкий процент прогрессивной кинематики, составляющий примерно от 30 до 70%, а поскольку для оплодотворения in vitro используется в основном оттаянная сперма, ее подготовке необходимо уделять особое внимание. Основной задачей при этом является выделение наиболее жизнеспособной фракции прогрессивно подвижных сперматозоидов из основной ее массы. В особенности это касается спермы с определенным полом, концентрация которой в разы меньше обычной и составляет от двух с половиной (обычная сексированная) [1] до четырех с половиной (ультрасексированная) [2] миллионов сперматозоидов в дозе. Кроме этого, во время разделения спермы по полу с помощью высокоскоростной проточной цитометрии спермии подвергаются действию таких неблагоприятных факторов, как окрашивание, воздействие лазерного и электромагнитного

облучения, высокого давления и центрифугирования. Воздействие же красителей в течение 35-40 минут значительно снижает энергетический запас сперматозоидов и, следовательно, их оплодотворяющую способность [3, 4]. Поэтому к подготовке спермы, разделенной по полу при оплодотворении в культуре *in vitro*, следует подходить особенно тщательно. Тем не менее, выбор процедуры отбора и подготовки может значительно улучшить качество спермы за счет отделения подвижных сперматозоидов от неподвижных, удаления семенной плазмы, криозащитных средств, других исходных материалов и мусора, а также инициирования их капацитации. И эта процедура должна быть простой и быстрой [4, 5, 6, 7].

Цель исследований – изучить влияние различных по составу культуральных сред при капацитации сексированной спермы на кинематические характеристики спермопродукции быков-производителей.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в лаборатории воспроизводства, трансплантации эмбрионов и трансгенеза животных РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» в 2024 году. В опытной группе рабочая колонка состояла из 90 и 45% градиента плотности в соотношении 1:1. Коллоидный раствор 90% концентрации готовился из 9 частей Перколла и 1 части 10-кратно концентрированной среды (собственного изготовления, Тироде и Vitrogen), а 45% – равных частей 90% Перколла и исследуемой среды, на которой был приготовлен 90% Перколл, с последующим перемешиванием. Прерывистый градиент плотности формировался путем наслаивания 45% Перколла на 90% и в случае использования среды Vitrogen состоял из 400 мкл каждой части раствора, а сред собственного производства и Тироде – 800 мкл. После приготовления колонок плотности осуществлялось размораживание сексированной спермы и ее наслаивание на общий градиент Перколла. Сформированная трехслойная колонка, состоящая из 90 и 45% Перколла с наслоенной дозой заморожено-оттаянной спермы, подвергалась центрифугированию в зависимости от используемых культуральных сред: Vitrogen в течение 6 мин. при 600 g, среды собственного производства и раствора Тироде в течение 10 мин. при 300 g. Далее супернатант удалялся, а осадок в количестве 100 мкл разбавлялся средой для оплодотворения и снова подвергался центробежному ускорению в режиме 150 g в течение 3 мин. и при 300 g – 10 мин., соответственно. В последствии осадок со спермой размешивался и оценивался на кинематические показатели и наличие морфологических аномалий сперматозоидов с помощью SpermVision™ Professional при использовании среды Vitrogen, а в случае применения сред Тироде и собственного приготовления разбавлялся средой оплодотворения с гепарином и вновь центрифугировался с последующим анализом. В качестве контроля служила определенная по полу сперма, подготовленная к оплодотворению в культуре *in vitro* с использованием процедуры Swim-Up (флотация), которая проводилась следующим образом: оттаянная сперма подслаивалась под 1 мл среды капацитации и переносилась в CO₂ – инкубатор на 1 час. Жизнеспособные сперматозоиды всплывали в верхнюю часть колонки, отбирались и переносились в чистую пробирку в 1 мл среды для капацитации и центрифугировались в течение 10 мин. при 3000 об/мин. Надосадочная жидкость удалялась, осадок гомогенизировался и разбавлялся средой для капацитации с гепарином (1 мл) и снова центрифугировался в том же режиме. Супернатант удалялся, а осадок разбавлялся средой для оплодотворения (1 мл) и центрифугировался в том же режиме. Данную процедуру проводили дважды. После удаления верхней колонки жидкости осадок оценивался по следующим характеристикам: концентрация половых гамет, млн; доля подвижных сперматозоидов, %; доля спермиев с прямолинейным поступательным движением (ППД), %; DCL – пройденное расстояние криволинейного движения, мкм; DAP – пройденное расстояние по средней траектории движения, мкм; DSL – пройденное расстояние прямолинейного движения, мкм; VCL – скорости при криволинейном движении, мкм/с; VAP – скорости продвижения головки сперматозоида по средней траектории движения, мкм/с; VSL – скорость прямолинейного движения головки спермия вдоль прямого отрезка между начальной и конечной точками траектории, мкм/с; LIN – степень линейности (VSL/VCL), %; STR – степень прямолинейного движения сперматозоидов (полезное перемещение) (VSL /VAP), %; WOB – степень отклонения (VAP/VCL) (величина, описывающая колебание реальной траектории относительно усредненной) %; BCF – частота колебательного движения (средняя частота, с которой реальная траектория сперматозоида пересекает усредненную траекторию), колебаний/сек; ALH – среднее боковое отклонение головки (отклонение головки относительно средней траектории) %; доли проксимальных капель (аномалия головки), дистальных капель (аномалия тела) и дефектов хвостика (изогнутость или изломанность).

Результаты исследований. В таблице 1 представлены результаты исследований о влиянии различных по составу питательных сред, используемых для приготовления градиента плотности Перколла, при подготовке сексированной спермы быков-производителей к оплодотворению яйцеклеток в культуре *in vitro* на кинематические показатели спермопродукции.

Таблица 1 – Влияние состава питательных сред на кинематические характеристики спермопродукции быков-производителей

Показатели	Swim Up (флотация), контроль		Перколл					
	до капацитации	после капацитации	Разработанная среда		Тироде		Vitrogen	
			до капацитации	после капацитации	до капацитации	после капацитации	до капацитации	после капацитации
Концентрация, млн.	2,4±0,29	0,9±0,08	2,5±0,09	2,0±0,08	2,5±0,12	2,2±0,11	2,9±0,11	2,2±0,10
Доля подвижных сперматозоидов, %	29,7±1,78	37,2±3,30	30,3±2,28	53,3±2,44	32,1±2,75	57,3±1,51	28,9±1,74	68,5±1,72
Доля спермиев с прямолинейным поступательным движением (ППД), %	35,3±1,87	41,5±3,06	34,5±2,78	59,4 ±3,76	34,8±2,37	50,2±5,12	34,4±2,15	61,5±3,49
Пройденное расстояние по средней траектории движения (DAP), мкм	13,9±1,71	19,4±2,05	13,6±1,59	37,5±1,3	13,8±1,87	32,4±2,45	15,8±1,22	41,8±1,51
Скорость продвижения по средней траектории движения, усредненная по времени скорость (VAP), мкм/с	37,0±4,58	48,6±5,03	35,5±3,49	62,1±3,93	35,4±4,19	57,4±5,85	43,0±3,84	69,6±5,95
Пройденное расстояние прямолинейного движения (DSL), мкм	21,8±3,20	33,6±3,16	19,7±2,29	42,5±4,50	20,8±3,16	38,6±3,96	23,7±2,48	47,8±1,48
Скорость прямолинейного движения между начальной и конечной точками (VSL), мкм/с	24,8±2,51	37,1±3,69	24,5±2,01	46,1±4,65	24,5± 3,67	42,5±4,07	25,5±2,35	50,2±1,32
Пройденное расстояние криволинейного движения (DCL), мкм	13,9±1,53	18,2±2,22	12,8±1,26	25,5±2,54	12,3±1,62	22,8±2,42	17,3±1,76	31,1±2,04
Скорость при криволинейном движении, (VCL), мкм/с	40,8±4,56	58,0±6,19	40,1±3,56	72,4±6,25	39,7±4,40	61,4±6,88	48,2±3,73	78,2±5,64
Степень линейности реальной траектории, LIN (VSL/VCL), %;	58,8	55,4	61,1	63,6	61,7	69,0	52,9	64,2
Степень прямолинейного движения сперматозоидов, линейность усредненной траектории, STR (VSL /VAP), %;	67,0	59,1	69,0	74,2	69,2	74,0	59,3	72,1
Степень колебания реальной траектории относительно усредненной, WOB (VAP/VCL), %	87,7	93,8	88,5	85,8	89,2	93,4	89,1	88,9
Частота колебательного движения, частота биения головки (BCF), колебаний/сек	16,6 ±1,91	20,6±1,92	15,1±2,14	27,5±1,80	16,7±1,76	26,1±2,80	14,3±2,25	28,6±1,22
Отклонение головки относительно средней траектории (ALH), мкм	2,1±0,57	1,8±0,22	1,1±0,14	1,4±0,26	1,5±0,22	1,5±0,22	2,1±0,19	1,4±0,19

Анализ результатов исследований, представленных в таблице 1, показывает, что концентрация спермы в опытных группах после капацитации превосходила концентрацию в контроле в 2,2-2,4 раза, что говорит о том, что у спермы, прошедшей процедуру разделения по полу, в значительной мере снижается способность к флотации, что обуславливается ее ослабленным состоянием после цитометрии и достаточно низкой исходной концентрацией, о чем говорилось выше. Доля подвижных сперматозоидов в образце спермы, подготовленной по процедуре SwimUp (контроль), увеличилась после капацитации на 7,5 п.п., при использовании сред собственной рецептуры – на 23,0 п.п., Тироде – на 25,2 п.п. и Vitrogen – на 39,6 п.п. В том числе с прямолинейно-поступательным движением – на 6,2 п.п., 24,9 п.п., 15,4 и 27,1 п.п., соответственно.

Использование для приготовления градиента плотности Перколл сред собственного приготовления позволило увеличить долю подвижных сперматозоидов на 16,1 п.п., Тироде – на 20,1 п.п. и Vitrogen – на 31,3 п.п., в том числе долю спермиев с прямолинейным движением на 17,9 п.п., 8,7 п.п. и 20,0 п.п., соответственно. В целом, капацитация спермы с использованием градиента плотности позволила увеличить долю подвижных спермиев по сравнению с флотацией на 22,5 п.п., в том числе с прямолинейно-поступательным движением – на 15,5 п.п.

Пройденное расстояние прямолинейного движения после капацитации увеличилось в контрольной группе на 11,8 п.п. при использовании сред собственного изготовления – на 22,8 п.п., Тироде – 17,8 п.п. и Vitrogen – 24,1 п.п., при этом скорость прямолинейного движения возросла на 12,3 п.п., 21,6 п.п., 18,0 п.п. и на 24,7 п.п., соответственно. Такое увеличение скорости и, соответственно, пройденного расстояния свидетельствует о таком феномене, присущем сперматозоидам в процессе их созревания и подготовки к оплодотворению, как «гиперактивация» – внезапное ускорение сперматозоидов во время их приближения к яйцеклетке. Установлено, что активация возникает в результате поступления ионов кальция в сперматозоид, которое контролируется белком, расположенным в хвосте сперматозоида.

Отмечается увеличение скорости криволинейного движения после капацитации, независимо от используемой среды на 17,2 п.п.; 32,3 п.п.; 21,7 п.п.; и 30,0 п.п. при использовании флотации, сред собственного изготовления, Тироде и Vitrogen, соответственно. Степень линейности реальной траектории перед капацитацией в опытных группах колебалась в пределах 52,9-61,7%, после капацитации находилась в пределах 55,4-69,0%. При этом в контрольной группе после капацитации она снижалась на 3,4 п.п., а в опытных группах имела тенденцию к увеличению на 2,5% в группе со средой собственного изготовления, до 7,3 и 11,3% в группах со средами Тироде и Vitrogen, соответственно. Касательно отклонения головки относительно средней траектории закономерностей не отмечено. Линейность усредненной траектории имела тенденцию к снижению после капацитации в контрольной группе, в то время как в опытных группах она увеличивалась от 4,8 п.п. в случае со средой Тироде, до 12,8 п.п. – при использовании среды Vitrogen. Степень колебания реальной траектории спермиев относительно усредненной, до капацитации, практически не изменялась и составляла 88,5-89,2%. После капацитации увеличивалась в контрольной группе и в группе со средой Тироде на 6,1 и 4,2 п.п. и превышала данный показатель в группах со средой собственного изготовления и Vitrogen 8,0 и 4,9 п.п. и 7,6 и 4,5 п.п., соответственно. Частота колебательного движения или частота биения головки после капацитации увеличивалась на 4-14,3 п.п. В опытных группах, по сравнению с контрольной, данный показатель был выше на 6,9, 5,5 и 8,0 п.п. при использовании сред собственного изготовления, Тироде и Vitrogen, соответственно.

Важным показателем оплодотворяющей способности спермы является наличие и величина доли спермиев с морфологическими отклонениями (таблица 2), к которым относятся такие аномалии как наличие проксимальной капли (аномалии головки), наличие дистальной капли (аномалии тела) и аномалии хвостика: изогнутый или изломанный хвостик [8].

Согласно результатам экспериментов, представленным в таблице 2, до капацитации количество спермиев с аномалией головки находилось практически на одном уровне и колебалось в пределах 2,46-2,97%, с аномалией тела – 2,21-3,26% и с дефектами хвостика – 1,01-3,14%. В общей сложности доля морфологически аномальных спермиев до капацитации составила в контроле 9,37%, при использовании сред собственного изготовления – 6,35%, Тироде – 6,83% и Vitrogen – 6,89%. После капацитации данный показатель в контроле снизился до 4,85%, или на 4,1 п.п. В опытных группах дефектных сперматозоидов после капацитации практически не обнаруживалось. Доля морфологически нормальных спермиев составляла в среднем по среде собственного изготовления 99,35%, Тироде – 99,44% и Vitrogen – 99,88%. Таким образом, использование градиента плотности Перколл при подготовке сексированной спермы к оплодотворению позволяет элиминировать практически все морфологически аномальные клетки из спермы.

Таблица 2 – Влияние состава среды на элиминацию морфологически аномальных сперматозоидов

Наименование среды		Морфология сперматозоидов					
		доля клеток с нормальной и аномальной морфологией, %					
		головка		тело		хвостик	
		нормаль- ная	аномаль- ная	нормаль- ная	аномаль- ная	нормаль- ная	аномаль- ная
SwimUp (флотация) (контроль)	до капацитации	97,03	2,97	96,74	3,26	96,86	3,14
	после капацитации	98,73	1,27	97,33	2,63	99,05	0,95
Разработанная среда	до капацитации	97,38	2,62	97,79	2,21	98,48	1,52
	после капацитации	99,09	0,91	99,54	0,46	99,42	0,58
Тироде	до капацитации	97,31	2,69	96,87	3,13	98,39	1,01
	после капацитации	99,75	0,25	98,84	1,16	99,74	0,26
Vitrogen	до капацитации	97,54	2,46	97,47	2,53	98,10	1,9
	после капацитации	99,80	0,20	99,84	0,16	100,00	0,00

Закключение. Установлено, что подготовка спермы быков-производителей к оплодотворению яйцеклеток в культуре *in vitro*, независимо от способа ее проведения (посредством градиента плотности Перколла или флотации), позволяет увеличить кинематические характеристики сперматозоидов и элиминировать практически все морфологически аномальные клетки. Формирование колонок градиента плотности Перколла с использованием питательных сред: собственного производства, Тироде и Vitrogen, применяемых для капацитации спермы, позволило повысить концентрацию половых гамет по сравнению с контролем (флотация) в 2,2-2,4 раза, долю подвижных сперматозоидов – на 16,1 п.п., 20,1 п.п. и 31,3 п.п., долю спермиев с прямолинейно-поступательным движением (ППД) – на 17,9 п.п., 8,7 п.п. и 20,0 п.п. и снизить количество аномальных клеток до 0,65%, 0,47% и 0,12%, соответственно.

Conclusion. It has been established that the preparation of sperm from sire bulls for egg fertilization on culture *in vitro*, regardless of the method of its implementation (through a percolation density gradient or flotation), makes it possible to increase the kinematic characteristics of spermatozoa and eliminate almost all morphologically abnormal cells. The formation of percolation density gradient columns using nutrient media: proprietary production, Thyrode and Vitrogen used for sperm capacitation allowed to increase the concentration of sexual gametes by 2.2-2.4 times compared with the control (flotation), the proportion of motile spermatozoa by 16.1 percentage points, 20.1 percentage points and 31.3 percentage points, the proportion of spermatozoa with the linear translational motion (PPD) by 17.9 percentage points, 8.7 percentage points and 20.0 percentage points and a decrease in the number of abnormal cells to 0.65%, 0.47% and 0.12%, respectively.

Список литературы.

1. Boney, G. Sexed Semen and Major Factors Affecting Its Conception Rate in Dairy Cattle / G. Boney // *Int. J. Adv. Res. Biol. Sci.* – 2021. – Vol. 8(1). – P. 99-107. DOI: <http://dx.doi.org/10.22192/ijarbs.2021.08.01.012>.
2. Healy, A. A. Artificial insemination field data on the use of sexed and conventional semen in nulliparous Holstein heifers / A. A. Healy, J. K. House, P. C. Thomson // *J. Dairy Sci.* – 2013. – Vol. 96. – P. 1905–1914.
3. Garner, D. L. History of commercializing sexed semen for cattle / D. L. Garner, G. E. Seidel // *Theriogenology*. – 2008. – Vol. 69. – P. 886–895.
4. Эффективность применения различных по составу сред при капацитации спермы быков-производителей / Л. В. Голубец, Ю. К. Кирикович, Н. В. Януга [и др.] // *Ученые записки учреждения образования «Витебская государственная академия ветеринарной медицины»*. – 2025. – Т. 61, вып. 2. – С. 39–43. – DOI: 10.52368/2078-0109-2025-61-2-39-43.
5. Влияние генотипа на частоту морфологически ненормальных сперматозоидов в сперме быков после оттаивания / Н. И. Гавриченко, Т. В. Павлова, Е. С. Калиновская, И. А. Пацовский // *Ученые записки учреждения образования «Витебская государственная академия ветеринарной медицины»*. – 2021. – Т. 57, № 4. – С. 37–42. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-4-37-42.
6. Sperm Capacitation: The Obligate Requirement for Male Fertility / Rohit Kumar Deshmukh, Archana Bharadwaj Siva // *Male Infertility: Understanding, Causes and Treatment* / ed. R. Singh, K. Singh. – 2017. – Ch. 1. – P. 47–66.
7. Карпеня, С. Л. Репродуктивная функция молодых быков-производителей в зависимости от генотипа и живой массы / С. Л. Карпеня, А. В. Коробко, О. А. Яцына // *Ученые записки учреждения образования «Витебская государственная академия ветеринарной медицины»*. – 2022.

– Т. 58, № 4. – С. 103–108. – DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-4-103-108.

8. Sun, F. Is there a relationship between sperm chromosome abnormalities and sperm morphology? / F. Sun, E. Ko, R. H. Martin // *Reprod. Biol. Endocrinol.* – 2006. – Vol. 4. – P.1. DOI: 10.1186/1477-7827-4-1.

References.

1. Boney, G. Sexed Semen and Major Factors Affecting Its Conception Rate in Dairy Cattle / G. Boney // *Int. J. Adv. Res. Biol. Sci.* – 2021. – Vol. 8(1). – P. 99–107. DOI: <http://dx.doi.org/10.22192/ijarbs.2021.08.01.012>.

2. Healy, A. A. Artificial insemination field data on the use of sexed and conventional semen in nulliparous Holstein heifers / A. A. Healy, J. K. House, P. C. Thomson // *J. Dairy Sci.* – 2013. – Vol. 96. – P. 1905–1914.

3. Garner, D. L. History of commercializing sexed semen for cattle / D. L. Garner, G. E. Seidel // *Theriogenology.* – 2008. – Vol. 69. – P. 886–895.

4. Efficiency of using media with different compositions during capacitation of bull sperm / L. V. Golubets, Yu. K. Kirikovich, N. V. Yanut [et al] // *Transactions of the educational establishment "Vitebsk the Order of "the Badge of Honor" State Academy of Veterinary Medicine.* – 2025. – Vol. 61, No. 2. – P. 39–43. – DOI: 10.52368/2078-0109-2025-61-2-39-43

5. The influence of genotype on the frequency of morphologically abnormal spermatozoa in the semen of bulls after thawing / N. I. Gavrichenko, T. V. Pavlova, E. S. Kalinovskaya, I. A. Patsovsky // *Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny".* – 2021. – Vol. 57, No. 4. – P. 37–42. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-4-37-42.

6. Sperm Capacitation: The Obligate Requirement for Male Fertility / Rohit Kumar Deshmukh, Archana Bharadwaj Siva // *Male Infertility: Understanding, Causes and Treatment* / ed. R. Singh, K. Singh. – 2017. – Ch. 1. – P. 47–66.

7. Karpenya, S. L. Reproductive function of young breeding bulls depending on genotype and live weight / S. L. Karpenya, A. V. Korobko, O. A. Yatsyna // *Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny".* – 2022. – Vol. 58, No. 4. – P. 103–108. – DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-4-103-108.

8. Sun, F. Is there a relationship between sperm chromosome abnormalities and sperm morphology? / F. Sun, E. Ko, R. H. Martin // *Reprod. Biol. Endocrinol.* – 2006. – Vol. 4. – P.1. – DOI: 10.1186/1477-7827-4-1.

Поступила в редакцию 12.02.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-2-50-54

УДК 636.4.053:636.087.74 (043.3)

ВЛИЯНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «АЛЬФАЛАКТИМ» НА ЕСТЕСТВЕННУЮ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ

Захарова И.А. ORCID ID 0009-0007-9749-3153

УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно, Республика Беларусь

В статье представлены результаты исследований по изучению влияния кормовой добавки «Альфалактим» на естественную резистентность молодняк свиней. Исследования были проведены в условиях СТФ «Лаша» СПК им. Денщикова Гродненского района Гродненской области и отраслевой научно-исследовательской лаборатории «АгроВет» УО «Гродненский государственный аграрный университет». Установлено, что использование кормовой добавки «Альфалактим» в рационах молодняк свиней способствовало повышению концентрации общего белка на 8,5%, альбуминов – на 8,2%, а γ -глобулиновой фракции – на 12,6% по сравнению с контрольной группой, что свидетельствует об активации белкового обмена, транспорта питательных веществ в ткани и повышении естественной резистентности организма поросят. Анализ состояния естественной резистентности поросят по гуморальным факторам защиты показал, что использование изучаемой кормовой добавки способствовало повышению бактерицидной активности сыворотки крови на 4,9 п.п., лизоцимной активности сыворотки крови – на 1,4 п.п. по сравнению с контролем. Анализ клеточных факторов неспецифической резистентности животных свидетельствует о том, что у поросят, получавших кормовую добавку «Альфалактим», фагоцитарная активность лейкоцитов возросла на 2,8 п.п. по сравнению с животными контрольной группы, что также является показателем иммуностимулирующего действия изучаемой кормовой добавки. **Ключевые слова:** кормовая добавка «Альфалактим», молодняк свиней, естественная резистентность, бактерицидная активность сыворотки крови, лизоцимная активность сыворотки крови, фагоцитарная активность лейкоцитов.

EFFECT OF THE FEED ADDITIVE ALFALACTIM ON THE NATURAL RESISTANCE IN YOUNG PIGS

Zakharova I.A.

Grodno State Agrarian University, Grodno, Republic of Belarus

The article presents the results of a study examining the effect of the feed additive Alfalactim on the natural resistance of young pigs. The studies were conducted in the conditions of the "Lasha" Pig Producing Farm of the Agricultural Production Cooperative named after Denshchikov, Grodno District, Grodno Region, and the AgroVet Research Laboratory of the Grodno State Agrarian University. It was found that the use of the feed additive Alfalactim in the diet of weaning piglets increased the total protein concentrations by 8.5%, albumin by 8.2%, and the γ -globulin

*fraction by 12.6% compared to the control group, indicating activation of protein metabolism, nutrient transport to tissues, and enhanced natural resistance in piglets. The analysis of the pigs' natural resistance based on humoral defense factors revealed that the feed additive increased the serum bactericidal activity by 4.9 percentage points and serum lysozyme activity by 1.4 percentage points compared to the control group. The analysis of cellular factors of nonspecific resistance in animals indicates that the phagocytic activity of leukocytes increased by 2.8 percentage points in piglets receiving the Alfalactim feed additive, compared to animals in the control group, further supporting the immunostimulatory effect of the feed additive. **Keywords:** feed additive Alfalactim, weaning piglets, natural resistance, bactericidal activity of blood serum, lysozyme activity of blood serum, phagocytic activity of leukocytes.*

Введение. Важнейшим аспектом свиноводческой отрасли в современных условиях является формирование у молодняка высокого уровня естественной резистентности и устойчивости организма к неблагоприятным факторам внешней среды [1]. В период отъема и адаптации поросята испытывают сильный стресс, что приводит к ослаблению иммунитета и делает организм более уязвимым к различным инфекциям [2, 3]. Для повышения естественной резистентности организма рекомендуется использовать комплексные многофункциональные кормовые добавки, позволяющие сократить использование антибиотиков. Данные кормовые добавки направлены на поддержание здоровья через сбалансированный иммунный ответ и поддержание здоровой среды в кишечнике [4, 5].

Применение кормовых добавок, содержащих ферменты, пробиотики и другие полезные вещества и повышающих естественную резистентность организма поросят, позволяет использовать в рационе экономически выгодные и эффективные кормовые компоненты, не уменьшая при этом питательность корма. Они позволяют исключить негативное влияние антинутриентов, препятствующих усвоению питательных веществ и улучшая пищеварение у поросят [6].

Одной из таких добавок является кормовая добавка «Альфалактим», разработанная сотрудниками лаборатории молочнокислых и бифидобактерий Института микробиологии НАН Беларуси и сотрудниками УО «Гродненский государственный аграрный университет» на основе пробиотических бактерий с α -галактозидазной активностью. Учитывая вышесказанное, **целью наших исследований** явилось изучение влияния кормовой добавки «Альфалактим» на естественную резистентность молодняка свиней.

Материалы и методы исследований. Исследования по изучению влияния кормовой добавки «Альфалактим» на естественную резистентность молодняка свиней проводились в условиях СТФ «Лаша» СПК им. Денщикова Гродненского района Гродненской области и отраслевой научно-исследовательской лаборатории «АгроВет» УО «Гродненский государственный аграрный университет». Для проведения опыта было сформировано две группы поросят-отъемышей: контрольная (530 голов) и опытная (540 голов) со средней живой массой 16,3 – 16,5 кг. Формирование групп осуществлено по принципу аналогичных групп. Условия содержания и технология кормления выращиваемых поросят опытной и контрольной групп были одинаковыми и соответствовали зоотехническим нормам для этой технологической группы. Молодняк свиней опытной группы в отличие от поросят контрольной группы, которые получали основной рацион, принятый в хозяйстве, получали комбикорм, в состав которого входила пробиотическая кормовая добавка «Альфалактим» из расчета 1,0 кг/т комбикорма СК-21 (активность $\sim 1,0 \times 10^{10}$ КОЕ/г) с использованием метода ступенчатого ввода (таблица 1). Молодняк свиней содержали в групповых станках, продолжительность опыта составила 31 день.

Таблица 1 – Схема опыта

Группа животных	Количество голов	Условия проведения опыта
контрольная	530	ОР (основной рацион)
опытная	540	ОР + кормовая добавка «Альфалактим» из расчета 1,0 кг/т комбикорма СК-21 (титр $\sim 1,0 \times 10^{10}$ КОЕ/г)

В период опыта за животными велись клинические наблюдения. Пробы крови для гематологических и биохимических исследований отбирали из глазного синуса в начале и конце опыта через 2,5-3 часа после утреннего кормления у 15 голов из каждой группы. Оценку состояния естественной резистентности организма поросят проводили по гуморальным и клеточным факторам защиты. В цельной крови определяли фагоцитарную активность лейкоцитов (ФА) по методике А.И. Ивановой и Б.А. Чухловина. В сыворотке крови определяли: общий белок – биуретовым методом; белковые фракции – методом пластинчатого электрофореза в дифференциальном полиакриламидном геле; бактерицидную активность сыворотки крови (БАСК) – методом О.В. Смирновой и Т.А. Кузьминой; лизоцимную активность сыворотки крови (ЛАСК) – по В.Г. Дорофейчуку (1968).

Биометрическую обработку результатов исследований проводили с использованием компьютера в программе Microsoft Excel методами вариационной статистики. Все результаты

исследований в работе приведены к Международной системе единиц СИ. Определены средние арифметические каждого вариационного ряда, стандартные ошибки степеней, степень вероятности нулевой гипотезы по сравнению с контролем путем вычисления критерия Стьюдента - Фишера. При $P < 0,05$ различия средних арифметических сравниваемых вариационных рядов считались достоверными.

Результаты исследований. Белковый обмен характеризуется содержанием общего белка и его фракций в сыворотке крови. Белки играют важную роль в формировании кислотно-основного состояния организма, являются антителами, факторами свертывания крови и т.д. Изменение содержания общего белка в сыворотке крови приводит к нарушению гомеостаза (нарушению водно-электролитного обмена) и специфической (иммунобиологической) реактивности организма.

Анализ показателей белкового обмена свидетельствует о том, что в начале опыта (таблица 2) концентрация общего белка в сыворотке крови животных обеих групп была примерно одинаковой и составляла 59,68 г/л в контроле и 60,02 г/л – в опытной группе. Содержание альбуминов у поросят опытной группы было выше, чем у молодняка свиней контрольной группы, на 6,5%, однако достоверных различий по этому показателю между животными обеих групп не наблюдалось. Концентрация α -глобулиновой фракции в сыворотке крови поросят-отъемышей опытной группы была выше, чем у поросят контрольной группы, и составляла 11,49 г/л против 10,21 г/л в контроле. Что касается β -глобулиновой фракции, то их концентрация была незначительно выше у поросят контрольной группы по сравнению с опытной. Содержание γ -глобулиновой фракции у поросят обеих групп было на одинаково невысоком уровне и составляло 12,28 г/л – в контроле, в опытной – 11,04 г/л, что может свидетельствовать о некотором напряжении иммунной системы.

К концу опыта в сыворотке крови поросят, получавших с комбикормом кормовую добавку «Альфалактим» увеличилась концентрация общего белка на 8,5% ($P < 0,05$) по сравнению с контрольной группой и составила 66,92 г/л (в контроле – 61,67 г/л).

Таблица 2 – Протеинограмма сыворотки крови поросят при использовании кормовой добавки «Альфалактим», ($M \pm m$)

Группа	Показатели				
	общий белок, г/л	альбумины, г/л	глобулины, г/л		
			α–	β –	γ –
в начале опыта					
контрольная	59,68±3,12	30,22±2,12	10,21±0,32	6,69±0,17	12,28±0,41
опытная	60,02±2,97	32,19±3,27	11,49±0,43	5,09±0,21	11,04±0,34
в начале опыта					
контрольная	61,67±2,96	30,14±2,74	11,69±0,47	6,51±0,29	13,02±0,37
опытная	66,92±3,78*	32,63±2,81*	12,71±0,34*	6,72±0,37	14,67±0,52**

Примечания: *– $P < 0,05$; **– $P < 0,01$.

Увеличение содержания общего белка в сыворотке крови поросят опытной группы произошло как за счет альбуминов, так и за счет глобулиновых фракций. Так, концентрация альбуминов у животных опытной группы была выше, чем в контроле, на 8,2% ($P < 0,05$) и составила 32,63 г/л против 30,14 г/л в контроле. Содержание α -глобулинов увеличилось на 8,7% ($P < 0,05$), а γ -глобулиновой фракции – на 12,6% ($P < 0,01$) по сравнению с контролем и составило 12,71 г/л и 14,67 г/л, в контроле – 11,69 г/л и 13,02 г/л соответственно. Данные изменения указывают на активизацию белкового метаболизма, переноса питательных веществ в ткани и повышение естественной резистентности организма поросят.

Показателями естественной резистентности организма животных наряду с общим белком и его фракциями являются и такие показатели как БАСК, ЛАСК, ФА. Анализ состояния естественной резистентности животных по гуморальным факторам защиты показал, что пробиотическая кормовая добавка «Альфалактим» оказывает стимулирующее влияние на бактерицидную активность сыворотки крови (рисунок 1). Результаты исследований свидетельствуют о том, что у животных опытной группы БАСК была выше, чем в контроле, на 4,9 п.п. ($P < 0,05$) и составила 48,4%, а в контрольной группе – 43,5%.

Лизоцимная активность сыворотки крови также характеризует ее бактерицидные свойства. Лизоцим разрушает клеточные стенки бактерий, а также усиливает общий иммунный ответ, стимулируя фагоцитоз и синтез антител. В наших исследованиях установлено (рисунок 2), что введение в рацион животных кормовой добавки «Альфалактим» способствовало повышению ЛАСК. Так, к концу исследований лизоцимная активность сыворотки крови у поросят опытной группы была выше на 1,4 п.п. ($P < 0,05$) в сравнении с животными контрольной группы. Фагоцитоз лейкоцитами – это важнейший механизм врожденного иммунитета, характеризующий неспецифическую реактивность организма, т.е. способность иммунной системы отвечать защитными гуморальными и клеточными реакциями на действие чужеродного антигена. Показателем эффективности работы

врожденного иммунитета является фагоцитарная активность лейкоцитов (ФА), которая может в значительной степени меняться под влиянием различных факторов (заболевание, стресс и т.д.). В этой связи, изучение клеточных факторов резистентности животных может способствовать получению ценной информации о состоянии их иммунной системы и способности противостоять инфекциям.

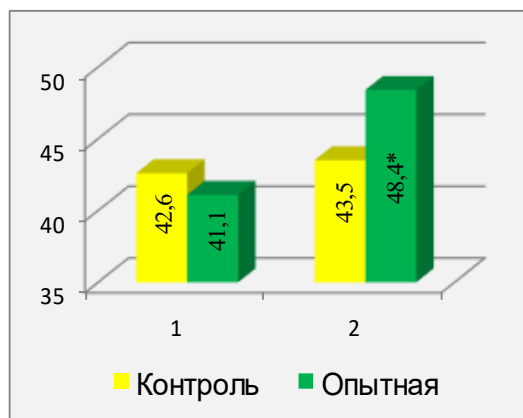


Рисунок 1 – Динамика бактерицидной активности сыворотки крови подопытных животных, %

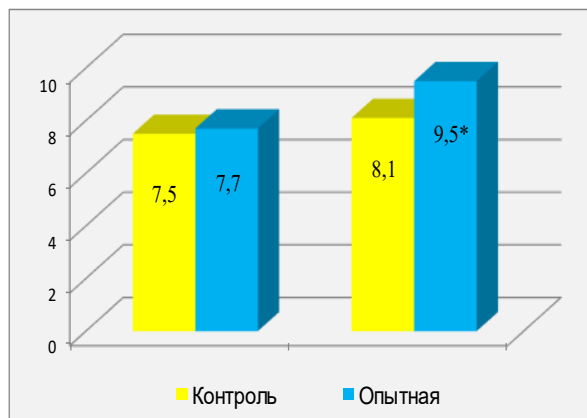


Рисунок 2 – Динамика лизоцимной активности сыворотки крови подопытных животных, %

Результаты исследований по оценке фагоцитарной активности лейкоцитов свидетельствуют о том, что у поросят опытной группы, получавших кормовую добавку «Альфалактим», отмечена повышенная фагоцитарная активность лейкоцитов (рисунок 3).

Фагоцитарная активность лейкоцитов, %



Рисунок 3 – Фагоцитарная активность лейкоцитов подопытных животных, %

Установлено, что у поросят опытной группы показатель ФА увеличился на 2,8 п.п. ($P < 0,05$) по сравнению с животными контрольной группы и составил 33,1%, у поросят опытной группы – 30,3%. Данные изменения указывают на более сильный иммунный ответ и лучшую устойчивость к инфекциям у поросят, получавших кормовую добавку «Альфалактим».

Заключение. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что использование кормовой добавки «Альфалактим» в рационах молодняка свиней способствовало активизации белкового метаболизма, транспорта питательных веществ в ткани и повышению естественной резистентности организма поросят, что выразилось в увеличении концентрации γ -глобулиновой фракции на 12,6%, повышении бактерицидной активности сыворотки крови на 4,9 п.п., лизоцимной активности сыворотки крови – на 1,4 п.п., фагоцитарной активности лейкоцитов – на 2,8 п.п.

Conclusion. The results of the conducted studies indicate that the use of the feed additive Alfalactim in the diet of weaning piglets contributed to the activation of protein metabolism, the transport of nutrients into tissues and an increase in the natural resistance of the pigs' body, which was reflected in an increase in the concentration of the γ -globulin fraction by 12.6%, an increase in the bactericidal activity of blood serum by 4.9 percentage points, lysozyme activity of blood serum – by 1.4 percentage points, phagocytic activity of leukocytes – by 2.8 percentage points.

Список литературы.

1. Сыса, Л. В. Основные факторы, негативно влияющие на состояние животных в условиях ряда свиноводческих хозяйств / Л. В. Сыса, С. А. Сыса // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2022. – № 3. – С. 26–29.
2. Assessing the relationship between pigs' stress resilience and their behavior in response to weaning / B. Lee, A. M. Luttman, C. W. Ernst, N. E. Raney // *Animal Science. Sec. Animal Welfare and Policy*. – 2024. – Vol. 5. – P.10.
3. Михайлов, Е. В. Влияние комплексного препарата «Простимул» на иммунный статус поросят при технологическом стрессе / Е. В. Михайлов, В. А. Шутиков, Б. В. Шабунин // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2025. – Т. 61. – № 3. – С. 26–33.
4. Jolien van Soest. Robust piglets: Feed solutions to support piglets' health and performance / Jolien van Soest // *Feed & Additive magazine*. – November 2024. – P. 32–36.
5. Radzikowski, D. Selected feed additives used in pig nutrition / D. Radzikowski, A. Milczarek // *Journal of Central European Agriculture*. – 2021. – № 22(1). – P.54–65.
6. Luise, D. Feeding and nutritional strategies for sows and piglets to improve piglets' robustness / D. Luise, E. A. Sureda // *Veterinary Science. Sec. Animal Nutrition and Metabolism*. – 2023. – Vol.10. – P. 3.

References.

1. Sysa, L. V. The main factors negatively affecting the condition of animals in a number of pig farms / L. V. Sysa, S. A. Sysa // *Animal Husbandry and Veterinary Medicine*. – 2022. – No. 3. – P. 26–29.
2. Assessing the relationship between pigs' stress resilience and their behavior in response to weaning / B. Lee, A. M. Luttman, C. W. Ernst, N. E. Raney // *Animal Science. Sec. Animal Welfare and Policy*. – 2024. – Vol. 5. – P.10.
3. Mikhailov, E. V. Effect of the complex drug "Prostimul" on the immune status of piglets under technological stress / E. V. Mikhailov, V. A. Shutikov, B. V. Shabunin // *Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny"*. – 2025. – Vol. 61, No. 3. – P. 26–33.
4. Jolien van Soest. Robust piglets: Feed solutions to support piglets' health and performance / Jolien van Soest // *Feed & Additive magazine*. – November 2024. – P. 32–36.
5. Radzikowski, D. Selected feed additives used in pig nutrition / D. Radzikowski, A. Milczarek // *Journal of Central European Agriculture*. – 2021. – № 22(1). – P.54–65.
6. Luise, D. Feeding and nutritional strategies for sows and piglets to improve piglets' robustness / D. Luise, E. A. Sureda // *Veterinary Science, Sec. Animal Nutrition and Metabolism*. – 2023. – Vol.10. – P. 3.

Поступила в редакцию 26.02.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-2-54-58

УДК 636.2.082

РЕПРОДУКТИВНАЯ ФУНКЦИЯ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В СОСТАВ РАЦИОНА КОНЦЕНТРАТА КОРМОВОГО УГЛЕВОДНОГО МЕЛАССИРОВАННОГО

*Карпеня М.М. ORCID ID 0000-0002-4762-676X, *Лукина И.Ю., **Козинец А.И.,
*Карпеня С.Л. ORCID ID 0000-0001-7690-9091

*УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

**РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь

В результате научно-хозяйственного опыта установлено положительное влияние концентрата кормового углеводного мелассированного на показатели спермопродукции быков-производителей. Включение в состав рациона быков-производителей концентрата кормового углеводного мелассированного в количестве 472 г на голову в сутки способствует повышению объема эякулята на 4,7%, концентрации сперматозоидов – на 5,1%, активности спермы – на 0,3%, количества сперматозоидов в эякуляте – на 9,3%, полученных эякулятов – 12,5% и замороженных спермодоз – на 7,6% при снижении их выбраковки. **Ключевые слова:** быки-производители, рацион, меласса, углеводы, спермопродукция, эякулят, спермодоза.

REPRODUCTIVE FUNCTION OF SIRE BULLS WITH THE MOLASSES FEED CARBOHYDRATE CONCENTRATE INCLUDED IN THE DIET

*Karpenia M.M., *Lukina I.Yu., **Kozinets A.I., *Karpenia S.L.

*Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

**Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry,
Zhodino, Republic of Belarus

As a result of scientific and economic trial, the positive effect of the molasses feed carbohydrate concentrate on the sperm production indicators in sire bulls was established. The inclusion of the molasses feed carbohydrate concentrate in the diet of sire bulls in the amount of 472 g per head per day promotes the ejaculate volume increase by 4.7%, sperm concentration – by 5.1%, sperm activity – by 0.3%, sperm count in ejaculate – by 9.3%, obtained

ejaculates – 12.5% and frozen sperm doses – by 7.6% with the culling decrease to follow. **Keywords:** sire bulls, diet, molasses, carbohydrates, sperm products, ejaculate, sperm doses.

Введение. С целью поддержания нормальной жизнедеятельности и продолжительного сохранения репродуктивной функции быков требуются самые благоприятные условия. Под ними понимается целая система жизнеобеспечения, которая включает в себя режимы содержания, ухода, кормления, вопросы организации производственных процессов, зоогигиенические и ветеринарно-профилактические мероприятия. Для нормального роста и развития половых органов у бычков и длительного интенсивного использования взрослых производителей животные должны быть обеспечены полноценным питанием до уровня физиологической потребности. Потребность быков-производителей в энергии зависит от половой нагрузки, возраста, живой массы. Кормить племенных быков надо так, чтобы они были хорошо упитаны, имели высокую половую активность и давали семя высокого качества в течение длительного племенного использования. Решающее значение в этом имеет бесперебойное обеспечение их энергией, а также протеиновая, углеводная, минеральная и витаминная полноценность рациона [1, 7].

В настоящее время существует проблема дефицита сахара в рационе, который играет огромную роль в течении рубцовых процессов жвачных. Одним из наиболее ценных в кормовом отношении отходов свеклосахарного производства является меласса – богатый источник сахара. Физиологическое значение мелассы обусловлено высокой скоростью сбраживания содержащихся в ней сахаров в рубце. Это создает оптимальные условия для жизнедеятельности целлюлозолитической микрофлоры, что, в свою очередь, повышает переваримость клетчатки грубых кормов. Образующиеся при брожении летучие жирные кислоты (в частности, пропионовая кислота) являются предшественниками глюкозы в организме и основным источником энергии для синтеза АТФ, необходимой для поддержания высокой подвижности и метаболизма спермиев. Меласса (патока) является продуктом переработки сахарной свеклы, и в большинстве случаев ее используют в кормлении сельскохозяйственных животных. Она служит ценным углеводным кормом, содержащим до 60% остаточных углеводов [2, 4, 8].

Недостаточное количество поступающих с кормом углеводов или их низкое усвоение приводит к нарушению обмена веществ, результатом которого будет снижение уровня глюкозы в печени и, как следствие, увеличение нагрузки на орган. Организм в таком случае запускает резервы собственных ресурсов. Для получения высококачественной спермы важен индивидуальный подход и рациональное использование сбалансированного кормления быков-производителей. Чтобы сперма в течение года была хорошего качества, не нарушалась нормальная деятельность микроорганизмов-симбионтов в преджелудках, быки получают рационы с постоянным составом и соотношением питательных веществ. Известно, что включение в рацион быков-производителей сахаросодержащих компонентов в соответствии с физиологическими потребностями способствует увеличению объема эякулята и концентрации сперматозоидов [3, 5, 6].

Цель исследования – установить динамику репродуктивных функций быков-производителей при включении в состав рациона концентрата кормового углеводного мелассированного.

Материалы и методы исследований. Научно-хозяйственный опыт проведен в РУП «Витебское племпредприятие» на быках-производителях голштинской породы, средний возраст которых в начале эксперимента составил 25 месяцев. Для этого сформировали 2 группы производителей: одну контрольную и одну опытную по 8 голов в каждой с учетом генотипа, возраста и живой массы. Продолжительность учетного периода опыта составила 60 дней. Различия в кормлении быков-производителей заключались в том, что животным 2-й опытной группы в состав рациона вводили концентрат кормовой углеводный мелассированный.

Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Кол-во быков в группе	Продолжительность опыта, дней	Условия кормления
1-я контрольная	8	60	Основной рацион (ОР)
2-я опытная	8		ОР + концентрат кормовой углеводный мелассированный (472 г на голову в сутки)

Концентрат кормовой углеводный мелассированный разработан РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» и выпускается в ОАО «Городейский сахарный комбинат». Он представляет собой брикет-лизунец на основе патоки. Плотная масса пластичной консистенции без посторонних запахов. Состав концентрата кормового углеводного мелассированного приведен в таблице 2, его химический состав – в таблице 3.

Таблица 2 – Состав концентрата кормового углеводного мелассированного

Компоненты	%
Меласса свекловичная	64,5
Кукуруза экструдированная	15,0
Гидроксид кальция	7,5
Магния оксид	5,0
Монокальцийфосфат	2,5
Мел кормовой	2,5
Премикс П60-3	3,0

Таблица 3 – Химический состав концентрата кормового углеводного мелассированного

Показатели	Единицы измерения	В 1 кг концентрата содержится
Сухое вещество	%	87,7
Растворимые и легкогидролизуемые углеводы (сахара)	%	49,9
Легкопереваримые углеводы (крахмал)	%	12,8
Сырой протеин	%	9,38
Сырой жир	%	1,68
Сырая клетчатка	%	0,80
Сырая зола	%	23,2
Хлористый натрий	%	0,35
Кальций	%	5,94
Фосфор	%	0,61
Магний	%	0,84
Цинк	мг/кг	308,05
Медь	мг/кг	30,46
Витамин Е	мг/кг	4,1

Условия содержания подопытных животных были одинаковыми. Кормление у всех быков было трехразовое, поение – из автопоилок. Ежедневно всем быкам-производителям предоставляли моцион.

Показатели спермы быков определяли в специализированной лаборатории РУП «Витебское племпредприятие» по ГОСТ 32277–2013 «Сперма. Методы испытаний физических свойств и биологического, биохимического, морфологического анализов», ГОСТ 23745–2014 «Сперма быков неразбавленная свежеполученная» и ГОСТ 26030–2015 «Сперма быков замороженная».

Цифровой материал обработан методами биометрической статистики. В работе приняты следующее обозначение уровня достоверности: * – $P < 0,05$.

Результаты исследований. В результате проведенного эксперимента установлено, что использование концентрата кормового углеводного мелассированного оказало положительное влияние на показатели спермы быков-производителей. Органолептическую оценку спермы проводили непосредственно после ее получения с учетом внешнего вида, консистенции, цвета и запаха. Сперма была однородная, молочно-белая с желтоватым оттенком, вязкая, в виде сливкообразной жидкости со специфическим запахом, без примеси крови, гноя и мочи. Органолептические показатели спермы у быков всех подопытных групп на протяжении опыта соответствовали стандарту.

В предопытный период по показателям спермы существенных различий не выявлено, что позволяет судить о правильно сформированных группах (таблица 4).

В опытный период наибольший объем эякулята отмечен у быков 2-й опытной группы. По данному показателю производители этой группы превосходили аналогов 1-й контрольной группы на 0,27 мл, или на 4,7%. По активности спермы быки 1-й контрольной группы уступали животным 2-й опытной группы на 0,3%. Концентрация сперматозоидов у быков 2-й опытной группы была выше на 0,07 млрд/мл, или на 5,1% ($P < 0,05$), по сравнению со сверстниками 1-й контрольной группы. Количество сперматозоидов в эякуляте у производителей 2-й опытной группы было больше, чем у аналогов 1-й контрольной группы, на 0,73 млрд, или на 9,3% ($P < 0,05$). В постопытный период просматривалась та же закономерность, что и в опытный период, а именно, наиболее высокие показатели спермопродукции были у быков-производителей 2-й группы.

Таблица 4 – Показатели спермы быков-производителей (n=8)

Группа		Показатели спермы			
		объем эякулята, мл	активность спермы, баллов	концентрация сперматозоидов, млрд/мл	количество сперматозоидов в эякуляте, млрд
Предопытный период (30 дней)					
1-я контрольная	M±m	5,62±0,38	8,03±0,03	1,40±0,05	7,89±0,27
	Cv	20,8	1,93	10,6	16,4
2-я опытная	M±m	5,65±0,43	8,01±0,01	1,38±0,03	7,80±0,39
	Cv	23,6	1,47	15,2	17,8
Опытный период (60 дней)					
1-я контрольная	M±m	5,71±0,36	8,02±0,03	1,37±0,03	7,82±0,25
	Cv	17,3	1,83	12,4	15,4
2-я опытная	M±m	5,98±0,29	8,05±0,02	1,44±0,02*	8,55±0,22*
	Cv	15,2	1,46	10,1	12,6
Послеопытный период (30 дней)					
1-я контрольная	M±m	5,68±0,46	8,00±0,04	1,38±0,06	7,84±0,22
	Cv	19,6	2,03	14,7	16,8
2-я опытная	M±m	5,91±0,34	8,04±0,03	1,43±0,04	8,45±0,19*
	Cv	17,1	1,79	12,0	10,9

За опытный период от быков 2-й группы получено эякулятов больше на 9,5% по сравнению со сверстниками 1-й контрольной группы (таблица 5). Процент брака эякулятов у производителей 2-й опытной группы был ниже на 1,2 п.п. по сравнению с быками 1-й контрольной группы. Соответственно, наибольшее число эякулятов за вычетом выбракованных получено у животных 2-й опытной группы (108 шт.), что на 12,5% больше по сравнению с быками 1-й контрольной группы. От быков-производителей 2-й опытной группы заморожено спермодоз на 10,2% больше, чем от аналогов 1-й контрольной группы. Процент брака спермодоз по переживаемости после оттаивания у быков 2-й опытной группы был ниже по сравнению со сверстниками 1-й контрольной группы на 0,3 п.п.

Таблица 5 – Количественные показатели спермопродукции быков-производителей (n=8)

Показатели	Группа	
	1-я контрольная	2-я опытная
Получено эякулятов за опытный период, шт.	105	115
Брак эякулятов, %	6,9	5,7
Получено эякулятов за вычетом выбракованных, шт.	98	108
Накоплено спермодоз (заморожено соломинок), ед.	17640	19440
Брак спермодоз, %	2,7	2,4
Накоплено спермодоз за вычетом выбракованных, ед.	17637	18973

Следовательно, у быков 2-й опытной группы заморожено спермодоз за вычетом выбракованных на 7,6% больше по сравнению с производителями 1-й контрольной группы.

Закключение. Таким образом, в результате научно-хозяйственного опыта установлено, что включение в состав рациона быков-производителей концентрата кормового углеводного мелассированного в количестве 472 г на голову в сутки способствует повышению их репродуктивной функции, что выразилось в увеличении объема эякулята на 4,7%, концентрации сперматозоидов – на 5,1% ($P < 0,05$), активности спермы – на 0,3%, количества сперматозоидов в эякуляте – на 9,3% ($P < 0,05$), полученных эякулятов – 12,5% и замороженных спермодоз – на 7,6% при снижении выбраковки соответственно на 1,2 и 0,3 п.п.

Conclusion. Thus, as a result of scientific and economic trial, it was found that the inclusion in the diet of sire bulls of the molasses feed carbohydrate concentrate in the amount of 472 g per head per day promotes an increase in their reproductive function, which was expressed in an increase of the ejaculate volume by 4.7%, spermatozoid concentration – by 5.1% ($P < 0.05$), sperm activity – by 0.3%, sperm count in ejaculate – by 9.3% ($P < 0.05$), obtained ejaculates – 12.5% and frozen sperm doses – by 7.6% with a decrease in culling by 1.2 and 0.3 percentage points, respectively.

Список литературы.

1. Акушерство, гинекология и биотехника размножения животных / А. П. Студенцов, В. С. Шпилов, В. Я. Никитин [и др.]. – Москва : КолосС, 2005. – 512 с.
2. Ветеринарные и технологические аспекты повышения продуктивности и сохранности коров :

монография / Н. И. Гавриченко, В. С. Прудников, Р. Г. Кузьмич [и др.] ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2020. – 331 с.

3. Карпеня, М. М. Оптимизация кормления племенных бычков и быков-производителей : монография / М. М. Карпеня ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 172 с.

4. Кормовые нормы и состав кормов : справочное пособие / Н. А. Шарейко, В. С. Токарев, В. Ф. Радчиков [и др.] ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2025. – 184 с.

5. Микулёнок, В. Г. Технология конструирования и изготовления комбикормов, БВМД и премиксов для крупного рогатого скота : монография / В. Г. Микулёнок, М. М. Карпеня, А. М. Карпеня ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск, 2022. – 186 с.

6. Маркевич, А. В. Рубцовое пищеварение, переваримость корма и гематологические показатели у коров при включении в рацион концентрата кормового энергетического «Энергопак» / А. В. Маркевич, М. М. Карпеня // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2025. – Т. 61, вып. 4. – С. 56–60.

7. Сарапкин, В. Комплексная оценка быков-производителей черно-пестрой породы / В. Сарапкин, Т. Бялькина // Молочное и мясное скотоводство. – 2007. – № 5. – С. 4–9.

8. Формирование продуктивных качеств племенных быков при разной обеспеченности биологически активными веществами / М. М. Карпеня, В. Ф. Радчиков, Ю. В. Шамич [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : сборник научных трудов / НПЦ НАН Беларуси по животноводству. – Жодино, 2024. – Т. 59, ч. 1. – С. 175–183.

References.

1. Akusherstvo, ginekologiya i biotekhnika razmnazheniya zhivotnyh / A. P. Studencov, V. S. SHpilov, V. YA. Nikitin [i dr.]. – Moskva : KolosS, 2005. – 512 s.

2. Veterinarnye i tekhnologicheskie aspekty povysheniya produktivnosti i sohrannosti korov : monografiya / N. I. Gavrichenko, V. S. Prudnikov, R. G. Kuz'mich [i dr.]. ; Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny. – Vitebsk : VGAVM, 2020. – 331 s.

3. Karpenya, M. M. Optimizatsiya kormleniya plemennyh bychkov i bykov-proizvoditelej : monografiya / M. M. Karpenya ; Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy medciny. – Vitebsk : VGAVM, 2019. – 172 s.

4. Kormovye normy i sostav kormov : spravochnoe posobie / N. A. SHarejko, V. S. Tokarev, V. F. Radchikov [i dr.]. ; Vitebskaya gosudarstvennaya akdaemiya veterinarnoy mediciny. – Vitebsk : VGAVM, 2025. – 184 s.

5. Mikulyonok, V. G. Tekhnologiya konstruirovaniya i izgotovleniya kombikormov, BVMD i premiksov dlya krupnogo rogatogo skota : monografiya / V. G. Mikulyonok, M. M. Karpenya, A. M. Karpenya ; Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny. – Vitebsk, 2022. – 186 s.

6. Markevich, A. V. Rubcovoe pishchevarenie, perevarimost' korma i gematologicheskie pokazateli u korov pri vkluyuchanii v racion koncentrata kormovogo energeticheskogo «EnerGOPAK» / A. V. Markevich, M. M. Karpenya // Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny". – 2025. – Т. 61, вып. 4. – С. 56–60.

7. Sarapkin, V. Kompleksnaya ocenka bykov-proizvoditelej cherno-pestroy porody / V. Sarapkin, T. Byal'kina // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. – 2007. – № 5. – С. 4–9.

8. Formirovanie produktivnyh kachestv plemennyh bykov pri raznoj obespechennosti biologicheskimi aktivnymi veshchestvami / M. M. Karpenya, V. F. Radchikov, YU. V. SHamich [i dr.] // Zootekhnicheskaya nauka Belarusi : sbornik nauchnyh trudov / NPC NAN Belarusi po zhivotnovodstvu. – ZHodino, 2024. – Т. 59, ch. 1. – С. 175–183.

Поступила в редакцию 03.03.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-2-58-66

УДК 636.2.086.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОВЫШЕННЫХ УРОВНЕЙ ЗЕРНОБОБОВЫХ В КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ КОМБИКОРМАХ ДЛЯ ДОЙНЫХ КОРОВ

Козинец А.И. ORCID ID 0000-0001-8651-4827, Надаринская М.А. ORCID ID 0009-0008-3387-4333,

Голушко О.Г. ORCID ID 0009-0004-3141-3047, Козинец Т.Г. ORCID ID 0009-0004-9448-8218

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь

В статье представлены результаты исследований, целью которых было изучить эффективность повышения ввода измельченного гороха и люпина в состав концентрированных комбикормов для дойных коров. Включение повышенных уровней ввода зернобобовых (гороха и люпина) в состав концентратов для дойных коров взамен основных протеиновых компонентов комбикормов шрота и жмыха, с обогащением ферментно-аминокислотным комплексом оказало положительное влияние на интенсивность процессов обмена у животных, обеспечившее повышение их продуктивности и подтвердившее возможное замещение высокопротеиновых импортных составляющих. **Ключевые слова:** коровы, концентрированный комбикорм, зернобобовые, горох, люпин, продуктивность, биохимические показатели крови.

USE OF INCREASED LEVELS OF GRAIN LEGUMES IN CONCENTRATED COMPOUND FEEDS FOR DAIRY COWS

Kozinets A.I., Nadarinskaya M.A., Golushko O.G., Kozinets T.G.

RUE "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry", Zhodino, Republic of Belarus

*This article presents the results of research aimed at assessing the effectiveness of increasing the addition of crushed peas and lupine to concentrated compound feeds for dairy cows. Including increased levels of legumes (peas and lupine) in concentrates for dairy cows, replacing the main protein components of meal and cake, and enriching them with an enzyme-amino acid complex, had a positive effect on the intensity of metabolic processes in animals, increasing their productivity and confirming the potential for replacing high-protein imported components. **Keywords:** cows, concentrated compound feed, legumes, peas, lupine, productivity, blood biochemistry.*

Введение. Использование новых подходов в решении протеиновой обеспеченности молочного поголовья – это активный кормовой потенциал для получения точки опоры в постоянно изменяющемся перечне предложений, доступности их реализации и возможности их внедрения в широкий массив кормопроизводства страны.

Обеспечение белком дойных коров и поддержание высокого уровня среднесуточных удоев на крупных комплексах находится в ежедневном прессинге факторов – покрытия необходимой потребности в полноценном протеине, логистической доступности высокопротеиновых составляющих комбикормов и вероятности наличия таковых в стране для обеспечения необходимого резервного тоннажа для изготовления комбикормов. При поиске стратегически осуществимых решений в условиях жесткого ограничения использования ценного высокобелкового сырья или доступности в его закупке все чаще взгляд ученых обращается к отечественным источникам протеина в составе комбикормов, ввод которых минимизирует расходы по его доставке в хозяйство или комбикормовое предприятие.

Альтернативным восполнением в полноценном белке были зернобобовые, которые ранее сезонно использовались в составе комбикормов для коров [1-3]. Однако использование зернобобовых не получило широкого распространения, поскольку для обеспечения требуемого тоннажа протеина выращивание таких культур требовалось увеличить, чтобы обеспечить не только сезонное использование. Поэтому Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь была поставлена задача по увеличению производства зернобобовых культур (гороха и люпина) сельскохозяйственными предприятиями начиная с 2023 года, чтобы достичь к 2025 году 533,8 тыс. тонн гороха и 97,0 тыс. тонн люпина.

Возобновленный интерес к семенам зернобобовых культур в нашей стране сделал их возможными заменителями импортных источников белка, таких как соевый и подсолнечный шрот, хотя содержание белка в этих семенах ниже, чем в соевом шроте, и требует увеличивать вводимое количество в 2-6 раз [1, 4].

Ограничительными факторами ранее для скармливания люпина коровам в составе комбикормов было содержание алкалоидов [5], в горохе – ингибитор трипсина [6]. Однако современные сортоизыскания этих зернобобовых культур могут предложить как низкоалкалоидные сорта люпина узколистного, так и гороха кормового с более низким содержанием ингибитора трипсина менее 50 мг/г [7, 8].

Использование ферментных композиций для улучшения переваримости расширяет предпосылки увеличения ввода изучаемого зерна бобовых культур в рационах молочных коров [9, 10].

Измельченный люпин, вводимый в состав комбикормов для коров согласно данным Классификатора сырья и продукции комбикормовой промышленности [11] в количестве 15%. Его использование в разрезе новых сортов пересматривалось с разных позиций – как увеличения в составе комбикорма, так и способов его обработки. Однако использование зерна бобовых культур, гороха и люпина в измельченном, нативном состоянии, – это наиболее простой и доступный способ восполнить необходимый недостаток высокопротеиновых компонентов комбикорма, который может быть предложен для использования в большинстве хозяйств без потери средств за счет собственного агрономического преобразования севооборота.

Цель исследований – изучить эффективность повышения ввода измельченного гороха и люпина в состав концентрированных комбикормов для дойных коров.

Материалы и методы исследований. Исследования по оценке эффективности включения зерна люпина и гороха в состав комбикормов для коров проводили в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области. Животные для научно-хозяйственных опытов отбирались по принципу пар-аналогов с учетом возраста, количества лактаций, даты отела и средней продуктивности в сутки.

Исследования по включению зерна измельченного гороха проводились на дойных коровах по следующей схеме (таблица 1).

Таблица 1 – Схема опыта по гороху измельченному

Группа	Кол-во животных в группе, гол.	Продолжительность, дн.	Учетный период
I контрольная	30 15	30	ОР + комбикорм без включения измельченного гороха
II опытная	30 15	30	ОР + комбикорм с включением 20% измельченного гороха
III опытная	30 15	30	ОР + комбикорм с включением 30% измельченного гороха

Примечание. В числителе указано значение показателя коровы в период раздоя, в знаменателе – в основной период лактации.

В состав комбикормов II и III опытных групп включен измельченный горох 20 и 30% взамен соевого шрота, рапсового жмыха и части зерновых компонентов. Аналоги I контрольной группы получали комбикорм без включения измельченного гороха (мука). Во все опытные рецепты концентратов с вводом гороха измельченного, включая контрольный, вводили комплекс ферментов в премикс (ксиланазу, целлюлазу и бета-глюконазу) в количестве 1,0%. Для обогащения аминокислотами опытных комбикормов с вводом зерна гороха II и III опытных групп вводили L-лизин монохлоридат в количестве 0,28 и 0,23%. В состав контрольного вводили 0,2% L-лизин монохлоридата.

Исследования на дойных коровах, направленные на включение в состав комбикорма повышенных норм измельченного люпина, проводились в том же хозяйстве на коровах в период раздоя и основного периода лактации по схеме (таблица 2).

Таблица 2 – Схема опыта по измельченному люпину

Группа	Кол-во животных в группе, гол.	Продолжительность, дн.	Учетный период
I контрольная	20 25	35 35	ОР + комбикорм без включения люпина
II опытная	20 25	35 35	ОР + комбикорм с включением 17% измельченного люпина

По проведенным регонисценировочным исследованиям на дойных коровах установлено, что уровень измельченного люпина может быть повышен до 17,0 %. Контрольные животные в составе комбикорма измельченный люпин не получали. Ферментно-аминокислотный комплекс в состав комбикормов вводили в количестве 1,0%.

Продуктивность животных контролировалась ежедневно, качество молока – по данным ежемесячных контрольных доек и общему забору проб. Поедаемость кормов учитывалась по данным контрольного кормления в три смежных дня.

Для контроля за физиологическим состоянием подопытных животных после скармливания зерна люпина и гороха в составе комбикорма для коров проводили исследования показателей крови. Кровь для исследований отбиралась через 3 часа после утреннего кормления от 4 голов каждой группы.

В крови определены содержание гемоглобина и эритроцитов и биохимические показатели с использованием автоматического анализатора «Urit3000Vetplus». В сыворотке крови определено содержание общего белка и его фракций, глюкозы, мочевины, креатинина на биохимическом анализаторе «Ассент - 200» в лаборатории биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству».

Химический состав кормов определялся в лаборатории биохимических исследований РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по принятым методикам: влага – по ГОСТ 13496.3; сырой протеин – по ГОСТ 13496.4-93 п.2 с применением автоматического анализатора UDK 132 и UDK 159 (VELP, Италия); м.д. сухого вещества – по ГОСТ 31640-2012 п.7; м.д.; сырой клетчатки – по ГОСТ 13496.2-91 с применением полуавтоматического анализатора FIWE-6; м.д. сырого жира – по ГОСТ 13496.15-2016 п.9.1; м.д. золы – по ГОСТ 26226-95 п.1.4.

Цифровые материалы обработаны методом вариационной статистики (П.Ф. Рокицкий, 1973).

Результаты исследований. Комбикорма для исследований на коровах, в состав которых вводили измельченный горох в количестве 20,0 и 30,0% и люпин в дозировке 17,0% по массе вводили взамен рапсового жмыха и соевого шрота, части зерновых компонентов, обеспечивали необходимый уровень протеина (таблица 3).

Таблица 3 – Питательный состав комбикормов для дойных коров с включением зерна гороха и люпина измельченного, с обогащением ферментно-аминокислотным комплексом

Показатель	Комбикорм с включением гороха			Комбикорм с включением люпина	
	I контрольная	II опытная	III опытная	I контрольная	II опытная
Пшеница	26,0	21,5	17,5	26,0	22,8
Ячмень	12,0	11,0	10,0	12,0	16,0
Тритикале	30,5	24,0	23,0	30,5	21,7
Жмых рапсовый	23	18,0	16,0	23,0	19,0
Шрот соевый	5,0	2,0	-	5,0	-
Зерно гороха измельченное	-	20,0	30	-	-
Зерно люпина измельченное	-	-	-	-	17,0
Соль кормовая	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Мел кормовой	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Премикс П 60-3: в т.ч. ферментный комплекс, L-лизинмонохлоридат, %	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Всего	100	100	100	100	100
Кормовых единиц	1,14	1,15	1,16	1,14	1,13
Обменной энергии, МДж	11,2	11,2	11,2	11,2	11,1
Сухого вещества, г	0,87	0,87	0,87	0,87,0	0,87
Сырого протеина, г	178	180	181	177	178
в т.ч. лизин, г	7,0	7,2	7,3	6,9	6,9
Переваримого протеина, г	147	151	153	147	149
Сырого жира, г	40	36	34	40	42
Сырой клетчатки, г	49	50	49	49	61
Крахмала, г	347	375	393	347	350
Сахара, г	52	50	51	51	44
Кальция, г	6,9	6,6	6,5	6,9	6,8
Фосфора, г	5,68	5,4	5,2	5,7	5,5
Магния, г	2,5	2,3	2,1	2,5	2,3
Калия, г	7,1	7,5	7,6	7,1	6,7
Железа, мг	181,8	152,8	141,4	181,8	146,1
Меди, мг	11,8	12,0	12,1	11,8	11,1
Цинка, мг	98,8	95,6	94,3	98,8	97,9
Кобальта, мг	2,30	2,26	2,26	2,30	2,25
Марганца, мг	36,2	35,4	33,2	36,2	39,2
Йода, мг	2,77	2,73	2,7	2,77	2,75

Включение гороха в состав комбикормов для коров обеспечило сокращение уровня шрота на 3,0 и 5,0%, рапсового жмыха – на 5,0 и 7,0% и уровня зерновых компонентов – на 12,0 и 18,0%. С вводом люпина в состав комбикормов количество соевого шрота сократили на 5,0%, рапсового жмыха – на 4,0% и зерновой части – на 8,0%.

Протеиновая питательность полученных комбикормов с включением гороха и люпина была в пределах 178-180 г и 11,1-11,2 МДж обменной энергии. Питательность комбикормов по уровню кормовых единиц при включении измельченного гороха и люпина соответствовала ГОСТ 9268-2015.

Уровень сырого жира в опытных комбикормах был несколько снижен относительно контрольного показателя в комбикормах с включением гороха, тогда как с вводом в комбикорм люпина повысился на 5,0%.

В рационе подопытных дойных коров в исследованиях по гороху содержалось в среднем на 1 кг сухого вещества 10,3 МДж обменной энергии, 155 г сырого протеина и 27,3-35,3 г сырого жира (таблица 4).

В эксперименте по скормливанию люпина был обеспечен энергией в контроле на 1 кг сухого вещества, составившей 9,7 МДж и в опытной группе – 9,6 МДж, сырого протеина – 153 г в обеих группах. Соотношение кальция к фосфору находилось в пределах 2,4. Поедаемость кормов в опытной группе была ниже, чем в контрольной группе.

Продуктивность коров, после скормливания опытных комбикормов с вводом зернобобовых в разные физиологические стадии, имела тенденцию к увеличению продуктивности (таблица 5-6).

С течением периода раздоя во время экспериментов с изучением повышенных уровней ввода гороха показатель среднесуточного удоя за опыт в контрольной группе снизился на 3,18 кг в сравнении с данными на начало опытного периода. Тогда как в опытных группах наблюдалось снижение среднесуточного удоя базисной жирности в том же сравнении на 2,82 и 2,48 кг молока, что превысило контрольную разницу с исходным удоом на 1,53 и 1,87 кг молока от каждой коровы ежедневно.

Отмечено, что жирность молока у коров, получавших комбикорм с измельченным горохом, с течением опыта снизилась на 0,11 и 0,03 п. п. при снижении показателя в контроле на 0,07 п. п.

С течением периода раздоя уровень белка в молоке контрольных коров повысился на 0,18 п.п. относительно данных на начало исследований при разнице в опытных группах 0,16 и 0,23 п. п. в сторону повышения. Это свидетельствует об увеличении белка в группе, получавшей 30,0% гороха, в сравнении с контрольной разницей на 0,05 п. п.

Таблица 4 – Рационы кормления высокопродуктивных коров по фактически потребленным кормам

Показатель	Исследования по гороху						Исследования по люпину			
	Группа									
	I контрольная		II опытная		III опытная		I контрольная		II опытная	
	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
Сенаж люцерновый	21,0	29,4	22,26	30,1	22,89	30,4	-	-	-	-
Сенаж злаково-бобовый	-	-	-	-	-	-	12,0	22,3	11,2	21,2
Силос кукурузный	20,0	21,	21,20	22,3	21,80	22,5	19,0	31,9	19,0	32,5
Комбикорм контрольный	11,0	48,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Комбикорм с 20% гороха	-	-	11,0	47,6	-	-	-	-	-	-
Комбикорм с 30% гороха	-	-	-	-	11,0	47,1	-	-	-	-
Комбикорм контрольный	-	-	-	-	-	-	11,0	45,8	-	-
Комбикорм с 17,0% люпина	-	-	-	-	-	-	-	-	11,0	46,2
Всего		100		100	-	100				
В 1 кг рациона содержится:										
кормовых единиц	25,70		26,60		27,10		27,4		27,3	
обменной энергии, МДж	243		250		254		248		242	
сухого вещества, кг	23,5		24,3		24,7		25,6		25,2	
сырого протеина, г	3636		3758		3820		3928		3852	
в т.ч. лизин, г	116,4		121,0		123,2		133,5		112,3	
сырого жира, г	875		857		848		1002		1004	
сырой клетчатки, г	2669		2808		2860		3219		3268	
сахара, г	942		942		964		6442		6395	
кальция, г	191		201		206		806		688	
фосфора, г	92,5		90,9		89,6		207		200	
магния, г	62,1		61,9		60,8		84,7		81,8	
калия, г	479		489		499		54		51	
железа, мг	5507,6		5339,1		5378,90		357		343	
меди, мг	308,3		321,2		327,67		4418		3933	
цинка, мг	1421,2		1406,1		1401,8		254		242	
кобальта, мг	26,5		26,2		26,21		1340		1324	
марганца, мг	1103,6		1137,1		1134,1		26,2		25,6	
йода, мг	34,8		34,6		34,4		909		926	
каротина, мг	826		875,6		900,6		594,2		575,1	
витамина D, ME	916,2		969,1		995,6		43,2		43,0	
витамина E, мг	1856		1949		2002		1612		1616	

Продуктивность животных в пересчете на базисную жирность в основном периоде лактации в исследованиях по включению измельченного гороха в контрольной группе снизилась на 2,16 кг в сравнении с данными на начало опытного периода, тогда как в опытных группах отмечено меньшее снижение удоя базисной жирности на 1,92 и 1,80 кг в том же сравнении, что относительно контрольных животных было выше на 10,6 и 18,5%.

В основной период лактации жирность молока с возрастанием срока лактации у контрольных коров снизилась на 0,09 п. п. при снижении жирномолочности в опытных группах на 0,09 п. п., во II группе и практически стабильном уровне жирности у коров в III группе.

Белок молока у контрольных животных за опыт снизился на 0,1 п. п., тогда как у коров в опытных группах наблюдалось повышение белкомолочности на 0,16 п. п. в обеих группах, что было выше контроля на 0,26 п. п.

Таблица 5 – Продуктивность и качество молока высокопродуктивных коров в период раздоя и основного периода лактации при скормливании в составе комбикорма измельченного гороха

Показатель	Период раздоя			Основной период лактации		
	Группа					
	I контрольная	II опытная	III опытная	I контрольная	II опытная	III опытная
Начало исследований:						
Среднесуточный удой, кг	35,39±2,45	34,92±2,14	35,17±1,98	33,63±2,12	32,4±2,09	32,68±1,94
Жирность молока, %	4,27±0,17	4,27±0,14	4,17±0,22	3,99±0,18	4,07±0,41	4,08±0,36
Среднесуточный удой молока 3,6%-ной жирности, кг	41,97±1,15	41,42±0,98	40,74±1,14	37,27±1,15	36,63±0,98	37,04±1,14
Белок молока, %	3,36±0,04	3,26±0,07	3,37±0,09	3,60±0,07	3,26±0,03	3,27±0,06
Среднее значение за период исследований:						
Среднесуточный удой, кг	32,25±1,94	33,40±2,12	33,27±2,05	32,41±2,04	31,40±2,09	31,21±2,16
Жирность молока, %	4,2±0,16	4,16±0,15	4,14±0,14	3,90±0,21	3,98±0,18	4,07±0,22
Среднесуточный удой молока 3,6%-ной жирности, кг	37,63±1,27	38,60±2,49	38,26±1,89	35,11±1,27	34,71±2,49	35,28±2,28
± к началу исследований, кг	-4,35	-2,82	-2,48	-2,16	-1,92	-1,76
± к контролю, кг	-	+1,53	+1,87	-	+0,24	+0,36
Белок молока, %	3,54±0,02	3,42±0,04	3,60±0,04	3,50±0,04	3,42±0,07	3,43±0,17

Продуктивность коров в период раздоя при получении в составе концентратов измельченного люпина взамен рапсового жмыха и соевого шрота имела стабильные показатели без понижения в сравнении с контролем в среднем за период опыта (таблица 6).

Таблица 6 – Продуктивность и качество молока высокопродуктивных коров в период раздоя и основного периода лактации

Показатель	Период раздоя		Основной период лактации	
	Группа			
	I контрольная	II опытная	I контроль	II опытная
Начало исследований:				
Среднесуточный удой, кг	32,72±1,17	33,86±1,14	33,98±1,97	33,40±1,45
Жирность молока, %	4,66±0,18	4,48±0,21	4,42±0,32	4,35±0,21
Среднесуточный удой молока 3,6%-ной жирности, кг	42,35±1,64	42,13±1,12	41,72±1,27	40,36±2,49
Белок молока, %	3,58±0,06	3,61±0,04	3,52±0,046	3,63±0,055
Среднее значение за период исследований:				
Среднесуточный удой, кг	33,2±1,64	34,54±2,51	34,03±1,74	33,83±2,18
Жирность молока, %	4,69±0,13	4,50±0,17	4,51±0,211	4,40±0,17
Среднесуточный удой молока 3,6%-ной жирности, кг	43,25±1,47	43,18±2,49	42,63±1,27	41,35±2,15
± к началу исследований, кг	+0,90	+1,05	+0,91	+0,99
± к контролю, кг	-	+0,15	-	+0,08
Белок молока, %	3,53±0,06	3,57±0,07		

При неоднозначном уровне продуктивности в начале исследований у подопытных коров, сравнение после проведения исследований среднего значения за период с данными на начало эксперимента свидетельствует, что уровень натурального удоя снизился на 0,60 и 0,68 кг. В пересчете на молоко 3,6%-ной жирности наблюдалось повышение в контроле с течением лактации на 0,9 кг и в опытной группе – на 1,05 кг. При пересчете межгрупповой разницы с началом исследований установлено, что продуктивность коров превзошла контрольных аналогов на 0,15 кг в сутки или на 16,6%, позволив получить от животного за месяц в среднем на 4,5 л больше.

Жирность молока контрольных коров с течением второй трети лактации увеличилась на 0,03 п. п., тогда как в опытных группах отмечено повышение на 0,02 п. п.

Содержание белка в молоке у коров в период раздоя в контроле за период исследований в сравнении с данными на начало опытов снизилось на 0,05 п. п., тогда как у опытных коров снижение составило 0,04 п. п.

После скормливания измельченного люпина в составе комбикормов взамен соевого шрота и рапсового жмыха в основной период лактации наблюдалась тенденция к повышению

среднесуточного удоя в сравнении с данными на начало исследований по натуральному молоку на 0,42 кг при практически однозначному начальному показателю в контроле. В пересчете на молоко 3,6%-ной жирности от контрольных животных было получено на 0,91 кг молока больше относительно начальных данных, в опытной группе разница в том же сравнении составила 0,99 кг. В межгрупповом сравнении опытные коровы превзошли контрольных на 0,08 кг в сутки, разница в процентном соотношении составила 8,7%.

Биохимическая картина отражает течение метаболизма в организме животных, свидетельствует, что замена протеиновых компонентов комбикормов на измельченный горох и люпин повлияла на интенсивность белкового обмена в организме опытных животных (таблица 7).

Таблица 7 – Показатели биохимии крови высокопродуктивных коров в период раздоя и в основном периоде лактации при скормливания измельченного гороха и люпина

Показатель	Исследования по гороху			Исследования по люпину	
	Группа			I контрольная	II опытная
	I контрольная	II опытная	III опытная		
Общий белок, г/л	82,95±9,79	83,4±3,84	87,18±4,62	87,0±2,62	87,52±1,52
	74,03±1,075	78,14±4,96	82,60±3,35	84,57±2,24	85,57±2,26
Альбумины, г/л	34,80±0,67	34,28±0,14	34,3±0,67	35,3±0,94	38,05±0,47*
	34,06±0,73	43,48±3,22*	47,48±2,65*	36,66±1,69	35,90±0,52
Глобулины, г/л	48,15±2,98	49,12±3,45	52,88±5,56	51,70±2,97	49,47±1,47
	39,97±0,696	34,66±3,22	35,12±2,63*	47,91±2,91	49,67±2,23
Глюкоза, ммоль/л	3,22±0,144	3,23±0,393	3,17±0,164	3,01±0,07	3,32±0,25
	3,19±0,025	3,17±0,059	3,21±0,050	3,11±0,28	3,39±0,27
Мочевина, ммоль/л	5,23±0,25	5,35±0,61	5,69±0,523	4,95±0,29	6,51±0,18*
	4,38±0,43	4,80±0,45	5,60±0,902*	5,65±0,36	6,54±0,17
Креатинин, мкмоль/л	70,0±9,00	82,65±6,04	90,78±2,64*	80,1±2,96	81,0±2,95
	80,0±2,37	81,7±3,43	84,98±3,34	71,92±7,70	78,42±3,01

Содержание общего белка в крови животных с поступлением гороха увеличилось относительно контрольных показателей в основном периоде лактации на 5,5 и 11,6%, тогда как у коров в период раздоя только максимальный ввод гороха вызвал увеличения уровня протеина в крови на 5,1% при фактически неизменных показателях альбуминов. Активность обменных процессов в основном периоде лактации снижается у опытных животных, это отразилось в более активном его течении, что подтверждается достоверным повышением уровня альбуминов. Разница с контрольной группой составила 27,65% ($P<0,05$) и 38,22% ($P<0,05$).

Биохимический профиль коров в период раздоя после скормливания измельченного люпина животным взамен соевого шрота и рапсового жмыха свидетельствует об устойчивом течении белкового обмена без отрицательных изменений. Уровень белка в крови животных при альтернативной замене протеинового компонента остался на прежнем уровне. Однако количество альбуминов в крови коров в период раздоя сравнительно с контрольными животными было выше на 7,8% ($P<0,05$), на фоне снижения глобулиновой фракции – на 4,3%.

У коров в основной период лактации относительно белкового обмена интенсивность снизилась, что подтверждено уменьшением уровня альбуминов на 2,15%, тогда как по уровню глобулинов отмечено повышение на 3,6%, что характеризует стабильное белковообразование без отклонений характерной для второй трети лактации.

С вводом сырого измельченного люпина в организме животных интенсивность углеводного обмена характеризовалась увеличением уровня глюкозы в крови коров в период раздоя на 10,3%.

Концентрация глюкозы в крови коров в основной период лактации увеличилось на 9,0% после ввода сырого измельченного люпина.

Внесение гороха измельченного в период раздоя характеризовалось более высокой продуктивностью, чем в контроле, стабильным уровнем глюкозы в крови, такая же тенденция наблюдалась в основной период лактации.

С внесением гороха в организме животных установлена тенденция к повышению уровня мочевины с максимальной разницей относительно контроля в III группе, равной 8,8%.

Ввод сырого люпина характеризовался скачкообразным повышением уровня мочевины, достигшим верхней границы норматива. Разница в период раздоя составила 31,5% ($P<0,05$) при стабильном уровне креатинина. В основной период лактации количество мочевины увеличилось в сравнении с контролем на 15,8%, что было в пределах верхней границы норматива (3,3-6,7 ммоль/л) на фоне увеличения креатинина на 9,0%.

Заключение. Преобразование протеиновой части комбикорма включением зерна гороха в измельченном виде в количестве 20,0 и 30,0 % обеспечило сокращением зернового состава на 12 и 18,0%, сопряженное с частичной заменой рапсового жмыха на 5,0 и 7,0% и соевого шрота на 3,0 и

5,0%. Ввод в рационы комбикормов с измельченным горохом способствовал увеличению поедаемости рациона на 6,0 и 9,8%, что способствовало повышению среднесуточного удоя базисной жирности в период раздоя на 1,53 и 1,87 кг ежедневно и на 0,24 и 0,36 кг в основном периоде лактации. Установлено, что с включением 20,0 и 30,0 % гороха интенсивность белкового обмена положительно изменяется, что подтверждает увеличение уровня общего белка в период раздоя и уровня протеина и альбуминов в основной период лактации.

Возможность включения в состав комбикормов для коров измельченного люпина в количестве 17,0% сократила уровень зерновой части на 8,0% и протеиновой – на 9,0%, ввод которого оказал стимулирующее влияние на уровень получаемой продукции, обеспечив стабильный удой, который был на 0,15 кг молока больше от коровы в период раздоя и на 0,08 кг – в основной период лактации. Установлено, что биохимический профиль обменных процессов дойных коров с включением сырого измельченного люпина характеризовался активностью транспортных процессов в период раздоя, отразившейся на увеличении уровня альбуминов в период раздоя.

Conclusion. The transformation of the protein portion of the compound feed by including crushed peas in amounts of 20.0 and 30.0% resulted in a reduction in the grain composition by 12 and 18.0%, respectively, coupled with a partial replacement of rapeseed cake by 5 and 7.0% and soybean meal by 3.0 and 5.0%. The introduction of compound feed with crushed peas into the diets contributed to an increase in the palatability of the diet by 6.0 and 9.8%, respectively, contributing to an increase in the average daily milk yield of basic fat content during the initial milking period by 1.53 and 1.87 kg daily and by 0.24 and 0.36 kg during the main period of lactation. It was found that the inclusion of 20.0 and 30.0% peas resulted in positive changes in protein metabolism, as evidenced by increases in total protein levels during the initial milking period and protein and albumin levels during the lactation period. Including 17.0% of crushed lupine in cow feed reduced the grain content by 8.0% and the protein content by 9.0%. This had a stimulating effect on milk yield, ensuring stable milk yield, which was 0.15 kg higher per cow during the initial milking period and 0.08 kg higher during the main lactation period. It was found that the biochemical profile of the metabolic processes in dairy cows fed with ground lupine was characterized by increased transport activity during the initial milking period, resulting in increased albumin levels during the initial milking period.

Список литературы.

1. Голушко, В. М. Методические рекомендации по использованию зерна бобовых культур в кормлении сельскохозяйственных животных / В. М. Голушко, В. И. Домаш, С. П. Лещенко. – Жодино, 2003. – 24 с.
2. Кислякова, Е. М. Использование кормовой добавки на основе природного местного сырья в кормлении коров / Е. М. Кислякова, А. А. Абашева, Е. В. Ачкасова // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Гродно : БГСХА, 2016. – Вып. 19, ч. 1. – С. 78–83.
3. Погосян, Д. Г. Качество протеина в кормах для жвачных животных : монография / Д. Г. Погосян. – Пенза : РИО ПГСХА, 2014. – 110 с.
4. Золотарёв, А. Продуктивность дойных коров при использовании новейшей технологии кормления / А. Золотарёв, И. Седюк, С. Золотарёва // Научно-технический бюллетень Института животноводства Национальной академии аграрных наук Украины. – 2020. – № 124. – С. 79–88.
5. Effects of a supply of raw or extruded white lupin seeds on protein digestion and amino acid absorption in dairy cows / C. Benchaar, R. Moncoulon, C. Bayourthe, M. Vernay // Journal of Animal Science. – 1994. – Vol. 72. – P. 492–501.
6. Degradation in the rumen of lupin (*Lupinus albus* L.) and pea (*Pisum sativum* L.) seed proteins: Effect of heat treatment / J. Aufrère [et al]. // Animal Feed Science and Technology. – 2001. – Vol. 92. – P. 215–236.
7. Шор, В. Ч. Производство гороха в республике. Приоритеты, достижения и основные направления / В. Ч. Шор, Т. В. Тихомирова, Л. М. Алисиевич // Аграрная наука – производству : сборник научно-практических статей / НПЦ НАН Беларуси по земледелию. – Минск : ИВЦ Минфина, 2024. – Вып. 1.(5) – С.16–19.
8. Васякин, Н. И. Зернобобовые культуры в Западной Сибири / Н. И. Васякин ; РАСХН. Сиб. отд-ние. АНИИЗиС. – Новосибирск, 2002. – 184 с.
9. Bethard, G. L. Effect of rumen-undegradable protein and energy on growth and feed efficiency of growing holstein heifers / G. L. Bethard, R. E. James, M. L. McGilliard // J. Dairy Sci. – 1997. – Vol. 80. – P. 2149–2155.
10. Применение ферментных препаратов в кормопроизводстве / Н. В. Ездаков, В. В. Шерстобитов, А. П. Левицкий [и др.] // Перспективы применения ферментных промышленных препаратов в отрасли кормопроизводства. – Киев, 1991. – С. 41–48.
11. Классификатор сырья и продукции комбикормовой промышленности : утв. и введ. в действие Департаментом по хлебопродуктам Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – 2-е изд. – Минск, 2021. – 269 с.

References.

1. Golushko, V. M. Methodical recommendations for the use of legume grain in feeding farm animals / V. M. Golushko, V. I. Domash, S. P. Leshchenko. – Zhodino, 2003. – 24 p.
2. Kislyakova, E. M. Ispol'zovanie kormovoj dobavki na osnove prirodnogo mestnogo syr'ya v kormlenii korov / E. M. Kislyakova, A. A. Abasheva, E. V. Achkasova // Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva : sb.

nauch. tr. / Belorusskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya. – Gorki : BGSKHA, 2016. – Vyp. 19, ch. 1. – S. 78–83.

3. Pogosyan, D. G. Protein quality in feed for ruminants: monograph / D. G. Pogosyan. – Penza: RIO PGSKhA, 2014. – 110 p.

4. Zolotarev, A. Productivity of dairy cows using the latest feeding technology / A. Zolotarev, I. Sedyuk, S. Zolotareva // Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Husbandry of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. – 2020. – No. 124. – Pp. 79–88.

5. Effects of a supply of raw or extruded white lupine seeds on protein digestion and amino acid absorption in dairy cows / C. Benchaar, R. Moncoulon, C. Bayourthe, M. Vernay // Journal of Animal Science. – 1994. – Vol. 72. – Pp. 492–501.

6. Degradation in the rumen of lupin (*Lupinus albus* L.) and pea (*Pisum sativum* L.) seed proteins: Effect of heat treatment / J. Aufrère [et al.] // Animal Feed Science and Technology. – 2001. – Vol. 92. – P. 215–236.

7. Shor, V. Ch. Pea production in the republic. Priorities, achievements and main directions / V. Ch. Shor, T. V. Tikhomirova, L. M. Alisieva // Agrarnaya nauka – proizvodstvu : sbornik nauchno-prakticheskikh statej / NPC NAN Belarusi po zemledeliyu. – Minsk : IVC Minfina, 2024. – Vyp. 1.(5) – S. 16–19.

8. Vasyakin, N. I. Grain legumes in Western Siberia / N. I. Vasyakin ; RAAS. Sib. Dept.. ANIZiS. – Novosibirsk, 2002. – 184 p.

9. Bethard, G. L. Effect of rumen-undegradable protein and energy on growth and feed efficiency of growing Holstein heifers / G. L. Bethard, R. E. James, M. L. McGilliard // J. Dairy Sci. – 1997. – Vol. 80. – P. 2149–2155.

10. Application of enzyme preparations in feed production / N. V. Ezdakov, V. V. Sherstobitov, A. P. Levitsky [et al.] // Prospects for the use of industrial enzyme preparations in the feed production industry. – Kyiv, 1991. – Pp. 41–48.

11. Classifier of raw materials and products of the compound feed industry: approved and put into effect by the Department of Grain Products of the Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus. – 2nd ed. – Minsk, 2021. – 269 p.

Поступила в редакцию 05.03.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-2-66-70

УДК 636.2.033

МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ СОДЕРЖАНИЯ

Мазоло Н.В., Щебеток И.В., Рубина М.В.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

Изложены результаты научно-хозяйственного опыта по изучению влияния способов содержания коров на их молочную продуктивность. Установлено, что коровы, содержащиеся в условиях беспривязного содержания, превосходили аналогов, которые содержались на привязи по удою за 305 дней лактации на 3,8% по 1-ой лактации, на 8,4% по 2-ой лактации и на 3,1% по 3-ой лактации. Содержание жира, белка в молоке также было выше у животных данной группы. **Ключевые слова:** коровы, молочная продуктивность, белок, лактоза, способы содержания.

MILK PRODUCTIVITY OF COWS UNDER DIFFERENT METHODS OF HOUSING

Mazolo N.V., Schebetok I.V., Rubina M.V.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

The results of scientifically-economic trial are presented on the study of the effect of cows' housing methods on their productivity. It was found that cows kept in loose housing conditions outperformed their counterparts kept tethered in terms of milk yield over 305 days of lactation by 3.8% in the second lactation, by 8.4% in the first lactation, and 3.1% in the third lactation. The fat and protein content in milk was also higher in animals of this group. **Keywords:** cows, milk productivity, protein, lactose, methods of housing.

Введение. Молочное скотоводство Беларуси занимает ведущее место среди отраслей общественного животноводства. Эта отрасль модернизируется через внедрение новых технологий, улучшение генетики скота и развитие кормовой базы, что позволяет Беларуси быть одним из мировых лидеров в экспорте молочной продукции.

Проблема повышения качества молока является столь же серьезной и сложной, как и проблема увеличения его количества. Поддержание высокой продуктивности животных достигается за счет оптимизации условий содержания, то есть определяется совокупным влиянием многих факторов окружающей среды: микроклиматом помещений, качеством употребляемой воды, кормов, условиями содержания, технологией производства продукции и многими другими. В связи с этим среди актуальных проблем, изучаемых гигиенической наукой и практикой, ведущее значение имеет проблема оценки взаимосвязи животного организма с факторами окружающей среды, так как при невозможности создания здоровой среды для животных нельзя говорить о реальности сохранения

их здоровья и получения от них высокой продуктивности. В таких случаях естественная резистентность животных снижается, что чаще всего приводит к развитию патологий [3,4,5].

При несоответствии условий кормления, ухода и содержания требованиям организма животные вынуждены приспосабливаться к этим условиям, во-первых, за счет повышенных затрат энергии, во-вторых, нарушается обмен веществ и ухудшается состояние их здоровья, в результате чего снижается устойчивость, что в конечном итоге приводит к заболеваниям, спаду продуктивности и перерасходу кормов на производство продукции.

Только при создании для животных таких условий содержания, которые будут соответствовать биологическим особенностям их организма, можно рассчитывать на высокие показатели продуктивности и естественной резистентности организма [2,6,7,8].

Цель исследований – изучить продуктивные качества коров и их физиологические показатели при разных способах содержания в филиале СГЦ «Заднепровский» ОАО «Оршанский КХП» Оршанского района.

Материал и методы исследований. В ходе наших исследований была дана гигиеническая оценка различным способам содержания коров. В молочном скотоводстве практикуют преимущественно два основных способа содержания: привязное и беспривязное [1].

Материалом для исследований явились коровы, выращиваемые в условиях привязного и беспривязно – боксового содержания. Нами были изучены животноводческие помещения с привязным и беспривязным содержанием коров. При проведении исследований были отобраны две группы животных: одна группа коров содержалась в помещениях в условиях привязного содержания (МТФ 1), другая – в условиях беспривязно-боксового содержания (МТФ 2). Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема проведения опыта

№ группы	Условия содержания	Количество животных в группе, голов	Изучаемые показатели
1-я опытная	Привязный способ	190	Молочная продуктивность
2-я опытная	Беспривязный способ	196	

Молочную продуктивность коров определяли по следующим показателям:

- удой за законченную лактацию (кг);
- физико-химические свойства и состав молока:
- плотность (кг/м³) – с помощью ареометра согласно ГОСТ 3625-84 «Молоко и молочные продукты. Методы определения плотности»;
- кислотность (Т°) – титрованием 0,1% щелочью (NaOH) согласно ГОСТ 3625-84 «Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности»;
- содержание жира (%) и белка в молоке – на приборе «Милкоскан 605»;
- содержание лактозы (%) определяли рефрактометрический методом при помощи рефрактометра «РЛ»;
- определение количества соматических клеток в молоке производили при помощи анализатора молока АКМ-98. Метод измерений соответствует ГОСТ 23453-90 «Молоко. Методы определения количества соматических клеток»;
- бактериальную обсемененность (КОЕ/см³) определяли экспресс-методом при помощи прибора «БиоТФ»;
- количество молочного жира за лактацию определяли путем деления количества однопроцентного молока на 100;
- количество молочного белка за лактацию определяли путем деления количества однопроцентного молока на 100.

Результаты исследований. Основными показателями, характеризующими молочную продуктивность, являются удой (количество надоенного молока, полученного от самки за определенный интервал времени – лактацию, календарный год, за период хозяйственного использования), выраженный в килограммах; жирность молока (содержание жира в молоке, выраженное в процентах); продукция молочного жира [4]. Молочная продуктивность коров при различных способах содержания в зависимости от их живой массы приведена в таблице 2.

Анализируя динамику молочной продуктивности коров в зависимости от способа содержания, следует отметить, что по первой лактации по удою за 305 дней лактации коровы, содержащиеся в условиях беспривязного содержания, превосходили аналогов, содержащихся на привязи, на 150 кг, или на 3,8%, по содержанию жира – на 0,09%, а по количеству молочного жира – на 9 кг, или на 6,5%, по содержанию белка в молоке – на 0,12%, а по количеству молочного белка – на 5,3 кг, или на 4,5%.

Определено, что молочная продуктивность коров по второй лактации была выше у животных беспривязно-бوكсового способа содержания. Так, удой за 305 дней лактации был выше на 356 кг, или на 8,4%, содержание жира – на 0,25%, количество молочного жира – на 24,3 кг, или на 15,9%, по содержанию белка в молоке – на 0,02%, а по количеству молочного белка – на 11,5 кг, или на 9%.

Таблица 2 – Молочная продуктивность коров в зависимости от способа содержания

Таблица 2 – Молочная продуктивность коров в зависимости от способа содержания						
Способ содержания	Кол-во коров, голов	Удой за 305 дней лактации, кг	Массовая доля жира в молоке, %	Кол-во молочного жира, кг	Массовая доля белка в молоке, %	Кол-во молочного белка, кг
		$\overline{X} \pm m$	$\overline{X} \pm m$	$\overline{X} \pm m$	$\overline{X} \pm m$	$\overline{X} \pm m$
1-я лактация						
Привязный	26	3950±165,3	3,51±0,03	138,6±2,2	2,89±0,01	118,1±3,2
Беспривязный	26	4100±87,5	3,60±0,01***	147,6±2,1	3,01±0,02**	123,4±3,0
2-я лактация						
Привязный	46	4230±108,3	3,60±0,02	152,3±2,0	3,00±0,01	126,9±3,2
Беспривязный	50	4586±102,5	3,85±0,01	176,6±2,2	3,02±0,02	138,4±2,2***
3-я лактация и старше						
Привязный	66	4680±185,3	3,60±0,03	177,8±2,0	3,20±0,05	149,8±3,4
Беспривязный	60	4826±87,5	3,90±0,04***	188,2±2,2**	3,22±0,05**	155,4±2,2**

Примечание: здесь и далее: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Такая же закономерность наблюдалась по молочной продуктивности у коров по третьей и старше лактации.

Установлено, что удой коров за 305 дней лактации, содержащихся беспривязно, был выше на 146 кг, или на 3,1 %, содержание жира – на 0,3%, количество молочного жира – на 10,4 кг, или на 5,8%, по содержанию белка в молоке – на 0,02%, а по количеству молочного белка – на 5,6 кг, или на 3,7%, по сравнению с животными, содержащимися на привязи.

Химический состав молока не постоянен, он изменяется в течение лактации, а также под влиянием внешних и внутренних факторов.

При исследовании показателей качества молока (таблица 3) видно, что содержание соматических клеток на МТФ-2, где животные содержались в условиях беспривязного содержания, данный показатель сведен к минимуму – 350 тыс. КОЕ/см³, тогда как на МТФ-1 он был более высокий – 420 тыс. КОЕ/см³.

Плотность молока – показатель его натуральности (масса при 20°C, заключенная в единице объема). Белки, углеводы и соли повышают плотность, а жир понижает. Более высокая плотность молока установлена у коров при беспривязном содержании (МТФ-2) по сравнению с показателями коров при привязном содержании (МТФ-1).

Кислотность – важный показатель, характеризующий свежесть и пригодность молока для термической обработки. В свежесвыдоенном молоке кислотность колеблется в пределах 16 –18°Т. Результаты наших исследований показали, что кислотность молока на всех фермах изменялась незначительно и колебалась в пределах 16,3 –16,4°Т, что соответствует молоку сорта «экстра».

Таблица 3 – Качественные показатели молока, $\bar{X} \pm m$

Показатель	МТФ-1 (привязный способ содержания)	МТФ-2 (беспривязный способ содержания)
Содержание соматических клеток, тыс. КОЕ/см ³	420±100**	350±120
Лактоза, %	4,88±0,02	4,79±0,02**
Сухое вещество, %	12,63±0,05*	12,60±0,04
СОМО, %	8,89±0,04***	8,72±0,03
Плотность, кг/м ³	1028±1,0	1030±1,0*
Кислотность, °Т	16,3±0,1	16,4±0,1

Содержание сухого вещества у коров при привязном содержании составило 12,63%, тогда как в молоке коров при беспривязном содержании – 12,60%, что есть на 0,03 процентных пункта ниже.

По таким показателям молока, как количество сухого обезжиренного молочного остатка и содержание лактозы, у животных на МТФ-2 превышают показатели коров на МТФ-1 соответственно на 0,17 и 0,09 процентных пункта.

Заключение. Результаты проведенных исследований показывают, что содержание коров в условиях беспривязного содержания благоприятно отразилось на уровне молочной продуктивности животных. Так, установлено, что коровы, содержащиеся в условиях беспривязного содержания,

превосходили аналогов, содержащихся на привязи по удою за 305 дней лактации на 3,8% по 1-й лактации, на 8,4% - по 2-й лактации и на 3,1% - по 3-й лактации. Содержание жира, белка в молоке, количество молочного жира и количество молочного белка также было выше у животных данной группы. По содержанию соматических клеток и бакобсеменности показатели всех групп животных находились в пределах нормы, однако при беспривязном содержании (опытная группа) эти показатели сведены к минимуму – 162 КОЕ/см³, тогда как при привязном – 257 КОЕ/см³. Молоко, полученное в доильном зале (опытная группа), имело лучшие санитарно-гигиенические показатели по бактериальной обсеменности. Ее уровень был ниже, чем у коров на привязи, на 6 тыс. КОЕ/мл³. При этом и то и другое молоко отвечало требованиям, предъявляемым к сырью сорта «экстра».

Conclusion. The results of the conducted studies show that the keeping of cows in the conditions of free-stall housing had a positive effect on both the level of milk productivity of the animals and their physiological condition. Thus, it was found that cows kept in the conditions of free-stall housing were superior to analogues kept on a tether: in terms of milk yield for 305 days of lactation: by 3.8% - in the 1st lactation, by 8.4% - in the 2nd lactation, and by 3.1% - in the 3rd lactation. The content of fat and protein in milk, as well as the amount of milk fat and milk protein, was also higher in this group of animals. The content of somatic cells and bacterial contamination in all groups of animals was within the normal range, but in the free-stall group (experimental group), these values were minimized to 162 CFU/cm³, compared to 257 CFU/cm³ in the tethered-stall group. The milk obtained in the milking parlor (experimental group) had better sanitary and hygienic indicators for bacterial contamination. Its level was lower than that of cows on a tether, by 6 thousand CFU/ml³. At the same time, both milks met the requirements for "Extra" grade raw materials.

Список литературы.

1. Белявский, В. Н. Физиологическое состояние коров в зависимости от способа содержания / В. Н. Белявский, А. А. Мацинович // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2002. – Т. 38, ч. 2. – С. 138–139.
2. Догель, А. С. Многое зависит от условий содержания животных / А. С. Догель // Наше сельское хозяйство. – 2022. – № 21. – С. 57–61.
3. Зоогигиена : учебное пособие / М. М. Карпеня, А. Н. Карташова, Н. А. Садовов [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2025. – 431 с.
4. Ковалевская, Т. А. Влияние различных способов содержания дойного стада на продуктивные качества коров и производство молока в условиях СПК «Приграничный» Гродненской области / Т. А. Ковалевская, О. В. Заяц, Л. М. Линник // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2013. – Т. 49, вып. 2, ч. 1. – С. 298–304.
5. Мазоло, Н. В. Влияние условий содержания коров на их продуктивность, физиологическое состояние и морфологический состав крови / Н. В. Мазоло, В. В. Гуйван // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2019. – Т. 55, вып. 4. – С. 192–195.
6. Медведский, В. А. Влияние внешних факторов на организм животных : монография / В. А. Медведский, М. В. Свистун, А. Ф. Железко. – Бейрут, 2003. – 82 с.
7. Гигиена ухода за животными : учебно-методическое пособие для студентов по специальности «Зоотехния» / В. А. Медведский, М. В. Рубина, А. Н. Карташова, И. В. Щебеток ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2021. – 36 с.
8. Частная гигиена сельскохозяйственных животных и птицы : учебно-методическое пособие для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования II ступени по специальности «Зоотехния» » / В. А. Медведский, Н. В. Мазоло ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2020. – 196 с.

References.

1. Belyavskij, V. N. Fiziologicheskoe sostoyanie korov v zavisimosti ot sposoba soderzhaniya / V. N. Belyavskij, A. A. Macinovich // Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny". – 2002. – T. 38, ch. 2. – S. 138–139.
2. Dogel', A. S. Mnogoe zavisit ot uslovij soderzhaniya zhivotnyh / A. S. Dogel' // Nashe sel'skoe hozyajstvo. – 2022. – № 21. – S. 57–61.
3. Zoogigiena : uchebnoe posobie / M. M. Karpenya, A. N. Kartashova, N. A. Sadowov [i dr.]. – Minsk : IVC Minfina, 2025. – 431 s.
4. Kovalevskaya, T. A. Vliyaniye razlichnyh sposobov soderzhaniya dojnogo stada na produktivnye kachestva korov i proizvodstvo moloka v usloviyah SPK «Prigranichnyj» Grodnenskoj oblasti / T. A. Kovalevskaya, O. V. Zayac, L. M. Linnik // Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny". – 2013. – T. 49, vyp. 2, ch. 1. – S. 298–304.
5. Mazolo, N. V. Vliyaniye uslovij soderzhaniya korov na ih produktivnost', fiziologicheskoe sostoyanie i morfologicheskij sostav krovi / N. V. Mazolo, V. V. Gujvan // Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny". – 2019. – T. 55, vyp. 4. – S. 192–195.
6. Medvedskij, V. A. Vliyaniye vneshnih faktorov na organizm zhivotnyh : monografiya / V. A. Medvedskij, M. V. Svistun, A. F. ZHelezko. – Bejrut, 2003. – 82 s.

7. *Gigiena uhoda za zhivotnymi : uchebno-metodicheskoe posobie dlya studentov po special'nosti «Zootekhniya» / V. A. Medvedskij, M. V. Rubina, A. N. Kartashova, I. V. SHCHebetok ; Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny. – Vitebsk : VGAVM, 2021. – 36 s.*

8. *CHastnaya gigiena sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh i pticy : uchebno-metodicheskoe posobie dlya studentov uchrezhdenij, obespechivayushchih poluchenie vysshego obrazovaniya II stupeni po special'nosti «Zootekhniya» » / V. A. Medvedskij, N. V. Mazolo ; Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny. – Vitebsk : VGAVM, 2020. – 196 s.*

Поступила в редакцию 27.01.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-2-70-74

УДК 636.084.1/633.367.2

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЮПИНА, ПРОШЕДШЕГО ЭКСТРУДИРОВАНИЕ, В КОРМЛЕНИИ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ

Ногина Т.Н.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

*В статье приведены результаты исследований по экономической эффективности применения экструдированного люпина в кормлении высокопродуктивных коров. Установлено, что включение 25% экструдированного люпина в комбикорм-концентрат для коров в основной период лактации позволяет увеличить среднесуточный удой на 1,4%, массовую долю жира в молоке – на 0,08 п.п., массовую долю белка в молоке – на 0,02 п.п., среднесуточный удой в пересчете на базисную жирность – на 3,6%, что позволяет повысить экономический эффект производства молока и получить дополнительную прибыль 217,14 руб. на 1 голову за 70 дней опыта. **Ключевые слова:** лактирующие коровы, рацион, экструдированный люпин, протеин, удой, массовая доля жира в молоке, массовая доля белка в молоке.*

ECONOMIC EFFICIENCY OF USING EXTRUDED LUPINE IN FEEDING HIGH-YIELDING COWS

Nogina T.N.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

*This article presents the results of a study on the economic efficiency of using extruded lupine in feeding high-yielding cows. It was found that the inclusion of 25% extruded lupine in concentrated mixed feed for cows during the main lactation period increases average daily milk yield by 1.4%, milk fat content by 0.08 percentage points, milk protein content by 0.02 percentage points, and average daily milk yield calculated as basic fat by 3.6%. This improves the economic efficiency of milk production and yields an additional profit of 217.14 rubles per head over a 70-day trial. **Keywords:** lactating cows, diet, extruded lupine, protein, milk yield, mass fraction of fat in milk, mass fraction of protein in milk.*

Введение. В настоящее время животноводство в Республике Беларусь располагает достаточно высоким генетическим потенциалом, что позволяет производить конкурентоспособную продукцию. Следует отметить, что только за последние годы за счет использования современных технологий и генетического потенциала удой коров возрос более чем на 1000 кг молока за лактацию [2].

Развитие молочного скотоводства в большей степени зависит от уровня и качества кормления животных. В силу различных объективных и субъективных причин на практике качество травянистых кормов далеко не всегда соответствует необходимым требованиям, и животные недополучают необходимый уровень не только энергии, но и всех жизненно важных питательных, минеральных и биологически активных веществ [6, 8]. Особое внимание в последние годы уделяется улучшению качества кормов, а именно повышению в них уровня энергии и протеина. Недостаточное содержание протеина и энергии в рационах отрицательно сказывается на продуктивности животных, что в целом влияет на эффективность развития отрасли животноводства. В решении этой задачи большая роль принадлежит бобовым травам, которые являются одним из основных источников для производства высокобелковых и вместе с тем дешевых кормов [7, 9].

В практике животноводства широко используются подсолнечные и соевые шроты, которые в основной своей массе импортируются из-за рубежа. Рапс и получаемые при его переработке жмыхи и шроты – это практически единственный из кормовых культур источник белка отечественного производства [3]. Для повышения конкурентоспособности животноводческой продукции необходимо собственное производство в достаточном объеме растительного белка, что можно достичь выращиванием высокобелковых сельскохозяйственных культур, в частности, люпина. Данный вид наиболее адаптирован к биоклиматическим условиям страны и может с успехом выступить в качестве альтернативы сое, которая ежегодно завозится в огромном количестве для

производства комбикормов, и в стоимостном выражении наши комбикорма на 50–70% состоят из импорта (соя, подсолнечник) [1].

Ограничивающей причиной использования люпина в кормлении высокопродуктивных коров являются низкий показатель нерасщепляемого протеина в рубце (20%). Возможное присутствие в семенах люпина алкалоидов сдерживает их применение в нативном виде (без влаготепловой обработки). Экструзия – известный технологический процесс, позволяющий получить текстурированные белки растительного происхождения. Одновременное воздействие температуры и давления при экструзии позволяет получить продукт с губчатой структурой, а не волокнистой, как у филированных продуктов. При этом в одной машине одновременно и непрерывно происходит ряд таких операций, как перемешивание, нагрев, сжатие, стерилизация, варка и формовка продукта. За короткий период времени в сырье происходят процессы, соответствующие долговременной термической обработке. Данный способ эффективен для повышения питательных свойств люпина [5].

Цель исследований – установить экономическую эффективность применения люпина, прошедшего экструдирование в кормлении высокопродуктивных коров.

Материалы и методы исследований. Для решения поставленной цели провели научно-хозяйственный опыт в условиях молочно-товарного комплекса «Березовица» ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области на высокопродуктивных коров голштинской породы в основной период лактации. Сформировали 3 группы лактирующих коров: одна контрольная и две опытных по 25 голов в каждой с учетом возраста, количества лактаций, даты отела и средней продуктивности в сутки. Продолжительность учетного периода опыта составила 70 дней, подготовительный период длился 10 дней. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Количество коров в группе	Продолжительность опыта, дней	Условия кормления
1-я контрольная	25	70	Основной рацион (ОР): сенаж люцерновый (50%), силос кукурузный (30%), 20% подвяленной зеленой массы кукурузы + комбикорм собственного производства без люпина
2-я опытная	25		ОР + 25% экструдированного люпина от массы комбикорма
3-я опытная	25		ОР + 30% экструдированного люпина от массы комбикорма

Различия в кормлении лактирующих коров заключались в том, что животным 2-й и 3-й опытных групп в составе рациона вводили экструдированный люпин 25 и 30% взамен соевого шрота и рапсового жмыха по протеиновой питательности.

Экструдирование люпина осуществлялось на экструдере модели Insta-Pro 2000. Комбикорма изготавливались в условиях кормоцеха РДУП «ЖодиноАгроПлемЭлита».

Исследования химического состава кормов проводили в лаборатории биохимических исследований РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» по общепринятым методикам.

Поедаемость кормов учитывалась по данным контрольного кормления в три смежных дня. Продуктивность животных контролировалась ежедневно, качество молока – по данным ежемесячных контрольных доек. Качество молока определено согласно требованиям СТБ 1598-2006 «Молоко коровье сырое. Технические условия» с изменениями № 4 к указанному стандарту. Оценку качества молока проводили в соответствии с ГОСТ: органолептические показатели молока – по ГОСТ 28283–2015 «Молоко коровье. Метод органолептической оценки вкуса и запаха»; содержание массовой доли жира и белка, количество соматических клеток – по ГОСТ 23453-90 «Молоко. Методы определения количества соматических клеток» и на анализаторе соматических клеток «Ekomilk^R».

Экономическую эффективность результатов исследований рассчитывали с учетом стоимости кормов, стоимости и себестоимости полученного молока. В итоге определяли прибыль от реализованного молока и дополнительную прибыль от его реализации в сравнении с контролем. Цифровой материал обработан методами биометрической статистики.

Результаты исследований. Известно, что максимальное получение продукции от животных возможно при оптимальном количестве питательных и биологически активных веществ в рационах. Недостаток хотя бы одного из них ухудшает степень использования питательных веществ рациона в целом [4]. Фактическое потребление кормов лактирующих коров всех подопытных групп было на

сравнительно высоком уровне, рационы были равноценны по энергетической питательности в результате одинаковой поедаемости кормов (таблица 2).

Таблица 2 – Рационы для дойных коров с включением зерна люпина, прошедшего экструдирование

Показатель	Группа					
	1-я контрольная		2-я опытная		3-я опытная	
	кг	%	кг	%	кг	%
Сенаж люцерновый	20,0	26,8	21,10	27,5	21,5	27,8
Силос кукурузный	12,0	12,5	12,66	12,8	12,9	13,0
Зеленая масса подвя-ленная	8,0	14,3	8,44	14,7	8,60	14,8
Комбикорм контрольный	11,0	46,4	-	-	-	-
Комбикорм с 25% экструдированного люпина	-	-	11,0	45,0	-	-
Комбикорм с 30% экструдированного люпина	-	-	-	-	11,0	44,4
Всего		100		100		100
В рационе содержится:						
Кормовых единиц	26,8		27,6		27,8	
Обменной энергии, МДж	260,3		265,6		268,4	
Сухого вещества, кг	24,7		25,4		25,7	
Сырого протеина, г	3636		3795		3829	
в т.ч. лизина, г	115,0		124,4		126,7	
Сырого жира, г	920		913		923	
Сырой клетчатки, г	3268		3495		3571	
Крахмала, г	6682		6961		7062	
Сахара, г	921		808		794	
Кальция, г	185,8		190,4		193,5	
Фосфора, г	92,4		85,1		84,5	
Магния, г	61,9		59,4		58,9	
Калия, г	455,4		473,8		480,3	
Железа, мг	5446,4		4741,9		4653,3	
Меди, мг	313,4		318,2		320,1	
Цинка, мг	1421,2		1410,9		1413,2	
Кобальта, мг	27,1		25,9		25,7	
Марганца, мг	1101,9		1162,7		1185,8	
Йода, мг	34,8		34,6		34,6	
Витамина Е, мг	1817,1		1867,9		1886,9	

Кормление дойных коров осуществлялось общесмешанными рационами, приготовленными в следующих пропорциях по объемистым кормам по массе: 50% сенажа люцернового, 30% силоса кукурузного и 20% подвяленной зеленой массы кукурузы. Дополнительно каждой группе животных скармливали 11 кг комбикорма-концентрата на одну голову. При использовании экструдированного люпина потребление кормовой смеси коровами 2-й и 3-й опытных групп повысилось соответственно на 2,2 и 3,0 кг, что способствовало увеличению потребления сухого вещества в рационе на 2,8 и 4,0%, обменной энергии – на 2,0 и 3,1%, сырого протеина – на 4,4 и 5,3% и содержания сырой клетчатки – на 6,9 и 9,3%.

В результате проведенного опыта установлено, что использование в рационе высокопродуктивных коров 25 и 30% экструдированного люпина в состав комбикорма-концентрата способствовало повышению молочной продуктивности. Оценка органолептических показателей молока коров показала, что по цвету, вкусу, запаху и консистенции, как в начале, так и в конце научно-хозяйственного опыта, молоко соответствовало нормативным требованиям.

В начале эксперимента среднесуточный удой между опытными группами существенных различий не имел. За период исследований наибольший среднесуточный удой отмечался у коров 2-й опытной группы, которые получали в составе комбикорма-концентрата 25% экструдированного люпина. Так, у животных этой группы удой был выше на 0,48 кг, или на 1,4%, чем у животных 1-й контрольной группы. Наибольшая массовая доля жира в молоке наблюдалась у коров 3-й опытной группы – на 0,11 п.п. ($P<0,01$), у животных 2-й опытной группы – на 0,08 п.п. по сравнению с 1-й контрольной группой. Среднесуточный удой подопытных коров в пересчете на базисную жирность имел такую же закономерность, как удой и массовая доля жира в молоке. Так, за период исследований этот показатель у коров 2-й и 3-й опытных групп по сравнению с животными 1-й контрольной группы, был выше на 1,25 кг, или на 3,6% ($P<0,05$). и на 0,75 кг, или на 2,2%.

В межгрупповом сравнении результатов молочной продуктивности коров опытных групп с контрольными установлено, что с учетом высокой разницы в контроле с начальным периодом исследований от коров 2-й и 3-й опытных групп было получено больше молока соответственно на 2,82 и 2,56 кг. Массовая доля белка в молоке у коров 2-й опытной группы была выше на 0,02 п.п., у животных 3-й опытной группы отмечено снижение на 0,01 п.п. по сравнению с контролем. Следует отметить, что молоко, полученное от коров всех подопытных групп, соответствовало сорту «экстра».

Применение в составе рационов высокопродуктивных коров экструдированного люпина с частичной заменой рапсового жмыха и соевого шрота способствует получению дополнительной прибыли за счет повышения количества и качества молока, на что указывает расчет экономических показателей (таблица 3).

Таблица 3 – Экономическая эффективность кормления высокопродуктивных коров при скормлинии люпина экструдированного с частичной заменой рапсового жмыха и соевого шрота

Показатель	Группа		
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная
Стоимость среднесуточного рациона, руб.	18,17	18,64	18,82
Расход кормов за опыт на 1 голову, ц к. ед.	18,76	19,32	19,46
Стоимость израсходованных кормов на 1 голову (70 дней исследований), руб.	1272	1305	1317
Стоимость 1 к.ед., руб.	0,678	0,675	0,677
Среднесуточный удой: натурального молока, кг	34,12	34,60	33,84
3,6%-ной жирности, кг	34,31	35,56	35,06
Стоимость кормов, затраченных на производство 1 кг молока, руб.:			
натурального молока	0,53	0,54	0,56
3,6%-ного молока	0,53	0,52	0,54
Затраты кормов на 1 кг молока (3,6%-ной жирности), корм.ед.	0,78	0,75	0,79
Закупочная цена 1 кг молока базисной жирности, руб.	1,10	1,10	1,10
Стоимость кормов от цены реализации молока, %	48	48	49
Изменения среднесуточного удоя молока 3,6%-ной жирности за период проведения опыта от одной коровы к началу исследований, кг	- 3,81	- 0,99	- 1,25
Изменение среднесуточного удоя молока 3,6%-ной жирности в опытных группах в сравнении с контролем (дополнительно получено молока за одни сутки от одной коровы в сравнении с контролем), кг	-	+ 2,82	+ 2,56
Дополнительно получено молока за 70 дней опыта от одной коровы в сравнении с контролем, кг	-	197,4	179,2
Реализационная стоимость дополнительно полученного молока за период опыта от одной коровы (дополнительная прибыль), руб.	-	217,14	197,12
Превышение стоимости израсходованных кормов на 1 голову (70 дней исследований) над контрольной группой, руб.	-	33	45
Получено дополнительной прибыли в расчете на 1 рубль затрат за счет дополнительно полученного молока, руб.	-	6,58	4,38

Расчет экономического эффекта проводили с учетом стоимости кормов, стоимости и себестоимости полученного молока исходя из средних цен за 2024 год. Установлено, что замена рапсового жмыха на экструдированный люпин в комбикормах в рационах дойных коров обеспечивает получение дополнительной прибыли за счет изменения уровня себестоимости. Снижение себестоимости 1 кг продукции наблюдалось только во 2-й опытной группе.

Экономическая оценка результатов исследований показала, что использование в кормлении высокопродуктивных коров 25 и 30% экструдированного люпина позволило получить дополнительную прибыль на 1 голову во 2-й опытной группе 217,14 руб. и в 3-й опытной группе – 197,12 руб. Это позволило получить максимальную дополнительную прибыль в расчете на 1 рубль затрат соответственно на 6,58 и на 4,38 рублей.

Заключение. 1. Установлена эффективная доза применения люпина, прошедшего экструдирование в кормлении коров в основной период лактации в количестве 25%.

2. Доказано, что использование экструдированного люпина способствует повышению среднесуточного удоя на 0,48 кг, или на 1,4%, массовой доли жира в молоке – на 0,08 п.п., массовой доли белка в молоке – на 0,02 п.п., среднесуточного удоя в пересчете на базисную жирность – на

1,25 кг, или на 3,6% ($P < 0,05$), и получению дополнительной прибыли на 1 голову 217,14 руб.

Conclusion. 1. An effective dose of extruded lupine in cow feeding during the main lactation period has been established at 25%.

2. It has been proven that the use of extruded lupine contributes to an increase in average daily milk yield by 0.48 kg or 1.4%, mass fraction of fat in milk by 0.08 percentage points, mass fraction of protein in milk by 0.02 percentage points, average daily milk yield in terms of basic fat content by 1.25 kg or 3.6% ($P < 0.05$) and an additional profit per 1 head of 217.14 rubles.

Список литературы.

1. Бесараб, Г. В. Экструдированный люпин в кормлении молодняка крупного рогатого скота / Г. В. Бесараб, В. Ф. Радчиков, А. М. Антонович // Зоотехническая наука Беларуси : сборник научных трудов / Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству. – Жодино : НПЦ НАН Беларуси по животноводству, 2018. – Т. 1. – С. 197–207.
2. Витко, Г. И. Сравнительная оценка зернобобовых культур по продуктивности / Г. И. Витко // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур : сборник статей по материалам XII Международной научно-практической конференции, г. Горки, 27-28 июня 2018 г. / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки : БГСХА, 2018. – С. 20–24.
3. Местные источники кормового белка в кормлении дойных коров / В. К. Пестис, А. А. Сехин, В. Н. Сурмач, В. Г. Гурский // Современные технологии сельскохозяйственного производства : материалы XX Международной научно-практической конференции / Гродненский государственный аграрный университет. – Гродно : ГГАУ, 2017. – С. 219–220.
4. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие / А. П. Калашников, В. И. Фисинин, В. В. Щеглов [и др.]. – Москва, 2003. – 456 с.
5. Слезко Е. И. Влияние процесса экструдирования на питательные качества корма / Е. И. Слезко, В. Е. Гапонова // Техника и технологии в животноводстве. – 2021. – № 1. – С. 66–69.
6. Микуленок, В. Г. Технология конструирования и изготовления комбикормов, БМВД и премиксов для крупного рогатого скота : монография / В. Г. Микуленок, М. М. Карпеня ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2022. – 192 с.
7. Эффективность использования премикса в рационе высокопродуктивных коров в период раздоя / М. М. Карпеня, В. Н. Подрез, Д. А. Орехово [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская государственная академия ветеринарной медицины». – 2024. – Т. 60, вып. 2. – С. 82–85.
8. Экструдированный пищевой концентрат в рационах молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, С. Л. Шинкарева, В. К. Гурич [и др.] ; НПЦ НАН Беларуси по животноводству, Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Жодино : НПЦ НАН Беларуси по животноводству, 2017. – 118 с.
9. Эффективность использования эссенциальных минеральных элементов и витаминов в кормлении крупного рогатого скота и молочных коз : монография / И. В. Брыло, Н. С. Яковчик, М. М. Карпеня [и др.] ; Белорусский государственный аграрный технический университет. – Минск : БГАТУ, 2023. – 270 с.

References.

1. Besarab G. V. Ekhstrudirovannyj lyupin v kormlenii molodnyaka krupnogo rogatogo skota / G. V. Besarab, V. F. Radchikov, A. M. Antonovich // Zootekhnicheskaya nauka Belarusi : sbornik nauchnykh trudov / Nauchno-prakticheskij centr Nacional'noj akademii nauk Belarusi po zhivotnovodstvu. – Zhodino : NPC NAN Belarusi po zhivotnovodstvu, 2018. – T. 1. – S. 197–207.
2. Vitko G. I. Sravnitel'naya ocenka zernobobovykh kul'tur po produktivnosti / G. I. Vitko // Tekhnologicheskie aspekty vozdel'yvaniya sel'skokhozyajstvennykh kul'tur : sbornik statej po materialam XII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, g. Gorki, 27-28 iyunya 2018 g. / Belorusskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyajstvennaya akademiya. – Gorki : BGSKHA, 2018. – S. 20–24.
3. Mestnye istochniki kormovogo belka v kormlenii dojnykh korov / V. K. Pestis, A. A. Sekhin, V. N. Surmach, V. G. Gurskij // Sovremennye tekhnologii sel'skokhozyajstvennogo proizvodstva : materialy KHKH Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii / Grodnenskiy gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – Grodno : GGAU, 2017. – S. 219–220.
4. Normy i raciony kormleniya sel'skokozyajstvennykh zhivotnyh: spravochnoe posobie / A. P. Kalashnikov, V. I. Fisinin, V. V. SHCHeglov [i dr.]. – Moskva, 2003. – 456 s.
5. Slezko E. I. Vliyaniye processa ekstrudirovaniya na pitatel'nye kachestva korma / E. I. Slezko, V. E. Gaponova // Tekhnika i tekhnologii v zhivotnovodstve. – 2021. – № 1. – S. 66–69.
6. Mikulenok, V. G. Tekhnologiya konstruirovaniya i izgotovleniya kombikormov, BMVD i premiksov dlya krupnogo rogatogo skota : monografiya / V. G. Mikulenok, M. M. Karpenya ; Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny. – Vitebsk : VGAVM, 2022. – 192 s.
7. Effektivnost' ispol'zovaniya premiksa v racione vysokoproduktivnykh korov v period razdoya / M. M. Karpenya, V. N. Podrez, D. A. Orekhovo [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». – 2024. – T. 60, vyp. 2. – S. 82–85.
8. Ekstrudirovannyj pishchevoj koncentrat v racionah molodnyaka krupnogo rogatogo skota / V. F. Radchikov, S. L. SHinkareva, V. K. Gurin [i dr.] ; NPC NAN Belarusi po zhivotnovodstvu, Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny. – Zhodino : NPC NAN Belarusi po zhivotnovodstvu, 2017. – 118 s.
9. Ehffektivnost' ispol'zovaniya ehssencial'nykh mineral'nykh ehlementov i vitaminov v korm-lenii krupnogo rogatogo skota i molochnykh koz : monografiya / I. V. Brylo, N. S. Yakovchik, M. M. Karpenya [i dr.] ; Belorusskiy gosudarstvennyj agrarnyj tekhnicheskij universitet. – Minsk : BGATU, 2023. – 270 s.

Поступила в редакцию 27.02.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-2-75-78
УДК 636.2.053:636.087.8(043.3)

ВЛИЯНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «МЕТАЛАКТИМ» НА ФОРМИРОВАНИЕ НОРМОФЛОРЫ У ТЕЛЯТ

Овсеец В.Ю. ORCID ID 0009-0009-8649-9909

УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно, Республика Беларусь

В статье приведены результаты исследований по изучению влияния кормовой добавки «Металактим» на формирование нормофлоры у молодняка крупного рогатого скота. Исследования были проведены в условиях МТК «Муравьевка» ОАО «Демброво» Щучинского района Гродненской области и на кафедре технологии хранения и переработки животного сырья УО «Гродненский государственный аграрный университет». Установлено, что в начале исследования у подопытных животных (как контрольной, так и опытной групп) в содержимом кишечника был отмечен высокий титр бактерий группы кишечных палочек ($\sim 10^6$ КОЕ/г), при этом титр молочнокислых и бифидобактерий составлял 10^6 – 10^7 КОЕ/г. На 17-й день исследования отмечена тенденция к увеличению титра бифидо- и молочнокислых бактерий в содержимом кишечника телят, особенно опытной группы, получавших с молоком кормовую добавку «Металактим» на фоне снижения количества БГКП. В конце опыта (на 34-й день исследования) отмечено повышение титра бифидобактерий у телят опытной группы до $2,6 \times 10^9$ КОЕ/г, а молочнокислых бактерий – до $1,8 \times 10^8$ КОЕ/г, что на порядок выше, чем у животных контрольной группы. **Ключевые слова:** кормовая добавка «Металактим», телята, бифидобактерии, молочнокислые бактерии, бактерии группы кишечных палочек, микробиоценоз, коррекция.

EFFECT OF THE FEED ADDITIVE METALACTIM ON THE FORMATION OF NORMAL FLORA IN CALVES

Ovseets V.Y.

Grodno State Agrarian University, Grodno, Republic of Belarus

The article presents the results of a study on the effect of the feed additive Metalactim on the formation of normal flora in young cattle. The study was conducted at the MTK "Muravyevka" of the OJSC "Dembrovo" in the Shchuchin district of the Grodno region and at the Department of Storage and Processing of Animal Raw Materials of the Educational Institution "Grodno State Agrarian University". It was established that at the beginning of the study, a high titer of coliform bacteria ($\sim 10^6$ CFU/g) was noted in the intestinal contents of the experimental animals (both the control and experimental groups), while the titer of lactic acid and bifidobacteria was 10^6 – 10^7 CFU/g. On the 17th day of the study, a tendency towards an increase in the titer of bifido- and lactic acid bacteria was noted in the intestinal contents of calves, especially in the experimental group that received the feed additive Metalactim with milk, against the background of a decrease in the number of coliform bacteria. At the end of the experiment (on the 34th day of the study), an increase in the titer of bifidobacteria was noted in calves of the experimental group to 2.6×10^9 CFU/g, and lactic acid bacteria - to 1.8×10^8 CFU/g, which is substantially higher than in animals of the control group. **Keywords:** feed additive Metalactim, calves, bifidobacteria, lactic acid bacteria, coliform bacteria, microbiocenosis, correction.

Введение. Формирование нормофлоры у телят молочного периода является важным фактором, определяющим уровень их естественной резистентности и продуктивность. В первые недели жизни происходит интенсивное заселение кишечника микроорганизмами, участвующими в процессах пищеварения, метаболизма и становления иммунной системы организма [1, 2]. Нарушения микробного баланса в этот период нередко приводят к развитию желудочно-кишечных заболеваний, замедлению роста и снижению эффективности использования кормов [3].

В условиях современного животноводства особую актуальность приобретает поиск альтернативных методов коррекции кишечной микробиоты, позволяющих сократить применение антибиотиков. Традиционно с этой целью использовались пробиотики [4]. Однако в последние годы все большее внимание уделяется метабиотикам (постбиотикам) – биологически активным продуктам метаболизма пробиотических микроорганизмов. В отличие от живых культур, постбиотики обладают высокой стабильностью [5, 6].

Исследования отечественных и зарубежных авторов показывают, что включение метабиотических добавок в рацион телят способствует формированию устойчивой нормофлоры, снижению численности условно-патогенных микроорганизмов [7]. Кроме того, отмечается положительное влияние постбиотиков на функциональное состояние кишечника и показатели роста молодняка [8].

Использование кормовых добавок на основе метабиотиков представляет собой перспективное направление в системе оптимизации процессов формирования нормофлоры у телят, что обуславливает актуальность дальнейших исследований в данном направлении.

Учитывая это, **целью наших исследований** явилось изучение влияния кормовой добавки «Металактим» на формирование нормофлоры у телят-молочников.

Материалы и методы исследований. Кормовая добавка «Металактим» представляет собой

фильтрат культуральной жидкости пробиотических бактерий (молочнокислых, пропионовокислых), содержит клеточные компоненты и продукты их метаболизма и предназначена для улучшения усвояемости кормов и повышения продуктивности животных.

Научно-хозяйственный опыт был проведен на телятах-молочниках в условиях МТК «Муравьевка» ОАО «Демброво» Щучинского района Гродненской области. Для проведения опыта было сформировано 2 группы животных по принципу аналогов: контрольная и опытная по 12 голов в каждой живой массой 59,1 – 60,0 кг в возрасте 1,5 мес. (таблица 1). Животные контрольной группы содержались в условиях технологии, принятой в хозяйстве, и получали основной рацион, состоящий из молока и престартера «Мюсли». Телятам опытной группы в дополнение к основному рациону с молоком выпаивали кормовую добавку «Металактим» в дозировке 100 мл/гол/сут. Продолжительность опыта составила 34 дня. Для определения количественного состава бифидо- и молочнокислых бактерий в организме подопытных животных брали соскобы слизистой оболочки прямой кишки стерильным ватным тампоном в стерильные пробирки.

Таблица 1 – Схема опыта

Группы	Кол-во телят в группе, гол.	Продолжительность опыта, дней	Условия проведения опыта
контрольная	12	34	ОР (основной рацион)
опытная	12	34	ОР + кормовая добавка «Металактим» в дозировке 100 мл/гол/сут.

Для определения содержания бифидо- и молочнокислых бактерий в кишечнике животных использовали метод последовательных разведений с последующим высевом 5–11-го разведений на селективные и дифференциально-диагностические питательные среды. Для определения количества бифидобактерий посев проводили на печеночно-цистеиновую среду Блаурока, молочнокислых бактерий – на плотную среду MRS-4, бактерий группы кишечных палочек (БГКП) – на среду Кесслер с последующим пересевом на среду Эндо. Культивирование микроорганизмов осуществляли в термостате в течение 24-72 часов при температуре $37 \pm 1^\circ\text{C}$. Учет колоний микроорганизмов проводили через 24, 48 и 72 часа. Биометрическую обработку результатов исследований проводили с использованием компьютера в программе Microsoft Excel методами вариационной статистики.

Для оценки морфологического статуса микроорганизмов готовили постоянные препараты по стандартным методикам. Исследование микроскопических препаратов бактерий проводили с использованием микроскопа CX23 (Olympus, Япония) и цветной цифровой CMOS-камеры EP-50 с программным обеспечением. Морфологию нативных клеток изучали методом фазово-контрастной микроскопии на микроскопе МБИ-16 «ЛОМО» (Россия) при инструментальном увеличении $1 \cdot 1000$.

Результаты исследований. Продуктивность животных во многом определяется полноценностью кормления и в значительной степени зависит от содержания в рационах биологически активных веществ. Ключевым фактором повышения усвояемости питательных веществ корма является формирование благоприятной среды для развития пробиотической микрофлоры. Недостаточное количество бифидо- и молочнокислых бактерий может быть причиной снижения продуктивности животных и ослабления защитных сил организма.

В лаборатории молочнокислых и бифидобактерий Института микробиологии НАН Беларуси были получены образцы бесклеточной культуральной жидкости (БКЖ) пробиотических бактерий родов *Lactiplantibacillus*, *Lacticaseibacillus*, *Lentilactobacillus*, *Pediococcus* и *Propionibacterium*. Культуры бактерий выращивали отдельно в оптимизированных условиях на производственной питательной среде в течение 20 ч. Отделение клеток проводили путем центрифугирования культуральных жидкостей при 10 000 g с охлаждением ($+4^\circ\text{C}$). В полученных супернатантах определяли показатель КОЕ/мл, титруемую и активную кислотность. Установлено, что остаточное количество жизнеспособных клеток исследуемых бактерий в надосадке составляет от $3,4 \times 10^3$ до $1,6 \times 10^4$, титруемая кислотность – от 120 до 180°T , pH – от 4,1 у *Pediococcus* до 4,5 у *Lactiplantibacillus*. Установлена антагонистическая активность БКЖ бактериальных культур по отношению к грамположительным и грамотрицательным бактериям, мицелиальным и дрожжевым грибам. Антагонизм определяли по величине зоны подавления роста индикаторных бактериальных культур методом лунок и в жидких средах по степени подавления роста грибов. В качестве индикаторных использовали потенциально патогенные культуры *Salmonella sp.*, *Staphylococcus sp.*, *Proteus mirabilis*, *E.coli*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescen*, *Candida sake* и др., вызывающие заболевания животных и порчу кормов. Показано, что препараты бесклеточной культуральной жидкости молочнокислых бактерий эффективно ингибируют рост тест-штаммов микроорганизмов. Наиболее выраженный антимикробный эффект оказывают метаболиты, продуцируемые штаммами *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus brevis*.

Исследован пребиотический эффект бесклеточных фракций культуральной жидкости, включающих продукты метаболизма пробиотических молочнокислых бактерий. Отмечен стимулирующий эффект на 45-50% на накопление биомассы лиофильно высушенных клеток бифидобактерий при внесении 2% (об.) БКЖ в условиях эксперимента.

Учитывая представленную выше информацию, мы использовали кормовую добавку «Металактим» для формирования микробиоценоза желудочно-кишечного тракта путем стимуляции роста пробиотической микрофлоры (бифидо – и молочнокислых бактерий) и подавления нежелательной и потенциально патогенной микрофлоры (энтеропатогенных штаммов кишечной палочки, а также протей, шигеллы и др.).

Результаты микробиологических исследований показали (таблица 2), что в начале опыта у животных обеих групп в содержимом кишечника был отмечен высокий титр бактерий группы кишечных палочек ($\sim 10^6$ КОЕ/г), что подтверждается морфологией колоний и результатами исследования микроскопических препаратов. Титр молочнокислых и бифидобактерий при этом составлял 10^6 - 10^7 КОЕ/г.

Таблица 2 – Активность роста культур бифидо – и молочнокислых бактерий, а также БГКП, выделенных из содержимого кишечника телят

День опыта	Группа	Микроорганизмы		
		бифидобактерии	молочнокислые бактерии	бактерии группы кишечных палочек
		Титр, КОЕ/г		
1-й	контроль	$1,5 \times 10^7$	$1,8 \times 10^6$	$4,6 \times 10^6$
	опыт	$2,2 \times 10^7$	$1,4 \times 10^6$	$5,1 \times 10^6$
17-й	контроль	$6,6 \times 10^7$	$5,4 \times 10^6$	$1,2 \times 10^6$
	опыт	$3,2 \times 10^8$	$1,6 \times 10^7$	$3,0 \times 10^5$
34-й	контроль	$4,4 \times 10^8$	$8,2 \times 10^6$	$7,6 \times 10^5$
	опыт	$2,6 \times 10^9$	$1,8 \times 10^8$	$3,6 \times 10^4$

На 17-й день исследования (середина опыта) отмечена тенденция к увеличению титра бифидо- и молочнокислых бактерий в содержимом кишечника телят, особенно опытной группы, получавших с молоком кормовую добавку «Металактим» на фоне снижения количества БГКП. Так, титр бифидобактерий у телят опытной группы составил $3,2 \times 10^8$ КОЕ/г, молочнокислых бактерий – $1,6 \times 10^7$ КОЕ/г, у животных контрольной группы – $6,6 \times 10^7$ КОЕ/г и $5,4 \times 10^6$ КОЕ/г соответственно. Что касается бактерий группы кишечных палочек, то их титр в содержимом кишечника телят обеих групп снизился и составил $1,2 \times 10^6$ КОЕ/г – у животных контрольной группы и $3,0 \times 10^5$ КОЕ/г – у телят опытной группы.

В конце опыта (на 34-й день исследования) отмечено повышение титра бифидобактерий у телят опытной группы до $2,6 \times 10^9$ КОЕ/г, а молочнокислых бактерий – до $1,8 \times 10^8$ КОЕ/г, что на порядок выше, чем у животных контрольной группы. Необходимо отметить снижение уровня бактерий группы кишечных палочек $\sim 10^4$ КОЕ/г и отсутствие газообразования на среде Кесслер. Учитывая полученные результаты, можно предположить, что кормовая добавка «Металактим» принимает участие в формировании нормофлоры у телят путем стимуляции роста пробиотической микрофлоры (бифидо- и молочнокислых бактерий) и подавления развития нежелательных микроорганизмов.

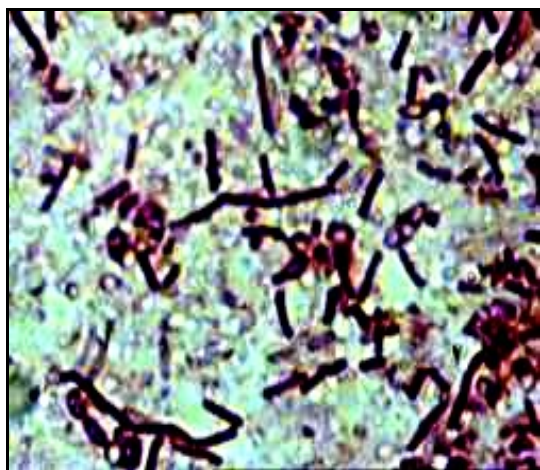


Рисунок 1 – Колонии бифидобактерий из посевов 8-го разведения содержимого кишечника телят опытной группы

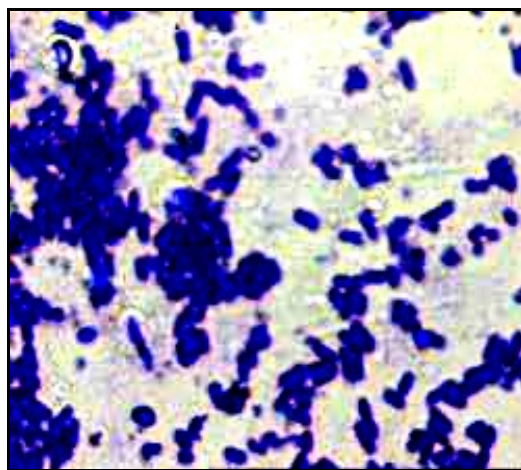


Рисунок 2 – Колонии молочнокислых бактерий из посевов 8-го разведения содержимого кишечника животных опытной группы

В мазках, приготовленных из посевов 8-9-го разведения содержимого кишечника телят опытной группы, преобладали бифидобактерии и молочнокислые бактерии рода *Lactobacillus*. Следует отметить, что морфология изолятов бифидобактерий при первичном выделении из организма телят заметно отличалась от культур музейных штаммов бифидобактерий. В содержимом кишечника при первичном выделении преобладали коккоидные и гранулированные формы, однако при последующем пересеве чистой культуры морфология бифидобактерий стала приближаться к морфологии музейных штаммов (рисунок 1), для которых более характерны прямые или искривленные палочки с булабовидными утолщениями на концах, с вздутиями и шишкообразными расширениями в центре клетки, терминальной бифуркацией, формы.

Результаты изучения морфологии молочнокислых бактерий показали, что для лактобацилл характерно образование правильно-палочковидных форм, расположенных в поле зрения единично или попарно (рисунок 2).

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что выпаивание телятам-молочникам кормовой добавки «Металактим» способствует формированию нормофлоры у животных и позволяет провести коррекцию микробиоценоза желудочно-кишечного тракта в сторону преобладания бифидо- и молочнокислых бактерий $\sim 10^8$ - 10^9 КОЕ/г при одновременном снижении бактерий группы кишечных палочек.

Conclusion. As a result of the conducted research, it was established that feeding suckling calves the feed additive Metalactim promotes the formation of normal flora in animals and allows for the correction of the microbiocenosis of the gastrointestinal tract towards the predominance of bifido- and lactic acid bacteria $\sim 10^8$ - 10^9 CFU/g while simultaneously reducing the amount of coliform bacteria.

Список литературы.

1. *Intake of compound probiotics accelerates the construction of immune function and gut microbiome in Holstein calves* / X. Cai, P. Yi, X. Chen [et al.] // *Microbiology Spectrum*. – 2024. – Vol.12. – № 6.
2. *Colonization and development of the gut microbiome in calves* / Y. Du, Y. Gao, M.Hu [et al.] // *Journal of Animal Science and Biotechnology*. – 2023. – Vol.14. – Art.46.
3. *Amobonye, A. Postbiotics: An insightful review of the latest category in functional biotics* / A. Amobonye // *Journal of Functional Foods*. – 2025. – Vol. 41. – P. 293. doi: 10.1007/s11274-025-04483-8.
4. *Zhong, Y. Gut health benefit and application of postbiotics in animal production* / Y. Zhong, S.Wang // *National library of Medicine*. – 2022. – Vol. 13(1). – P. 38. doi: 10.1186/s40104-022-00688-1.
5. *Prasad, S. Postbiotics: Multifunctional Microbial Products Transforming Animal Health and Performance* / S. Prasad, B. Patel // *Veterinary Sciences*. – 2025. – Vol. 12. – P. 1191.
6. *Aggarwal, S. Postbiotics: from emerging concept to application* / S. Aggarwal, V. Sabharwal // *Frontiers in Sustainable Food Systems*. – 2022. – P. 3–5.
7. *Salminen, S. The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotic* / S. Salminen // *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. – 2021. – Vol. 18. – P. 649–667.
8. *Urban, J. Postbiotics, a natural feed additive for growth performance, gut microbiota and quality of poultry products* / J. Urban // *Curr. Res. Biotechnol*. – 2024.– Vol. 8. – P. 2–3.

References.

1. *Intake of compound probiotics accelerates the construction of immune function and gut microbiome in Holstein calves* / X. Cai, P. Yi, X. Chen [et al.] // *Microbiology Spectrum*. – 2024. – Vol.12. – № 6.
2. *Colonization and development of the gut microbiome in calves* / Y. Du, Y. Gao, M.Hu [et al.] // *Journal of Animal Science and Biotechnology*. – 2023. – Vol.14. – Art.46.
3. *Amobonye, A. Postbiotics: An insightful review of the latest category in functional biotics* / A. Amobonye // *Journal of Functional Foods*. – 2025. – Vol. 41. – P. 293. doi:10.1007/s11274-025-04483-8.
4. *Zhong, Y. Gut health benefit and application of postbiotics in animal production* / Y. Zhong, S.Wang // *National library of Medicine*. – 2022. – Vol. 13(1). – P. 38. doi: 10.1186/s40104-022-00688-1.
5. *Prasad, S. Postbiotics: Multifunctional Microbial Products Transforming Animal Health and Performance* / S. Prasad, B. Patel // *Veterinary Sciences*. – 2025. – Vol. 12. – P. 1191.
6. *Aggarwal, S. Postbiotics: from emerging concept to application* / S. Aggarwal, V. Sabharwal // *Frontiers in Sustainable Food Systems*. – 2022. – P. 3–5.
7. *Salminen, S. The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotic* / S. Salminen // *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. – 2021. – Vol. 18. – P. 649–667.
8. *Urban, J. Postbiotics, a natural feed additive for growth performance, gut microbiota and quality of poultry products* / J. Urban // *Curr. Res. Biotechnol*. – 2024.– Vol. 8. – P. 2–3.

Поступила в редакцию 26.02.2026.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И КАЛОРИЙНОСТЬ МЯСА БЫЧКОВ ЛИМУЗИНСКОЙ ПОРОДЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ

Сидунова М.Н. ORCID ID 0009-0008-1886-7776

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь

*В статье приводятся результаты изучения качества мяса бычков лимузинской породы, содержащихся в разных условиях. Установлено, что уровень жира в мясе молодняка из капитального помещения был 9,57% или на 2,12 п.п. выше, чем у сверстников из откормочной площадки, в отличие от доли белка 20,6% против 19,8% и разностью 0,8 п.п. по сравнению с животными из капитального помещения. Калорийность мяса составила 165,9 и 149,6 ккал/100 г. Коэффициент биологической эффективности липидов мяса молодняка, содержащегося в капитальном помещении, составил 0,47 ед. (норма – 1), при этом указав на преимущество бычков из откормочной площадки – 0,67 ед. с разностью 0,20 ед. **Ключевые слова:** лимузинская порода, бычки, мясо, белок, энергетическая ценность, жирнокислотный состав, условия выращивания, капитальное здание, откормочная площадка.*

PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES AND ENERGY VALUE IN MEAT OF LIMOUSIN BULLS REARED UNDER DIFFERENT HOUSING TECHNOLOGIES

Sidunova M.N.

RUE "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Animal Husbandry", Zhodino, Republic of Belarus

*The article presents the results of a study on the meat quality of Limousin bulls reared in different housing conditions. It was found that the fat content in the meat of young animals housed in a cattle barn was 9.57%, or 2.12 percentage points higher than that of their peers from a feedlot, in contrast to the protein content – 20.6% versus 19.8%, a difference of 0.8 percentage points compared to animals reared in a barn. The energy value of meat was 165.9 and 149.6 kcal/100 g. The biological efficiency coefficient for lipids in the meat of young animals housed in a barn was 0.47 units (the norm is 1), an advantage of bulls from a feedlot being marked as 0.67 units with a difference of 0.20 units. **Keywords:** Limousin breed, bulls, meat, protein, energy value, fatty acid composition, rearing conditions, cattle barn, feedlot.*

Введение. Так как мясо и продукты его переработки являются одним из основных источников полноценного питания человека, а говядина - один из важнейших видов продукции животноводства, ее ценность как пищевого продукта, не исчерпывается только количеством, немаловажное значение имеет ее качество. Качество мяса рекомендуется определять по соотношению мышечной, соединительной, костной и жировой тканей, а также физико-химическим и др. показателям [1].

Известно, что технологическая ценность мяса характеризуется совокупностью физико-химических, структурно-механических и органолептических свойств, которые определяют возможность использования его для различных технологических целей. Одним из важнейших технологических свойств мяса является влагосвязывающая способность, которая учитывается при производстве различных мясных продуктов и зависит в основном от состояния белков, так как жиры только в незначительной степени удерживают влагу. Около 90% влаги содержится в волокнах мышечной ткани, особенно в миофибриллах, основу которых составляют актин, миозин и актомиозин. Влагоудерживающая способность характеризует кулинарные качества мяса - чем выше этот показатель, тем меньше воды теряет мясо при обработке и, следовательно, сочнее изготовленный из него продукт [1, 2].

От концентрации водородных ионов зависит ряд физико-химических превращений в мясе при созревании и хранении. Высокий показатель pH (6,5 и выше) характеризует низкую технологическую ценность мяса. Величина pH не должна превышать 6,2. Величина pH 5,89-5,91 соответствует мясу, обладающему хорошим вкусом и ароматом, высокой технологической ценностью и пригодностью для длительного хранения [1-3].

Биологическая ценность продукта определяется не только количественным и качественным составом аминокислот, но также составом и свойствами липидов. Животные жиры – это источник полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), важнейшие из которых - линолевая, линоленовая и арахидоновая. В липидах животного происхождения более половины жирных кислот относятся к насыщенным, причем доля незаменимых ненасыщенных соединений достигает 25%. Полиненасыщенные жирные кислоты стабилизируют мембраны клеток, укрепляют иммунную систему, снижают частоту возникновения и тяжесть вирусных и бактериальных инфекций, способствуют снижению уровня холестерина и триглицеридов крови нормализуют вес и рост недоношенных детей и др. Считается, что жиры с высоким содержанием полиненасыщенных

жирных кислот наиболее биологически ценные [3-6].

Поэтому при выращивании молодняка лимузинской породы с применением разных технологий является важным установить качественные показатели мяса, полученного от убоя мясного скота.

Цель исследований - изучить физико-химические свойства и калорийность мяса бычков лимузинской породы при использовании разных технологий выращивания.

Материалы и методы исследований. Исследования по изучению качественного состава мяса, полученного при контрольном убое молодняка лимузинской породы в возрасте 19 мес., который выращивался в условиях племенных хозяйств ОАО «Агро-Мотоль» Ивановского района Брестской области (капитальное помещение, I опытная группа) и ОАО «Туровщина» Житковичского района Гомельской области (откормочная площадка, II опытная группа), проведены в ОАО «Берёзовский мясоконсервный комбинат» и ОАО «Пинский мясокомбинат». Схема проведения научно-хозяйственного опыта представлена в таблице 1.

Животные опытных групп формировались по принципу аналогов с учетом пола, возраста, живой массы и породности. Рационы для молодняка составлялись с учетом возраста, живой массы, с расчетом получения среднесуточных приростов 900-1200 г. по нормам А.П. Калашникова и др., 2003 г.

Таблица 1 - Схема проведения научно-хозяйственного опыта

Группа	Порода, породность	Кол-во животных, гол.	Условия и период выращивания	Исследуемые показатели
I опытная	Лимузинская, чистопородн.	16	Зимнестойловый период – ранневесенний туровый отел (рождение) в капитальном здании стоечно-балочной железобетонной конструкции, весенне-осенний период – на подсосе под матерями на пастбище, после осеннего отъема от матерей в возрасте 7 мес. до 19 мес. – капитальное помещение, беспривязное содержание на глубокой периодически сменяемой подстилке (солома), кормовой стол, автоматические чашечные поилки, выгульный двор, нормированное кормление, 0-19 мес.	Физико-химические показатели (технологические свойства, жирнокислотный состав)
II опытная	Лимузинская, чистопородн.	14	Зимнестойловый – ранневесенний туровый отел (рождение) в здании из досок (облегченная конструкция), весенне-осенний период – на подсосе под матерями на пастбище, после осеннего отъема от матерей в возрасте 7 мес. до 19 мес. – открытая площадка с трехстенным навесом для отдыха и укрытия, кормовой стол, поилки с подогревом, нормированное кормление, 0-19 мес.	

В ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» были выполнены испытания образцов средних проб мяса, взятые на уровне 9-11 ребра по физико-химическим свойствам - определение влаги, золы, жира, белка, летучих жирных кислот, влагоудерживающей и влагосвязывающей способности, концентрации водородных ионов (рН), жирных кислот – по ГОСТ 9793-2016, ГОСТ 31727-2012, ГОСТ 23042-2015, ГОСТ 25011-81, ГОСТ 23392-2016, ГОСТ Р 55483-2013, соответственно.

Определение калорийности и интегрального сора изучалось на основании результатов лабораторных исследований методом расчета:

- энергетической ценности (Е, ккал) по формуле (1) [7]:

$$E = \sum w_i \times k_i, \quad (1)$$

где k_i – коэффициент пересчёта энергетической ценности макронутриента продукта (жиры – 9, белки – 4, углеводы – 4), ккал/г, принят в соответствии с [8];
 w_i – массовая доля макронутриента в продукте, г/100 г.

Интегрального сора (ИС, %) или степени обеспечения суточной потребности организма основными пищевыми веществами и энергией проводили по формуле (2) [7]:

$$ИС = (P \times 100) / P_{сп}, \quad (2)$$

где P – величина соответствующего показателя пищевой ценности в исследуемом продукте;
 $P_{сп}$ – величина показателя в формуле сбалансированного питания (суточная потребность человека (энергетическая ценность – 2500 ккал, белки – 75 г, жиры – 83 г, углеводы – 365 г), принят в соответствии с [8].

Коэффициент использования липидов или коэффициент биологической эффективности липидов рассчитывается по формуле (3) [9]:

$$E(g) = (3 \times C_{\min}) \div \sum_{i=1}^3 C_i \quad (3)$$

где $E(g)$ - коэффициент биологической эффективности липидов пищевого продукта;

$C_{\min}$ - наименьший скор по любой из фракций липидов пищевого продукта;

C_i - скор для липидов по каждой конкретной фракции.

В формуле (3) используется наименьшая величина сора по любой из фракций липидов продукта. При этом учитывается усвоение липидов по минимальному уровню любой из фракций. Если $C_{i1} < C_{i2} < C_{i3}$, то все жирнокислотные фракции усваиваются на уровне C_{i1} , а избыток каждой фракции, равный $C_{i2} - C_{i1}$ и $C_{i3} - C_{i1}$, депонируется в организме или поступает на его энергетические нужды. Биометрическая обработка материалов исследований осуществлена методами вариационной статистики с использованием ПЭВМ.

Результаты исследований. При изучении технологических свойств мяса бычков лимузинской породы при использовании разных технологий выращивания установлено, что лучшей, т.е. более высокой влагоудерживающей и влагосвязывающей способностью отличалось мясо бычков второй опытной группы - 60,70 и 59,45%, где разность по сравнению со сверстниками первой группы (55,47 и 55,30%) составила 5,23 п.п. и 4,15 п.п. ($P < 0,001$), соответственно.

Согласно межгосударственному стандарту (ГОСТ 23392-2016), мясо и субпродукты считают свежими, если содержание летучих жирных кислот не превышает 4,0 мг гидроокиси калия (KOH), сомнительной свежести: 4,0-9,0 мг, несвежими - более 9 мг, что указывает на свежесть мяса от животных подопытных групп - 3,10 мг (I опытная) и 3,70 мг (II опытная), таблица 2.

Таблица 2 – Технологические свойства, пищевая и энергетическая ценность мяса бычков лимузинской породы

Показатель	Группа	
	I опытная	II опытная
Массовая доля влаги, %	69,50±0,31	70,95±1,05
Количество летучих жирных кислот, мг KOH/25 г мяса	3,10±0,15	3,70±0,20*
Массовая доля золы, %	1,00±0,02	0,97±0,01
Массовая доля хлористого натрия, %	0,20±0,001	0,21±0,001***
Влагоудерживающая способность, %	55,47±0,09	60,70±0,40***
Влагосвязывающая способность, %	55,30±0,70	59,45±0,35***
pH	6,01±0,01	6,03±0,01
Энергетическая ценность, ккал/100 г	165,9±5,04	149,6±11,50
ИС (по калорийности, %)	6,6	6,0
Массовая доля жира, %	9,57±0,75	7,45±1,65
ИС (по жирам, %)	11,5	9,0
Массовая доля белка, %	19,80±0,61	20,60±0,60
ИС (по белкам, %)	26,4	27,5
Углеводы, %	0,13±0,008***	0,03±0,001
ИС (по углеводам, %)	0,04	0,008
Соотношение «белок:жир»	2,1:1	2,8:1

Показатели pH мяса всех опытных бычков лимузинской породы находились в пределах 6 ед., что свидетельствует о том, что мясо имело кислую реакцию и пригодно к длительному хранению. По содержанию массовой доли жира в мясе, в большой степени влияющего на его энергетическую ценность (1 г жира выделяет 9 ккал), у молодняка I опытной группы его содержалось 9,57%, или на 2,12 п.п. выше, чем у сверстников II группы (7,45%) при соответствующей положительной разности по уровню энергетической ценности - 16,3 ккал/100 г, или 10,9% (165,9 против 149,6 ккал/100 г) между группами.

Массовая доля белка была выше у животных, содержащихся на откормочной площадке - 20,6% с разностью 0,8 п.п. по сравнению со сверстниками из капитального помещения. Соотношение «белок:жир» составило в мясе бычков первой опытной группы - 2,1:1, а второй - на 33,3% выше при 2,8:1, указывая на более выраженный диетический состав, при этом лучшим по вкусу считается мясо животных первой группы, более приближенное к оптимальному уровню - 1:1.

Следует отметить, что 100 г мяса от бычков, содержащихся в капитальном помещении восполняют 6,6% суточной потребности в энергии (ИС - интегральный скор), 11,5% в жирах, 26,4% в белках, в то время как 100 г мяса от молодняка откормочной площадки - 6,0%, 9,0% и 27,5%, соответственно, при разности 0,6 п.п. и 2,5 п.п. в пользу I опытной группы, 1,1 п.п. - II опытной. Это

свидетельствует о том, что потребление мяса с пониженным уровнем калорийности (I опытная группа) более предпочтительно (по сравнению с аналогичной продукцией от сверстников) при питании людей с низким уровнем физической активности.

Таблица 3 – Жирнокислотный состав мяса подопытных животных, % от суммы жирных кислот

Наименование жирных кислот	Группа	
	I опытная	II опытная
Насыщенные жирные кислоты (НЖК):	48,3	48,0
Миристиновая	3,6	3,6
Пальмитиновая	27,5	29,9
Стеариновая	17,2	14,5
Мононенасыщенные жирные кислоты (МНЖК):	37,0	39,4
Пальмитолеиновая	3,6	3,9
Олеиновая	33,4	35,5
Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК):	3,8	5,9
Линолевая (омега 6, ω 6)	3,2	4,9
α -Линоленовая (омега 3, ω 3)	0,5	0,5
Арахидоновая	0,1	0,5
Соотношение ω 6 / ω 3 (эталон - 17,5)	6,4	9,8
Другие	10,9	6,7

В наших исследованиях (таблица 3) установлено, что в образцах мяса животных обеих групп больше всего содержалось насыщенных жирных кислот, при относительно одинаковых показателях – 48,0 и 48,3%. По отдельным кислотам данной группы имелись различия по уровню между группами. Так, доля миристиновой, пальмитиновой и стеариновой кислот в мясе бычков, содержащихся в капитальном помещении, была 3,6%, 27,5 и 17,2%, при этом превосходство над сверстниками из откормочной площадки наблюдалось только по стеариновой на 2,7 п.п. Содержание пальмитиновой кислоты было большим во II опытной группе на 2,4 п.п. при значении 29,9% против 27,5 % у бычков первой опытной группы.

По содержанию мононенасыщенных жирных кислот различия между группами установлены в 2,4 п.п. в пользу бычков II опытной группы (39,4 % против 37,0 %), также как и по олеиновой кислоте с максимальным показателем 35,5% в структуре данной группы кислот и пальмитолеиновой – 3,9% по сравнению с первой группой с разностью 2,1 и 0,3 п.п., соответственно.

Нормализация деятельности всех мембранных структур клеток и внутриклеточной передачи информации является основной функцией полиненасыщенных жирных кислот. Вместе с тем, полиненасыщенные жирные кислоты, особенно арахидоновая, являются предшественниками образующихся из них чрезвычайно активных и важных медиаторов реакций метаболизма в организме - эйкозаноидов и изоэйкозаноидов [7, 9].

В состав жирных кислот (ЖК), являющихся основной частью липидов, входят полиненасыщенные ЖК с уровнем от суммы жирных кислот 3,8 % (I группа) и 5,9% (II группа), где разность в пользу молодняка из откормочной площадки составила 2,1 п.п. Полиненасыщенные ЖК в опыте представлены линолевой (омега 6) и α -линоленовой (омега 3) - незаменимыми и арахидоновой (заменимой) кислотами, процентное содержание которых в мясе подопытных бычков было следующим: I гр. – 3,2%, 0,5 и 0,1%; II гр. – 4,9%, 0,5 и 0,5%, соответственно, с положительной разностью по линолевой ЖК - 1,7 п.п., арахидоновой - 0,4 п.п. второй группы над первой. По α -линоленовой ЖК показатели были одинаковыми.

Жирнокислотную сбалансированность мяса опытных групп оценивали по соотношению омега-6 и омега-3 жирных кислот (ω 6: ω 3), по соотношению сумм полиненасыщенных (ПНЖК), мононенасыщенных (МНЖК), насыщенных жирных кислот (НЖК). Установлено, что по соотношениям ω 6: ω 3 (эталон - 17,5), ПНЖК:МНЖК:НЖК (эталон – 1:3,47:3,36), (ПНЖК+МНЖК)/НЖК (эталон – 1,3) более сбалансированным, т.е. приближенным к эталону, было мясо от бычков, содержащихся на откормочной площадке с показателями: ω 6: ω 3 - 9,8 , ПНЖК:МНЖК:НЖК - 1:6,67:8,14, ПНЖК+МНЖК)/НЖК – 0,94, против 6,4, 1:9,74:12,7 и 0,85 у сверстников из капитального помещения, соответственно. Поэтому мясо, полученное от бычков, которые содержались в условиях откормочной площадки по жирнокислотной сбалансированности следует считать мясным сырьем более высокой пищевой ценности.

В ежедневном рационе человека должен быть «идеальный липид», где на 100 г его приходится жирных кислот: насыщенных (НЖК, F_1) - 20 г, мононенасыщенных, МНЖК (олеиновой кислоты, F_2) - 35 г, полиненасыщенных (ПНЖК, F_3) - 6 г. Коэффициент биологической эффективности «идеального липида» равен 1 [10]. Расчет коэффициента эффективности липидов мяса бычков опытных групп представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Расчет коэффициента эффективности липидов мяса бычков опытных групп

Показатели		Липиды и их фракции									
		сумма липидов, %		содержание НЖК, F ₁		содержание олеиновой кислоты, F ₂		содержание ПНЖК, F ₃		сумма скоров	
		I гр.	II гр.	I гр.	II гр.	I гр.	II гр.	I гр.	II гр.	I гр.	II гр.
Жировая ткань мяса, г на 100 г продукта		8,53	6,95	4,62	3,58	3,20	2,65	0,36	0,44	-	-
Жировая ткань мяса, г на 100 г липидов	F _{иссл}	100,0		48,3	48,0	33,4	35,5	3,8	5,9	-	-
	C _{иссл}	-		2,42	2,40	0,95	1,01	0,63	0,98	4,0	4,39
Идеальный липид, г на 100 г липидов	F _{этал}	100,0		20,0		35,0		6,0		-	-
	C _{этал}	-		1,0		1,0		1,0			
Жировая ткань липидов (усвояемая часть) C _{иссл}		-		0,63	0,98	0,63	0,98	0,63	0,98	1,89	2,94

Биологическая эффективность липидов, входящих в состав пищевых продуктов, основана на определении скоров (от англ. score – счет) по фракциям жирных кислот. Скор для липидов определяется как отношение количества конкретной фракции жирных кислот в исследуемом образце липидов пищевого продукта к количеству этой же фракции в «идеальном» липиде. Липидный скор фракций жирных кислот мяса опытных групп был следующим, I гр. и II гр.: насыщенные (НЖК) – 2,42 и 2,40 ед., мононенасыщенные (МНЖК, олеиновая) – 0,95 и 1,01, полиненасыщенные (ПНЖК) – 0,63 и 0,98 ед., соответственно.

В соответствии с положением об усвоении липидов по минимальному уровню любой из фракций был рассчитан коэффициент использования липидов или коэффициент биологической эффективности липидов мяса опытного молодняка, который составил в первой группе - 0,47 ед., второй - 0,67 ед., продемонстрировав невысокие показатели у первой группы при сравнении с идеальным уровнем – 1, при этом указав на преимущество бычков из откормочной площадки с разностью 0,20 ед.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что применение разных технологий выращивания бычков лимузинской породы оказало влияние на физико-химические свойства и калорийность мяса. Содержание жира в мясе молодняка из капитального помещения было 9,57%, или на 2,12 п.п. выше, чем у сверстников из откормочной площадки, в отличие от белка с более высоким показателем 20,6% против 19,8% и разностью 0,8 п.п. по сравнению с животными из капитального помещения. Соотношение «белок:жир» составило в мясе бычков первой группы 2,1:1, а второй – на 33,3% выше при 2,8:1, указывая на более выраженный диетический состав, при этом лучшим по вкусу считается мясо животных первой группы, более приближенное к оптимальному уровню - 1:1.

Коэффициент биологической эффективности липидов мяса молодняка, содержащегося в капитальном помещении, составил 0,47 ед., продемонстрировав невысокие показатели при сравнении с идеальным уровнем – 1, при этом указав на преимущество бычков из откормочной площадки (0,67 ед.) с разностью 0,20 ед.

Conclusion. The research revealed that the use of different Limousin bull-rearing technologies significantly impacted the physicochemical properties and energy value of the meat. The fat content in meat of young animals reared under conditions of a cattle barn was 9.57%, or 2.12 percentage points higher, than that of their peers reared in the feedlot. However, protein meat content was higher in bulls reared in the feedlot – 20.6% versus 19.8%, showing an increase 0.8 percentage point as compared to animals reared in a barn. The protein-fat ratio in the meat of the first group of bulls was 2.1:1, while that of the second group was 33.3% higher at 2.8:1, indicating a more pronounced dietary composition. Meat from animals reared in the first group is considered more tasty and closer to the optimal level of 1:1.

The coefficient of biological efficiency of lipids in the meat of young bulls housed in a barn was 0.47 units, demonstrating lower parameters as compared with the ideal level of 1, bulls from the feedlot showed an advantage (0.67 units) with a difference of 0.20 units.

Список литературы.

1. Качественные показатели мяса бычков разных генотипов / Р. В. Лобан, С. В. Сидунов, Е. Ю. Гуминская [и др.] // Животноводство Беларуси: вчера, сегодня, завтра : сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» и 110-летию юбилею доктора сельскохозяйственных наук, профессора А.А. Гайко, г. Жодино, 24-25 октября 2024 г. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. – Минск : Беларуская навука, 2024. – С. 33–36.

2. Бирта, Г. А. Послеубойные изменения в мясе, способы ускорения созревания мяса / А. Г. Бирта // Проблемы интенсификации производства продуктов животноводства : тезисы докладов Международной

научно-практической конференции (9-10 октября 2008 г.) / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. – Жодино, 2008. – С. 267–269.

3. Мирошников, С. А. Качественные показатели говядины бычков различных пород и направлений продуктивности / С. А. Мирошников, А. В. Харламов, И. В. Маркова // Теория и практика переработки мяса. – 2017. – № 2. – С. 14–22.

4. Сандул, П. А. Липидный состав и биологическая ценность мяса у цыплят-бройлеров при скормливании им концентрата витаминов Е и F из рапсового масла / П. А. Сандул, Д. Т. Соболев // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2024. – Т. 60, вып. 3. – С. 130–133. – DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-3-130-133.

5. Гнедов, А. А. Анализ показателей качества мяса и непищевой продукции, получаемой от арктического омуля (*coregonus autumnalis pallas*) / Гнедов А. А. // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2025. – Т. 61, вып. 1. – С. 35–41. – DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-1-35-41.

6. Бондаренко, В. В. Аминокислотный состав мышечной ткани и жирнокислотный состав шпика молодняка свиней при вскармливании БВМД «Минактивит» / В. В. Бондаренко, Т. В. Полищук // Ученые записки учреждения образования «Витебская государственная академия ветеринарной медицины». – 2021. – Т. 57, вып. 2. – С. 142–149. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-2-142-149.

7. Мелещенко, А. В. Оценка пищевой и биологической ценности варёно-копчёных колбасных изделий с учетом рационального использования сырья и калорийности / А. В. Мелещенко, О. Г. Ходорева, К. А. Марченко // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья : сборник научных трудов / Институт мясо-молочной промышленности. – Минск, 2021. – Вып. 15. – С. 155–165.

8. Пищевая продукция в части ее маркировки : ТР ТС 022/2011 : принят 09.12.2011 : вступ. в силу 01.07.2013 (переиздание январь 2019) / Евраз. Экон. Комис. – Минск, 2019. – 23 с.

9. Рощина, Е. В. Теоретические и практические аспекты формирования конкурентоспособного товароведа в Республике Беларусь / Е. В. Рощина. – Текст : электронный. – URL: <http://lib.i-bteu.by/bitstream/handle/22092014/5237/Рощина%20Е.В.%20Теоретические%20и%20практические%20аспекты.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата обращения: 10.04.2026).

10. Величко, Н. А. Пищевая химия : методические указания к практическим занятиям / Н. А. Величко, Е. В. Шанина ; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2011. – 36 с.

References.

1. Kachestvennye pokazateli myasa bychkov raznyh genotipov / R. V. Loban, S. V. Sidunov, E. YU. Guminskaya [i dr.] // Zhivotnovodstvo Belarusi: vchera, segodnya, zavtra : sbornik statej po materialam Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 75-letiyu RUP «NPC NAN Belarusi po zhivotnovodstvu» i 110-letnemu yubileyu doktora sel'skohozyajstvennyh nauk, professora A.A. Gajko, g. ZHodino, 24-25 oktyabrya 2024 g. / Nauchno-prakticheskij centr NAN Belarusi po zhivotnovodstvu. – Minsk : Belaruskaya navuka, 2024. – S. 33–36.

2. Birta, G. A. Poslebojnye izmeneniya v myase, sposoby uskoreniya sozrevaniya myasa / A. G. Birta // Problemy intensifikacii proizvodstva produktov zhivotnovodstva : tezisy dokladov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (9-10 oktyabrya 2008 g.) / Nauchno-prakticheskij centr NAN Belarusi po zhivotnovodstvu. – ZHodino, 2008. – S. 267–269.

3. Miroshnikov, S. A. Kachestvennye pokazateli govyadiny bychkov razlichnyh porod i napravlenij produktivnosti / S. A. Miroshnikov, A. V. Harlamov, I. V. Markova // Teoriya i praktika pererabotki myasa. – 2017. – № 2. – S. 14–22.

4. Sandul, P. A. Lipidnyj sostav i biologicheskaya cennost' myasa u cyplyat-brojlerov pri skarmlivanii im koncentrata vitaminov E i F iz rapsovogo masla / P. A. Sandul, D. T. Sobolev // Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny". – 2024. – Т. 60, вып. 3. – С. 130–133. – DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-3-130-133.

5. Gnedov, A. A. Analiz pokazatelej kachestva myasa i nepishchevoj produkcii, poluchaemoj ot arkticheskogo omulya (*coregonus autumnalis pallas*) / Gnedov A. A. // Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny". – 2025. – Т. 61, вып. 1. – С. 35–41. – DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-1-35-41.

6. Bondarenko, V. V. Aminokislотноj sostav myshechnoj tkani i zhirnokislотноj sostav shpika molodnyaka svinej pri vskarmlivanii BVMD «Minaktivit» / V. V. Bondarenko, T. V. Polishchuk // Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny». – 2021. – Т. 57, вып. 2. – С. 142–149. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-2-142-149.

7. Meleshchenya, A. V. Ocenka pishchevoj i biologicheskoy cennosti varyono-kopchyonyh kolbasnyh izdelij c uchetom racional'nogo ispol'zovaniya syr'ya i kalorijnosti / A. V. Meleshchenya, O. G. Hodoreva, K. A. Marchenko // Aktual'nye voprosy pererabotki myasnogo i molochnogo syr'ya : sbornik nauchnyh trudov / Institut myaso-molochnoj promyshlennosti. – Minsk, 2021. – Vyp. 15. – S. 155–165.

8. Pishchevaya produkcija v chasti ee markirovki : TR TS 022/2011 : prinyat 09.12.2011 : vstup. v silu 01.07.2013 (pereizdanie yanvar' 2019) / Evraz. Ekon. Komis. – Minsk, 2019. – 23 s.

9. Roshchina, E. V. Teoreticheskie i prakticheskie aspekty formirovaniya konkurentosposobnogo tovaroveda v Respublike Belarus' / E. V. Roshchina. – Текст : elektronnyj. – URL: <http://lib.i-bteu.by/bitstream/handle/22092014/5237/Roshchina%20E.V.%20Teoreticheskie%20i%20prakticheskie%20aspekty.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (data obrashcheniya: 10.04.2026).

10. Velichko, N. A. Pishhevaya himiya : metodicheskie ukazaniya k prakticheskim zanyatiyam / N. A. Velichko, E. V. SHanina ; Krasnoyarskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – Krasnoyarsk, 2011. – 36 s.

Поступила в редакцию 27.04.2026.

ИНТЕНСИВНОСТЬ РОСТА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ НА ФОНЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГУМАТОВ НАТРИЯ, АММОНИЯ И ГУМУСОВЫХ КИСЛОТ

Соболев Д.Т. ORCID ID 0009-0008-4672-3905, Сандул П.А. ORCID ID 0000-0002-9203-4122, Горидовец Е.В. ORCID ID 0000-0002-9204-4785, Дрозд Н.Б.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

*Использование цыплятам-бройлерам с питьевой водой и комбикормами гумусовых кислот, а также гуматов натрия и аммония способствует усилению интенсивности роста бройлеров в различные периоды выращивания. За весь период исследований бройлеры, получавшие гумусовые кислоты, повышают интенсивность роста в сравнении с контролем в среднем на 2,4%, а получавшие гуматы натрия и аммония – на 11% и 7,7%. **Ключевые слова:** продуктивность, приросты, гумусовые кислоты, биокорректоры, цыплята.*

GROWTH INTENSITY OF BROILER CHICKENS IN THE BACKGROUND OF THE USE OF SODIUM HUMATES, AMMONIUM AND HUMIC ACIDS

Sobolev D.T., Sandul P.A., Goridovets E.V., Drozd N.B.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

*The use of humic acids, as well as sodium and ammonium humates, in drinking water and compound feeds for broiler chickens enhances the growth rate of broilers during different periods of rearing. Over the course of the study, broilers that received humic acids showed an average increase in growth rate of 2.4% compared to the control group, while those that received sodium and ammonium humates showed an average increase of 11% and 7.7%, respectively. **Keywords:** productivity, growth, humic acids, biocorrectors, chickens.*

Введение. В Республике Беларусь современное птицеводство является перспективным, наукоемким, конкурентноспособным и быстро развивающимся направлением в агропромышленном комплексе. Выращивание цыплят-бройлеров позволяет в существенной степени решить важнейшую проблему обеспечения потребности населения в диетической мясной продукции [2, 5, 6, 10]. В процессе промышленного выращивания бройлеры испытывают влияние множества негативных факторов, которое усугубляется напряженной схемой обязательной иммунизации. Для обеспечения интенсивного роста цыплят-бройлеров высокопродуктивных кроссов, профилактики у них различных патологий пищеварительного тракта, в особенности печени, следует организовать научно обоснованное кормление высокой степени полноценности [4, 6, 8, 9]. Хорошие результаты при выращивании бройлеров достигаются при помощи использования в рационах антиоксидантов, липотропных соединений, биокорректоров, в том числе гумусовых кислот и их солей, минеральных и витаминных добавок [2, 5-8, 10]. В связи с вышеизложенным, изучение эффективности применения в птицеводстве биокорректоров природного происхождения, таких как гуминовые вещества, является актуальным.

Целью исследований явилось определить влияние гумусовых кислот, натриевых и аммониевых солей гуминовых кислот в жидкой и сухой формах в составе биодобавок на показатели продуктивности у цыплят-бройлеров в сравнительном аспекте.

Материалы и методы исследований. Для достижения поставленной цели в условиях терапевтической клиники кафедры внутренних незаразных болезней УО ВГАВМ г. Витебска проводились два научно-клинических опыта. В обоих опытах использовались цыплята-бройлеры кросса «Росс 308», подобранные с учетом кросса, живой массы и возраста, методом групп-аналогов [3]. Цыплята всех групп находились в одинаковых условиях кормления и содержания, в соответствии со схемой опыта в зависимости от возраста бройлерам поочередно скармливали полнорационные комбикорма КД-5-1, КД-5-2, КД-П 6-1 и КД-П 6-2. Поение осуществлялось водой из артезианского источника вволю. В 1-ом опыте цыплята были укомплектованы в 4 группы по 20 голов каждая. Контрольная группа получала только основной рацион (ОР). Цыплятам 1-й, 2-й и 3-й опытных групп с 5-дневного возраста до окончания опыта (на 46-й день жизни цыплят) ежедневно в утренние часы выпаивали с питьевой водой кормовую добавку – жидкую фракцию из гидролизата торфа (активное действующее вещество – гумусовые кислоты) в дозе 0,5, 1,0 и 2,0 мл/гол в сутки. Во 2-м опыте были сформированы 3 группы подопытных цыплят по 10 голов каждая. Бройлеры 1-й опытной группы с 10-дневного возраста до окончания опыта (на 40-й день жизни цыплят) в дополнение к ОР получали гумат натрия, который задавался с кормом в количестве 0,02% по массе комбикорма (в дозе 20 мг на 1 кг живой массы); бройлерам 2-й опытной группы в эти же сроки скармливали гумат аммония в такой же дозе таким же способом. Контроль получал ОР без изменений. В течение периода наблюдения у птицы опытных и контрольных групп контролировали

клиническое состояние, прием корма и воды, поведение и двигательную активность, реакцию на внешние раздражители, состояние фекалий, сохранность поголовья, наличие падежа и расклева, а также изучалась динамика живой массы, абсолютный и среднесуточный приросты методом индивидуального взвешивания бройлеров каждой группы на электронных весах марки «Весы медицинские электронные ВМ-20» и расчетным методом. Полученные цифровые опытные данные были биометрически обработаны с помощью программного средства Microsoft Excel. Достоверность результатов выражали с помощью средней арифметической и ее стандартной ошибки ($\bar{X} \pm m$), а уровни значимости критерия достоверности – $*p \leq 0,05$; $**p \leq 0,01$; $***p \leq 0,001$ [1].

Результаты исследований. Динамика показателей продуктивности цыплят, получавших гумусовые кислоты в жидкой форме с питьевой водой, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели продуктивности цыплят-бройлеров, получавших гумусовые кислоты, ($\bar{X} \pm m$)

Сроки исследований	Группы птиц			
	контроль	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Абсолютный прирост, г:				
на 23-й день опыта	906,56 $\pm$ 32,20	968,08 $\pm$ 61,60	1012,92 $\pm$ 112,10	1000,58 $\pm$ 81,70
с 24-го по 41-й день опыта	1049,24 $\pm$ 63,60	1014,34 $\pm$ 58,50	990,68 $\pm$ 87,00	993,76 $\pm$ 52,75
за весь период опыта	1955,80 $\pm$ 95,30	1982,42 $\pm$ 119,30	2003,60 $\pm$ 180,20	1994,34 $\pm$ 131,40
Среднесуточный прирост, г:				
на 23-й день опыта	39,42 $\pm$ 3,12	42,09 $\pm$ 3,27	44,04 $\pm$ 3,95	43,50 $\pm$ 2,80
с 24-го по 41-й день опыта	61,72 $\pm$ 3,38	59,67 $\pm$ 4,04	58,28 $\pm$ 4,98	58,46 $\pm$ 4,32
за весь период опыта	47,70 $\pm$ 3,18	48,35 $\pm$ 3,61	48,87 $\pm$ 4,15	48,64 $\pm$ 3,55

Анализ динамики живой массы цыплят (таблица 1) показал, что различия по живой массе у цыплят опытных групп по сравнению с контрольной группой были хорошо заметны к 28-дневному возрасту (на 23-й день опыта). При фактически одинаковой живой массе в начале опыта цыплята 1-й, 2-й и 3-й опытных групп опережали контрольных цыплят по абсолютному приросту в данные сроки соответственно на 6,8%, 11,7 и 10,4%. Если молодняк контрольной группы в эти сроки увеличивал свою массу в этот период ежедневно на 39,42 г, то цыплята-бройлеры опытных групп – на 42,09; 44,04; 43,50 г. В последующие дни откорма интенсивность роста цыплят-бройлеров в опытных группах снижалась. За весь период опыта абсолютный прирост живой массы бройлеров во всех опытных группах превышал контрольные показатели: в 1-й опытной группе – на 1,4%, во 2-й и 3-й – на 2,4 и 2% соответственно. В среднем за опыт цыплята контрольной группы ежедневно увеличивали свою массу на 47,7 г, цыплята 1-й опытной группы – на 48,35 г, 2-й – на 48,87, 3-й – на 48,64 г.

В таблице 2 приводятся показатели продуктивности цыплят, получавших натриевую и аммониевую соль гуминовых кислот, в разные сроки исследований.

Таблица 2 – Показатели продуктивности цыплят-бройлеров, получавших соли гуминовых кислот, ($\bar{X} \pm m$)

Сроки исследований	Группы птиц		
	контроль	1-я опытная	2-я опытная
Абсолютный прирост, г:			
на 11-й день опыта	810,20 $\pm$ 76,04	811,50 $\pm$ 43,82	809,90 $\pm$ 70,75
с 12-го по 30-й день опыта	1136,62 $\pm$ 115,34	1348,78 $\pm$ 110,55	1287,57 $\pm$ 125,75
за весь период опыта	1946,82 $\pm$ 171,81	2160,28 $\pm$ 159,52	2097,47 $\pm$ 199,65
Среднесуточный прирост, г:			
на 11-й день опыта	46,40 $\pm$ 8,22	45,60 $\pm$ 6,27	45,44 $\pm$ 6,29
с 12-го по 30-й день опыта	59,82 $\pm$ 3,31	70,98 $\pm$ 4,19*	67,77 $\pm$ 3,27*
за весь период опыта	53,11 $\pm$ 6,19	58,29 $\pm$ 5,36	56,61 $\pm$ 5,23

Примечания: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$ (уровни значимости для критерия достоверности по отношению к контролю).

По данным таблицы 2 можно сделать вывод, что введение в рацион солей гуминовых кислот также оказывает положительное влияние на рост цыплят. При изучении абсолютных приростов живой массы цыплят установлено, что к 11-му дню опыта данный показатель у бройлеров всех групп практически между собой не различался. Вместе с тем, в дальнейшем, с 12-го по 30-й дни опыта в опытных группах цыплят абсолютные приросты заметно возрастали и превышали контрольные показатели в 1-й группе на 18,7%, а во 2-й – на 13,3%. За весь период опыта в 1-й и 2-й опытных группах абсолютный прирост живой массы был на 11% и 7,7% выше, чем в контроле. Сходная динамика отмечалась и в отношении среднесуточных приростов. За весь период опыта у бройлеров, получавших гумат натрия, среднесуточные приросты были выше, чем в контроле, на 9,8%, а у цыплят 2-й группы, которым скармливали гумат аммония – на 6,7%.

Заключение. Таким образом, использование цыплятам-бройлерам с питьевой водой жидкой биодобавки с гумусовыми кислотами оказывает стимулирующее действие на интенсивность их роста преимущественно в первую половину опыта (до 28-го дня выращивания); при этом максимальный эффект отмечался при использовании дозы 1,0 мл/гол в сутки по сравнению с другими дозами (0,5 и 2 мл/гол) и характеризовался повышением абсолютного и среднесуточного прироста на 11,7% по отношению к контролю и на 4,6% и 1,2% в сравнении с бройлерами 1-й и 3-й опытных групп. За весь период опыта бройлеры данной группы набирали живую массу в среднем на 2,4% быстрее контрольных.

Скармливание бройлерам с комбикормами гуматов натрия и аммония в дозе 20 мг на 1 кг живой массы (0,02% по массе комбикорма) способствовало усилению их интенсивности роста во вторую половину опыта (с 22-го дня выращивания). Наилучший ростостимулирующий эффект отмечался в группе цыплят, получавших гумат натрия, что характеризовалось в указанный период повышением показателей продуктивности по сравнению с контролем на 18,7%, а в сравнении с бройлерами, получавшими гумат аммония, – на 4,8%. За весь период исследований указанные цыплята имели абсолютные и среднесуточные приросты на 11% и 9,8% выше, чем в контроле, и почти на 3% выше, чем во 2-й опытной группе.

Conclusion. Thus, the use of liquid dietary supplements with humic acids for broiler chickens with drinking water has a stimulating effect on the growth rate of chickens mainly in the first half of the experiment (up to the 28th day of rearing); at the same time, the maximum effect was observed when using a dose of 1.0 ml/head per day compared with other doses (0.5 and 2 ml/head) and was characterized by an increase in absolute and average daily growth by 11.7% compared to the control and by 4.6% and 1.2% compared with broilers of the 1st and 3rd experimental groups. During the entire experimental period, the broilers in this group gained live weight 2.4% faster than the control group.

Feeding broilers with sodium and ammonium humates at a dose of 20 mg per 1 kg of live weight (0.02% by weight of the feed) increased their growth rate in the second half of the experiment (from the 22nd day of rearing). The best growth-stimulating effect was observed in the group of chickens that received sodium humate, which resulted in an increase in productivity by 18.7% compared to the control group and a 4.8% increase compared to the group of broilers that received ammonium humate. Over the entire study period, these chickens had absolute and average daily gains that were 11% and 9.8% higher than in the control group and almost 3% higher than in the second experimental group.

Список литературы.

1. Биометрия : учебно-методическое пособие по дисциплине «Биометрия» для магистрантов по специальности «Ветеринария» / Т. В. Павлова, В. Ф. Соболева, Т. В. Видасова ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2022. – 74 с.
2. Использование добавки на основе гуминовых кислот / К. В. Корсаков, А. А. Васильева, С. П. Москаленко [и др.]. // Птицеводство. – 2018. – № 5. – С. 22–25.
3. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы / И. А. Егоров, В. А. Манукян, Т. Н. Ленкова [и др.] ; под общей ред. В. И. Фисинина. – Сергиев Посад : ВНИТИП, 2013. – 52 с.
4. Особенности липидного обмена ремонтного молодняка кур, вакцинированного против ИБК / Д. Т. Соболев, И. Н. Громов, В. М. Холод, Б. Я. Бирман // Птицеводство Беларуси. – 2003. – № 3. – С. 9–11.
5. Полифункциональная роль гуминовых кислот из леонардита в бройлерном и яичном птицеводстве : монография / А. А. Васильев, К. В. Корсаков, С. П. Москаленко, Л. А. Сивохина ; Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова. – Саратов, 2021. – 300 с.
6. Применение в кормлении цыплят-бройлеров биологически активных веществ / Л. В. Шульга, К. Л. Медведева, Д. Ю. Горячева [и др.]. // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2025. – Т. 61, вып. 4, ч. – С. 60–64. – DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-4-60-64.
7. Применение гумусовых кислот для оптимизации белкового обмена и повышения продуктивных качеств у цыплят-бройлеров / Д. Т. Соболев, П. А. Сандул, В. Ф. Соболева, Е. В. Горидовец // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2022. – № 1. – С. 71–74.
8. Пономаренко, Ю. А. Комбикорма, корма, кормовые добавки, биологически активные вещества, рационы, качество, безопасность : монография / Ю. А. Пономаренко, В. И. Фисинин, И. А. Егоров. – Минск : Белстан, 2020. – 764 с.
9. Соболев, Д. Т. Динамика индикаторных ферментов сыворотки крови, поджелудочной железы и печени ремонтного молодняка кур, вакцинированного против инфекционного ларинготрахеита / Д. Т. Соболев, Д. В. Елисейкин // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2008. – Т. 44, вып. 2, ч. 2. – С. 142–147.
10. Эффективность применения кормовой добавки «МагнифидПлюс-С» в кормлении цыплят-бройлеров / М. М. Карпена, Л. Ф. Клундук, М. В. Горovenko [и др.]. // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2025. – Т. 61, вып. 4, ч. – С. 42–46. – DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-4-42-46.

References.

1. Biometriya : uchebno-metodicheskoe posobie po discipline «Biometriya» dlya magistrantov po special'nosti

«Veterinariya» / T. V. Pavlova, V. F. Soboleva, T. V. Vidasova ; Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny. – Vitebsk : VGAVM, 2022. – 74 s.

2. Ispol'zovanie dobavki na osnove guminovykh kislot / K. V. Korsakov, A. A. Vasil'eva, S. P. Moskalenko [i dr.]. // Pticevodstvo. – 2018. – № 5. – S. 22–25.

3. Metodika provedeniya nauchnykh i proizvodstvennykh issledovaniy po kormleniyu sel'skohozyajstvennoj pticy / I. A. Egorov, V. A. Manukyan, T. N. Lenkova [i dr.]; pod obshchej red. V. I. Fisina. – Sergiev Posad : VNITIP, 2013. – 52 s.

4. Osobennosti lipidnogo obmena remontnogo molodnyaka kur, vakcinirovannogo protiv IBK / D. T. Sobolev, I. N. Gromov, V. M. Holod, B. YA. Birman // Pticevodstvo Belarusi. – 2003. – № 3. – S. 9–11.

5. Polifunkcional'naya rol' guminovykh kislot iz leonardita v brojlerom i yaichnom pticevodstve : monografiya / A. A. Vasil'ev, K. V. Korsakov, S. P. Moskalenko, L. A. Sivohina ; Saratovskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. N. I. Vavilova. – Saratov, 2021. – 300 s.

6. Primenenie v kormlenii cyplyat-brojlerov biologicheski aktivnykh veshchestv / L. V. Shul'ga, K. L. Medvedeva, D. YU. Goryacheva [i dr.]. // Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny". – 2025. – T. 61, vyp. 4, ch. – S. 60–64. – DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-4-60-64.

7. Primenenie gumusovykh kislot dlya optimizatsii belkovogo obmena i povysheniya produktivnykh kachestv u cyplyat-brojlerov / D. T. Sobolev, P. A. Sandul, V. F. Soboleva, E. V. Goridovec // Veterinarnyj zhurnal Belarusi. – 2022. – № 1. – S. 71–74.

8. Ponomarenko, YU. A. Kombikorma, korma, kormovye dobavki, biologicheski aktivnye veshchestva, raciony, kachestvo, bezopasnost' : monografiya / YU. A. Ponomarenko, V. I. Fisina, I. A. Egorov. – Minsk : Belstan, 2020. – 764 s.

9. Sobolev, D. T. Dinamika indikatornykh fermentov syvorotki krovi, podzheludochnoj zhelezy i pecheni remontnogo molodnyaka kur, vakcinirovannogo protiv infekcionnogo laringotraheita / D. T. Sobolev, D. V. Elisejkin // Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny". – 2008. – T. 44, vyp. 2, ch. 2. – S. 142–147.

10. Effektivnost' primeneniya kormovoj dobavki «MagnifidPlyus-S» v kormlenii cyplyat-brojlerov / M. M. Karpenya, L. F. Klunduk, M. V. Gorovenko [i dr.]. // Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny". – 2025. – T. 61, vyp. 4, ch. – S. 42–46. – DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-4-42-46.

Поступила в редакцию 05.03.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-2-88-94

УДК 636.2:637.112

ОСНОВНЫЕ СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КАЧЕСТВА МОЛОКА КОРОВ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД

*Тимошенко В.Н. ORCID ID 0000-0001-5806-1242, *Песоцкий Н.И. ORCID ID 0000-0002-1437-3540,

*Музыка А.А. ORCID ID 0000-0003-2582-5888, *Песоцкий Е.Н.,

**Зайцев С.Ю. ORCID ID 0000-0003-1533-8680, **Воронина О.А. ORCID ID 0000-0002-6774-4288

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь

**ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ имени
академика Л. К. Эрнста», п. Дубровицы, Российская Федерация

В статье представлены результаты исследований, целью которых является определение влияния основных генетических и паратипических факторов на качественные показатели молока для выработки научно-обоснованных предложений по улучшению качества производимой продукции. Среди исследованного поголовья 41,7-65,5% животных имеют желательный генотип, гетерозиготных животных с одним желательным аллелем А2 – 30,0-45,8% и гомозиготных и гетерозиготных животных с двумя нежелательными аллелями А1, В – от 4,4 до 15,0%, что имеет практическое значение для направленной селекционно-племенной работы в плане производства молока-сырья с заданными технологическими свойствами для сыроделия и других направлений переработки, что позволит повысить конкурентоспособность производимой продукции и ее безопасность. **Ключевые слова:** коровы, качество молока, генотип, голштинская порода, красная датская порода.

BASIC BREEDING AND GENETIC PARAMETERS OF MILK QUALITY IN DIFFERENT CATTLE BREEDS

*Timoshenko V.N., *Pyasotski N.I., *Muzyka A.A., *Pyasotski E.N.,

**Zaitsev S.Y., **Voronina O.A.

*RUE "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus
for Animal Husbandry", Zhodino, Republic of Belarus

**Federal Research Center for Animal Husbandry named after academy member L.K. Ernst,
Dubrovitsy, Russian Federation

*The article presents the results of studies aimed at determining the effect of the main genetic and paratypic factors on the quality indicators of milk in order to develop scientifically grounded proposals for improving the quality of produced products. Among the studied livestock, 41.7-65.5% of animals have the desired genotype, heterozygous animals with one desired A2 allele – 30.0-45.8% and homozygous and heterozygous animals with two undesirable A1, B alleles from 4.4 to 15.0%, which is of practical importance for targeted breeding work in terms of the production of raw milk with specified technological properties for cheese making and other processing areas, which will increase the competitiveness of the products and their safety. **Keywords:** cows, milk quality, genotype, Holstein breed, Danish Red breed.*

Введение. Молочное скотоводство является одной из ведущих и самых эффективных отраслей сельскохозяйственного производства, главной задачей которой является обеспечение населения молоком и молочными продуктами. Молоко в питании населения среди других продуктов занимает важное место. Потребление его человеком позволяет не только сохранить, укрепить здоровье, но и является ценным сырьем для выработки молочной продукции, качество которой в значительной степени зависит от биохимического состава, физико-химических и технологических свойств молока. Сыродельная промышленность предъявляет наибольшие требования к качеству молока: содержанию в нем белка, жира, бактериальной обсемененности, количеству соматических клеток, термоустойчивости, кислотности, плотности, соответствию группе чистоты и классности. В последние годы производители молочной продукции изменили концепцию подхода к ее качеству с учетом требований рынка.

За последнее десятилетие в Республике Беларусь значительно повысилась эффективность ведения отрасли молочного скотоводства: выросли рентабельность производства, численность коров, их продуктивность и валовое производство молока. Рост инвестиций, направляемых в молочную отрасль, способствует ее дальнейшей интенсификации [1, с. 117]. В настоящее время страна в полном объеме обеспечивает потребность внутреннего рынка в молочных продуктах за счет собственного производства. Согласно оценкам представителей Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, уровень самообеспечения молочными продуктами в 2023 г. достиг 267%, что свидетельствует о возможности осуществления экспортных поставок без ущерба для продовольственной безопасности страны [2, с.112].

Главенствующим фактором повышения эффективности молочного скотоводства является производство молока с необходимыми технологическими параметрами. Важной задачей, стоящей перед молочным животноводством наравне с увеличением объемов производства сырого молока как сырья для молочной промышленности, является обеспечение его высокого качества [3, с. 258].

Исследования в области молекулярной генетики предоставили селекционерам новые технологии, которые можно использовать в сочетании с традиционными методами отбора для усиления генетического прогресса. Разработаны тесты на основе ДНК, в соответствии с которыми можно выбирать животных с благоприятным генотипом для определенных признаков (например, качество молока) для увеличения по ним скорости генетического прогресса. Одним из таких инструментов является тест на определение генотипов β -казеина.

На настоящий момент выявлено более 10 аллельных вариантов β -казеина, которые можно разделить на группы A1 и A2. Известно, что β -казеин состоит из 209 аминокислот и у животных с генотипами A1A1 и A2A2 структура β -казеина отличается единственной аминокислотой: генотип A1A1 содержит в позиции 67 аминокислоту гистидин, генотип A2A2 – пролин. Из-за различной первичной структуры белка при употреблении в пищу коровьего молока от животных с генотипами A1A1 и A2A2 β -казеины расщепляются в желудочно-кишечном тракте человека с образованием разных веществ. Так, при расщеплении A1 β -казеина образуется пептид, состоящий из семи аминокислотных остатков, который называется бычий казоморфин-7 или БКМ-7 [4, с.115-116].

Казоморфины относятся к группе опиоидных пептидов пищевого происхождения. Их основными свойствами являются снижение болевой чувствительности, контроль функций центральной и периферической нервных систем, в том числе врожденных поведенческих реакций и обучения, влияние на перистальтику желудочно-кишечного тракта человека. Аминокислотная последовательность казоморфинов позволяет им регулировать развитие различных систем новорожденного, а также влиять на организм кормящей матери.

Новозеландскими и немецкими учеными в области диabetологии отмечено неблагоприятное влияние коровьего молока животных с генотипом A1A1 β -казеина на здоровье детей [5, с. 292-296]. Ряд исследований связывают наличие БКМ-7 с психомоторным развитием ребенка в раннем возрасте, а группа российских ученых выдвинула гипотезу о роли опиатов в развитии детского аутизма [6, с. 68-71]. Исследования в Китае показали, что потребление молока A2 может быть связано с ослаблением желудочно-кишечных симптомов непереносимости молока у пациентов с непереносимостью лактозы [7, с.1-16].

Первыми странами, где были созданы целые стада животных с генотипом A2A2, являются Новая Зеландия и Австралия. По расчетам британских и новозеландских исследователей дополнительный доход при осеменении быками-производителями с генотипом A2A2 в стаде на 100

коров в течение 5 лет оценивался в 60 000 долларов США. Это объясняется тем, что в этих странах установлена дополнительная оплата в размере 0,04 фунта стерлингов за литр такого молока. Рассчитано, что при среднем удое в Новой Зеландии 4000 кг молока, одна корова с генотипом A2A2 дополнительно приносит доход в размере 160 фунтов по сравнению с животными других генотипов. В этих странах было разработано доильное оборудование с отводной линией, которое было поставлено также в Республику Беларусь в 2009 году. Ситуация с молоком A2 привела к тому, что стоимость племенных коров с таким генотипом оценивалась на 200 долларов США выше, чем у животных других генотипов по β -казеину [8, с. 4426-4433].

В настоящий момент 80% молока в Беларуси получают от коров белорусской голштинской породы, утвержденной в 2020 году. Однако у этой породы слабое здоровье и она используется в мире 2-2,5 лактации. В результате проведенной научно-исследовательской работы в 2020 году сформирована популяция красного белорусского скота в количестве 260 голов, в том числе 106 коров со средними показателями продуктивности за 305 дней наивысшей лактации: удой 6236 кг с содержанием жира 4,29%, белка 3,52%. По состоянию на январь 2022 года средняя продуктивность данной популяции за 305 дней последней законченной лактации составила: удой 7011 кг с содержанием жира 4,36%, белка 3,46%. Кроме того, для создания новой породы в республике сформирована популяция коров красного датского скота, молоко которых более концентрированное, в нем больше жира и белка, что имеет важное значение при производстве продуктов питания.

С 2019 года под эгидой НАН Беларуси в РУП «Научно-практический центр Беларуси по животноводству» начата работа по созданию красной породы молочного скота отечественной селекции как альтернативы производства молока с более высоким содержанием жира и белка, низким содержанием соматических клеток и получения племенных животных с крепким здоровьем, обладающих хорошими воспроизводительными качествами, долголетием и другими ценными признаками. С этой целью на первом этапе работы по созданию отечественной породы красного молочного скота, в рамках задания «Разработать научно обоснованную систему разведения молочного скота на основе межпородного скрещивания, адаптированную к промышленной технологии» подпрограммы «Агропромкомплекс – эффективность и качество» государственной научно-технической программы «Агропромкомплекс – 2020», в 2016-2020 годы в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» была завезена первая партия из 300 нетелей красной датской породы. Это позволило начать работы по формированию на базе ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» племенного ядра создаваемой красной молочной породы в Беларуси.

Вторым этапом работ стала реализация мероприятий по комплектации датскими нетелями инновационного комплекса на 1200 голов в РПУП «Устье» НАН Беларуси». Высокая племенная ценность завезенных нетелей подтверждается соответствующими индексами по селекционируемым признакам, а также племенными свидетельствами общеевропейского образца.

Численность маточного поголовья красного молочного скота в базовых сельскохозяйственных предприятиях Республики Беларусь по состоянию на 01.01.2026 г. представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Численность маточного поголовья красного молочного скота на 01.01.2026 г.

Сельскохозяйственные предприятия	Коровы, голов	Телки, голов	Общее маточное поголовье, голов	
			голов	+/- к 01.01.2025
ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита»	471	433	904	+78
РПУП «Устье» НАН Беларуси»	1272	1130	2402	+97
РУП «Шипяны-АСК»	196	194	390	+47
УСП «Новый Двор-Агро»	270	252	522	+88
ОАО «Радонежский»	-	50	50	-
Всего	2209	2059	4268	+310

Таким образом, в течение 2025 года общее маточное поголовье выросло на 310 животных и составило 4268 голов. В рамках выполнения поручений Президента в течение 2025 года из РПУП «Устье» НАН Беларуси» Оршанского района в ОАО «Радонежский» Кобринского района было завезено 50 нетелей, из которых в начале 2026 г. 2 головы растелилось. Это позволит проводить успешную селекционно-племенную работу по созданию отечественной породы красного молочного скота с учетом совершенствования продуктивных качеств отбираемых животных.

Высокие результаты продуктивности скота красных пород, как закупленных в 2020 году в Дании, так и их потомков, при соблюдении технологических регламентов выращивания и кормления получены в республиканском дочернем унитарном предприятии по племенному делу ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита», где продуктивность по последней законченной лактации за 305 дней составляет 8177 кг. Средняя продуктивность красных молочных коров в базовых сельскохозяйственных предприятиях за 2025 г. представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Средняя продуктивность красных молочных коров в базовых сельскохозяйственных предприятиях за 2025 г.

Сельскохозяйственные предприятия	Продуктивность за 305 дней последней законченной лактации	
	удой, кг	%
ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита»	8177	4,93
РПУП «Устье» НАН Беларуси»	7324	4,26
РУП «Шипяны-АСК»	7894	4,51
УСП «Новый Двор-Агро»	7161	4,26

Средний удой за 2025 год находился на уровне от 7161 кг в УСП «Новый Двор-Агро» до 8177 кг в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» при среднем содержании жира от 4,26% до 4,93%.

Средняя продуктивность завезенных коров на МТК «Устенский» за лактацию составляет 6100 кг, в том числе: до 5 тыс. – 97 голов; от 5 до 6 тыс. – 199 голов, от 7 до 8 тыс. – 91 голова, от 8 до 9 тыс. – 35 голов, более 9 тыс. – 5 голов.

Проведенные в РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» исследования состава молока-сырья красных пород скота показали, что оно имеет более высокое содержание белка, жира, сухих веществ по сравнению с молоком-сырьем коров белголштин, что позволяет увеличить выход готового продукта и степень использования сухих веществ. Создание отечественной породы этого скота с генотипом по бета-казеину A2A2 позволит получать молоко, имеющее существенные отличительные свойства, используемое как антиаллергенное, более легкоусвояемое в организме людьми пожилого возраста и максимально пригодное для детского питания. Экономический эффект от использования животных красной молочной породы обеспечивается за счет производства молока с содержанием жира не менее 4,0% и белка не менее 3,4% [9, с. 69]. В этой связи наряду с оценкой основных селекционируемых признаков во многих странах мира проводится тестирование и отбор животных с желательными генотипами по β -казеину с целью улучшения качественных характеристик молока.

В настоящее время актуальным с точки зрения повышения качества молока является изучение дополнительных параметров оценки количественного и качественного состава молока (следы ацетона, бета-гидроксимасляной кислоты, а также содержание мочевины), которые положительно скажутся на реализации генетического потенциала животного за счет контроля и возможности коррекции паратипических факторов, таких как нормализация белково-углеводного обмена веществ в организме коров, повышение фертильности, увеличение сроков хозяйственного использования и улучшение качества получаемой продукции [10, с. 59-63; 6, с. 56-61; 11, с. 46-50].

Обеспечение населения молоком и молочными продуктами является актуальным вопросом продовольственной безопасности. В связи с этим перед молочным скотоводством республики государством поставлены задачи, требующие ускоренного интенсивного развития с целью увеличения производства ценных продуктов питания для населения и сырья для промышленности. Одним из основных путей достижения этой цели является не только техническое переоснащение помещений и технологических процессов, но и разработка, внедрение в практику породного (генетического) улучшения скота, методов разведения и селекции, основанных на современных принципах генетики и молекулярной биологии и учитывающих специфику промышленных технологий производства молока. Сегодня в мире проводится большая работа по совершенствованию существующих и созданию новых высокопродуктивных пород молочного скота. Достижения Беларуси в области молочного скотоводства во многом связаны с проведением исследований как селекционеров, так и технологов в этом направлении. Молочное скотоводство республики требует ответственного подхода на каждом этапе, включая выбор породы животных.

Особенностью настоящего этапа развития молочного скотоводства является ориентир не только на высокий удой, но и приходится принимать в расчет множество других показателей. Одной из важных составляющих работы в этом направлении является улучшение компонентного состава молока коров, возможности повышения его технологических свойств как сырья для молочной промышленности путем использования породных особенностей молочного скота различных генотипов. Перспективным вариантом может быть использование в этих целях красного молочного скота. Высокое качество молока у этих коров позволяет расширить возможности перерабатывающей промышленности по выпуску молочной продукции, конкурентоспособной как на внутреннем, так и внешнем рынках, что является актуальным для молочного скотоводства Республики Беларусь.

Цель исследований – определение влияния основных генетических и паратипических факторов на качественные показатели молока для выработки научно обоснованных предложений по улучшению качества производимой продукции.

Материалы и методы исследований. Объектом исследований являлся красный молочный скот красной датской и красной белорусской пород, содержащийся в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита»

Смолевичского района Минской области и УСП «Новый Двор-Агро» Свислочского района Гродненской области. Исследования по тестированию животных на генотип β -казеина проводили в лаборатории молекулярной биотехнологии и ДНК-тестирования РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» методом ПДРФ (полиморфизм длин рестрикционных фрагментов).

Выделение геномной ДНК проводили при помощи набора AxyPrep Bacterial Genomic DNA Miniprep Kit производства КНР. Методика выделения основана на эффективном выходе геномной ДНК посредством специального лизисного буфера GA (лизисный буфер). Реакция ПЦР проводилась в приборе ThermalCycler C1000. Очистка ампликонов производилась с помощью набора Diatom DNA Clean-UP производства фирмы IsoGene. Реакцию рестрикции амплифицированной ДНК проводили в течение 2 ч. в приборе Thermomixercomfort производства фирмы Eppendorf. Для визуализации результатов рестрикции использовали электрофорез в агарозном геле.

Популяционно-генетические исследования расширенного компонентного состава молока проводились в периоды контрольных доений коров. Анализ состава молока сделан в ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста на анализаторе CombiFoss FT+ (FOSS, Дания). В среднесуточных пробах молока определяли массовые доли жира (МДЖ), белка (МДБ), лактозы, сухого вещества (СВ), сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), а также концентрации ацетона, бета-гидроксibuтирата (БГБ). Содержание бета-гидроксibuтирата контролировалось в молоке (БГБ (м)) и условно в крови (БГБ (к)). Соотношение между массовой долей жира и белка определяли делением МДЖ на МДБ. Обработка статистических данных проводилась согласно общепринятой методике.

Результаты исследований. Исследования генотипа быкопроизводящих коров разных пород в хозяйствах-оригинаторах по выявлению генотипов β -казеина методом ПДРФ в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» (100 гол.) показало, что 37% коров голштинской породы имеют генотип A2A2, 48% – A1A2, 15% – A1A1; в ОАО «Городея» (102 гол.) – 42%, 47%, 11% соответственно. Среди 50 исследованных коров симментальской породы РСУП «Экспериментальная база «Криничная» генотип A2A2 по β -казеину имеют 64%, A1A2 – 32%, A1A1 – 4%. Анализ результатов тестирования 102 коров красного белорусского скота УСП «Новый Двор-Агро» показал, что генотип A2A2 имеют 12% коров, A1A2 – 44%, A1A1 – 44%; 13 коров красной датской породы – 6%, 6%, 1% соответственно.

Среди исследованного поголовья 41,7-65,5% животных имеют желательный генотип, гетерозиготных животных с одним желательным аллелем A2 – 30,0-45,8% и гомозиготных и гетерозиготных животных с двумя нежелательными аллелями A1, B – от 4,4 до 15,0%.

В таблице 3 приведены результаты изучения расширенного компонентного состава 514 проб молока коров генофондного стада красного белорусского скота в УСП «Новый Двор-Агро» и 120 проб молока от коров создаваемой красной молочной породы в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита».

Установлено, что показатель среднесуточного удоя красного молочного скота находится на уровне 22,1-26,1 кг молока с содержанием жира 4,00-4,63%. Содержание общего белка находилось на достаточно высоком уровне 3,62-3,72%. В последние годы для молокоперерабатывающей отрасли Республики Беларусь все большее значение придается показателю содержания истинного белка в молоке, который для красных молочных коров составил 3,47-3,60%, в том числе и казеина 2,92-2,96%. Высокое содержание казеина и истинного белка в молоке позволит эффективность производства таких ценных и востребованных продуктов, как сыры и сухая молочная сыворотка.

Сухой обезжиренный молочный остаток (СОМО) отражает натуральность и полноценность молочного сырья. Для молочного сырья высокого качества этот показатель должен составлять не менее 8,5%. В фенотипической базе красного молочного скота среднее содержание СОМО находится на уровне 9,2-9,4%. Сухой молочный остаток животных фенотипической базы находился на уровне 13,2-13,7%, что свидетельствует об отличном качестве молока красного молочного скота.

Отмечены определенные различия в содержании кетоновых тел в молоке – ацетона и бета-гидроксibuтирата (БГБ).

Для мониторинга риска возникновения субклинической формы кетоза используются показатели содержания ацетона и бета-гидроксibuтирата, содержание которых не должно превышать 0,30 и 0,25 ммоль/л соответственно. Среднее содержание ацетона в создаваемой фенотипической базе находится на уровне 0,03-0,08 ммоль/л. Высокие значения показателей изменчивости (Cv) объясняются наличием 9 проб со значениями более 0,30 ммоль/л. Аналогичная тенденция установлена и для показателя содержания бета-гидроксibuтирата в молоке.

Жирнокислотный состав молока - важный инструмент контроля качественных параметров молока, полученного как от одной коровы, так и в популяции для определения питательной ценности продукции, управления обменом веществ в организме животных и оптимизации рационов.

Наибольшая доля жирных кислот от общей жировой фракции в молоке была отмечена для среднецепочечных (1,55-1,92 г/100 г). В структуре жировой фракции молока большая доля приходится на насыщенную пальмитиновую кислоту (1,00-1,17 г/100 г) и мононенасыщенную олеиновую кислоту (1,09-1,15 г/100 г). Ценная группа мононенасыщенных жирных составляет 1,07-1,08 г/100 г.

Таблица 3 – Показатели расширенного компонентного состава молока коров красного белорусского скота

Качественные показатели молока	ГП «ЖодиноАгро-ПлемЭлита»		УСП «Новый Двор-Агро»	
	M ± m	Cv, %	M ± m	Cv, %
Удой, кг	26,1 ± 0,6	24,9	22,1 ± 0,4	37,4
Массовая доля жира, %	4,63 ± 0,07	16,6	4,00 ± 0,06	32,5
Массовая доля общего белка, %	3,72 ± 0,03	9,2	3,62 ± 0,02	11,9
Массовая доля истинного белка, %	3,60 ± 0,03	10,5	3,47 ± 0,02	13,7
Массовая доля лактозы, %	4,62 ± 0,01	3,5	4,86 ± 0,01	4,9
Сухой обезжиренный молочный остаток, %	9,2 ± 0,04	4,4	9,4 ± 0,02	5,5
Массовая доля сухого вещества, %	13,7 ± 0,09	6,8	13,2 ± 0,06	10,9
Массовая доля казеина, %	2,96 ± 0,03	10,49	2,92 ± 0,02	13,4
Содержание ацетона, ммоль/л	0,03 ± 0,01	203,0	0,08 ± 0,00	100,1
Бета-гидроксibuтират, ммоль/л	0,02 ± 0,00	135,8	0,08 ± 0,00	79,0
Мочевина, мг х 100мл ⁻¹	33,6 ± 0,4	14,4	21,7 ± 0,3	26,7
Точка замерзания, °C	-0,535 ± 0,00	1,2	-0,535 ± 0,00	2,9
Кислотность, pH	6,5 ± 0,01	1,0	6,5 ± 0,00	1,4
Миристиновая кислота, г/100 г	0,49 ± 0,01	19,4	0,42 ± 0,01	32,9
Пальмитиновая кислота, г/100 г	1,17 ± 0,02	19,2	1,00 ± 0,02	36,5
Стеариновая кислота, г/100 г	0,34 ± 0,01	33,7	0,35 ± 0,01	40,9
Олеиновая кислота, г/100 г	1,15 ± 0,03	28,0	1,09 ± 0,02	37,7
Длинноцепочечные жирные кислоты, г/100 г	1,45 ± 0,04	28,6	1,40 ± 0,03	42,3
Среднецепочечные кислоты, г/100 г	1,92 ± 0,03	18,7	1,55 ± 0,03	36,2
Мононенасыщенные кислоты, г/100 г	1,08 ± 0,03	28,5	1,07 ± 0,02	36,2
Полиненасыщенные кислоты, г/100 г	0,10 ± 0,00	29,7	0,10 ± 0,00	37,6
Насыщенные кислоты, г/100 г	3,11 ± 0,05	16,7	2,58 ± 0,04	34,2
Короткоцепочечные кислоты, г/100 г	0,61 ± 0,01	17,8	0,48 ± 0,01	37,1
Трансизомеры жирных кислот, г/100 г	0,02 ± 0,00	168,9	0,07 ± 0,00	80,3
Соматические клетки, тыс./мл	186,3 ± 32,5	190,9	178,9 ± 18,5	178,8

В базе данных содержание трансизомеров жирных кислот было незначительным и находилось на уровне 0,02-0,07 г/100 г, что также свидетельствует о хорошем качестве молока красных молочных коров.

Вместе с изменением массовых долей жира и белка в молоке изменялись соотношения между ними. В норме оно составляет 1,1–1,5, отклонение от данного диапазона сигнализирует о появлении проблем, связанных с ацидозом или кетозом.

Высокая изменчивость показателя содержания соматических клеток в молоке (178,8-190,9%) объясняется незначительным количеством проблемных животных по здоровью вымени среди красного молочного скота.

Закключение. Таким образом, выявлены актуальные направления повышения качества молочной продукции за счет использования породных особенностей молочного скота. Разведение в республике красного молочного скота имеет практическое значение для направленной селекционно-племенной работы в плане производства молока-сырья с заданными технологическими свойствами для сыроделия и других направлений переработки, что позволит повысить конкурентоспособность производимой продукции и ее безопасность.

Conclusion. Thus, relevant areas for improving the quality of dairy products have been identified, such as breeding genetic techniques for breeding livestock with the desired A2A2 beta-casein genotype and the use of infrared spectroscopy to study the cows' milk with expanded components. The implementation of the above-mentioned areas is of practical importance for targeted selection and breeding work in terms of the production of raw milk with specified technological properties for cheese production and other processing areas, which will increase the competitiveness of manufactured products and their safety.

Список литературы.

1. Рекомендации по повышению эффективности и конкурентоспособности производства молока на основе совершенствования специализации, концентрации и учета региональных особенностей / А. В. Горбатовский Г. В. Сидунов, О. Н. Горбатовская [и др.] // Научные принципы регулирования развития

АПК: предложения и механизмы реализации. – Минск : Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси 2014. – С. 109–117.

2. Гусакова, И. В. Современное состояние и тенденции развития мирового рынка молочной продукции / И. В. Гусакова, Л. А. Лобанова, О. В. Стешниц // Экономические вопросы развития сельского хозяйства Беларуси : межвед. тем. сб. – Минск, 2024. – Вып. 52. – С. 111–139.

3. Лактационные кривые как инструмент современного мониторинга состояния здоровья животных и их продуктивности (мини-обзор) / Е. В. Солоднева, З. В. Смольников, С. А. Баженов [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2022. – Т. 57, № 2. – С. 257–271. DOI: 10.15389/agrobiology.2022.2.257rus.

4. A Naturally Occurring Opioid Peptide from Cow's Milk, Beta-Casomorphine-7, Is a Direct Histamine Releaser in Man / M. Kurek, B. Przybilla, K. Hermann, I. Ring // Int Arch Allergy Immunol. – 1992. – Vol. 97. – P. 115–120. DOI: 10.1159/000236106.

5. Insulin-dependent diabetes mellitus and cow milk: casein variant consumption / R. B. Elliott, D. P. Harris, J. P. Hill [et al.] // Diabetologia. – 1999. – Vol. 42. – P. 292–296. DOI: 10.1007/s001250051153

6. Autistic children display elevated urine levels of bovine casomorphin-7 immunoreactivity / O. Sokolov, N. Kost, O. Andreeva [et al.] // Peptides – 2014. – Vol. 56. – P. 68–71. DOI: 10.1016/j.peptides.2014.03.007.

7. Effects of milk containing only A2 beta casein versus milk containing both A1 and A2 beta casein proteins on gastrointestinal physiology, symptoms of discomfort, and cognitive behavior of people with self-reported intolerance to traditional cows' milk / J. Sun, L. Xu, Xia Lu [et al.] // Nutrition Journal – 2016. – Vol. 15 (35). – P. 1–16. DOI: 10.1186/s12937-016-0147-z

8. Kearney, J. F. Cumulative Discounted Expressions of Sire Genotypes for the Complex Vertebral Malformation and β -Casein Loci in Commercial Dairy Herds / J. F. Kearney, P. R. Amer, B. Villanueva // J. Dairy Sci. – 2005. – Vol. 88(12). – P. 4426–4433. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)73129-5

9. Гусаков, Г. Достижения науки в области переработки молока как основа высокотехнологичного развития отрасли / Г. Гусаков // Конкурентоспособность и эффективность АПК в контексте оптимизации материально-технического и финансового обеспечения : материалы XV Международной научно-практической конференции, Минск, 13–14 октября 2022 г. / Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси. – Минск, 2023. – С. 68–71.

10. Инфракрасная спектроскопия молока Новые возможности в селекции и менеджменте стада / А. Сермягин, Н. Зиновьева, А. Ермилов, И. Янчуков // Животноводство России. – 2019. – № S1. – С. 65–68. – DOI 10.25701/ZZR.2019.17.64.008.

11. Обуховский, В. М. Здоровье коров и качество молока / В. М. Обуховский, О. В. Никитюк, И. С. Давыденко // Наше сельское хозяйство. – 2015. – № 2. – С. 27–31.

References.

1. Rekomendacii po povysheniyu effektivnosti i konkurentosposobnosti proizvodstva moloka na osnove sovershenstvovaniya specializacii, koncentracii i ucheta regional'nyh osobennostej / A. V. Gorbatskij G. V. Sidunov, O. N. Gorbatskaya [i dr.] // Nauchnye principy regulirovaniya razvitiya APK: predlozheniya i mekhanizmy realizacii. – Minsk : Institut sistemnyh issledovanij v APK NAN Belarusi 2014. – S. 109–117.

2. Gusakova, I. V. Sovremennoe sostoyanie i tendencii razvitiya mirovogo rynka molochnoj produkcii / I. V. Gusakova, L. A. Lobanova, O. V. Steshic // Ekonomicheskie voprosy razvitiya sel'skogo hozyajstva Belarusi : mezhdved. tem. sb. – Minsk, 2024. – Vyp. 52. – S.111–139.

3. Laktacionnye krivye kak instrument sovremennoho monitoringa sostoyaniya zdorov'ya zhivotnyh i ih produktivnosti (mini-obzor) / E. V. Solodnaya, Z. V. Smol'nikov, S. A. Bazhenov [i dr.] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. – 2022. – T. 57, № 2. – S. 257–271. DOI: 10.15389/agrobiology.2022.2.257rus.

4. A Naturally Occurring Opioid Peptide from Cow's Milk, Beta-Casomorphine-7, Is a Direct Histamine Releaser in Man / M. Kurek, B. Przybilla, K. Hermann, I. Ring // Int Arch Allergy Immunol. – 1992. – Vol. 97. – P. 115–120. DOI: 10.1159/000236106.

5. Insulin-dependent diabetes mellitus and cow milk: casein variant consumption / R. B. Elliott, D. P. Harris, J. P. Hill [et al.] // Diabetologia. – 1999. – Vol. 42. – P. 292–296. DOI: 10.1007/s001250051153

6. Autistic children display elevated urine levels of bovine casomorphin-7 immunoreactivity / O. Sokolov, N. Kost, O. Andreeva [et al.] // Peptides – 2014. – Vol. 56. – P. 68–71. DOI: 10.1016/j.peptides.2014.03.007.

7. Effects of milk containing only A2 beta casein versus milk containing both A1 and A2 beta casein proteins on gastrointestinal physiology, symptoms of discomfort, and cognitive behavior of people with self-reported intolerance to traditional cows' milk / J. Sun, L. Xu, Xia Lu [et al.] // Nutrition Journal – 2016. – Vol. 15 (35). – P. 1–16. DOI: 10.1186/s12937-016-0147-z

8. Kearney, J. F. Cumulative Discounted Expressions of Sire Genotypes for the Complex Vertebral Malformation and β -Casein Loci in Commercial Dairy Herds / J. F. Kearney, P. R. Amer, B. Villanueva // J. Dairy Sci. – 2005. – Vol. 88(12). – P. 4426–4433. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)73129-5

9. Gusakov, G. Dostizheniya nauki v oblasti pererabotki moloka kak osnova vysokotekhnologichnogo razvitiya otrasli / G. Gusakov // Konkurentosposobnost' i effektivnost' APK v kontekste optimizacii material'no-tehnicheskogo i finansovogo obespecheniyam : materialy XV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Minsk, 13–14 oktyabrya 2022 g. / Institut sistemnyh issledovanij v APK NAN Belarusi. – Minsk, 2023. – S. 68–71.

10. Infekrasnaya spektroskopiya moloka Novye vozmozhnosti v selekcii i menedzhmente stada / A. Sermyagin, N. Zinov'eva, A. Ermilov, I. Yanchukov // ZHivotnovodstvo Rossii. – 2019. – № S1. – S. 65–68. – DOI 10.25701/ZZR.2019.17.64.008.

11. Obuhovskij, V. M. Zdorov'e korov i kachestvo moloka / V. M. Obuhovskij, O. V. Nikityuk, I. S. Davydenko // Nashe sel'skoe hozyajstvo. – 2015. – № 2. – S. 27–31.

Поступила в редакцию 18.03.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-2-95-101
УДК 579.67:577.21:575.224

МОНИТОРИНГ НЕОДНОРОДНОСТИ ПОПУЛЯЦИИ *LACTOBACILLUS PLANTARUM* С ПЛАЗМИДОЙ *PLACDUAL-IL-10/IL-22* ПО КОПИЙНОСТИ ПЛАЗМИД

Самойленко В.С. ORCID ID 0009-0003-8719-5946, Инютина А.В. ORCID ID 0009-0005-3291-1241
ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, Российская Федерация

Статья посвящена оценке сегрегационной стабильности рекомбинантного штамма *Lactiplantibacillus plantarum* B-11007 с плазмидой *pLacDualIL-10/IL-22*, кодирующей цитокины IL-10 и IL-22. После 10 пассажей без селективного давления доля клеток, сохранивших плазмиду, составила 97,6% (контроль с пустым вектором — 82,1%), коэффициент вариации содержания плазмидной ДНК — 11,8% против 20,3% в контроле. Результаты подтверждают высокую генетическую стабильность конструкции, что обосновывает ее дальнейшее доклиническое изучение. **Ключевые слова:** рекомбинантные пробиотики; *Lactiplantibacillus plantarum*; плазмидный вектор *pLacDualIL-10/IL-22*; копияность плазмиды; ПЦР-верификация.

MONITORING OF THE HETEROGENEITY OF THE *LACTOBACILLUS PLANTARUM* POPULATION WITH THE *PLACDUAL-IL-10/IL-22* PLASMID IN TERMS OF PLASMID COPY NUMBER

Samoylenko V.S., Inyutina A.V.

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "North-Caucasus Federal University",
Stavropol, Russian Federation

The segregational stability of the recombinant strain *Lactiplantibacillus plantarum* B-11007 carrying the *pLacDualIL-10/IL-22* plasmid encoding the cytokines IL-10 and IL-22 was evaluated. After 10 passages without selective pressure, the proportion of cells retaining the plasmid was 97.6% (compared to 82.1% for the control with the empty vector), and the coefficient of variation for plasmid DNA content was 11.8% versus 20.3% in the control. These results confirm the high genetic stability of the construct, supporting its further preclinical evaluation. **Keywords:** recombinant probiotics; *Lactiplantibacillus plantarum*; plasmid vector *pLacDualIL-10/IL-22*; plasmid copy number; PCR verification.

Введение. Придание пробиотическим микроорганизмам дополнительных функциональных свойств открывает широкие перспективы для создания биотерапевтических препаратов нового поколения [8]. Однако практическая реализация этого подхода ограничена проблемой генетической стабильности рекомбинантных конструкций. Внесение в бактериальную клетку гетерологичной ДНК создает метаболическую нагрузку [5], что в отсутствие селективного давления может приводить к элиминации плазмид из популяции [2]. Следствием становится нарастающая гетерогенность, при которой лишь часть клеток сохраняет целевой генетический материал, что снижает предсказуемость биологического эффекта [3].

Особую остроту проблема стабильности приобретает при использовании рекомбинантных штаммов *in vivo*, в частности, в желудочно-кишечном тракте сельскохозяйственных животных [6]. Моделирование условий желудочно-кишечного тракта демонстрирует высокочастотную утрату плазмид [9] даже при сохранении жизнеспособности клеток. В отсутствие селективного давления антибиотиков [4] рекомбинантный штамм должен не только сохранять конкурентоспособность по отношению к нативной микробиоте, но и обеспечивать наследование плазмидной конструкции на протяжении поколений, достаточных для проявления терапевтического эффекта [1].

В настоящей работе объектом исследования выбран рекомбинантный штамм *Lactiplantibacillus plantarum*, предназначенный для применения в ветеринарии. Его потенциальное использование требует высокой генетической стабильности, поскольку непредсказуемая потеря плазмиды в процессе прохождения через желудочно-кишечный тракт нивелирует ожидаемый эффект, а гетерогенность популяции затрудняет стандартизацию готового продукта [7]. В синтетической биологии неоднородность экспрессии генов зачастую воспринимается как препятствие, тогда как в естественных микробных сообществах это явление способствует адаптации и выживанию. Следовательно, осознание механизмов данного феномена и возможность управления ими представляют собой необходимое условие для разработки устойчивых пробиотических систем.

Цель исследования направлена на детальное изучение гетерогенности, проявляемой популяцией рекомбинантного штамма *L. plantarum* B-11007/*pLacDualIL-10/IL-22*, в отношении

копийности плазмиды и ее сегрегационной сохранности в ходе длительного культивирования в отсутствие селективного давления.

Материалы и методы исследований. В 2024–2025 гг. экспериментальная работа выполнялась на базе Геномного Центра Северо-Кавказского федерального университета, а также в бактериологической лаборатории Ставропольского государственного аграрного университета. В ходе работы была проведена оценка стабильности рекомбинантного штамма *Lactiplantibacillus plantarum* B-11007, который несет плазмиду *pLacDualIL-10/IL-22*. Изучению подверглись сегрегационная и структурная устойчивость плазмидной конструкции в условиях продолжительного культивирования без применения селективного давления, а также уровень внутрипопуляционной вариабельности по количеству плазмидной ДНК.

В качестве объекта исследования использован штамм *L. plantarum* B-11007, трансформированный плазмидой *pLacDualIL-10/IL-22*. Данная плазмида содержит гены IL-10 и IL-22 под контролем конститутивных промоторов, а также селективные маркеры, обеспечивающие устойчивость к эритромицину и хлорамфениколу.

Контроль — штамм с «пустым» вектором *pLacDual*. Культуры хранили при -80°C в среде MRS с 20% глицерина.

Сегрегационную стабильность оценивали серийным пассированием в среде MRS без антибиотиков. Исходные культуры выращивали на среде MRS с антибиотиками (24 ч, 37°C , анаэробно), затем клетки отмывали PBS и ресуспендировали в среде без антибиотиков. Пассирование проводили ежедневным пересевом 1% культуры в свежую среду. После 10 пассажей (70–80 поколений) отбирали пробы на 0, 1, 3, 5, 7 и 10 пассажах.

Структурную целостность плазмиды проверяли рестрикционным анализом. Плазмидную ДНК выделяли из ночной культуры (набор GeneJET Plasmid Miniprep Kit) с дополнительным лизоцимным лизисом. Очищенную ДНК гидролизовали EcoRI, фрагменты разделяли в 1%-ном агарозном геле и сравнивали с ожидаемой рестрикционной картой.

Долю плазмидосодержащих клеток определяли колониевой ПЦР. На каждом пассаже высевали культуру на среду без антибиотиков, отбирали не менее 100 колоний, лизировали и проводили ПЦР с праймерами к гену *ermB*. Продукты анализировали электрофорезом, долю позитивных колоний выражали в процентах.

Относительную копиюность плазмиды оценивали методом qPCR на пассажах 5 и 10. Тотальную ДНК выделяли (DNeasy Blood & Tissue Kit), амплификацию проводили с SYBR Green I и праймерами к плазмидному гену *cat* и хромосомному гену *rheS*. Копийность рассчитывали методом $\Delta\Delta\text{Ct}$ с нормализацией на хромосомный референс.

Внутрипопуляционное распределение плазмидной ДНК изучали с помощью флуоресцентной микроскопии с SYBR Green I. Клетки (пассажи 5 и 10) фиксировали 70%-ным этанолом, окрашивали SYBR Green I (разведение 1:100), анализировали на микроскопе Axio Imager (возбуждение 488 нм, эмиссия 522 нм). В каждом образце подсчитывали не менее 500 клеток, классифицируя их по интенсивности сигнала (яркий, сниженный, отсутствует). Гомогенность популяции оценивали по коэффициенту вариации (CV) интенсивности флуоресценции, измеренной для не менее 100 клеток на образец. Нормализацию проводили по сигналу штамма с целевой плазмидой на 5-м пассаже.

Все эксперименты выполнены в трех биологических повторностях. Статистическую обработку проводили в GraphPad Prism, различия считали значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследований. В ходе выполнения работы была проведена комплексная оценка влияния рекомбинантной вставки на стабильность поддержания плазмиды *pLacDualIL-10/IL-22* в популяции *L. plantarum* B-11007 при длительном культивировании в отсутствие селективного давления. Анализ включал как определение доли плазмидосодержащих клеток, так и количественную оценку внутрипопуляционной гетерогенности по содержанию плазмидной ДНК. Контролем служил штамм, несущий «пустой» вектор *pLacDual*, что позволяло дифференцировать эффект, связанный с присутствием целевых генов, от эффектов, обусловленных свойствами самого вектора.

Первым этапом стала оценка сегрегационной стабильности методом колониевой ПЦР с детекцией гена *ermB*. Динамика изменения доли ПЦР-положительных колоний в процессе пассирования представлена на рисунке 1.

Полученные данные демонстрируют, что оба штамма сохраняли высокую долю плазмидосодержащих клеток на протяжении первых пяти пассажей (более 95%). Однако к десятому пассажу различия между ними становились выраженными: для штамма с целевой конструкцией доля позитивных колоний составила $79,8 \pm 2,5\%$, тогда как для контроля этот показатель снизился до $66,2 \pm 2,8\%$.

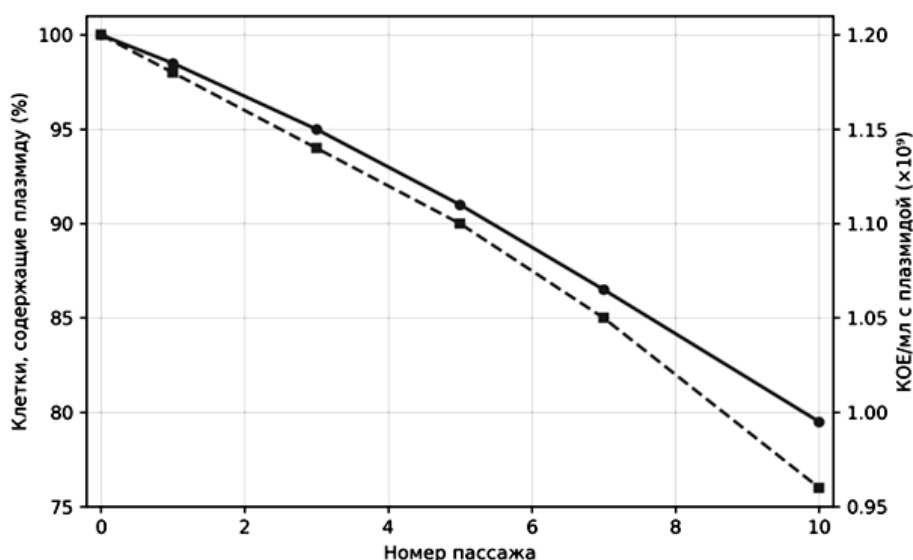


Рисунок 1 – Динамика доли ПЦР-положительных клеток штамма *L. plantarum* (B-11007) + *pLacDualIL-10/IL-22* в процессе пассирования без селективного давления

Для подтверждения структурной целостности плазмиды в процессе пассирования был проведен рестрикционный анализ гидролизатом *EcoRI*. На всех исследованных пассажах (0, 5, 10) как для целевой конструкции, так и для пустого вектора наблюдалась идентичная рестрикционная картина, соответствующая теоретически рассчитанным размерам фрагментов (таблица 1). Отсутствие дополнительных или измененных фрагментов указывает на то, что в ходе длительного культивирования не происходило крупных делеций, инсерций или перестроек в структуре плазмидной ДНК. Таким образом, наблюдаемое снижение доли ПЦР-положительных клеток обусловлено именно сегрегационной, а не структурной нестабильностью.

Таблица 1 – Рестрикционный анализ плазмидной ДНК, выделенной из штаммов *L. Plantarum* B-11007 на различных этапах пассирования

Пассаж	Плазмидная конструкция	Ожидаемые фрагменты (п.н.)	Наблюдаемые фрагменты (п.н.)	Соответствие
0	<i>pLacDualIL-10/IL-22</i> 3850	3850, 2100, 950	~3850, ~2100, ~950	Полное
5	<i>pLacDualIL-10/IL-22</i> 3850	3850, 2100, 950	~3850, ~2100, ~950	Полное
10	<i>pLacDual</i> (контроль)	4700, 950	~4700, ~950	Полное
0	<i>pLacDual</i> (контроль)	4700, 950	~4700, ~950	Полное
5	<i>pLacDual</i> (контроль)	4700, 950	~4700, ~950	Полное
10	<i>pLacDual</i> (контроль)	4700, 950	~4700, ~950	Полное

Дополнительно, для оценки стабильности копийности плазмиды на молекулярном уровне, на пассажах 5 и 10 была выполнена количественная ПЦР в реальном времени с нормализацией на хромосомный ген *rheS*. Результаты, представленные в таблице 2 и дополненные рисунком 2, показывают, что относительная копийность целевой плазмиды *pLacDualIL-10/IL-22* оставалась стабильной на протяжении всего эксперимента ($0,94 \pm 0,07$ отн. ед. на 10 пассаже), тогда как копийность пустого вектора к 10-му пассажу снизилась до $0,77 \pm 0,06$ отн. ед., что статистически значимо отличается от исходного уровня ($p < 0,05$). Это свидетельствует о том, что даже в клетках, сохранивших плазмиду, ее среднее содержание может варьировать, и присутствие целевой вставки способствует поддержанию более стабильного уровня репликации или более равномерного распределения копий между дочерними клетками.

Таблица 2 – Относительная копийность плазмид в клетках *L. plantarum* B-11007 по данным qPCR (нормализовано на пассаж 5)

Пассаж	Плазмидная конструкция	Относительная копийность (отн. ед.)
5	<i>pLacDualIL-10/IL-22</i>	$1,00 \pm 0,08$
10	<i>pLacDualIL-10/IL-22</i>	$0,94 \pm 0,07$
5	<i>pLacDual</i> (контроль)	$1,00 \pm 0,09$
10	<i>pLacDual</i> (контроль)	$0,77 \pm 0,06^*$

Примечание. * – различия с пассажем 5 статистически значимы ($p < 0,05$).

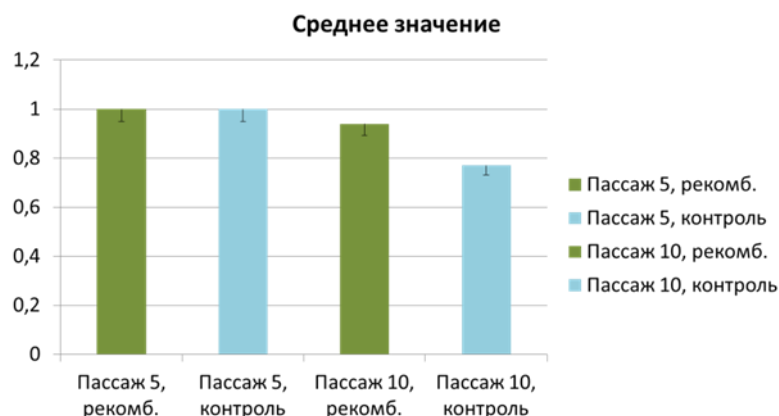


Рисунок 2 – Относительная копийность плазмид в клетках *L. plantarum* B-11007 после 5 и 10 пассажей в среде без антибиотиков

*Примечания: относительную копийность определяли методом qPCR с нормализацией на хромосомный ген pheS. Значения на пассаже 5 для каждого штамма приняты за 1,00. Представлены средние значения и стандартные отклонения (SD) (n=3). * – $p < 0,05$ по сравнению со значением контрольного штамма на пассаже 5.*

Наиболее информативные данные о внутрипопуляционной гетерогенности были получены методом флуоресцентной микроскопии с окрашиванием SYBR Green I. Визуальный анализ препаратов выявил отчетливые различия: популяция штамма, несущего целевую плазмиду, характеризовалась высокой однородностью флуоресцентного сигнала, тогда как в контроле присутствовало заметное количество клеток со сниженной интенсивностью свечения или полностью его лишенных (рисунок 3).

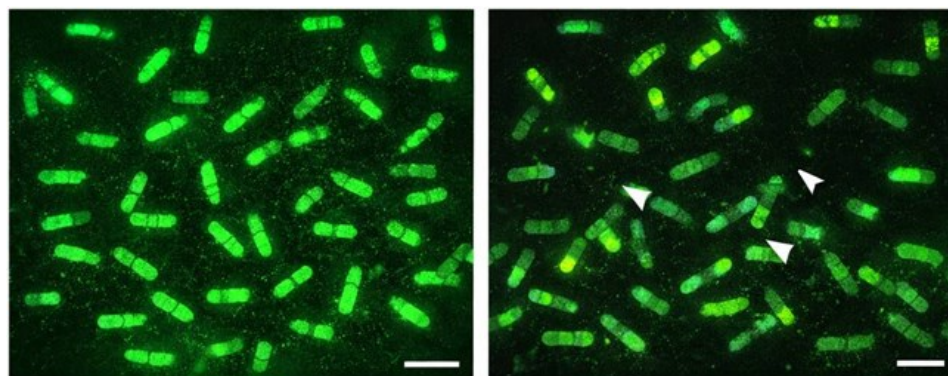


Рисунок 3 – Флуоресцентная микроскопия внутрипопуляционного распределения

Количественный анализ не менее 500 клеток на образец подтвердил эти наблюдения. На рисунке 4 представлено распределение клеток по категориям в зависимости от интенсивности сигнала. Видно, что доля клеток с равномерным ярким сигналом у рекомбинантного штамма после 10 пассажей составила 97,6%, что лишь незначительно уступало показателю на пятом пассаже (98,4%). В контрольной популяции этот показатель снизился с 89,7% до 82,1%, при этом доля слабосигнальных и полностью негативных клеток возросла более чем в два раза.

Для статистической характеристики гомогенности популяции был рассчитан коэффициент вариации интенсивности флуоресценции. У штамма с плазмидой *pLacDualIL-10/IL-22 CV* составил 11,8%, что в 1,7 раза ниже, чем у контрольного штамма (20,3%). Столь выраженное различие является прямым доказательством того, что присутствие целевых генов IL-10 и IL-22 способствует формированию и поддержанию более однородной популяции по признаку содержания плазмидной ДНК. Нормализованная средняя интенсивность флуоресценции, отражающая среднюю копийность плазмиды на клетку, также была выше у рекомбинантного штамма (100% против 82% в контроле), что коррелирует с данными qPCR.

Анализируя экспериментальные данные, можно заключить, что повышенная устойчивость рекомбинантной плазмидной конструкции (по сравнению с пустым вектором), вероятно, объясняется совокупностью причин. Как известно, определяющую роль в надежном наследовании плазмид играют определенные нуклеотидные мотивы, которые обеспечивают взаимодействие с партнерскими белками и образование комплексов в области локуса, отвечающего за стабильность.

В данном случае встраивание кодирующих последовательностей IL-10 и IL-22, вероятно, привело к изменению вторичной конформации плазмидной ДНК либо к возникновению дополнительных участков связывания для белков, задействованных в процессах репликации и сегрегации, что интенсифицировало протекание этих процессов. Помимо этого, трехмерная упаковка и временные взаимодействия плазмидных копий внутри бактериальной клетки способны заметно влиять на неравномерность их расхождения по дочерним клеткам. Таким образом, присутствие добавочных фрагментов ДНК могло изменить характер подобных взаимодействий, обеспечив более гомогенное распределение плазмид при делении.

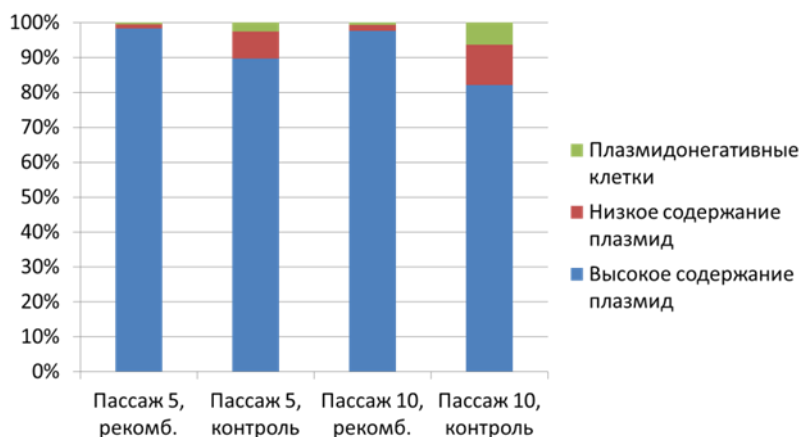


Рисунок 4 – Распределение клеток *L. plantarum* B-11007 по уровню флуоресценции после окрашивания SYBR Green I

Примечания: представлены средние доли клеток с высоким, сниженным и нулевым уровнем сигнала (содержанием плазмидной ДНК) после 5 и 10 пассажей в среде без антибиотиков. Для каждого образца подсчитывали не менее 500 клеток. IL-10/22 – штамм с плазмидой pLacDualIL-10/IL-22, контроль – штамм с пустым вектором pLacDual.

Кроме того, не следует исключать вероятность того, что продукция гетерологичных полипептидов (IL-10 и IL-22) формирует специфическую селективную нагрузку, при которой клетки, элиминировавшие плазмиду, не обретают столь выраженного преимущества в темпах пролиферации по сравнению с ситуацией использования «молчащего» вектора. Известно, что в ряде случаев присутствие плазмиды способно обеспечивать клетке неочевидные метаболические выгоды, проявляющиеся лишь при определенных условиях. Также допустимо, что сама нуклеотидная последовательность встраиваемого фрагмента содержит локусы, усиливающие стабильность плазмиды на этапе репликации (например, дополнительные точки инициации). Разные линии бактерий могут заметно различаться по способности сохранять плазмидные конструкции, что свидетельствует о существенной роли специфических взаимодействий между плазмидой и бактериальной клеткой-хозяином. В любом случае, явление стабилизации плазмиды за счет гетерологичной вставки ДНК требует специального дальнейшего изучения, поскольку оно создает предпосылки для разработки более устойчивых векторов.

Таким образом, комплексное применение нескольких независимых подходов (включая колониевую ПЦР, рестрикционный анализ, количественную ПЦР и флуоресцентную микроскопию) позволяет сделать обоснованный вывод о том, что плаزمида *pLacDualIL-10/IL-22* характеризуется высокой сегрегационной и структурной устойчивостью в клетках штамма *L. plantarum* B-11007. Даже после 70–80 циклов деления — временного интервала, сопоставимого с продолжительностью промышленного культивирования или курса пробиотической терапии, — популяция остается в значительной степени гомогенной по уровню содержания плазмидной ДНК. Данный факт служит обязательным (хотя и недостаточным) основанием для перехода к доклиническим испытаниям. В то же время обнаруженные отличия от контрольного вектора с очевидностью демонстрируют необходимость эмпирического подбора оптимальной пары «штамм – плазмид», поскольку даже незначительные модификации генетической конструкции способны кардинально менять ее поведение внутри микробной популяции. Уровень продукции гетерологичных белков и обусловленная им метаболическая нагрузка могут радикально влиять как на жизнеспособность бактериальных клеток, так и на сохранность генетических конструкций — фактор, который обязательно следует принимать во внимание при конструировании рекомбинантных штаммов, предназначенных для практического использования.

Закключение. По итогам выполнения экспериментальной части работы было установлено, что

рекомбинантная плазмида *pLacDualIL-10/IL-22* демонстрирует высокий уровень сегрегационной и структурной устойчивости в бактериальных клетках *Lactiplantibacillus plantarum B-11007*. С применением колонийной ПЦР выявлено, что по прошествии 10 циклов пересева (что соответствует 70–80 генерациям) доля клеток, сохранивших плазмиду, достигает 79,8%, что статистически значительно превышает соответствующий показатель для контрольного вектора без вставки (66,2%). Рестрикционный анализ подтвердил отсутствие каких-либо структурных нарушений в плазмидной ДНК на всех этапах культивирования; данные количественной ПЦР, в свою очередь, зафиксировали неизменность относительного числа копий исследуемой плазмиды, тогда как в контроле этот параметр достоверно снижался. Метод флуоресцентной микроскопии позволил обнаружить гомогенизирующее влияние целевого фрагмента: у рекомбинантного штамма после 10 пассажей доля клеток с высокой концентрацией плазмидной ДНК составила 97,6%, а коэффициент вариации интенсивности флуоресцентного сигнала оказался в 1,7 раза ниже, чем в варианте с пустым вектором. Совокупность полученных результатов указывает на то, что интеграция последовательностей IL-10 и IL-22 не только не нарушает стабильность плазмиды, но и способствует формированию более однородной популяции по содержанию внехромосомной ДНК. Таким образом, разработанная конструкция *pLacDualIL-10/IL-22* может рассматриваться в качестве генетически стабильной основы для создания пробиотического препарата с иммуномодулирующими свойствами, что обосновывает целесообразность ее дальнейшего доклинического изучения.

Conclusion. Based on the results of the experimental phase, it was established that the recombinant plasmid *pLacDualIL-10/IL-22* demonstrates a high level of segregational and structural stability in bacterial cells of *Lactiplantibacillus plantarum B-11007*. Using colony PCR, it was found that after 10 subculture cycles (corresponding to 70–80 generations), the proportion of cells retaining the plasmid reaches 79.8%, which is statistically significantly higher than the corresponding value for the control vector without the insert (66.2%). Restriction analysis confirmed the absence of any structural abnormalities in the plasmid DNA at all stages of cultivation; quantitative PCR data, in turn, recorded the unchanged relative copy number of the target plasmid, whereas this parameter significantly decreased in the control. Fluorescence microscopy revealed a homogenizing effect of the target fragment: in the recombinant strain after 10 passages, the proportion of cells with a high concentration of plasmid DNA was 97.6%, and the coefficient of variation of the fluorescence signal intensity was 1.7 times lower than in the variant with the empty vector. The totality of the obtained results indicates that the integration of the IL-10 and IL-22 sequences does not disrupt plasmid stability but rather contributes to the formation of a more uniform population in terms of extrachromosomal DNA content. Thus, the developed construct *pLacDualIL-10/IL-22* can be considered a genetically stable basis for creating a probiotic preparation with immunomodulatory properties, which substantiates the feasibility of its further preclinical study.

Список литературы.

1. Genetic Entanglement Enables Ultrastable Biocontainment in the Mammalian Gut / G. W. Foo, A. S. Uruthirapathy, C. Q. Zhang [et al.] // *ACS Synth Biol.* – 2025. – Vol. 14(9). – P. 3696-3708. doi: 10.1021/acssynbio.5c00412.
2. Segregational instability of multicopy plasmids: A population genetics approach / J. C. R. Hernandez-Beltran, V. Miró Pina, A. Siri-Jégousse [et al.] // *Ecol Evol.* – 2022. – Vol. 12(12). – e9469. doi: 10.1002/ece3.9469.
3. Kumar, S. Engineering plasmid copy number heterogeneity for dynamic microbial adaptation / S. Kumar, A. Lezia, J. Hasty // *Nat Microbiol.* – 2024. – Vol. 9(8). – P. 2173–2184. doi: 10.1038/s41564-024-01706-w.
4. Evolutionary model for the unequal segregation of high copy plasmids / K. Münch, R. Münch, R. Biedendieck [et al.] // *PLoS Comput Biol.* – 2019. – Vol. 15(3). – e1006724. doi: 10.1371/journal.pcbi.1006724.
5. Oftadeh, O. Genome-scale models of metabolism and expression predict the metabolic burden of recombinant protein expression / O. Oftadeh, V. Hatzimanikatis // *Metab Eng.* – 2024. – Vol. 84. – P. 109–116. doi: 10.1016/j.ymben.2024.06.005.
6. Sağlam, H. Plasmid stability of potential probiotic *Lactobacillus plantarum* strains in artificial gastric juice, at elevated temperature, and in the presence of novobiocin and acriflavine / H. Sağlam, A. G. Karahan // *Arch Microbiol.* – 2021. – Vol. 203(1). – P. 183–191. doi: 10.1007/s00203-020-02017-4.
7. Sánchez-Romero, M. A. Copy Number Heterogeneity in the Virulence Plasmid of *Salmonella enterica* / M. A. Sánchez-Romero, A. Mérida-Floriano, J. Casadesús // *Front Microbiol.* – 2020. – Vol. 4 (11). – P. 599931. doi: 10.3389/fmicb.2020.599931.
8. Toshimitsu, T. Development of a lactic acid bacteria strain that suppresses chronic inflammation and improves glucose and lipid metabolism / T. Toshimitsu // *Biosci Microbiota Food Health.* – 2023. – Vol. 42(1). – P. 3–7. doi: 10.12938/bmfh.2022-054.
9. The insertion of the inverted repeat of an insertion sequence (IS) element from *Lactocaseibacillus rhamnosus* changes the host range and stability of pGK12, a shuttle vector for lactic acid bacteria / Z. Xie, Y.-S. Jin, T. R. Klaenhammer, M. J. Miller // *Appl Environ Microbiol.* – 2025. – Vol. 91(4). – e0190824. doi: 10.1128/aem.01908-24.

References.

1. Genetic Entanglement Enables Ultrastable Biocontainment in the Mammalian Gut / G. W. Foo, A. S. Uruthirapathy, C. Q. Zhang [et al.] // *ACS Synth Biol.* – 2025. – Vol. 14(9). – P. 3696-3708. doi: 10.1021/acssynbio.5c00412.

2. Segregational instability of multicopy plasmids: A population genetics approach / J. C. R. Hernandez-Beltran, V. Miró Pina, A. Siri-Jégousse [et al.] // *Ecol Evol.* – 2022. – Vol. 12(12). – e9469. doi: 10.1002/ece3.9469.
3. Kumar, S. Engineering plasmid copy number heterogeneity for dynamic microbial adaptation / S. Kumar, A. Lezia, J. Hasty // *Nat Microbiol.* – 2024. – Vol. 9(8). – P. 2173–2184. doi: 10.1038/s41564-024-01706-w.
4. Evolutionary model for the unequal segregation of high copy plasmids / K. Münch, R. Münch, R. Biedendieck [et al.] // *PLoS Comput Biol.* – 2019. – Vol. 15(3). – e1006724. doi: 10.1371/journal.pcbi.1006724.
5. Oftadeh, O. Genome-scale models of metabolism and expression predict the metabolic burden of recombinant protein expression / O. Oftadeh, V. Hatzimanikatis // *Metab Eng.* – 2024. – Vol. 84. – P. 109–116. doi: 10.1016/j.ymben.2024.06.005.
6. Sağlam, H. Plasmid stability of potential probiotic *Lactobacillus plantarum* strains in artificial gastric juice, at elevated temperature, and in the presence of novobiocin and acriflavine / H. Sağlam, A. G. Karahan // *Arch Microbiol.* – 2021. – Vol. 203(1). – P. 183–191. doi: 10.1007/s00203-020-02017-4.
7. Sánchez-Romero, M. A. Copy Number Heterogeneity in the Virulence Plasmid of *Salmonella enterica* / M. A. Sánchez-Romero, A. Mérida-Floriano, J. Casadesús // *Front Microbiol.* – 2020. – Vol. 4 (11). – P. 599931. doi: 10.3389/fmicb.2020.599931.
8. Toshimitsu, T. Development of a lactic acid bacteria strain that suppresses chronic inflammation and improves glucose and lipid metabolism / T. Toshimitsu // *Biosci Microbiota Food Health.* – 2023. – Vol. 42(1). – P. 3–7. doi: 10.12938/bmfh.2022-054.
9. The insertion of the inverted repeat of an insertion sequence (IS) element from *Lactocaseibacillus rhamnosus* changes the host range and stability of pGK12, a shuttle vector for lactic acid bacteria / Z. Xie, Y.-S. Jin, T. R. Klaenhammer, M. J. Miller // *Appl Environ Microbiol.* – 2025. – Vol. 91(4). – e0190824. doi: 10.1128/aem.01908-24.

Поступила в редакцию 22.03.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-2-101-107

УДК 619:616.151:636.92

ПРИМЕНЕНИЕ ФУЛЛЕРЕНОЛА КАК РАДИОПРОТЕКТОРА ПРИ ТРИТИЕВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ОРГАНИЗМ КРОЛИКОВ

Федотова А.С. ORCID ID 0000-0003-1630-2444, Жигарев А.А. ORCID ID 0000-0002-6611-1999

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»,
г. Красноярск, Российская Федерация

Статья посвящена оценке радиопротекторных свойств фуллеренолов при тритиевом воздействии. Фуллеренолы влияют на процессы окисления и восстановления в клетке. В работе оценено изменение гематологических показателей, лейкоцитарного профиля периферической крови кроликов (возраст $7 \pm 0,3$, вес $4 \pm 0,5$ кг) при коррекции тритиевого воздействия (63 мГр) фуллеренолом. В работе установлено, что использование фуллеренола на 8-е сутки нормализует гематологические показатели и лейкоцитарный профиль периферической крови, установлено при использовании фуллеренола в концентрации 1×10^{-11} г/л. **Ключевые слова:** тритий, радиопротекторы, фуллеренол, гематологические показатели, фагоцитоз, здоровье животных, продуктивность

USE OF FULLERENOL AS A RADIOPROTECTOR FOR TRITIUM EXPOSURE IN RABBITS

Fedotova A.S., Zhigarev A.A.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Krasnoyarsk State Agrarian University",
Krasnoyarsk, Russian Federation

This work evaluates the radioprotective properties of fullerlenols within the tritium exposure. Fullerlenols possesses its impact on the redox processes in cells. The study evaluates changes in hematological parameters and the leukocytic profile of the peripheral blood of rabbits (age 7 ± 0.3 , body weight 4 ± 0.5 kg) after correcting tritium exposure (63 mGy) with fullerlenol. As a result of the study, it was found that the use of fullerlenol on the 8th day normalizes hematological parameters and the leukocyte profile of the peripheral blood, as determined when using fullerlenol at a concentration of 1×10^{-11} g/L. **Keywords:** tritium, radioprotectors, fullerlenol, hematological parameters, phagocytosis, animal health, productivity.

Введение. Радиационный фон биогеоценоза, агробиоценоза формируется естественными (природными) и техногенными (искусственными) источниками ионизирующего излучения. Природная радиация, постоянно находящаяся в биосфере, поглощенная доза от природных источников не зависит от деятельности человека. Природные источники – это космическое излучение, естественные радионуклиды, находящиеся в атмосфере, гидросфере, литосфере и в организмах различной организации. Одним из серьезных источников природных изотопов является процесс добычи урана, при горной разработке изотопов урана в окружающей среде увеличивается количество природных радионуклидов, которые являются источником дополнительного облучения.

Космическое излучение преимущественно состоит из атомных ядер Н (водорода) – протонов и ядер He (гелия) – α -частиц и незначительного количества (1%) электронов и позитронов. Естественные радионуклиды, радиоактивные изотопы природного происхождения, находящиеся в биосфере. Присутствие и количество естественных изотопов не связано с деятельностью человека, они образовались одновременно со стабильным веществом Земли. Естественные изотопы вносят основной вклад в дозу облучения биологического объекта, средняя поглощенная доза, формируемая естественными радионуклидами, составляет примерно 66% от суммарной поглощенной дозы. К естественным радионуклидам относят изотопы литосферы урана (^{238}U , ^{235}U), тория (^{232}Th), радия (^{226}Ra) и радона (^{222}Rn , ^{220}Rn); изотопы биосферы: калий (^{40}K), рубидий (^{87}Rb), кальций (^{48}Ca), цирконий (^{96}Zr) и др.; изотопы атмосферы: тритий (^3H), бериллий (^7Be , ^{10}Be) и углерод (^{14}C).

Техногенное радиоактивное загрязнение окружающей среды относится к негативным факторам, антропогенные изотопы входят в состав почвы, растений, идентифицируются в воздухе и в организмах. К источникам техногенного радиационного загрязнения относятся: техногенные аварии (аварийные ситуации на АЭС, при перевозке и хранении радиоактивных отходов, случайные утерянные промышленные и медицинские радиоисточники); выпадение техногенных радионуклидов из атмосферы. К основным техногенным изотопам, имеющим радиобиологическое действие, относят: ^3H , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{131}I , и ^{14}C . При радиоактивном распаде радиоактивных изотопов веществ образуется ионизирующее излучение (альфа-, бета-, гамма-лучи и свободные нейтроны) [1].

Радиоактивное загрязнение имеет долгосрочные последствия для здоровья человека и животных. У животных, подверженных воздействию радиации, возникают нарушения функции органов и систем, что приводит к развитию соматических заболеваний, увеличивается вероятность возникновения инфекционных болезней, возможно появления мутаций, генетических уродств в потомстве животных, увеличивается вероятность бесплодия и гибели животных. Систематическое или очень интенсивное воздействие радиации в биоценозе нарушает пищевые цепочки, что провоцирует угрозу существования некоторых видов или всей экосистемы. На территориях локального радиоактивного техногенного загрязнения происходит накопление радиоактивных веществ в организмах животных и растений, миграция в окружающей среде, загрязнение почвы и попадание в пищевые цепи.

Субклинические дозы ионизирующего излучения воздействуют на все уровни организации организма, изменяют органомерические показатели органов дыхания и пищеварения [2]. В зоне техногенного радиоактивного загрязнения воздействия у организмов формируются компенсаторно-приспособительные реакции, направленные на поддержание метаболического гомеостаза [3].

Тритий (Т, ^3H) – радиоактивный изотоп водорода, открыт в 1934 г. Э. Резерфордом. Тритий имеет массовое число 3, атомную массу – 3,016 а.е.м., $T_{1/2}$ – 12,32 года, это бета-излучатель с энергией β -частиц 5,7 кэВ, пробег β -частиц в воздухе – до 6,0 мм, в воде и биологической ткани – 0,56 мкм. Природный ^3H образуется в результате взаимодействия протонов и нейтронов вторичного космического излучения с атомами атмосферы (N, O₂, Ar) [4, 5].

В настоящее время основным источником техногенного трития является атомная промышленность. На АЭС тритий образуется в реакторах при делении изотопов ^{235}U , в окружающую среду основная часть трития поступает в виде газо-аэрозольных выбросов. Научный комитет по действию атомной радиации Организации Объединенных Наций оценивает общее поступление в окружающую среду от объектов атомной отрасли как $4,2 \cdot 10^{17}$ Бк/год [6].

В настоящее время разрабатывается методология учета биологической опасности трития и его соединений с переходом от оценки соматических нарушений в органах и системах организма к исследованию формирования цитогенетических нарушений, с поиском высокоинформативных и специфичных критериев оценки, возникающих трансляционных и пост трансляционных нарушений. С целью совершенствования нормативной базы по радиационной безопасности персонала и населения, пересмотра принципов дозиметрии трития, для подготовки новой редакции норм радиационной безопасности, осуществляется оценка поступления соединений трития (НТО и органически-связанного трития (ОСТ)) в клетку и их распределение в цитоплазме клетки, ядре и ДНК [7, 8].

Изотоп трития, включенный в состав органических веществ, представляет собой органически связанный (ОСТ) и представляет большую биологическую опасность, чем НТО при одинаковом количестве потребления ^3H . Эффективный период полувыведения НТО – 10 дней, ОСТ – 21-76 дней [32], 1-5% НТО в организме животных является частью органических молекул. Срок полувыведения трития из организма кроликов составляет 3-3,87 суток. ОСТ и НТО мигрируют через трансплацентарный барьер, вызывают облучение плода, формируют патологии плода и нарушение беременности [9].

Фармакохимическая защита – это снижение радиационных повреждений в клетках и тканях организма с помощью радиопротекторных средств. Радиопротекторные препараты – химические вещества для защиты организма от ионизирующего излучения (γ - или рентгеновских лучей, потоков

протонов и нейтронов). Применение радиопротекторов в организме формирует радиорезистентность – устойчивость к ионизирующему излучению. Выделяют следующие группы радиопротекторов. Серосодержащие соединения: меркаптоэтиламин, его дисульфид – цистамин и производные этих соединений – цистафос, гаммафос и др. Препараты из групп индолилалкиламинов и имидазолинов – индралин, нафтизин, мексамин и др. Природные радиопротекторы растительного происхождения – экстракты растений и биологически активные вещества, которые уменьшают окислительный стресс.

В организме радиопротекторы временно уменьшают содержание кислорода в клетках тканей. Снижение концентрации кислорода значительно уменьшает количество активных форм кислорода, перекисей и гидроперекисей, которые в значительном количестве образуются при радиационном воздействии в клетке. В последующем формируют развитие радиационных эффектов в тканях и органах. Радиопротекторы увеличивают радиорезистентности организма – механизм действия радиопротекторов пролонгированного действия типа биогенных стимуляторов (например, витаминов) [10, 11].

Радиопротекторы применяют одномоментно или пролонгированно. Одномоментные или кратковременные радиопротекторы применяют с/х животным за 10-60 минут до облучения, предоставляют защиту от 50 до 100% от доз, приводящих к 100%-ной гибели организма. Радиопротекторы предохраняют красный костный мозг, селезенку, лимфатические узлы, тимус от повреждающего действия радиации. В качестве радиопротекторов применяют такие соединения углерода, как фуллеренолы и фуллерены. Фуллеренол – это наноскопическая версия фуллеренов, представляет собой особую форму углерода, молекулы фуллеренола образуют сферические структуры.

Фуллерены (аллотропная форма углерода) обладают специфическими химическими свойствами, это связано с особенностями структуры: фуллерен имеет сопряженные π-системы, одинарные C–C и двойные C=C связи, и его химические свойства сходны со свойствами электронодефицитных полиолефинов. Фуллеренолы могут содержать не только гидроксильные группы, но и карбонильные группы или солевые группы. Фуллеренолы в химическом отношении растворимы в воде, спирте, других полярных растворителях и частично в жирах. Фуллеренолы обладают достаточной антиоксидантной активностью, «радикальные ловушки» могут нейтрализовать одной молекулой более 20 свободных радикалов. Химические свойства фуллеренов и их производных включают реакции присоединения, окисления, восстановления и галогенирования. В настоящее время фуллеренолы применяют в медицине, фармацевтике и биотехнологии.

Фуллеренол хорошо переносится живыми организмами, защищает клетки от повреждений свободными радикалами, многочисленные исследования подтверждают его антиоксидантные свойства, фуллерены защищают липиды клеточных мембран от повреждений, вызванных окислением, которое провоцирует свободные радикалы. Установлено, что фуллеренолы, содержащие кислород в количестве, составляющем половину от числа атомов углерода в их основе, демонстрируют более слабое ингибирующее действие. Ранее авторами проведена работа по оценке радиобиологических эффектов при поглощенных дозах 4 и 5 мГр [12], определению генерации активных форм кислорода в крови кроликов при тритиевом воздействии в дозе 6,8 мГр и результативность использования «Гумат калия 80» в качестве радиопротектора [13].

Цель исследований – определить изменение гематологических показателей, лейкоцитарного профиля периферической крови при коррекции тритиевого воздействия в дозе 63 мГр фуллеренолом в концентрации 1×10^{-11} г/л и 1×10^{-9} г/л.

Материалы и методы исследований. Исследование реализовано в 2023-2024 годах на кафедре внутренних незаразных болезней, акушерства и физиологии с.-х., на зооферме института прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины, в научно-исследовательском информационном центре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Красноярского государственного аграрного университета.

Исследование проведено на кроликах калифорнийской породы (возраст $7,3 \pm 0,25$; вес $4,1 \pm 0,32$ кг.). Для работы созданы две опытные группы (10 голов в каждой), группа интактного контроля (10 голов) и группа токсического контроля (10 голов). Животные группы токсического контроля и двух опытных групп получали 300 МБк/л НТО ежедневно в течение 10 дней, в результате у животных сформирована доза 63 мГр. После формирования дозы, кроликам опытных групп в течение 12 дней задавали НТО сочетанно с фуллеренолом $C_{60}H_{70}O_y(OH)_x (x+y=24-28)$, первой опытной группе – в концентрации 1×10^{-9} г/л, второй опытной группе – 1×10^{-11} г/л. Группа животных токсического контроля после формирования дозы 63 мГр продолжала получать ежедневно НТО (300 МБк/л) на всем протяжении исследования. Расчет поглощенной дозы выполняли по методике кафедры радиохимии МГУ имени М.В. Ломоносова. Контрольная, интактная группа животных получала воду из централизованной системы водоснабжения. Для оценки эффективности фуллеренола у животных всех групп проводили отбор проб крови на 4, 8 и 12-й дни применения

радиопротектора. Отбор проб крови осуществлялся в утренние часы, образцы отбирались из краевой ушной вены в вакуумные пробирки с добавлением натрия гепарина. Рацион и содержание животных всех групп были идентичными.

Подсчет количества лейкоцитов и эритроцитов проводили по общепринятым методикам микроскопически в камере Горяева на микроскопе Микмед-5, а также на гематологическом анализаторе (dymind DM61 Vet). Для определения лейкоцитарной формулы в мазках крови кроликов во всех опытных и контрольных группах применяли метод Мухина [14]. Содержание гемоглобина определяли на спектрофотометре с использованием набора «Гемоглобин-ольвекс».

Полученные результаты статистически обработаны методами вариационной статистики с применением t-критерия Стьюдента, различие данных принимали достоверным в случае $P \leq 0,05$.

Результаты исследований. Оценены изменения гематологических показателей в присутствии фуллеренола как радиопротектора в концентрациях 1×10^{-11} г/л и 1×10^{-9} г/л при радиобиологическом воздействии трития (63 мГр).

В работе установлено, что при тритиевом воздействии в дозе 63 мГр на организм кроликов в периферической крови увеличивается количество лейкоцитов в 1,43 раза ($P < 0,01$), эритроцитов – в 1,43 раза ($P < 0,001$) и содержание гемоглобина – в 1,1 раза ($P < 0,05$) относительно значений интактного контроля, что свидетельствует о стимулирующем воздействии трития на органы гемопоэза (таблица 1).

На 4-е сутки использования фуллеренола в концентрации 1×10^{-9} г/л развивалось увеличение количества форменных элементов крови. Количество лейкоцитов возросло по сравнению с токсическим контролем в 1,75 раза ($P < 0,05$). Число эритроцитов повысилось относительно интактного контроля в 1,81 раза ($P < 0,001$) и в 1,27 раза ($P < 0,01$) по сравнению с токсическим контролем, что свидетельствует о низкой радиопротекторной эффективности фуллеренола в концентрации 1×10^{-9} .

При использовании фуллеренола в концентрации 1×10^{-11} г/л на 4-е сутки наблюдалась тенденция к снижению количества эритроцитов и лейкоцитов. Число форменных элементов крови в опытной группе находилось в диапазоне значений интактного контроля и статистически не различалось, что свидетельствовало о эффективности применения фуллеренола в концентрации 1×10^{-11} г/л как радиопротектора. На 8-е сутки применения радиопротектора в концентрациях 1×10^{-9} г/л и концентрации 10^{-11} г/л количество форменных элементов находилось в диапазоне интактного контроля. Таким образом, для нормализации гематологических показателей рекомендовано использование фуллеренола в концентрации 1×10^{-11} г/л.

Таблица 1 – Показатели периферической крови кроликов

Группы, сутки применения	Лейкоциты, 10^9 /л	Эритроциты, 10^{12} /л	Гемоглобин, г/л
референсные значения [14]	5,9-9,0	5-7,5	100-125
интакт. конт.	$6,04 \pm 0,39$	$5,61 \pm 0,25$	$114,5 \pm 3,56$
токсич. конт. (63 мГр)	$8,65 \pm 0,65^{**}$	$8,02 \pm 0,60^{***}$	$125,50 \pm 3,03^*$
фуллеренол (1×10^{-9} г/л), на 4-е сутки	$10,54 \pm 0,47^{\circ}$	$10,18 \pm 0,47^{\circ\circ}$	$118,60 \pm 3,14$
фуллеренол (1×10^{-11} г/л), на 4-е сутки	$7,70 \pm 0,97$	$8,73 \pm 0,63$	$123,80 \pm 2,94$
фуллеренол (1×10^{-9} г/л), на 8-е сутки	$9,15 \pm 0,62$	$7,87 \pm 0,36$	$124,80 \pm 3,08$
фуллеренол (1×10^{-11} г/л), на 8-е сутки	$9,58 \pm 0,57$	$7,40 \pm 0,27$	$126,00 \pm 2,73$

Примечания: $^*P \leq 0,05$, $^{**}P \leq 0,01$; $^{***}P \leq 0,001$ относительно интактного контроля; $^{\circ}P \leq 0,05$ в сравнении с токсическим контролем.

При воздействии трития в дозе 63 мГр на организм кроликов в лейкоцитарном профиле установлено сдвиг нейтрофильного ядра влево, появление юных нейтрофилов, увеличение количества палочкоядерных клеток в 1,7 раза с одновременным снижением числа сегментоядерных нейтрофилов в 3,2 раза ($P \leq 0,001$), таблица 2. В группе токсического контроля установлен лимфоцитоз (увеличение количества лимфоцитов в 1,33 раза ($P \leq 0,001$) относительно данных интактного контроля), таблица 3. Выявленные изменения указывают на стимулирующее действие трития на органы гемопоэза, что нами расценивается как негативный фактор.

На 4-е сутки использования фуллеренола в концентрации 1×10^{-9} г/л в лейкоцитарной формуле регистрировался сдвиг нейтрофильного ядра вправо, количество юных форм нейтрофилов снизилось в 3,22 раза, палочкоядерных – в 1,5 раза, число сегментоядерных клеток увеличилось в 1,96 раза ($P \leq 0,001$) относительно данных токсического контроля (таблица 2). При этом количество лимфоцитов достоверно не отличалось относительно токсического контроля (таблица 3). Выявленные изменения в опытной группе свидетельствуют о эффективности фуллеренола в концентрации 1×10^{-9} г/л как радиопротектора.

При концентрации фуллеренола 1×10^{-11} г/л на 4-е сутки количество юных нейтрофилов снижалось в 3,21 раза ($P \leq 0,01$) аналогично действию фуллеренола в концентрации 1×10^{-9} г/л. Количество палочкоядерных нейтрофилов уменьшалось в 1,36 раза ($P \leq 0,001$), значительно

увеличивалось количество сегментоядерных нейтрофилов в 2,22 раза ($P \leq 0,001$) (таблица 2). Зафиксировано снижение количества лимфоцитов в 1,14 раза ($P \leq 0,01$) относительно токсического контроля (таблица 3). Выявленные изменения лейкоцитарного профиля свидетельствуют об эффективности фуллеренола в концентрации 1×10^{-11} г/л как радиопротектора.

Таблица 2 – Гранулоциты крови при тритиевом воздействии в присутствии фуллеренола

Радиопротектор, сутки применения	Нейтрофилы			Эозино-филы	Базо-филы
	юные	палочко-ядерные	сегментоядерные		
референсные значения	0	5-8	35-39	1-6	0-4
интактный контроль	0	$6,59 \pm 0,26$	$38,26 \pm 1,25$	$1,33 \pm 0,15$	$0,96 \pm 0,15$
токсический контроль (63 мГр)	$4,51 \pm 0,40^{***}$	$11,40 \pm 0,43^{***}$	$11,91 \pm 1,79^{***}$	$1,50 \pm 0,27$	$1,10 \pm 0,23$
фуллеренол (1×10^{-9} г/л), на 4-е сутки	$1,40 \pm 0,24^{\diamond\diamond\diamond}$	$7,80 \pm 0,58^{\diamond\diamond\diamond}$	$23,41 \pm 2,50^{\diamond\diamond}$	$1,40 \pm 0,24$	$0,8 \pm 0,37$
фуллеренол (1×10^{-11} г/л), на 4-е сутки	$1,42 \pm 0,24^{\diamond\diamond\diamond}$	$8,40 \pm 0,41^{\diamond\diamond\diamond}$	$26,42 \pm 1,75^{\diamond\diamond\diamond}$	$1,40 \pm 0,51$	$1,00 \pm 0,32$
фуллеренол (1×10^{-9} г/л), на 8-е сутки	$0,40 \pm 0,24^{\diamond\diamond\diamond}$	$6,21 \pm 0,37^{\diamond\diamond\diamond}$	$35,81 \pm 1,02^{\diamond\diamond\diamond}$	$1,61 \pm 0,41$	$0,60 \pm 0,24$
фуллеренол (1×10^{-11} г/л), на 8-е сутки	$0,39 \pm 0,24^{\diamond\diamond\diamond}$	$6,20 \pm 0,37^{\diamond\diamond\diamond}$	$37,10 \pm 0,77^{\diamond\diamond\diamond}$	$1,61 \pm 0,42$	$1,00 \pm 0,10$

Примечания: * $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$ относительно интактного контроля; $^{\diamond}P \leq 0,05$, $^{\diamond\diamond}P \leq 0,01$; $^{\diamond\diamond\diamond}P \leq 0,001$ в сравнении с токсическим контролем.

Таблица 3 – Агранулоциты крови при тритиевом воздействии в присутствии фуллеренола

Радиопротектор, сутки применения	Моноциты	Лимфоциты
референсные значения	1-3	40-62
интактный контроль	$1,67 \pm 0,13$	$51,19 \pm 1,22$
токсический контроль (63 мГр)	$1,70 \pm 0,21$	$67,90 \pm 1,62^{***}$
фуллеренол (1×10^{-9} г/л), на 4-е сутки	$1,61 \pm 0,24$	$63,60 \pm 2,69$
фуллеренол (1×10^{-11} г/л), на 4-е сутки	$1,81 \pm 0,2$	$59,60 \pm 1,75^{\diamond\diamond}$
фуллеренол (1×10^{-9} г/л), на 8-е сутки	$1,42 \pm 0,24$	$54,00 \pm 0,71^{\diamond\diamond\diamond}$
фуллеренол (1×10^{-11} г/л), на 8-е сутки	$1,81 \pm 0,37$	$52,00 \pm 1,00^{\diamond\diamond\diamond}$

Примечания: * $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$ относительно интактного контроля; $^{\diamond}P \leq 0,05$, $^{\diamond\diamond}P \leq 0,01$; $^{\diamond\diamond\diamond}P \leq 0,001$ в сравнении с токсическим контролем.

На 8-е сутки применения фуллеренола в концентрации 1×10^{-9} г/л и 1×10^{-11} г/л выявлена лимфопения и прогрессирующий сдвиг нейтрофильного ядра вправо. При применении фуллеренола в концентрации 1×10^{-9} г/л отмечалось значительное снижение количества юных в 11,25 раза ($P \leq 0,001$) и палочкоядерных нейтрофилов в 1,84 раза ($P \leq 0,001$), при увеличении количества сегментоядерных нейтрофилов в 3,01 раза ($P \leq 0,001$) относительно токсического контроля (таблица 2). При концентрации 1×10^{-9} г/л количество лимфоцитов уменьшилось в 1,26 раза ($P \leq 0,001$) относительно токсического контроля (таблица 3). При применении фуллеренола в концентрации 1×10^{-11} г/л на 8-е сутки установлено снижение количества юных в 11,56 раза ($P \leq 0,001$) и палочкоядерных нейтрофилов в 1,84 раза ($P \leq 0,001$), увеличение количества сегментоядерных нейтрофилов – в 3,11 раза ($P \leq 0,001$), уменьшение количества лимфоцитов – в 1,31 раза ($P \leq 0,001$) относительно данных токсического контроля (таблицы 2, 3).

Таким образом, при тритиевом воздействии на организм кроликов в дозе 63 мГр использование фуллеренола в качестве радиопротектора нормализует лейкоцитарный профиль (сдвиг нейтрофильного ядра вправо, снижение количества лимфоцитов).

Заключение. Использование радиопротекторов снижает количество техногенных изотопов в организме, уменьшает влияние малых доз радиации на организм животных. Применение витаминов, электролитов и диуретических средств снижает концентрацию трития [15]. В настоящей работе оценены радиопротекторные свойства фуллеренола $C_{60,70}O_y(OH)_x(x+y=24-28)$, препарат адсорбирует тритий, в результате снижается его отрицательное воздействие на организм кроликов. Установлено, что при тритиевом воздействии на организм кроликов в дозе 63 мГр использование фуллеренола в качестве радиопротектора на 8-е сутки нормализует гематологические показатели и лейкоцитарный профиль периферической крови, наибольшая эффективность (возвращение к данным интактного контроля) установлена при использовании фуллеренола в концентрации 1×10^{-11} г/л. При тритиевом воздействии на организм кроликов рекомендовано использование фуллеренола в концентрации 1×10^{-11} г/л.

Conclusion. The use of radioprotectors reduces the amount of technogenic isotopes in the body, reduces the impact of low doses of radiation on the body of animals. The use of vitamins, electrolytes and diuretics reduces the concentration of tritium [15]. In the present work, the radioprotective properties of

fullerenol C₆₀, 70Oy(OH)_x(x+y=24-28) were evaluated; the drug adsorbs tritium, as a result, its negative impact on the body of rabbits is reduced. It was found that with the tritium exposure of the rabbit body at a dose of 63 mGy, the use of fullerenol as a radioprotector on the 8th day normalizes hematological parameters and the leukocytic profile of peripheral blood, the highest efficiency (return to the data of the intact control) was established when using fullerenol at a concentration of 1×10⁻¹¹ g/l. With tritium exposure of the body of rabbits, the use of fullerenol at a concentration of 1×10⁻¹¹ g/l is recommended.

Список литературы.

1. Абрамов, А. А. Основы радиохимии и радиоэкологии: методическое руководство к курсу Основы радиохимии и радиоэкологии / А. А. Абрамов, Г. А. Бадун. – Москва-Баку : Филиал Химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, 2011. – 138 с.
2. Троянчук, О. В. Морфофункциональные особенности строения органов дыхания и пищеварения у кур, выращенных в условиях радиоактивного излучения / О. В. Троянчук, О. К. Левчук // Ученые записки учреждения образования «Витебская государственная академия ветеринарной медицины». – 2013. – Т. 49, № 1-1. – С. 73–78.
3. Федотов, Д. Н. Морфологическое состояние щитовидной железы, биохимический профиль крови, аминокислотный состав яиц и содержание радионуклидов в организме ужа обыкновенного в условиях белорусского сектора зоны отчуждения / Д. Н. Федотов, О. С. Мехова, И. С. Юрченко // Ученые записки учреждения образования «Витебская государственная академия ветеринарной медицины». – 2018. – Т. 54, вып. 1. – С. 81–85.
4. Атлас Восточно-Уральского и Карачаевского радиоактивных следов, включая прогноз до 2047 года / под редакцией Ю. А. Израэля. – Москва : ИГКЭ Росгидромета и РАН, Фонд «Инфосфера» – НИА-Природа, 2013. – 140 с.
5. Линге, И. И. Радиоэкологическая обстановка в регионах расположения предприятий Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» / И. И. Линге, И. И. Крышева. — Москва, 2021. — 555 с.
6. Тритий. Теория, практика, последствия : монография / Л. Г. Бондарева, М. Я. Чеботина, С. Ю. Артамонова, И. Г. Тананаяев. – Апатиты : Изд-во Кольского научного центра, 2024. – 359 с.
7. Расчетный метод дозиметрии бета-излучения трития на клеточном уровне / В. Тимофеев, А. А. Максимов, О. А. Кочетков, В. Н. Ключко // VIII Съезд по радиационным исследованиям : тезисы докладов, Москва, 12–15 октября 2021 года. – Москва: Объединенный институт ядерных исследований, 2021. – С. 288.
8. Юхимчук, А. А. Тритиевая наука и технологии в России / А. А. Юхимчук // Химическая промышленность сегодня. – 2019. – № 3. – С. 40–47.
9. Иминова, Д. Е. Радиоактивный тритий – загрязнитель водных объектов / Д. Е. Иминова // Молодой ученый. – 2017. – № 6.1. – С. 29–32.
10. ДНК-защитные и радиопротекторные эффекты гидратированного фуллерена C₆₀ / С. В. Гудков, И. Н. Штаркман, Н. Р. Асадуллина [и др.] // Физика живого. – 2009. – Т. 17, № 1. – С. 82–88.
11. Hydrogen acts as a therapeutic antioxidant by selectively reducing cytotoxic oxygen radicals / I. Ohsawa, M. Ishikawa, K. Takahashi [et al.] // Nature medicine. – 2007. – Vol. 13, № 6. – P. 688–694.
12. Федотова, А. С. Радиобиологические эффекты в периферической крови крупного рогатого скота при поглощенных дозах 4 и 5 мГр / А. С. Федотова, А. А. Жигарев, Г. В. Макарская // Ученые записки учреждения образования «Витебская государственная академия ветеринарной медицины». – 2022. – Т. 58, вып. 3. – С. 65–73. DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-3-65-73.
13. Федотова, А. С. Генерация АФК в крови кроликов при применении «Гумата калия 80» в качестве радиопротектора / А. С. Федотова, Г. В. Макарская, А. А. Жигарев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2025. – Т. 17, № 1. – С. 93–99 DOI: 10.36508/RSATU.2025.81.63.013.
14. Смолин, С. Г. Физиология системы крови, кровообращения и лимфообращения у животных и рыб : учебное пособие / С. Г. Смолин ; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2025. – 212 с.
15. Medical Treatment and Dose Estimation of a Person Exposed to Tritium / W. Chen, H. Li, K. Wang [et al.] // Dose Response. – 2019. – Vol. 17(4). – P. 1559325819880670. doi: 10.1177/1559325819880670.

References.

1. Abramov, A. A. Osnovy radiohimii i radioekologii: metodicheskoe rukovodstvo k kursu Osnovy radiohimii i radioekologii / A. A. Abramov, G. A. Badun. – Moskva-Baku : Filial Himicheskogo fakul'teta MGU imeni M.V. Lomonosova, 2011. – 138 s.
2. Troyanchuk, O. V. Morfofunkcional'nye osobennosti stroeniya organov dyhaniya i pishchevareniya u kur, vyrashchennyh v usloviyah radioaktivnogo izlucheniya / O. V. Troyanchuk, O. K. Levchuk // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». – 2013. – T. 49, № 1-1. – S. 73–78.
3. Fedotov, D. N. Morfologicheskoe sostoyanie shchitovidnoj zhelezy, biokhimicheskij profil' krovi, aminokislrotny sostav yaic i soderzhanie radionuklidov v organizme uzha obyknovennogo v usloviyah belorusskogo sektora zony otchuzhdeniya / D. N. Fedotov, O. S. Mekhova, I. S. YUrchenko // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». – 2018. – T. 54, vyp. 1. – S. 81–85.
4. Atlas Vostochno-Ural'skogo i Karachaevskogo radioaktivnyh sledov, vklyuchaya prognoz do 2047 goda / pod redakciej YU. A. Izraeliya. – Moskva : IGKE Rosgidrometa i RAN, Fond «Infosfera» – NIA-Priroda, 2013. – 140 s.
5. Linge, I. I. Radioekologicheskaya obstanovka v regionah raspolozheniya predpriyatij Gosudarstvennoj korporacii po atomnoj energii «Rosatom» / I. I. Linge, I. I. Krysheva. — Moskva, 2021. — 555 s.

6. Tritij. Teoriya, praktika, posledstviya : monografiya / L. G. Bondareva, M. YA. CHEbotina, S. YU. Artamonova, I. G. Tananaev. – Apatity : Izd-vo Kol'skogo nauchnogo centra, 2024. – 359 s.
7. Raschetnyj metod dozimetrii beta-izlucheniya tritiya na kletochnom urovne / V. Timofeev, A. A. Maksimov, O. A. Kochetkov, V. N. Klochko // VIII S"ezd po radiacionnym issledovaniyam : tezis dokladov, Moskva, 12–15 oktyabrya 2021 goda. – Moskva: Ob"edinennyj institut yadernyh issledovanij, 2021. – S. 288.
8. YUhimchuk, A. A. Tritievaya nauka i tekhnologii v Rossii / A. A. YUhimchuk // Himicheskaya promyshlennost' segodnya. – 2019. – № 3. – S. 40–47.
9. Iminova, D. E. Radioaktivnyj tritij – zagryaznitel' vodnyh ob"ektov / D. E. Iminova // Molodoj uchenyj. – 2017. – № 6.1. – S. 29–32.
10. DNK-zashchitnye i radioprotektornye efekty gidratirovannogo fullerena S60 / S. V. Gudkov, I. N. SHtarkman, N. R. Asadullina [i dr.] // Fizika zhivogo. – 2009. – T. 17, № 1. – S. 82–88.
11. Hydrogen acts as a therapeutic antioxidant by selectively reducing cytotoxic oxygen radicals / I. Ohsawa, M. Ishikawa, K. Takahashi [et al.] // Nature medicine. – 2007. – Vol. 13, № 6. – P. 688–694.
12. Fedotova, A. S. Radiobiologicheskie efekty v perifericheskoy krovi krupnogo rogatogo skota pri pogloshchennyh dozah 4 i 5 mGr / A. S. Fedotova, A. A. ZHigarev, G. V. Makarskaya // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny. – 2022. – T. 58, vyp. 3. – S. 65–73. DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-3-65-73.
13. Fedotova, A. S. Generaciya AFK v krovi krolikov pri primenenii «Gumata kaliya 80» v kachestve radioprotektora / A. S. Fedotova, G. V. Makarskaya, A. A. ZHigarev // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. – 2025. – T. 17, № 1. – S. 93–99 DOI: 10.36508/RSATU.2025.81.63.013.
14. Smolin, S. G. Fiziologiya sistemy krovi, krovoobrashcheniya i limfoobrashcheniya u zhivotnyh i ryb : uchebnoe posobie / S. G. Smolin ; Krasnoyarskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – Krasnoyarsk, 2025. – 212 s.
15. Medical Treatment and Dose Estimation of a Person Exposed to Tritium / W. Chen, H. Li, K. Wang [et al.] // Dose Response. – 2019. – Vol. 17(4). – P. 1559325819880670. doi: 10.1177/1559325819880670.

Поступила в редакцию 27.01.2026.

СОДЕРЖАНИЕ

Ветеринария

1. **ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПЕЧЕНИ И ПОЧКАХ ОВЦЕМАТОК ПРИ ОСТЕОДИСТРОФИИ** 4
Васькин В.Н., Большакова Е.И., Петровский С.В.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
2. **ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЯИЧНИКАХ У ЗДОРОВЫХ СОБАК И ПРИ ПИОМЕТРЕ** 9
Демух Д.А., Лях А.Л.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
3. **МАКРОСКОПИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЯИЧНИКАХ У ЗДОРОВЫХ СОБАК И ПРИ ПИОМЕТРЕ** 16
Демух Д.А., Лях А.Л.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
4. **ВЛИЯНИЕ МЕДЕТОМИДИНА И ИЗОФЛУРАНА В КОМБИНИРОВАННОЙ АНЕСТЕЗИИ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ У СОБАК** 21
Коваленко А.Э., Руколь В.М.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
5. **ОЦЕНКА ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕПАРАТОВ «КОЛИСУЛЬФАТРИЛ» И «ЭРИПРИМ БТ» ПРИ ЛЕЧЕНИИ ТЕЛЯТ С БОЛЕЗНЯМИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ И ПОРОСЯТ С ДИАРЕЙНЫМ СИНДРОМОМ** 24
Ковзов В.В.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
6. **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕТЕРИНАРНОГО ПРЕПАРАТА «ТОЛФИН 4%» ПРИ ЛЕЧЕНИИ СВИНОМАТОК С СИНДРОМОМ МЕТРИТ-МАСТИТ-АГАЛАКТИЯ** 29
***Лучко И.Т., *Белявский В.Н., **Ивашкевич О.П., *Царь О.В., *Найлович Д.В.**
*УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно, Республика Беларусь
**Частное предприятие «Наша Идея»
7. **КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ГИПОКСИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ КОРОВ ПРИ РАЗВИТИИ ЭМБРИОПАТИЙ** 34
Михалёв В.И., Чусова Г.Г., Сулин В.Ю., Стрельников Н.А.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

Зоотехния

8. **ПРИМЕНЕНИЕ ТРАДИЦИОННЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В АНАЛИЗЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА** 40
Базылев М.В., Лёвкин Е.А., Ханчина А.Р., Линьков В.В., Мироненко В.М., Конахович И.К., Лёвкина В.А.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

9. **ВЛИЯНИЕ СОСТАВА СРЕД НА КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕКСИРОВАННОЙ СПЕРМЫ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПРИ ЕЕ ПОДГОТОВКЕ К ОПЛОДОТВОРЕНИЮ ЯЙЦЕКЛЕТОК В КУЛЬТУРЕ IN VITRO** 45
Голубец Л.В., Кирикович Ю.К., Сапсалева С.А., Пайтерова О.В., Янчук Н.В., Науменко Е.В.
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь
10. **ВЛИЯНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «АЛЬФАЛАКТИМ» НА ЕСТЕСТВЕННУЮ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ** 50
Захарова И.А.
УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно, Республика Беларусь
11. **РЕПРОДУКТИВНАЯ ФУНКЦИЯ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В СОСТАВ РАЦИОНА КОНЦЕНТРАТА КОРМОВОГО УГЛЕВОДНОГО МЕЛАССИРОВАННОГО** 54
*Карпеня М.М., *Лукина И.Ю., **Козинец А.И., *Карпеня С.Л.
*УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
**РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь
12. **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОВЫШЕННЫХ УРОВНЕЙ ЗЕРНОБОБОВЫХ В КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ КОМБИКОРМАХ ДЛЯ ДОЙНЫХ КОРОВ** 58
Козинец А.И., Надаринская М.А., Голушко О.Г., Козинец Т.Г.
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь
13. **МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ СОДЕРЖАНИЯ** 66
Мазоло Н.В., Щебеток И.В., Рубина М.В.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
14. **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЮПИНА, ПРОШЕДШЕГО ЭКСТРУДИРОВАНИЕ, В КОРМЛЕНИИ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ** 70
Ногина Т.Н.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
15. **ВЛИЯНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «МЕТАЛАКТИМ» НА ФОРМИРОВАНИЕ НОРМОФЛОРЫ У ТЕЛЯТ** 75
Овсеев В.Ю.
УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно, Республика Беларусь
16. **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И КАЛОРИЙНОСТЬ МЯСА БЫЧКОВ ЛИМУЗИНСКОЙ ПОРОДЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ** 79
Сидунова М.Н.
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь
17. **ИНТЕНСИВНОСТЬ РОСТА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ НА ФОНЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГУМАТОВ НАТРИЯ, АММОНИЯ И ГУМУСОВЫХ КИСЛОТ** 85
Соболев Д.Т., Сандул П.А., Горидовец Е.В., Дрозд Н.Б.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

18. **ОСНОВНЫЕ СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КАЧЕСТВА МОЛОКА КОРОВ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД** 88
 *Тимошенко В.Н., *Песоцкий Н.И., *Музыка А.А., *Песоцкий Е.Н.,
 **Зайцев С.Ю., **Воронина О.А.
 *РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь
 **ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста», п. Дубровицы, Российская Федерация

Биология

19. **МОНИТОРИНГ НЕОДНОРОДНОСТИ ПОПУЛЯЦИИ *LACTOBACILLUS PLANTARUM* С ПЛАЗМИДОЙ *PLACDUAL-IL-10/IL-22* ПО КОПИЙНОСТИ ПЛАЗМИД** 95
 Самойленко В.С., Инютина А.В.
 ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, Российская Федерация
20. **ПРИМЕНЕНИЕ ФУЛЛЕРЕНОЛА КАК РАДИОПРОТЕКТОРА ПРИ ТРИТИЕВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ОРГАНИЗМ КРОЛИКОВ** 101
 Федотова А.С., Жигарев А.А.
 ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», г. Красноярск, Российская Федерация

Ответственный за выпуск	О. С. Горлова
Технический редактор	Е. А. Алисейко
Корректоры	Т. А. Никитенко, О. А. Никитина
Компьютерная верстка	Е. А. Алисейко
Редактор-переводчик	А. И. Картунова

Подписано в печать 09.05.2026 г. Формат 60×84 1/8.
Бумага офсетная. Печать ризографическая.
Усл. п. л. 13,16. Уч.-изд. л. 12,93. Тираж 50 экз. Заказ 288.

Издатель: учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной медицины».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/ 362 от 13.06.2014.
Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск. Тел.: (0212) 48-17-70.
E-mail: rio@vsavm.by <http://www.vsavm.by>

Полиграфическое исполнение: Республиканское унитарное предприятие
«Информационно-вычислительный центр
Министерства финансов Республики Беларусь».
Свидетельства о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/161 от 27.01.2014, № 2/41 от 29.01.2014.
Ул. Кальварийская, 17-1, 220004, г. Минск.

ISBN 2078-0109



9 772078 010007