

ISSN 2078-0109

Ученые Записки



Том 62
Выпуск 3
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 3
(июль – сентябрь) 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 340.624.3

**СУДЕБНАЯ ВЕТЕРИНАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА СЛУЧАЕВ
МЕХАНИЧЕСКОЙ СТРАНГУЛЯЦИОННОЙ АСФИКСИИ У ЖИВОТНЫХ**

Журов Д.О. ORCID ID 0000-0003-1438-4183, Громов И.Н. ORCID ID 0000-0001-8065-5661
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

*В работе проанализированы патоморфологические изменения, выявляемые у трупов животных, погибших от странгуляционной механической асфиксии вследствие удушения руками. В данном случае смерть наступала по асфиктическому признаку, и посмертные признаки характеризовались сочетанной острой дыхательной недостаточностью и остановкой сердца. Морфологические изменения при этом проявлялись острой венозной гиперемией, отеком и альвеолярной эмфиземой легких с развитием застойных изменений в сердце. **Ключевые слова:** странгуляционная механическая асфиксия, удушение, животное, патоморфологическое исследование, судебная экспертиза.*

**FORENSIC VETERINARY EXAMINATION OF CASES
OF MECHANICAL STRANGULATION ASPHYXIA IN ANIMALS**

Zhurov D.O., Gromov I.N.
Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

*The paper analyzes pathomorphological changes revealed in the corpses of animals that died from strangulation mechanical asphyxia due to manual strangulation. In this case, death occurred due to asphyxia and postmortem signs were characterized by combined acute respiratory failure and cardiac arrest. Morphological changes in this case were manifested by acute venous hyperemia, edema and alveolar emphysema of the lungs with the development of congestive changes in the heart. **Keywords:** strangulation mechanical asphyxia, strangulation, animal, pathomorphological examination, forensic examination.*

Введение.....

Цель исследований.....

Материалы и методы исследований.....

Результаты исследований.....

Заключение....

Conclusion.....

Список литературы.

1. Об ответственном обращении с животными : Закон Республики Беларусь от 1 апреля 2024 г. № 361-З // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь (дата обращения: 03.04.2024).
2. Anscombe, A. M. Delayed death after pressure on the neck: possible causal mechanisms and implications for mode of death in manual strangulation discussed / A. M. Anscombe, B. H. Knight // Forensic Sci Int. – 1996. – Vol. 78 (3). – P. 193–197.

3.

References.

1. Ob otvetstvennom obrashchenii s zhivotnymi : Zakon Respubliki Belarus' ot 1 aprelya 2024 g. № 361-Z // Nacional'nyj pravovoj Internet-portal Respubliki Belarus' (data obrashcheniya: 03.04.2024).
2. Anscombe, A. M. Delayed death after pressure on the neck: possible causal mechanisms and implications for mode of death in manual strangulation discussed / A. M. Anscombe, B. H. Knight // Forensic Sci Int. – 1996. – Vol. 78 (3). – R. 193–197.
3.

E-mail: vet/med@vsavm.by

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

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-3-4-8
УДК 619:615.9:549.2:616.455.2

ОСТРАЯ ТОКСИЧНОСТЬ НОВОГО ПРОТИВОАКАРИЦИДНОГО ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ АЗОМЕТИНА

Гиззатуллин Р.Р. ORCID ID 0000-0001-6525-7075, Гиззатуллина Р.Р. ORCID ID 0000-0001-5408-8229

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»
Институт «Казанская академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана»,
г. Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация

*Исследование острой токсичности фармакологического средства «А-14» проводилось в виварии кафедры эпизоотологии, паразитологии и патологической анатомии. В экспериментах участвовали 90 неллинейных белых мышей (18-22 г, разные половозрастные группы). Согласно Руководству по доклиническим исследованиям лекарственных средств, соединение вводилось однократно внутрижелудочно в дозах от 1000 до 8000 мг/кг. Контрольная группа мышей препарата не получала. Результаты показали, что летальная доза для 50% животных (ЛД₅₀) при однократном внутрижелудочном введении составляет 8000 мг/кг. По классификации ГОСТ 12.01.007-76, «А-14» относится к 4-й категории опасности как малоопасное вещество. **Ключевые слова:** белые мыши, острая токсичность, ЛД₅₀, токсикология, лекарственное средство, соединение.*

ACUTE TOXICITY OF A NEW AZOMETHINE-BASED ANTI-ACARICIDE DRUG

Gizzatullin R.R., Gizzatullina R.R.

Kazan State Agrarian University, Institute of Kazan Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman,
Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation

*The acute toxicity study of the pharmacological agent A-14 was conducted in the vivarium of the Department of Epizootiology, Parasitology, and Pathological Anatomy. The experiments involved 90 non-linear white mice (18-22 g, different sex and age groups). According to the Guidelines for Preclinical Drug Research, the compound was administered once intragastrically at doses ranging from 1,000 to 8,000 mg/kg. The control group of mice did not receive the drug. The results showed that the lethal dose for 50% of animals (LD₅₀) after single intragastric administration is 8,000 mg/kg. According to the classification of GOST 12.01.007-76, "A-14" belongs to the 4th hazard category as a low-hazard substance. **Keywords:** white mice, acute toxicity, LD₅₀, toxicology, drug.*

Введение. При обнаружении кишечных нематодозов и внешних паразитов у животных основополагающим элементом комплексных лечебно-профилактических мероприятий является проведение дегельминтизации. Для этого создан широкий ассортимент антигельминтных, противоэмериозных и акарицидных препаратов с разнообразными механизмами действия. В условиях современного промышленного животноводства важной задачей становится разработка, исследование и внедрение новых, более эффективных средств против паразитов [1, 3, 6].

Кишечные нематоды, протозоозы и эктопаразиты при высокой степени заражения способны вызвать массовую гибель животных. Создание инновационных лекарственных препаратов, предназначенных для профилактики и лечения множественных паразитарных инвазий и воздействующих на различные стадии патологического процесса, является актуальной проблемой фармацевтической отрасли [9].

Применение антигельминтных и противоакарицидных средств обычно требует многократных курсов лечения, что может негативно отражаться на организме животных [2, 4, 5, 7]. Многие из этих средств имеют токсическое, раздражающее и иммуносупрессивное действие. Более того, продолжительное использование одних и тех же препаратов может приводить к развитию дисбактериоза, снижению активности ферментов в пищеварительном тракте и вызывать различные функциональные изменения на коже животных.

В связи с этим существует необходимость поиска новых лекарственных средств и оптимальных схем их применения для профилактики и терапии полиинвазивных паразитозов, оказывающих влияние на разные этапы развития патологического процесса, что является важной задачей как для фармацевтической промышленности, так и для ветеринарии.

Таким образом, актуальной становится задача создания и производства отечественных противопаразитарных и акарицидных препаратов, обладающих высокой эффективностью и низкой токсичностью, предназначенных для использования у сельскохозяйственных, промысловых и домашних животных.

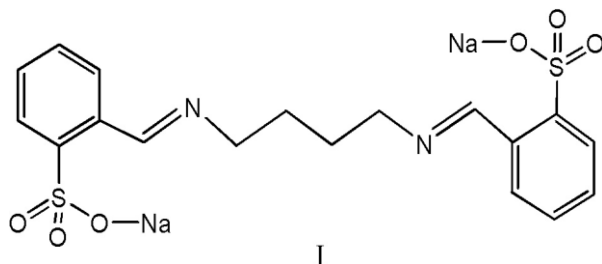
В ФГАОУ ВО КФУ доктором химических наук, профессором И.В. Галкиной разработана новая композиция азометина на основе мази для лечения заболеваний кожи туловища, головы и ушей

животных, вызванных чесоточными клещами, в частности *Psoroptes cuniculi* (у кроликов), *Psoroptes ovis* (у овец), *Otodectes cynotis* (у крыс), *Notoedres cati* (у кошек).

Цель исследования – провести доклиническую токсикологическую оценку препарата азометина «А-14», обладающего противоакарицидным действием.

Материалы и методы исследований. Изучение токсикологических свойств состава «А-14» проводилось в виварии кафедры эпизоотологии, паразитологии и патологической анатомии ИКАВМ на беспородных белых мышах средним весом 22 грамма.

Характеристика препарата. Предложенная акарицидная мазь класса азометинов состоит из нескольких действующих веществ, 2,2'-(1E,1'E)- (бутан-1,4-диилбис (азан-1-ил-1-илиден)) бис (метан-1-ил-1-илиден) дибензолсульфонат натрия формулы I, к вспомогательным веществам относятся метилурацил, в качестве растворителя применяют полиэтиленоксид-400.



В исследовании применялись клинически здоровые животные, которые предварительно содержались в условиях 15-дневного карантина.

Для проведения опытов с введением препарата в желудок использовали 90 белых беспородных мышей, разделенных на 9 групп по 10 особей в каждой. Каждой группе вводили композицию «А-14» в различных дозировках: 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000 и 8000 мг/кг массы тела по активному веществу. Контрольной группе однократно вводили внутрь 0,5 мл дистиллированной воды.

Препарат «А-14» растворяли в воде, полученную суспензию вводили перорально с помощью желудочного зонда натошак. Объем вводимой жидкости не превышал 0,5 мл на животное. При введении мышей фиксировали в вертикальном положении с легким запрокидыванием головы. Корм давали спустя два часа после введения препарата.

В ходе эксперимента учитывали проявления токсического воздействия: изменения в поведении, двигательную активность, состояние шерсти, нарушения физиологических функций, динамику массы тела и реакцию на внешние раздражители.

Наблюдение за состоянием животных продолжалось 14 суток после введения препарата. В случае гибели животных проводили вскрытие для установления причин. Также фиксировали сроки появления, характер и степень выраженности симптомов интоксикации, особенности поведения, а также прием корма и воды. По окончании периода наблюдения животных эвтаназировали методом дислокации шейных позвонков и проводили макроскопическое исследование основных внутренних органов и полостей.

Критериями оценки острой токсичности служили: смертность и сроки гибели животных, клинические проявления интоксикации, поведенческие реакции, а также макроскопические изменения органов у погибших и эвтаназированных животных.

Расчет параметров острой токсичности композиции «А-14» проводили в соответствии с установленными правилами доклинических испытаний новых лекарственных средств. Для этого использовали методические рекомендации Р.У. Хабриева (2005) [8], которые подробно описывают порядок и критерии оценки токсичности на ранних этапах исследований. Такой подход обеспечивает достоверность и воспроизводимость полученных данных, что является важным этапом при разработке и дальнейшем применении новых фармацевтических препаратов.

Все исследования проведены с учетом требований Директивы 2010/63/EU Европейского парламента и Совета Европейского Союза от 22.09.2010 по охране животных, используемых в научных целях [10] и Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых в экспериментальных и других научных целях [11].

Результаты исследований. На вторые сутки после введения препарата в дозе 8000 мг/кг была зафиксирована смерть четырех мышей из экспериментальной группы, а на третьи сутки погибли оставшиеся шесть особей.

Перед наступлением гибели у животных проявлялись симптомы интоксикации: диарея, слабость, клонические судороги, затрудненное дыхание, снижение реакции на внешние раздражители, выделения из глаз и носа с красноватым оттенком, а также потеря массы тела.

При вскрытии погибших мышей, получавших дозы от 4000 до 8000 мг/кг, выявлялась

умеренная гиперемия слизистой оболочки желудка, незначительное расширение сосудов головного мозга, кровоизлияния вдоль кровеносных сосудов. Печень имела красно-коричневый цвет с блестящей поверхностью и единичными кровоизлияниями, при этом ее объем не был увеличен (рисунок). На разрезе органа наблюдалась слабая зернистость. Отмечалось полнокровие почек, увеличение желудка, заполненного неперевавшими кормовыми массами. Тонкий кишечник содержал слизистое содержимое желто-коричневого цвета, а толстый кишечник — массу сметанообразной консистенции серо-зеленого оттенка. Сосуды брыжейки и серозных оболочек желудка и кишечника были инъецированы.

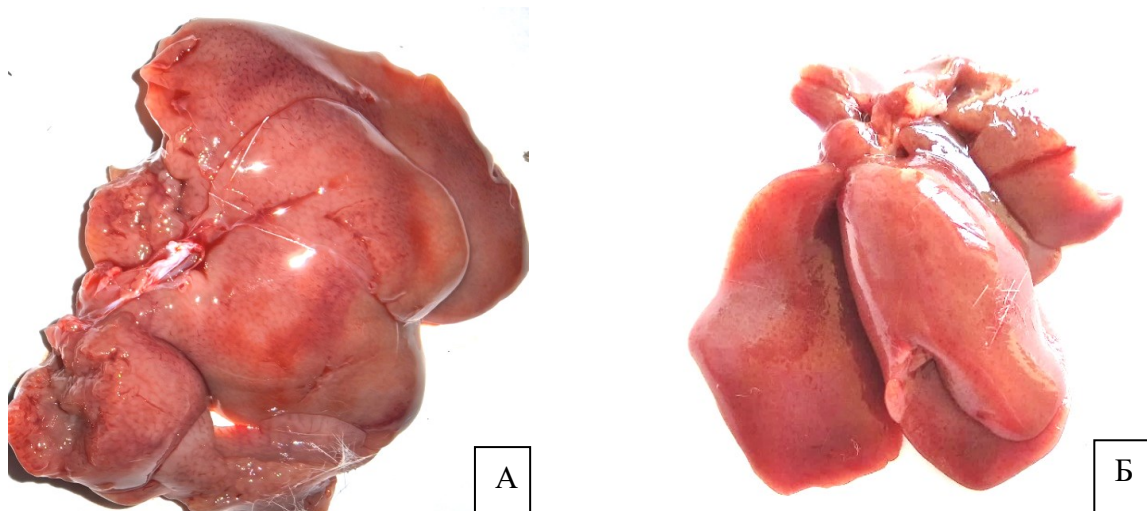


Рисунок – Печень мышей после введения лекарственного средства «А-14» в дозе 8000 мг/кг (А), контроль (Б)

После внутрижелудочного введения препарата мышам в дозе 4000 мг/кг у животных отмечалось выраженное беспокойство, они интенсивно терли лапками мордочку, часто выгибали спину, наблюдалась взъерошенность шерсти. Одна мышь из этой группы погибла через 48 часов после введения вещества. При введении лекарственного средства в дозе 5000 мг/кг мыши становились малоподвижными, стремились уединиться в углах клетки, отказывались от питья и практически не реагировали на болевые и световые раздражители. Через 30–40 минут после введения двигательная активность частично восстанавливалась. На пятые сутки в группе погибли три мыши.

Дозы 6000 мг/кг и 7000 мг/кг оказались более токсичными: к третьим суткам эксперимента погибли пять и восемь животных соответственно. Перед гибелью у мышей развивалась выраженная картина интоксикации, проявлявшаяся диареей, резким снижением реакции на внешние раздражители, адинамией, заметным увеличением объема живота (при осмотре и пальпации), а также прогрессирующим снижением массы тела.

В течение всего периода наблюдения при дозах от 1000 до 4000 мг/кг летальных исходов зарегистрировано не было. Все животные в контрольных группах оставались живы и находились в удовлетворительном клиническом состоянии.

Результаты исследования представлены в таблице.

Таблица – Параметры острого токсического действия композиции «А-14» для мышей при внутрижелудочном введении

Доза, мг/кг	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
Выжило	10	10	10	9	7	5	2	0
Пало	0	0	0	1	3	5	8	10
Z	0	0	0	0,5	2	4	6,5	9
D	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Zd	0	0	0	500	2000	4000	6500	9000

Обозначения: Z - среднее арифметическое из числа животных, у которых отмечен учитываемый эффект под влиянием 2-х смежных доз; D - интервал между двумя смежными дозами. Расчет параметров токсичности по таблице. $ЛД_{50} = ЛД_{100} - \sum Zd : n = 8000 - 26500 : 10 = 5350 \text{ мг/кг}$.

Установлено, что при однократном пероральном введении композиции «А-14» белым беспородным лабораторным мышам ЛД₅₀ составила более 5350 мг/кг.

Заключение. Таким образом, на основании данных, полученных в опыте на мышах и согласно общепринятой классификации (ГОСТ 12.1.007-76), исследуемый препарат относится к 4-му классу опасности (вещества малоопасные). Исходя из этого, предложенный нами препарат «А-14» обладает низкой токсичностью и высокой акарицидной эффективностью при лечении сельскохозяйственных и домашних животных.

Conclusion. Studies have shown that the median lethal dose for intragastric administration in accordance with GOST 12.01.007-76 belongs to hazard class 4 (low-risk substances). During the experiment, when using the compound in doses of 1000-4000 mg/kg, no animal deaths were observed, LD₅₀ mortality occurred at a dose of 8 000 mg/kg.

Список литературы.

1. Гиззатуллин, Р. Р. Острая токсичность и раздражающее действие нового лекарственного средства "Азометин" / Р. Р. Гиззатуллин, Р. Р. Галаятудинова, М. Х. Лутфуллин // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2020. – Т. 242, № 2. – С. 44–46.
2. Результаты изучения эмбриотоксической активности нового соединения "ДС/16" на белых крысах / Р. Р. Гиззатуллин, Р. Р. Гиззатуллина, Р. Ф. Шангареев, М. Х. Лутфуллин // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2021. – Т. 245, № 1. – С. 29–31.
3. Зайцева, А. В. Определение острой токсичности противопаразитарного препарата «Стоппар» / А. В. Зайцева, М. Х. Лутфуллин // Инноватика в современном мире: опыт, проблемы и перспективы развития : сборник научных статей по материалам X Международной научно-практической конференции. – Уфа, 2023. – Ч. 1. – С. 29–35.
4. Мухаммадиева, А. С. Изучение острой токсичности нового противопаразитарного средства / А. С. Мухаммадиева, М. Х. Лутфуллин // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. – 2022. – № 23. – С. 344–347.
5. Доклинические исследования общетоксических свойств средства 3-88 на белых крысах / Ф. А. Медетханов, В. Г. Софронов, Э. К. Папуниди [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2020. – Т. 242, № 2. – С. 112–115.
6. Изучение параметров хронической токсичности комплексного средства n-98 / О. Н. Новоселов, Ф. А. Медетханов, И. А. Конакова [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2023. – Т. 255, № 3. – С. 248–251.
7. Оценка кумулятивных свойств комплексного средства 3-88 / В. Г. Софронов, З. Ф. Аухадиева, Ф. А. Медетханов [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2021. – Т. 248, № 4. – С. 221–225.
8. Хабриев, Р. У. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / Р. У. Хабриева. – Москва : ОАО «Издательство «Медицина», 2005. – 832 с.
9. Токсикологическая оценка азометина «С-18» и изучение антигельминтной эффективности его различных доз при нематодирозе крупного рогатого скота / Р. И. Шангареев, М. Х. Лутфуллин, Р. Р. Тимербаева [и др.] // Ветеринарная медицина. – 2021. – Т. 22, № 1. – С. 104–118.
10. Директива 2010/63/ЕС Европейского парламента и Совета от 22 сентября 2010 года о защите животных, используемых в научных целях (текст, имеющий отношение к ЕЗ3) / Европейская комиссия. – Брюссель ; Бельгия, 2010. – 47 с.
11. Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых в экспериментальных и других научных целях // Серия Европейских договоров. – Европейский союз, 1986. – 11 с.

References.

1. Gizzatullin, R. R. Ostraya toksichnost' i razdrzhayushchee dejstvie novogo lekarstvennogo sredstva "Azometin" / R. R. Gizzatullin, R. R. Galyautdinova, M. H. Lutfullin // Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. E. Bauman. – 2020. – T. 242, № 2. – S. 44–46.
2. Rezul'taty izucheniya embriotoksicheskoj aktivnosti novogo soedineniya "DS/16" na belyh kryсах / R. R. Gizzatullin, R. R. Gizzatullina, R. F. SHangaraev, M. H. Lutfullin // Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.E. Bauman. – 2021. – T. 245, № 1. – S. 29–31.
3. Zajceva, A. V. Opredelenie ostroj toksichnosti protivoparazitarnogo preparata «Stoppar» / A. V. Zajceva, M. H. Lutfullin // Innovatika v sovremennom mire: opyt, problemy i perspektivy razvitiya : sbornik nauchnyh statej po materialam X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Ufa, 2023. – CH. 1. – S. 29–35.
4. Muhammadieva, A. S. Izuchenie ostroj toksichnosti novogo protivoparazitarnogo sredstva / A. S. Muhammadieva, M. H. Lutfullin // Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami. – 2022. – № 23. – S. 344–347.
5. Doklinicheskie issledovaniya obshchetoksicheskikh svoystv sredstva Z-88 na belyh kryсах / F. A. Medethanov, V. G. Sofronov, E. K. Papunidi [i dr.] // Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.E. Bauman. – 2020. – T. 242, № 2. – S. 112–115.
6. Izuchenie parametrov hronicheskoy toksichnosti kompleksnogo sredstva n-98 / O. N. Novoselov, F. A. Medethanov, I. A. Konakova [i dr.] // Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. E. Bauman. – 2023. – T. 255, № 3. – S. 248–251.
7. Ocenka kumulyativnyh svoystv kompleksnogo sredstva Z-88 / V. G. Sofronov, Z. F. Auhadieva, F. A. Medethanov [i dr.] // Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. E. Bauman. – 2021. – T. 248, № 4. – S. 221–225.

8. Habriev, R. U. *Rukovodstvo po eksperimental'nomu (doklinicheskomu) izucheniyu novykh farmakologicheskikh veshchestv* / R. U. Habrieva. – Moskva : OAO «Izdatel'stvo «Medicina», 2005. – 832 s.

9. *Toksikologicheskaya ocenka azometina «C-18» i izuchenie antigel'mintnoj effektivnosti ego razlichnykh doz pri nematodiroze krupnogo rogatogo skota* / R. I. SHangaraev, M. H. Lutfullin, R. R. Timerbaeva [i dr.] // *Veterinarnaya medicina*. – 2021. – Т. 22, № 1. – S. 104–118

10. *Direktiva 2010/63/ES Evropejskogo parlamenta i Soveta ot 22 sentyabrya 2010 goda o zashchite zhivotnykh, ispol'zuemykh v nauchnykh celyah (tekst, imeyushchij otnoshenie k EEZ)* / *Evropejskaya komissiya*. – Bryussel' ; Bel'giya, 2010. – 47 s.

11. *Evropejskaya konvenciya o zashchite pozvonochnykh zhivotnykh, ispol'zuemykh v eksperimental'nykh i drugikh nauchnykh celyah* // *Seriya Evropejskikh dogovorov*. – *Evropejskij soyuz*, 1986. – 11 s.

Поступила в редакцию 02.06.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-3-8-12

УДК 619:615.9:549.2:616.458.4

ПРИЖИЗНЕННАЯ ДИАГНОСТИКА СТРОНГИЛЯТОЗОВ ЖЕЛУДОЧНО–КИШЕЧНОГО ТРАКТА ЖВАЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Гиззатуллин Р.Р. ORCID ID 0000-0001-6525-7075, Гиззатуллина Р.Р. ORCID ID 0000-0001-5408-8229

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет» Институт «Казанская академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана», г. Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация

Усовершенствованный копрологический метод с использованием флотационной жидкости, состоящей из насыщенного раствора хлорида натрия и глицерина в определенном соотношении, показывает более высокую эффективность при выявлении яиц и личинок кишечных стронгилят в фекалиях коз по сравнению с классическим методом Фюллеборна. Такая модификация позволяет улучшить качество флотации, обеспечивая более точное и быстрое обнаружение паразитов, что особенно важно для своевременной диагностики и контроля паразитарных заболеваний у животных. Благодаря оптимальному составу флотационной жидкости удается повысить чувствительность анализа и снизить количество ложных отрицательных результатов.

Кроме того, применение данной усовершенствованной методики способствует более эффективному мониторингу эпизоотической ситуации в хозяйствах, что позволяет своевременно принимать меры по профилактике и лечению паразитарных инвазий. Важным аспектом является также экономическая целесообразность метода, так как использование доступных и недорогих компонентов флотационной жидкости не требует значительных дополнительных затрат, что делает его привлекательным для широкого внедрения в ветеринарную практику. **Ключевые слова:** диагностика, стронгилятозы, желудочно-кишечный тракт, усовершенствованный метод, фекалии, козы.

LIFETIME DIAGNOSTICS OF STRONGILATOSES OF GASTROINTESTINAL TRACT IN RUMINANTS

Gizzatullin R.R., Gizzatullina R.R.

Kazan State Agrarian University, Institute of Kazan Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation

An improved coprological method using a flotation liquid consisting of a saturated solution of sodium chloride and glycerin in a specific ratio shows higher efficiency in detecting eggs and larvae of intestinal strongylata in goat feces compared to the classical Fullerborn method. This modification improves the quality of flotation, allowing for more accurate and faster detection of parasites, which is crucial for timely diagnosis and control of parasitic diseases in animals. The optimal composition of the flotation liquid enhances the sensitivity of the analysis and reduces the number of false negative results.

In addition, the use of this improved method allows for more effective monitoring of the epizootic situation on farms, which enables timely measures to be taken for the prevention and treatment of parasitic infestations. The economic feasibility of the method is also an important aspect, as the use of affordable and inexpensive components of the flotation liquid does not require significant additional costs, making it an attractive option for widespread implementation in veterinary practice. **Keywords:** diagnostics, strongylatosis, gastrointestinal tract, improved method, feces, goats.

Введение. Черви из группы стронгилят – это обширное семейство круглых червей, которые встречаются повсеместно на нашей планете, в самых разных уголках и климатических условиях. Они способны паразитировать во многих органах самых разнообразных животных: от млекопитающих и птиц до амфибий и рептилий, а также поражать и человека [3, 5, 10].

Особенно опасны эти паразиты для желудочно-кишечного тракта жвачных животных. Они серьезно подрывают их здоровье, вызывая тяжелые болезни и, как следствие, нанося значительный экономический урон сельскому хозяйству. Главным способом борьбы с такими заболеваниями на сегодняшний день является применение противопаразитарных средств. Однако

для успешного лечения и профилактики этих паразитарных инвазий ключевую роль играет точная и своевременная диагностика [1, 4, 6, 9].

Для обнаружения яиц стронгилят в образцах (гельминтоовоскопии) было разработано множество различных методов, основанных на флотации (отделении яиц с помощью растворов) [2, 7, 8]. Интересно, что мнения ученых по поводу эффективности этих методов расходятся. Одни исследователи полагают, что растворы солей с повышенной плотностью и концентрацией лучше помогают яйцам всплывать, в то время как другие утверждают, что именно высокая плотность растворов, наоборот, замедляет процесс всплытия яиц паразитов.

Цель исследований – провести сравнительный анализ эффективности нескольких уже существующих методов диагностики кишечных стронгилятозов у жвачных животных.

Материалы и методы исследований. Для определения наиболее точного способа выявления паразитов у жвачных животных исследователи сравнили несколько методик. В частности, были изучены методы Фюллеборна, Котельникова-Хренова, Вольфа, а также новый, усовершенствованный подход.

Традиционно для обнаружения стронгилятозов у жвачных животных часто используют метод Фюллеборна. Его суть заключается в следующем: небольшое количество навоза (3-5 грамм) смешивают с флотационной жидкостью в стакане. Затем добавляют еще 40-50 мл жидкости и полученную смесь процеживают в другой чистый стакан. После этого дают отстояться около часа, а затем с поверхности снимают пленку, содержащую яйца паразитов, и исследуют ее под микроскопом.

Метод Котельникова-Хренова, использующий аммиачную селитру в качестве флотационной жидкости, выполняется аналогично методу Фюллеборна. Однако вместо обычной жидкости здесь применяется раствор нитрата аммония, который можно приготовить, растворив 1,5 кг селитры в 1 литре кипящей воды. Плотность такого раствора составляет 1,32. Особенностью этого метода является то, что поверхностную пленку можно исследовать уже через 10 минут.

Метод Вольфа имеет сходный принцип с методом Фюллеборна, но в качестве флотационной жидкости используется 60%-ный раствор карбоната калия (поташа). Для этого 1 грамм навоза смешивают с 20 мл раствора поташа, процеживают в другой стаканчик и через 15 минут снимают пленку для анализа.

Новый, усовершенствованный метод предполагает использование специальной смеси, состоящей из насыщенного раствора поваренной соли и глицерина в определенной пропорции. Применение этой смеси позволяет обнаружить яйца стронгилят уже через 15 минут отстаивания. Если же требуется выявить не только яйца, но и личинки паразитов, то достаточно дать смеси отстояться 30 минут.

Процедура усовершенствованного метода выглядит следующим образом: 3-5 грамм навоза помещают в стакан, добавляют немного флотационной жидкости и перемешивают. Затем добавляют еще 40-50 мл раствора и процеживают через сито или марлю в чистый стакан. После отстаивания в течение 15-30 минут поверхностную пленку снимают петлей и переносят на предметное стекло для микроскопического исследования.

Для сравнения эффективности этих методов, исследователи анализировали образцы навоза, взятые у коз, содержащихся в хозяйстве ООО «Лукоз Саба» в Сабинском районе.

Результаты исследований. Результаты изучения диагностической эффективности флотационных методов для диагностики стронгилятозов коз представлены в таблице.

Исследование показало, что все протестированные способы позволяют выявлять яйца кишечных стронгилят. Однако один из методов, основанный на использовании насыщенного раствора хлорида натрия и глицерина в пропорции 2:1, продемонстрировал наилучшие результаты. С его помощью было обнаружено значительно большее количество яиц ($67,2 \pm 1,1$) и личинок ($28,7 \pm 0,9$) стронгилят. Важно отметить, что этот усовершенствованный метод позволил обнаружить яйца уже через 15 минут после начала анализа, а личинок – через 30 минут.

Другие известные методы, такие как метод Вольфа (с раствором поташа), метод Фюллеборна (с раствором хлорида натрия) и метод Котельникова-Хренова (с раствором аммиачной селитры), также успешно выявили яйца стронгилят, но в меньшем количестве. Так, методом Вольфа было обнаружено $37,4 \pm 0,3$ яиц, методом Котельникова-Хренова – $42,3 \pm 0,5$ яиц, а методом Фюллеборна – $53,4 \pm 0,23$ яиц.

Таким образом, проведенный анализ эффективности различных методов диагностики стронгилятозов у коз подтвердил, что все они способны обнаружить яйца нематод. Тем не менее усовершенствованный флотационный метод с использованием раствора хлорида натрия и глицерина показал себя как наиболее результативный, позволяя выявить не только большее число яиц, но и личинок кишечных стронгилят.

Таблица – Эффективность некоторых флотационных методов диагностики стронгилятозов пищеварительного тракта коз

№	Название метода	Состав флотационной жидкости	Количество ингредиентов, г/л	Время на 1 пробу, мин.	Выявление	
					Яиц стронгилят	Личинок стронгилят
1.	Фюллеборна	Насыщенный раствор натрия хлорида	420	50-60	53,4 ± 0,23	0
2.	Котельникова-Хренова	Насыщенный раствор аммиачной селитры	1500	10	42,3 ± 0,5	0
3.	Вольфа	Насыщенный раствор поташа	600	15	37,4 ± 0,3	0
4.	Усовершенствованный метод	1) насыщенный раствор натрия хлорида; 2) глицерин	420	15-30	67,2 ± 1,1	28,7 ± 0,9

Данные результаты имеют важное практическое значение для ветеринарной диагностики и контроля стронгилятозов у коз, поскольку своевременное и точное выявление паразитов способствует более эффективному лечению и профилактике заболеваний. Повышенная чувствительность усовершенствованного метода позволяет не только улучшить качество диагностики, но и сократить время ожидания результатов, что особенно актуально при массовых обследованиях животных в условиях фермерских хозяйств.

Кроме того, выявление личинок наряду с яйцами расширяет возможности мониторинга жизненного цикла паразитов и оценки степени зараженности животных. Это может способствовать более точному прогнозированию эпизоотической ситуации и разработке адаптированных схем антипаразитарной терапии, учитывающих особенности развития и распространения стронгилят.

В дальнейшем целесообразно провести дополнительные исследования, направленные на оптимизацию состава и концентрации растворов, а также на изучение влияния различных факторов, таких как температура и время отстаивания, на эффективность флотационных методов. Особое внимание следует уделить возможности применения усовершенствованного метода в полевых условиях, где ограничены лабораторные ресурсы, а также оценке его совместимости с другими диагностическими подходами, включая молекулярные и серологические методы.

Особое значение имеет возможность применения данного метода в условиях фермерских хозяйств и небольших сельскохозяйственных предприятий, где зачастую отсутствует доступ к высокотехнологичным лабораториям. Простота и быстрота проведения анализа, а также высокая чувствительность метода делают его удобным инструментом для регулярного мониторинга состояния поголовья и своевременного выявления очагов заражения.

Кроме того, расширение спектра диагностируемых объектов за счет выявления не только яиц, но и личинок стронгилят, открывает новые перспективы для комплексного изучения биологии паразитов и динамики их развития в организме хозяина. Это позволит более детально оценивать эффективность проводимой терапии и корректировать лечебные протоколы с учетом стадии развития паразитов, что особенно важно при борьбе с резистентными формами.

В перспективе целесообразно интегрировать усовершенствованный флотационный метод с современными молекулярно-биологическими и серологическими методами диагностики, что позволит создать комплексную систему мониторинга и контроля стронгилятозов. Такой интегрированный подход, сочетающий классические паразитологические методы с передовыми технологиями, обеспечит максимальную точность и полноту информации о состоянии здоровья животных и позволит разрабатывать более эффективные стратегии борьбы с паразитарными заболеваниями. Дальнейшие исследования должны быть направлены на стандартизацию протоколов применения усовершенствованного метода, определение его экономической целесообразности в различных условиях хозяйствования и разработку рекомендаций по его внедрению в рутинную ветеринарную практику. Особое внимание следует уделить обучению ветеринарных специалистов работе с новым методом, чтобы обеспечить его широкое и правильное применение. Это позволит не только повысить уровень диагностики стронгилятозов, но и внести существенный вклад в развитие эпизоотологического благополучия животноводства, снижая тем самым экономические потери и улучшая качество продукции.

Заключение. Таким образом, внедрение данного усовершенствованного флотационного метода может стать значительным шагом вперед в области ветеринарной паразитологии, обеспечивая более точную и оперативную диагностику стронгилятозов у коз. Это, в свою очередь, позволит повысить эффективность ветеринарно-санитарных мероприятий, снизить экономические потери, связанные с паразитарными заболеваниями, и улучшить общее состояние здоровья животных.

Conclusion. An improved coprological method based on the use of a flotation liquid consisting of saturated sodium chloride solution and glycerol in a certain ratio demonstrates significantly higher efficiency in detecting eggs and larvae of intestinal strongylates in the feces of goats.

Список литературы.

1. Галяутдинова, Р. Р. Прижизненная диагностика стронгилятозов желудочно-кишечного тракта жвачных животных / Р. Р. Галяутдинова, М. Х. Лутфуллин, А. Р. Айзатулова // Научное обеспечение инновационного развития агропромышленного комплекса регионов РФ : материалы Международной научно-практической конференции, Лесниково, 06 февраля 2018 года. – Лесниково : Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т. С. Мальцева, 2018. – С. 380–383.
2. Гиззатуллина, Р. Р. Сравнительная оценка эффективности различных копрологических методов диагностики эймериоза индеек / Р. Р. Гиззатуллина // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2015. – Т. 223, № 3. – С. 46–48.
3. Гиззатуллина, Р. Р. Распространение паразитозов в хозяйствах по выращиванию индеек / Р. Р. Гиззатуллина, Н. А. Лутфуллина, М. Х. Лутфуллин // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. – 2014. – № 15. – С. 69–71.
4. Гиззатуллина, Р. Р. Эффективность различных методов диагностики эймериоза птиц / Р. Р. Гиззатуллина, Н. А. Лутфуллина // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2013. – Т. 3, № 6. – С. 77–78.
5. Изучение влияния противопаразитарного соединения "СП" на морфологические показатели крови здоровых фазанов / А. В. Зайцева, М. Х. Лутфуллин, Р. Р. Гиззатуллин, А. И. Трубкин // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2022. – Т. 251, № 3. – С. 112–115. – DOI 10.31588/2413_4201_1883_3_251_112.
6. Конакова, И. А. Прижизненная диагностика стронгилятозов желудочно-кишечного тракта мелкого рогатого скота / И. А. Конакова // В мире научных открытий : материалы V Всероссийской студенческой научной конференции (с международным участием), Ульяновск, 19–20 мая 2016 года. – Ульяновск : Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П. А. Столыпина, 2016. – Т. VI, ч. 1. – С. 274–276.
7. Распространение, сезонная и возрастная динамика токсокароза собак / М. Х. Лутфуллин, Р. Р. Тимербаева, Р. Р. Гиззатуллин, Д. М. Аминов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : материалы Международной научно-практической конференции, Йошкар-Ола, 21–22 марта 2024 года. – Йошкар-Ола : Марийский государственный университет, 2024. – С. 606–608.
8. Лутфуллина, Н. А. Сравнительная оценка эффективности различных копрологических методов диагностики эймериоза индеек / Н. А. Лутфуллина, Р. Р. Гиззатуллина // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2013. – Т. 215. – С. 191–194.
9. Шабалина, М. В. Эффективность гельминтовооскопических методов для прижизненной диагностики ассоциативной инвазии свиней / М. В. Шабалина // Молодежные разработки и инновации в решении приоритетных задач АПК : материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и учащейся молодежи, посвященной 90-летию образования казанской зоотехнической школы (факультет ветеринарной медицины), Казань, 26 марта 2020 года. – Казань : Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана, 2020. – Т. 1. – С. 391–393.
10. Токсикологическая оценка азометина "С-18" и изучение антигельминтной эффективности его различных доз при нематодирозе крупного рогатого скота / Р. И. Шангараев, М. Х. Лутфуллин, Р. Р. Тимербаева [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – Т. 22, № 1. – С. 104–118. – DOI 10.30766/2072-9081.2021.22.1.104-118.

References.

1. Galyautdinova, R. R. Prizhiznennaya diagnostika strongilyatozov zheludochno-kishechnogo trakta zhvachnykh zhivotnykh / R. R. Galyautdinova, M. H. Lutfullin, A. R. Ajzatulova // Nauchnoe obespechenie innovacionnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa regionov RF : materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Lesnikovo, 06 fevralya 2018 goda. – Lesnikovo : Kurganskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya im. T. S. Mal'ceva, 2018. – S. 380–383.
2. Gizzatullina, R. R. Sravnitel'naya ocenka effektivnosti razlichnykh koprologicheskikh metodov diagnostiki ejmerioza indeek / R. R. Gizzatullina // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. E. Bauman. – 2015. – T. 223, № 3. – S. 46–48.
3. Gizzatullina, R. R. Rasprostranenie parazitov v hozyajstvax po vyrashchivaniyu indeek / R. R. Gizzatullina, N. A. Lutfullina, M. H. Lutfullin // Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami. – 2014. – № 15. – S. 69–71.
4. Gizzatullina, R. R. Effektivnost' razlichnykh metodov diagnostiki ejmerioza ptic / R. R. Gizzatullina, N. A. Lutfullina // Sbornik nauchnykh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva. – 2013. – T. 3, № 6. – S. 77–78.
5. Izuchenie vliyaniya protivoparazitarnogo soedineniya "SP" na morfologicheskie pokazateli krovi zdorovykh fazanov / A. V. Zajceva, M. H. Lutfullin, R. R. Gizzatullin, A. I. Trubkin // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. E. Bauman. – 2022. – T. 251, № 3. – S. 112–115. – DOI 10.31588/2413_4201_1883_3_251_112.
6. Konakova, I. A. Prizhiznennaya diagnostika strongilyatozov zheludochno-kishechnogo trakta melkogo rogatogo skota / I. A. Konakova // V mire nauchnykh otkrytij : materialy V Vserossijskoj studencheskoj nauchnoj konferencii (s mezhdunarodnym uchastiem), Ul'yanovsk, 19–20 maya 2016 goda. – Ul'yanovsk : Ul'yanovskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya imeni P. A. Stolypina, 2016. – T. VI, ch. 1. – S. 274–276.

7. *Rasprostranenie, sezonnaya i vozrastnaya dinamika toksokaroza sobak* / M. H. Lutfullin, R. R. Timerbaeva, R. R. Gizzatullin, D. M. Aminov // Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produktsii sel'skogo hozyajstva : materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Joshkar-Ola, 21–22 marta 2024 goda. – Joshkar-Ola : Marijskij gosudarstvennyj universitet, 2024. – S. 606–608.

8. Lutfullina, N. A. *Sravnitel'naya ocenka effektivnosti razlichnykh koprologicheskikh metodov diagnostiki ejmerioza indeek* / N. A. Lutfullina, R. R. Gizzatullina // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. E. Bauman. – 2013. – T. 215. – S. 191–194.

9. *SHabalina, M. V. Effektivnost' gel'mintoovoskopicheskikh metodov dlya prizhizhennoj diagnostiki associativnoj invazii svinej* / M. V. SHabalina // Molodezhnye razrabotki i innovacii v reshenii prioritetnykh zadach APK : materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii studentov, aspirantov i uchashchejsya molodezhi, posvyashchennoj 90-letiyu obrazovaniya kazanskoj zootekhnicheskoy shkoly (fakul'tet veterinarnoj mediciny), Kazan', 26 marta 2020 goda. – Kazan' : Kazanskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny imeni N. E. Bauman, 2020. – T. 1. – S. 391–393.

10. *Toksikologicheskaya ocenka azometina "C-18" i izuchenie antigel'mintnoj effektivnosti ego razlichnykh doz pri nematodiroze krupnogo rogatogo skota* / R. I. SHangaraev, M. H. Lutfullin, R. R. Timerbaeva [i dr.] // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2021. – T. 22, № 1. – S. 104–118. – DOI 10.30766/2072-9081.2021.22.1.104-118.

Поступила в редакцию 02.06.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-3-12-19

УДК 619:616.993.1:615.28:636.8

ДИНАМИКА НЕКОТОРЫХ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ КОШЕК ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПРЕПАРАТА «ТИКСФЛИ®»

Захарченко И.П. ORCID ID 0000-0002-9101-9350, Богомольцев А.В. ORCID ID 0000-0001-6041-2590,
Сарока А.М. ORCID ID 0000-0002-0261-5805, Сарока Д.Д.

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

В статье изложены результаты исследований крови кошек при применении ветеринарного препарата «Тиксфли». Было установлено, что применение препарата в рекомендованных дозировках (112,5 мг для животных весом 1,8-3,1 кг и 250 мг для животных весом 3,2-6,5 кг) не вызвало негативных изменений в гематологических и биохимических показателях крови. Отмечено, что изменения в крови животных, не получавших препарат, были связаны с эктопаразитарной инвазией. **Ключевые слова:** кошка, препарат «Тиксфли», гематологические и биохимические показатели крови, эктопаразиты, эффективность, влияние.

DYNAMICS OF SOME HEMATOLOGICAL AND BIOCHEMICAL BLOOD PARAMETERS IN CATS WHEN USING THE DRUG TIKSFLI®

Zakharchenko I.P., Bogomoltsev A.V., Saroka A.M., Saroka D.D.
Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

The article presents the results of blood studies in cats following the use of the veterinary drug Tiksfli®. It was found that the administration of the drug at the recommended dosages (112.5 mg for animals weighing 1.8-3.1 kg and 250 mg for animals weighing 3.2-6.5 kg) did not cause negative changes in hematological and biochemical blood parameters. It was noted that changes in the blood of animals that did not receive the medication were associated with ectoparasitic infestation. **Keywords:** cat, drug, Tiksfli, hematological and biochemical blood parameters, ectoparasites, efficacy, impact.

Введение. Современный мир сталкивается с проблемой эктопаразитозов, возбудители которых являются не только источником дискомфорта для животных и человека, но и переносчиками возбудителей инфекционных и инвазионных заболеваний, таких как пироплазмоз, бруцеллез, боррелиоз, вирусный энцефалит, риккетсиозы, боррелиоз и др. [1, 2].

К эктопаразитам относятся насекомые и паукообразные, паразитирующие на поверхности кожи (вши, блохи, триходectes, иксодовые клещи и др.) или в эпидермисе (чесоточные клещи), вызывая зуд, дерматиты, расчесы, алопеции и др. [3].

Регулярное применение инсектоакарицидных препаратов является неотъемлемым элементом ветеринарной профилактики, направленной на поддержание здоровья животного. Факторами передачи эктопаразитов могут служить одежда, обувь хозяина, а также шерстный покров других домашних животных. Блохи часто поселяются в подъездах, особенно в подвалах и на чердаках, проводят большую часть времени в окружающей среде, а не на самом животном. Поэтому обработка нужна даже тем животным, которые содержатся дома без выгула [3, 4, 5].

В современной ветеринарной практике для борьбы с арахноэнтомозами кошек широко используются разнообразные инсектоакарицидные средства. Они представлены в удобных формах,

таких как ушные капли, растворы, спреи, мази и гели, и часто обладают комплексным терапевтическим действием, помимо прямого уничтожения паразитов [6, 7].

Как известно, в большинстве случаев высокая токсичность лекарственного средства зачастую коррелирует с его повышенной терапевтической активностью. Для достижения оптимального лечебного эффекта многие препараты назначаются в высоких дозах. Это может способствовать их накоплению в органах и тканях теплокровных организмов, что, в свою очередь, провоцирует развитие резистентности у паразитов, так как низкие концентрации активного вещества оказываются недостаточными для их полного уничтожения [1].

Тем не менее, потребность в разработке и применении инсектоакарицидов с еще более широким спектром противопаразитарной активности остается высокой.

Доклинические испытания ветеринарного препарата «Тиксфли®» показали высокую эффективность на собаках, в связи с этим имеется потребность в испытаниях на кошках.

Целью исследований явилось определение показателей биохимического и общего анализа крови у кошек при применении препарата «Тиксфли®».

Материалы и методы исследований. Ветеринарный препарат «Тиксфли®» представляет собой таблетки плоскоцилиндрической формы от светло-коричневого до темно-коричневого цвета, допускается наличие вкраплений, с риской на одной стороне и цифрами содержания активнoдействующего вещества на другой. Международное непатентованное наименование активной фармацевтической субстанции: карбамоил бензамид фенил изоксазолин. В 1 таблетке содержится от 112,5 до 250 мг действующего вещества и вспомогательные вещества: порошок из куриной печени, гидрофосфат кальция, магния стеарат, масло семян подсолнечника, масло семян льна, повидон K30, D, L-метионин, сухое молоко, сахароза.

Препарат относится к инсектоакарицидным препаратам, эффективным против иксодовых клещей (*Ixodes spp.*, *Dermacentor spp.*, *Rhipicephalus spp.*), тромбидиформных клещей (*Demodex spp.*, *Cheyletiella spp.*), саркоптоидных клещей (*Sarcoptes spp.*, *Otodectes cynotis*), вшей (*Linognathus setotus*), власоедов (*Trichodectes spp.*) и блох (*Ctenocephalides spp.*), паразитирующих на кошках. Он проявляет высокую системную активность после прикрепления эктопаразитов к телу животного и начала питания.

Карбамоил бензамид фенил изоксазолин, входящий в состав препарата, является инсектоакарицидом системного действия группы изоксазолинов, ингибитором компонентов нервной системы членистоногих, который нарушает передачу нервных импульсов, что приводит к параличу и гибели эктопаразитов. В основе его эффекта лежит антагонизм в отношении лиганд-управляемых каналов хлорид-ионов, включая ГАМК и глутамат-рецепторы.

После перорального применения препарата карбамоил бензамид фенил изоксазолин хорошо всасывается в желудочно-кишечном тракте (биодоступность – более 85%), быстро адсорбируется, поступает в системный кровоток и связывается с белками плазмы крови, максимальная концентрация в плазме крови отмечается в течение 12-24 часов. Он эффективно распределяется в органах и тканях, при этом наиболее высокая концентрация препарата достигается в жировой ткани, затем в печени, почках и мышцах. Длительное действие, медленная элиминация из плазмы крови (период полувыведения – до 15 дней) и замедленное высвобождение обеспечивают эффективные концентрации карбамоил бензамид фенил изоксазолина в течение продолжительного периода. Максимальная концентрация в плазме крови и период полувыведения у разных животных может отличаться. Карбамоил бензамид фенил изоксазолин не подвергается значимому метаболизму и выводится, главным образом, с фекалиями и частично с мочой.

Прием препарата вместе с кормом ускоряет всасывание. Препарат вызывает гибель блох, паразитирующих на животном, через 8 часов, клещей – через 12 часов, предотвращая повторную инфеcтацию кошек эктопаразитами. Гибель вновь появившихся на животном блох до откладки насекомыми жизнеспособных яиц вызывают очень низкие концентрации карбамоил бензамид фенил изоксазолина, что предотвращает контаминацию помещений яйцами и личинками.

Препарат по степени воздействия на организм относится к веществам «малоопасным» (4 класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76), в рекомендуемых дозах не оказывает эмбриотоксического, тератогенного и мутагенного действия.

Для опыта использовали кошек в возрасте от 6 месяцев до 11 лет. Перед началом опыта был проведен клинический осмотр животных. У больных животных отмечались следующие симптомы: интенсивный зуд, беспокойство, шерстный покров взъерошен, местами с алопециями, шерсть плохо удерживается в коже, загрязнена экскрементами членистоногих, кожа в области хвоста, поясницы, внутренней поверхности бедер, живота покрасневшая, с расчесами.

У некоторых исследованных животных были выявлены патологические изменения в наружном слуховом проходе: выделение желто-коричневого экссудата и образование твердых черных корочек с неприятным запахом. У кошек с такими поражениями наблюдались выраженный зуд, подергивание головой, а также вторичные изменения кожи в виде расчесов и алопеции в периаурикулярной области.

При исследовании шерстного покрова и соскобов кожи были выявлены членистоногие: *Trichodectes spp.*, *Linognathus setotus*, *Ctenocephalides spp.*, *Otodectes cynotis*, *Ixodes spp.*, *Dermacentor spp.* [8].

На основании результатов клинического осмотра были сформированы 4 группы животных (3 опытные и 1 контрольная) по 6 кошек в каждой. Все животные на момент исследования имели спонтанную (естественную) инвазию эктопаразитами.

Животным опытных групп задавали ветеринарный препарат «Тиксфли®»:

1-я опытная группа – масса тела $1,8-3,1 \pm 0,1$ кг, доза препарата – 112,5 мг;

2-я опытная группа – масса тела $3,2-6,5 \pm 0,1$ кг, доза препарата – 250 мг;

3-я опытная группа – масса тела $3,1 \pm 0,1$ кг, доза препарата – 250 мг;

Контрольная группа животных обработке от эктопаразитов не подвергалась.

Для контроля влияния препарата «Тиксфли®» на здоровье животных проводили лабораторные исследования: оценивали показатели общего анализа и биохимические показатели сыворотки крови по следующим критериям: креатинин, АлАТ, АсАТ, щелочная фосфатаза, ГГТ. Для этого кровь отбирали до дачи таблеток, через 15, 24 и 48 часов, а также на 30, 50, 60, 70, 80, 90, 100 и 112-й дни опыта.

Результаты исследований. Препарат «Тиксфли®» показал высокую терапевтическую эффективность против эктопаразитов кошек (*Ctenocephalides spp.*, *Linognathus setotus*, *Trichodectes spp.*, *Otodectes cynotis*, *Ixodes spp.*, *Dermacentor spp.*).

Результаты исследований крови отражены в таблицах 1-12.

Таблица 1 – Динамика уровня эритроцитарных параметров и тромбоцитов в крови кошек 1-й опытной группы, $M \pm m$

Показатели		Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	Гемоглобин, г/л	Гематокрит, %	Средний объем эритроцитов, фл	Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг	Средняя концентрация, гемоглобина в эритроците, %	Ширина распределения эритроцитов по объему, %	Тромбоциты, $\times 10^9/л$
Норма		5,0-10,0	80-150	24-45	39-55	12,5-17,5	300-360	13-17	300-800
Дни применения препарата	До применения	6,7 $\pm$ 0,9	103,5 $\pm$ 12,8	32,1 $\pm$ 7,4	46,6 $\pm$ 21,1	15,2 $\pm$ 8,1	327,0 $\pm$ 45,2	15,7 $\pm$ 2,7	463,5 $\pm$ 290,2
	Ч/з 15 час.	7,4 $\pm$ 1,1	113,8 $\pm$ 17,0	35,6 $\pm$ 10,4	46,9 $\pm$ 16,3	15,0 $\pm$ 7,7	320,0 $\pm$ 57,1	16,9 $\pm$ 4,3	436,2 $\pm$ 211,7
	Ч/з 24 час.	6,8 $\pm$ 1,5	105,0 $\pm$ 22,7	34,0 $\pm$ 14,3	47,2 $\pm$ 19,8	15,1 $\pm$ 6,6	321,0 $\pm$ 31,2	16,9 $\pm$ 3,5	497,5 $\pm$ 261,6
	Ч/з 48 час	6,6 $\pm$ 1,3	99,5 $\pm$ 19,6	29,3 $\pm$ 11,4	45,9 $\pm$ 20,3	14,9 $\pm$ 9,5	324,0 $\pm$ 27,1	15,1 $\pm$ 4,1	539,3 $\pm$ 304,9
	30	7,7 $\pm$ 1,5	114,3 $\pm$ 17,6	52,4 $\pm$ 9,2	52,4 $\pm$ 9,2	15,5 $\pm$ 4,7	296,0 $\pm$ 29,8	14,5 $\pm$ 6,2	346,7 $\pm$ 240,7
	50	7,9 $\pm$ 0,8	118,7 $\pm$ 11,8	32,7 $\pm$ 16,5	42,9 $\pm$ 8,4	14,7 $\pm$ 5,1	327,0 $\pm$ 47,1	14,6 $\pm$ 5,2	397,2 $\pm$ 158,4
	60	8,3 $\pm$ 0,8	114,5 $\pm$ 9,7	37,4 $\pm$ 8,2	44,1 $\pm$ 7,5	14,1 $\pm$ 4,3	318,0 $\pm$ 53,8	14,4 $\pm$ 4,9	348,0 $\pm$ 119,2
	70	9,0 $\pm$ 0,8	127,5 $\pm$ 12,1	33,1 $\pm$ 9,4	43,1 $\pm$ 9,1	14,1 $\pm$ 5,1	320,0 $\pm$ 47,2	16,0 $\pm$ 3,8	387,7 $\pm$ 102,6
	80	8,2 $\pm$ 0,8	115,0 $\pm$ 14,8	38,7 $\pm$ 12,6	45,4 $\pm$ 11,6	14,3 $\pm$ 6,2	307,0 $\pm$ 56,8	14,5 $\pm$ 2,3	378,2 $\pm$ 90,2
	90	8,4 $\pm$ 0,2	103,2 $\pm$ 6,1	35,4 $\pm$ 15,7	42,9 $\pm$ 14,1	13,9 $\pm$ 5,8	325,0 $\pm$ 49,4	13,5 $\pm$ 4,7	371,0 $\pm$ 35,1
	100	6,5 $\pm$ 0,7	112,2 $\pm$ 11,8	33,5 $\pm$ 7,3	48,3 $\pm$ 16,6	15,3 $\pm$ 7,1	316,0 $\pm$ 57,9	13,8 $\pm$ 5,8	341,0 $\pm$ 73,3
	112	7,5 $\pm$ 1,3	109,5 $\pm$ 14,5	27,8 $\pm$ 16,4	47,2 $\pm$ 14,9	15,9 $\pm$ 8,4	334,0 $\pm$ 38,3	14,1 $\pm$ 3,1	312,2 $\pm$ 113,8

Таблица 2 – Динамика уровня лейкоцитов в крови кошек 1-й опытной группы, $M \pm m$

Показатели		Лейкоциты, $\times 10^9/л$	Нейтрофилы, %	Нейтрофилы, абсолютное количество, $\times 10^9$ кл/л	Лимфоциты, %	Лимфоциты, абсолютное количество, $\times 10^9$ кл/л	Моноциты, %	Моноциты, абсолютное количество, $\times 10^9$ кл/л	Эозинофилы, %	Эозинофилы, абсолютное количество, $\times 10^9$ кл/л
Норма		10-19,5	35-78	2,5-12,8	20-55	1,5-7	1-4	0-0,9	2-12	0-1,5
Дни применения препарата	До применения	15,9 $\pm$ 6,86	43,9 $\pm$ 11,90	10,02 $\pm$ 0,9	51,1 $\pm$ 10,02	2,51 $\pm$ 0,1	2,2 $\pm$ 1,11	0,3 $\pm$ 0,16	2,8 $\pm$ 0,61	1,4 $\pm$ 0,72
	Ч/з 15 час.	16,5 $\pm$ 7,4	45,9 $\pm$ 10,10	7,53 $\pm$ 0,7	44,5 $\pm$ 8,11	1,55 $\pm$ 0,4	2,5 $\pm$ 0,71	0,4 $\pm$ 0,15	7,1 $\pm$ 0,71	1,3 $\pm$ 0,56
	Ч/з 24 час.	17 $\pm$ 6,9	49,0 $\pm$ 15,10	10,38 $\pm$ 1,2	44,2 $\pm$ 13,26	2,19 $\pm$ 0,2	2,4 $\pm$ 1,30	0,4 $\pm$ 0,07	4,4 $\pm$ 1,41	1,4 $\pm$ 0,61
	Ч/з 48 час	17,8 $\pm$ 5,0	44,1 $\pm$ 15,91	9,89 $\pm$ 2,4	47,3 $\pm$ 8,78	3,19 $\pm$ 0,4	3,1 $\pm$ 0,40	0,6 $\pm$ 0,34	5,5 $\pm$ 1,09	1,1 $\pm$ 0,46
	30	19,4 $\pm$ 9,2	38,1 $\pm$ 9,70	5,33 $\pm$ 7,4	58,9 $\pm$ 8,95	2,95 $\pm$ 0,2	2,7 $\pm$ 0,81	0,5 $\pm$ 0,20	5,9 $\pm$ 0,90	1,2 $\pm$ 0,38
	50	14,7 $\pm$ 6,5	43,1 $\pm$ 11,21	10,88 $\pm$ 0,5	48,5 $\pm$ 12,49	2,21 $\pm$ 0,4	3,2 $\pm$ 0,41	0,4 $\pm$ 0,16	7 $\pm$ 1,51	1,1 $\pm$ 0,92

Продолжение таблицы 2

Показатели	Лейкоциты, $\times 10^9/\text{л}$	Нейтрофилы, %	Нейтрофилы, абсолютное количество, $\times 10^9/\text{клл}$	Лимфоциты, %	Лимфоциты, абсолютное количество, $\times 10^9/\text{клл}$	Моноциты, %	Моноциты, абсолютное количество, $\times 10^9/\text{клл}$	Эозинофилы, %	Эозинофилы, абсолютное количество, $\times 10^9/\text{клл}$	Показатели
Дни применения препарата	60	39,1 $\pm$ 13,70	52,5 $\pm$ 13,7	46,5 $\pm$ 14,54	24,8 $\pm$ 14,54	2,9 $\pm$ 0,60	2,9 $\pm$ 0,6	11,5 $\pm$ 0,81	11,5 $\pm$ 0,8	1,5 $\pm$ 0,55
	70	38,6 $\pm$ 14,11	51,7 $\pm$ 14,1	51,8 $\pm$ 14,57	38,9 $\pm$ 14,57	2,7 $\pm$ 0,51	2,7 $\pm$ 0,5	6,9 $\pm$ 2,31	11,9 $\pm$ 2,3	0,9 $\pm$ 0,41
	80	42,4 $\pm$ 12,01	50,4 $\pm$ 12	49,9 $\pm$ 14,89	41,2 $\pm$ 14,89	3,3 $\pm$ 0,70	3,3 $\pm$ 0,7	4,4 $\pm$ 0,79	4,4 $\pm$ 0,8	0,5 $\pm$ 0,44
	90	47,4 $\pm$ 5,30	52,3 $\pm$ 5,3	43,2 $\pm$ 5,99	33,3 $\pm$ 5,99	3,3 $\pm$ 0,60	3,3 $\pm$ 0,6	6,1 $\pm$ 1,49	6,1 $\pm$ 1,5	1,2 $\pm$ 0,28
	100	41,9 $\pm$ 5,11	51,9 $\pm$ 5,1	52,0 $\pm$ 7,18	36,3 $\pm$ 7,18	2,9 $\pm$ 1,21	2,9 $\pm$ 1,2	3,2 $\pm$ 0,51	3,2 $\pm$ 0,5	1,4 $\pm$ 0,55
	112	51,7 $\pm$ 9,60	46,1 $\pm$ 9,6	42,6 $\pm$ 7,04	24,2 $\pm$ 7,04	2,4 $\pm$ 0,61	2,4 $\pm$ 0,6	3,3 $\pm$ 0,68	3,3 $\pm$ 0,7	0,8 $\pm$ 0,6

Таблица 3 – Динамика некоторых биохимических показателей крови кошек 1-й опытной группы, $M \pm m$

Показатели		Креатинин, мкмоль/л	АлАТ, Ед/л	АсАТ, Ед/л	Щелочная фосфатаза, Ед/л	ГГТ, Ед/л
Норма		70-165	8-55	9-45	5-55	1-8
Дни применения препарата	До приме-нения	89,9±18,40	53,6±6,03	23,1±4,04	51,2±6,2	1,8±0,63
	Ч/з 15 час.	92,8±21,68	51,3±5,76	22,0±4,77	53,5±6,7	1,2±0,50
	Ч/з 24 час.	92,7±12,43	51,2±6,75	25,0±2,64	50,6±7,5	1,4±0,52
	Ч/з 48 час	91,1±6,77	46,6±6,80	26,1±2,66	48,3±5,3	1,9±0,56
	30	89,5±8,0	46,4±7,57	28,1±2,91	54,1±8,7	2,9±0,53
	50	94,5±10,92	47,3±9,16	31,0±3,74	48,6±6,1	1,7±0,41
	60	92,3±7,14	47,0±9,88	31,3±3,65	46,2±8,0	3,8±0,73
	70	99,8±14,19	47,7±9,02	31,7±3,46	52,3±7,8	3,9±0,58
	80	92,2±4,52	51,9±10,58	30,4±2,31	49,2±8,8	4,9±0,43
	90	92,4±3,36	49,8±9,61	41,0±3,04	49,8±8,9	3,8±0,47
	100	98,3±19,64	52,2±13,11	31,5±4,32	47,1±9,5	4,9±0,59
	112	103,6±15,59	50,3±15,89	35,7±4,14	50,3±9,5	2,8±0,58

Таблица 4 – Динамика уровня эритроцитарных параметров и тромбоцитов в крови кошек 2-й опытной группы, $M \pm m$

Показатели		Эритроциты, ×10 ¹² /л	Гемоглобин, г/л	Гематокрит, %	Средний объем эритроцитов, фл	Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг	Средняя концентрация, гемоглобина в эритроците, %	Ширина распределения эритроцитов по объему, %	Тромбоциты, ×10 ⁹ /л
Норма		5,0-10,0	80-150	24-45	39-55	12,5-17,5	300-360	13-17	300-800
Дни применения препарата	До приме- нения	7,3±0,84	105,3±14,07	33,7±4,23	46,1±1,09	14,4±0,38	312,7±5,99	16,6±1,25	528,7±74,10
	Ч/з 15 час.	8,0±1,09	114,7±16,13	36,8±5,01	42,3±0,82	15,4±0,31	311,3±4,37	15,6±1,16	545,0±92,20
	Ч/з 24 час.	7,7±0,97	111,0±16,24	35,7±4,91	46,6±1,01	14,5±0,37	310,7±6,28	16,7±1,07	520,8±82,91
	Ч/з 48 час.	7,4±1,01	106,0±14,14	33,9±4,88	40,1±0,97	14,9±0,33	314,0±4,60	16,0±0,92	412,7±75,80
	30	8,2±1,49	114,5±13,23	37,3±4,06	45,7±2,16	14,0±0,63	307,0±6,48	15,7±0,46	324,5±61,20
	50	8,6±0,58	118,3±12,33	36,2±4,11	42,1±4,48	13,7±1,26	326,5±6,44	14,2±0,54	332,6±56,60
	60	9,0±4,40	122,6±13,30	38,0±16,8	42,4±17,70	13,7±5,67	323,4±93,20	14,8±0,58	388,8±80,70
	70	8,3±1,07	117,5±22,30	37,3±7,70	44,6±4,16	14,1±1,20	316,5±6,90	15,6±0,60	353,8±54,0
	80	9,0±0,66	123,2±17,50	38,3±5,40	42,6±3,70	13,7±1,10	322,0±6,40	15,0±1,40	452,5±75,60
	90	8,4±0,37	108,5±14,0	34,1±4,44	40,6±4,80	13,0±1,53	318,5±3,94	14,4±0,40	431,3±68,80
	100	6,2±1,56	87,5±16,71	27,9±5,38	45,9±3,54	14,7±0,99	314,0±4,91	14,5±0,71	425,5±49,12
	112	8,0±1,22	116,2±14,40	36,4±4,60	45,8±1,30	14,6±0,51	319,3±2,10	13,8±0,15	518,4±63,20

Таблица 5 – Динамика уровня лейкоцитов в крови кошек 2-й опытной группы, М±m

Показатели		Лейкоциты, ×10 ⁹ /л	Нейтрофилы, %	Нейтрофилы, абсолютное количество, ×10 ⁹ кл/л	Лимфоциты, %	Лимфоциты, абсолютное количество, ×10 ⁹ кл/л	Моноциты, %	Моноциты, абсолютное количество, ×10 ⁹ кл/л	Эозинофилы, %	Эозинофилы, абсолютное количество, ×10 ⁹ кл/л
Норма		10-19,5	35-78	2,5-12,8	20-55	1,5-7	1-4	0-0,9	2-12	0-1,5
Дни применения препарата	До применения	13,3±3,8	63,2±4,10	9,9±3,40	22,7±4,01	1,6±0,50	2,3±0,70	0,3±0,10	11,8±3,60	1,1±0,60
	Ч/з 15 час.	13,6±2,3	47,6±6,80	9,4±1,70	45,7±2,70	1,9±0,60	2,8±0,40	0,4±0,08	3,9±6,80	1,4±0,90
	Ч/з 24 час.	13,9±2,5	41,8±3,80	10,3±2,10	44,4±2,90	1,7±0,30	2,5±0,10	0,3±0,04	11,3±4,90	1,3±0,92
	Ч/з 48 час.	14,5±2,7	41,2±6,18	11,7±2,50	45,5±3,80	1,9±0,40	2,6±0,50	0,7±0,07	10,7±4,50	1,5±0,60
	30	15,9±3,2	35,9±7,99	10,7±2,10	50,3±4,60	3,0±1,72	3,2±0,37	0,5±0,16	10,6±1,29	1,1±0,5
	50	12,8±3,7	45,1±16,10	8,8±3,87	43,1±10,20	2,7±1,10	3,7±2,20	0,4±0,20	8,1±3,93	1,2±0,46
	60	15,6±8,2	42,8±8,11	9,7±6,20	44,6±10,50	3,0±1,62	3,1±1,30	0,5±0,02	9,5±6,47	1,4±0,90
	70	12,7±2,9	47,3±14,01	7,7±3,31	42,2±14,10	3,7±1,60	3,4±0,80	0,4±0,10	7,1±3,28	0,9±0,50
	80	11,9±2,1	41,8±9,10	6,1±2,28	49,6±8,10	4,7±0,96	3,5±1,81	0,6±0,30	5,1±3,51	0,5±0,40
	90	14,6±6,5	39,4±8,40	10,5±5,40	45,7±7,34	2,0±0,81	3,1±0,90	0,4±0,09	11,8±1,70	1,4±0,70
	100	10,4±3,9	47,2±3,80	12,1±3,50	43,1±5,96	3,0±1,33	2,6±0,80	0,5±0,10	7,1±5,42	1,3±0,93
	112	14,7±2,7	45,7±7,40	6,2±2,80	47,3±8,10	1,9±0,20	1,8±1,20	0,7±0,06	5,2±1,90	0,5±0,20

Таблица 6 – Динамика некоторых биохимических показателей крови кошек 2-й опытной группы, М±m

Показатели		Креатинин, мкмоль/л	АлАТ, Ед/л	АсАТ, Ед/л	Щелочная фосфатаза, Ед/л	ГГТ, Ед/л
Норма		70-165	8-55	9-45	5-55	1-8
Дни применения препарата	До применения	94,1±17,73	39,11±6,39	23,2±6,94	45,12±23,27	1,1±0,16
	Ч/з 15 час.	98,7±18,87	38,54±6,54	26,7±6,56	43,4±21,99	1,0±0,14
	Ч/з 24 час.	93,3±15,49	37,51±6,97	25,3±7,29	52,1±21,67	1,2±0,19
	Ч/з 48 час.	89,8±5,88	37,03±2,71	27,9±6,41	50,4±19,71	1,3±0,09
	30	90,3±12,40	34,31±4,32	29,8±7,60	47,4±17,86	1,3±0,16
	50	94,5±13,89	36,81±5,29	31,1±5,82	44,6±17,41	1,3±0,14
	60	93,3±11,41	35,23±4,80	31,2±4,89	51,8±13,61	1,4±0,12
	70	94,9±8,90	40,71±9,10	32,1±4,60	54,6±7,40	1,3±0,10
	80	108,6±8,40	34,81±7,38	29,7±4,0	35,9±7,31	1,1±0,14
	90	104,1±9,80	35,04±6,8	32,5±4,51	45,2±9,98	1,3±0,19
	100	105,5±20,63	33,31±6,49	35,1±4,69	44,4±5,30	1,2±0,11
	112	106,7±23,30	33,25±5,20	42,4±4,05	47,8±13,40	1,3±0,09

Таблица 7 – Динамика уровня эритроцитарных параметров и тромбоцитов в крови кошек 3-й опытной группы, М±m

Показатели		Эритроциты, ×10 ¹² /л	Гемоглобин, г/л	Гематокрит, %	Средний объем эритроцитов, фл	Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг	Средняя концентрация, гемоглобина в эритроците, %	Ширина распределения по эритроцитам по объему, %	Тромбоциты, ×10 ⁹ /л
Норма		5,0-10,0	80-150	24-45	39-55	12,5-17,5	300-360	13-17	300-800
Дни применения препарата	До применения	8,4±2,40	125,4±12,30	37,4±4,20	42,1±1,64	13,7±0,39	432,7±9,21	14,6±1,45	536,7±96,40
	Ч/з 15 час.	8,6±1,66	138,7±17,25	38,1±5,06	44,5±1,82	16,4±1,39	365,3±7,21	13,6±1,36	569,2±92,60
	Ч/з 24 час.	7,2±1,34	138,0±14,35	34,2±4,68	40,6±1,64	12,5±0,46	312,6±6,35	15,9±3,12	565,8±162,90
	Ч/з 48 час.	8,4±1,25	116,2±17,18	31,9±4,62	47,4±1,87	14,4±0,63	334,7±6,67	14,3±0,62	436,7±76,80
	30	6,3±2,06	123,5±16,41	27,3±3,06	43,7±2,69	13,0±0,83	338,1±4,28	13,7±0,67	344,5±151,0
	50	9,6±1,62	127,2±13,69	32,2±4,63	45,1±4,93	14,7±1,34	364,5±9,21	16,2±0,74	342,6±153,90
	60	8,2±3,20	137,2±49,42	33,5±14,9	32,4±15,6	14,7±5,34	369,6±6,22	15,6±5,63	691,8±169,70
	70	7,5±2,14	126,5±26,40	37,6±7,62	42,3±4,63	13,1±1,67	334,5±4,38	13,8±0,36	368,8±153,0
	80	8,8±0,96	136,6±15,37	35,9±5,62	45,6±3,69	12,7±1,27	332,9±6,63	14,9±1,43	464,5±83,68
	90	7,3±1,38	115,4±13,09	33,1±4,68	41,9±2,71	14,0±1,63	323,5±3,87	14,4±0,40	433,3±69,84
	100	7,4±2,86	98,3±16,53	25,6±3,39	43,9±3,36	15,4±1,99	334,0±6,64	15,5±0,31	525,4±149,60
	112	9,3±1,70	118,2±11,46	36,6±4,35	44,8±1,69	13,6±0,58	323,4±3,09	13,9±0,18	536,7±164,10

Таблица 8 – Динамика уровня лейкоцитов в крови кошек 3-й опытной группы, $M \pm m$

Показатели		Лейкоциты, $\times 10^9/\text{л}$	Нейтрофилы, %	Нейтрофилы, абсолютное количество, $\times 10^9/\text{кл/л}$	Лимфоциты, %	Лимфоциты, абсолютное количество, $\times 10^9/\text{кл/л}$	Моноциты, %	Моноциты, абсолютное количество, $\times 10^9/\text{кл/л}$	Эозинофилы, %	Эозинофилы, абсолютное количество, $\times 10^9/\text{кл/л}$
Норма		10-19,5	35-78	2,5-12,8	20-55	1,5-7	1-4	0-0,9	2-12	0-1,5
Дни применения препарата	До применения	14,2 $\pm$ 6,50	63,9 $\pm$ 3,16	10,9 $\pm$ 3,47	22,9 $\pm$ 4,02	2,6 $\pm$ 0,46	2,4 $\pm$ 0,65	0,3 $\pm$ 0,04	11,9 $\pm$ 3,54	1,2 $\pm$ 0,69
	Ч/з 15 час.	13,5 $\pm$ 2,02	69,6 $\pm$ 6,65	11,5 $\pm$ 1,65	29,1 $\pm$ 2,93	3,6 $\pm$ 0,67	3,1 $\pm$ 0,34	0,4 $\pm$ 0,07	11,9 $\pm$ 6,36	1,4 $\pm$ 0,94
	Ч/з 24 час.	13,1 $\pm$ 3,19	74,6 $\pm$ 3,31	12,5 $\pm$ 4,38	27,8 $\pm$ 2,36	1,9 $\pm$ 0,36	2,6 $\pm$ 0,86	0,3 $\pm$ 0,06	10,3 $\pm$ 4,59	1,3 $\pm$ 0,68
	Ч/з 48 час.	14,3 $\pm$ 4,44	63,0 $\pm$ 6,94	10,8 $\pm$ 2,53	43,6 $\pm$ 3,38	1,7 $\pm$ 0,41	2,7 $\pm$ 0,37	0,4 $\pm$ 0,02	9,7 $\pm$ 4,31	1,4 $\pm$ 0,57
	30	15,5 $\pm$ 3,31	69,7 $\pm$ 7,62	9,8 $\pm$ 2,57	27,3 $\pm$ 4,51	5,8 $\pm$ 1,74	3,6 $\pm$ 0,29	0,5 $\pm$ 0,17	11,6 $\pm$ 1,31	1,3 $\pm$ 0,50
	50	13,9 $\pm$ 1,90	64,1 $\pm$ 16,62	9,6 $\pm$ 3,37	39,6 $\pm$ 13,20	3,7 $\pm$ 1,09	3,9 $\pm$ 2,18	0,4 $\pm$ 0,19	10,1 $\pm$ 3,95	1,1 $\pm$ 0,46
	60	11,9 $\pm$ 3,41	63,6 $\pm$ 29,29	10,7 $\pm$ 6,58	27 $\pm$ 10,62	3,0 $\pm$ 1,65	3,5 $\pm$ 1,99	0,5 $\pm$ 0,26	9,62 $\pm$ 6,32	1,3 $\pm$ 0,50
	70	13,3 $\pm$ 1,59	56,7 $\pm$ 14,35	9,4 $\pm$ 3,65	36,4 $\pm$ 14,53	6,3 $\pm$ 1,65	3,4 $\pm$ 0,61	0,4 $\pm$ 0,15	9,1 $\pm$ 3,94	0,9 $\pm$ 0,42
	80	10,1 $\pm$ 1,49	52,3 $\pm$ 8,16	6,4 $\pm$ 2,48	36,7 $\pm$ 8,39	4,5 $\pm$ 0,95	3,5 $\pm$ 1,83	0,6 $\pm$ 0,32	5,1 $\pm$ 3,48	0,5 $\pm$ 0,39
	90	14,1 $\pm$ 6,25	73,4 $\pm$ 8,48	11,5 $\pm$ 5,76	36,7 $\pm$ 7,98	5,1 $\pm$ 0,84	3,1 $\pm$ 0,82	0,4 $\pm$ 0,06	11,8 $\pm$ 1,93	1,4 $\pm$ 0,79
	100	18,7 $\pm$ 3,52	76,7 $\pm$ 3,42	10,1 $\pm$ 3,62	38,5 $\pm$ 5,64	6,0 $\pm$ 1,61	2,6 $\pm$ 0,78	0,5 $\pm$ 0,49	8,1 $\pm$ 5,68	1,4 $\pm$ 0,89
	112	12,2 $\pm$ 3,0	62,0 $\pm$ 3,64	7,4 $\pm$ 2,67	39,6 $\pm$ 8,68	4,8 $\pm$ 0,34	1,8 $\pm$ 1,64	0,2 $\pm$ 0,32	5,6 $\pm$ 1,65	0,9 $\pm$ 0,64

Таблица 9 – Динамика некоторых биохимических показателей крови кошек 3-й опытной группы, $M \pm m$

Показатели		Креатинин, мкмоль/л	АлАТ, Ед/л	АсАТ, Ед/л	Щелочная фосфатаза, Ед/л	ГГТ, Ед/л
Норма		70-165	8-55	9-45	5-55	1-8
Дни применения препарата	До применения	102,1 $\pm$ 17,60	43,11 $\pm$ 7,36	25,2 $\pm$ 6,91	47,62 $\pm$ 21,64	1,6 $\pm$ 0,19
	Ч/з 15 час.	108,7 $\pm$ 16,81	48,51 $\pm$ 6,54	27,0 $\pm$ 6,66	47,4 $\pm$ 11,93	1,0 $\pm$ 0,14
	Ч/з 24 час.	123,7 $\pm$ 15,84	36,51 $\pm$ 6,65	25,6 $\pm$ 7,95	53,1 $\pm$ 21,67	1,4 $\pm$ 0,17
	Ч/з 48 час.	99,8 $\pm$ 5,42	47,01 $\pm$ 2,19	27,3 $\pm$ 6,38	52,4 $\pm$ 19,72	3,3 $\pm$ 0,09
	30	97,3 $\pm$ 15,0	44,68 $\pm$ 4,39	29,5 $\pm$ 7,90	43,4 $\pm$ 17,89	2,1 $\pm$ 0,16
	50	95,5 $\pm$ 13,86	36,98 $\pm$ 5,68	32,1 $\pm$ 5,68	43,6 $\pm$ 13,54	3,3 $\pm$ 0,18
	60	103,3 $\pm$ 11,56	45,21 $\pm$ 4,13	31,3 $\pm$ 4,83	49,8 $\pm$ 11,91	4,6 $\pm$ 0,19
	70	144,9 $\pm$ 9,95	40,86 $\pm$ 9,56	32,4 $\pm$ 4,69	53,6 $\pm$ 7,46	4,2 $\pm$ 0,56
	80	118,6 $\pm$ 8,30	34,68 $\pm$ 7,49	31,6 $\pm$ 4,23	51,2 $\pm$ 7,39	1,9 $\pm$ 0,67
	90	124,1 $\pm$ 11,80	34,71 $\pm$ 6,81	32,5 $\pm$ 4,29	39,2 $\pm$ 9,68	1,4 $\pm$ 0,21
	100	105,5 $\pm$ 20,63	31,39 $\pm$ 6,64	32,2 $\pm$ 4,97	38,4 $\pm$ 5,63	3,6 $\pm$ 0,56
	112	106,7 $\pm$ 24,32	52,2 $\pm$ 5,28	33,4 $\pm$ 4,31	47,8 $\pm$ 12,48	2,2 $\pm$ 0,49

Анализ данных, представленных в таблицах 1-9, демонстрирует, что на протяжении всего периода наблюдений у кошек опытных групп все исследованные показатели находились в пределах установленных нормативных значений.

Так, в крови животных 1-й опытной группы количество эритроцитов составляло в среднем $6,5-9 \times 10^{12}/\text{л}$ (при норме $5-10 \times 10^{12}/\text{л}$), лейкоцитов – $10,8-19,4 \times 10^9/\text{л}$ (при норме $10-19,5 \times 10^9/\text{л}$), тромбоцитов – $312,2-539,3 \times 10^9/\text{л}$ (при норме $300-800 \times 10^9/\text{л}$), гемоглобина – $99,5-127,5$ г/л (при норме $80-150$ г/л), креатинина – $89,5-103,6$ мкмоль/л (при норме $70-165$ мкмоль/л), АлАт – $46,4-53,6$ Ед/л (при норме $8-55$ Ед/л), АсАт – $22,0-41,0$ Ед/л ($9-45$ Ед/л), ЩФ – $47,1-53,5$ Ед/л (при норме $5-55$ Ед/л), ГГТ – $1,2-4,9$ Ед/л (при норме $1-8$ Ед/л).

Показатели крови животных 2-й опытной группы также оставались в пределах референтных значений. Количество эритроцитов составляло в среднем $6,2-9,0 \times 10^{12}/\text{л}$, лейкоцитов – $10,4-15,9 \times 10^9/\text{л}$, тромбоцитов – $324,5-545,0 \times 10^9/\text{л}$, гемоглобина – $87,5-123,2$ г/л, креатинина – $89,8-108,6$ мкмоль/л, АлАт – $33,25-40,71$ Ед/л, АсАт – $23,2-42,4$ Ед/л, ЩФ – $35,9-54,6$ Ед/л, ГГТ – $1,0-1,4$ Ед/л.

На протяжении всего периода исследований у кошек 3-й опытной группы отмечались показатели крови здоровых животных. Количество эритроцитов составляло в среднем $6,3-9,6 \times 10^{12}/\text{л}$, лейкоцитов – $10,1-19,7 \times 10^9/\text{л}$, тромбоцитов – $342,6-691,8 \times 10^9/\text{л}$, гемоглобина – $98,3-138,7$ г/л, креатинина – $95,5-144,9$ мкмоль/л, АлАт – $31,39-52,2$ Ед/л, АсАт – $25,2-33,4$ Ед/л, ЩФ – $38,4-53,6$ Ед/л, ГГТ – $1-4,6$ Ед/л.

Все это свидетельствует об отсутствии какого-либо токсического или метаболического влияния препарата «Тиксфли®» на организм подопытных животных.

Таблица 10 – Динамика уровня эритроцитарных параметров и тромбоцитов в крови кошек контрольной группы, М±m

Показатели	Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	Гемоглобин, г/л	Гематокрит, %	Средний объем эритроцитов, фл	Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг	Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, %	Ширина распределения эритроцитов по объему, %	Тромбоциты, $\times 10^9/л$
Норма	5,0-10,0	80-150	24-45	39-55	12,5-17,5	300-360	13-17	300-800
До применения	7,4±0,87	151,3±14,67	36,7±3,39	49,1±1,99	18,4±0,35	319,7±5,99	17,6±1,24	538,7±176
Ч/з 15 час.	8,8±1,59	124,7±16,57	41,8±5,96	49,3±0,86	16,4±0,37	367,3±4,47	15,5±1,13	563±182,30
Ч/з 24 час.	8,7±1,97	157±16,26	40,7±4,9	45,6±6,09	13,5±0,39	321,7±6,48	17,7±1,09	964,8±81,95
Ч/з 48 час.	8,4±2,01	114±16,69	43,9±4,35	48,1±0,97	19,4±0,98	358,0±4,8	15,0±0,94	422,7±176,8
30	9,2±1,46	154,5±13,63	39,6±4,69	43,7±2,14	15,1±0,639	347,0±6,28	14,7±0,58	334,5±167,0
50	8,7±0,60	111,0±12,30	35,2±4,30	43,1±4,50	14,7±1,80	331,5±6,60	13,2±0,6	932,6±256,60
60	9,2±3,60	150,6±53,30	39,7±16,6	45,4±17,60	18,7±5,60	323,4±122,2	15,2±5,70	765,8±130,70
70	7,3±1,30	127,5±22,60	37,3±7,60	43,6±3,70	15,1±1,60	368,5±4,60	14,7±0,20	553,8±240,0
80	8,2±0,60	123,5±17,80	37,6±5,30	42,4±3,70	17,7±1,10	372,0±6,40	18,0±1,40	353,5±45,30
90	5,4±0,30	108,4±14,3	36,3±4,60	41,6±4,80	16,0±1,50	364,5±4,20	14,8±0,60	531,3±88,80
100	7,2±1,53	157,5±16,71	27,9±5,18	49,9±3,24	14,7±0,79	394,0±4,84	13,5±0,72	825,5±148,10
112	9,0±1,24	116,2±14,48	36,3±4,37	43,8±1,25	17,6±0,68	321,3±3,09	13,9±0,21	567,7±179,60

Таблица 11 – Динамика уровня лейкоцитов в крови кошек контрольной группы, М±m

Показатели	Лейкоциты, $\times 10^9/л$	Нейтрофилы, %	Нейтрофилы, абсолютное количество, $\times 10^9$ кл/л	Лимфоциты, %	Лимфоциты, абсолютное количество, $\times 10^9$ кл/л	Моноциты, %	Моноциты, абсолютное количество, $\times 10^9$ кл/л	Эозинофилы, %	Эозинофилы, абсолютное количество, $\times 10^9$ кл/л
Норма	10-19,5	35-78	2,5-12,8	20-55	1,5-7	1-4	0-0,9	2-12	0-1,5
До применения	22,3±3,64	39,4±4,95	9,7±3,53	45,4±4,32	6,6±0,35	3,3±0,75	0,6±0,06	11,9±3,61	1,3±0,59
Ч/з 15 час.	21,6±2,28	45,5±6,86	10,4±1,56	47,5±2,68	3,9±0,62	3,8±0,38	0,5±0,07	3,2±6,36	1,4±0,96
Ч/з 24 час.	23,7±2,65	40,0±3,74	15,3±2,39	45,2±2,34	1,8±0,44	3,5±0,46	0,7±0,06	11,3±4,63	1,5±0,89
Ч/з 48 час.	19,5±2,45	35,2±6,21	11,9±2,59	48,5±3,64	5,9±0,41	4,6±0,43	0,4±0,02	11,7±4,57	1,6±0,69
30	20,9±3,63	37,7±7,68	10,1±2,16	47,3±4,64	7,0±1,73	3,4±0,39	0,8±0,16	11,6±1,60	1,4±0,68
50	18,8±3,3	36,4±16,60	10,8±3,80	51,1±12,10	2,1±1,60	3,8±2,22	0,4±0,10	8,7±3,90	1,6±0,40
60	21,4±8,30	44,6±28,20	13,7±6,20	42,5±10,30	4,0±1,60	3,9±1,43	0,5±0,20	9,0±6,56	1,5±0,70
70	20,7±2,90	37,3±14,3	17,4±3,30	51,2±14,50	4,7±1,70	4,4±0,83	0,4±0,10	7,1±3,26	0,8±0,50
80	21,9±2,90	38,2±9,60	16,1±2,60	49,8±8,50	5,7±0,90	4,9±1,78	0,6±0,30	7,1±3,50	0,6±0,30
90	24,3±6,50	37,3±9,30	11,5±5,40	46,6±7,40	5,0±0,80	3,3±0,68	0,4±0,09	12,8±1,70	1,5±0,70
100	18,4±3,64	37,1±3,78	14,1±3,64	52,3±5,69	5,1±1,34	2,5±0,97	0,5±0,09	8,1±5,43	1,3±0,87
112	21,7±2,64	47,7±7,58	7,2±2,56	45,3±8,57	6,9±0,65	1,9±1,39	0,2±0,14	5,1±1,70	0,9±0,42

Таблица 12 – Динамика некоторых биохимических показателей крови кошек контрольной группы, М±m

Показатели	Креатинин, мкмоль/л	АлАТ, Ед/л	АсАТ, Ед/л	Щелочная фосфатаза, Ед/л	ГГТ, Ед/л
Норма	70-165	8-55	9-45	5-55	1-8
До применения	94,3±17,56	49,13±6,41	27,2±6,68	49,12±11,28	8,1±0,19
Ч/з 15 час.	113,7±18,89	59,51±6,64	44,4±6,54	53,4±22,69	7,0±0,12
Ч/з 24 час.	97,3±15,56	36,31±6,64	54,3±7,31	55,1±23,63	1,8±0,23
Ч/з 48 час.	189,8±5,68	39,07±2,73	67,9±6,46	53,4±19,73	9,31±0,09
30	96,5±13,20	56,31±4,42	39,8±8,70	57,4±17,96	9,1±0,19
50	97,5±13,9	38,80±5,4	47,1±5,60	49,6±17,50	7,4±0,10
60	96,3±11,42	39,25±4,9	33,2±4,90	53,8±13,6	8,13±0,07
70	96,9±8,82	54,71±9,1	44,1±4,60	56,6±8,30	9,7±0,6
80	170,6±8,30	37,14±7,6	37,2±4,03	45,4±6,30	9,1±0,1
90	174,1±13,80	56,91±6,6	37,5±4,50	46,2±9,60	9,5±0,19
100	125,5±20,63	34,36±9,49	47,1±4,34	62,4±6,30	8,7±0,11
112	106,7±24,32	57,21±5,2	45,4±4,59	63,5±14,69	1,8±0,11

В контрольной группе животных, не подвергавшихся обработке, согласно таблицам 10-12, в течение всего периода наблюдения отмечалось периодическое повышение уровней лейкоцитов (от 18,4 до 24,3 $\times 10^9/л$), креатинина (от 94,3 до 189,8 мкмоль/л), АлАТ (от 34,36 до 59,51 Ед/л), АсАТ (от 27,2 до 67,9 Ед/л) и щелочной фосфатазы (от 45,4 до 63,5 Ед/л). Эти показатели превышали нормативные значения и свидетельствовали о наличии воспалительных процессов, вызванных эктопаразитами.

Заклучение. Применение препарата «Тиксфли», в соответствии с дозировкой и весом животных, не оказало отрицательного влияния на организм кошек, что подтверждается гематологическими и биохимическими исследованиями крови. Все показатели крови оставались в пределах референтных значений в течение всего периода исследований.

Conclusion. Administration of Tiksfli®, as prescribed accordingly to the dosage and animal weight, had no adverse effects on the cats, as confirmed by hematological and biochemical blood tests. All blood parameters remained within reference ranges throughout the study period.

Список литературы.

1. Фитотерапия в клинической ветеринарной паразитологии : монография / А. И. Ятусевич, И. А. Ятусевич, М. В. Скуловец [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2023. – 407 с.
2. Мероприятия по борьбе с дирофиляриозом собак : рекомендации / А. И. Ятусевич, И. П. Захарченко, А. М. Сарока [и др.] ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины, Кафедра паразитологии и инвазионных болезней животных. – Витебск : ВГАВМ, 2024. – 19 с.
3. Фармако-токсикологическая оценка препарата «Флуатрин» / И. А. Ятусевич, Н. И. Жуковская, И. П. Захарченко, В. В. Петрукович // Ученые записки учреждения образования «Витебская государственная академия ветеринарной медицины» : научно-практический журнал. – Витебск : УО ВГАВМ, 2010. – Т. 46, вып. 2. – С. 65–66.
4. Рубина, Л. И. Акарицидные препараты при отодектозе плотоядных / Л. И. Рубина // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» : научно-практический журнал. – Витебск, 2004. – Т. 40, ч. 1. – С. 283–284.
5. Эффективность противопаразитарного ветеринарного препарата «Риверкон» / В. В. Петров, С. И. Стасюкевич, Ю. А. Столярова [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2019. – Т. 55, вып. 3. – С. 87–90.
6. Герасимчик, В. А. Эффективность репеллентного шампуня «Doctor VIC» при эктопаразитах плотоядных / В. А. Герасимчик, Е. С. Еремеев // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2018. – № 1. – С. 54–57.
7. Емельянова, А. С. Фармакологическая оценка эффективности акарицидных средств при лечении отодектоза кошек / А. С. Емельянова, А. В. Бледнова // Молодежная наука – развитию агропромышленного комплекса : материалы III Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 15 ноября 2022 г. – Курск : Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И. И. Иванова, 2023. – Ч. 2. – С. 74–78.
8. Методические рекомендации по выполнению паразитологических методов лабораторной диагностики гельминтозов, протозоозов и арахноэнтомозов / А. И. Ятусевич, И. Н. Дубина, В. А. Самсонович [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2022. – 43 с.

References.

1. Fitoterapiya v klinicheskoy veterinarnoy parazitologii : monografiya / A. I. YAtusevich, I. A. YAtusevich, M. V. Skulovec [i dr.]. – Vitebsk : VGAVM, 2023. – 407 s.
2. Meropriyatiya po bor'be s dirofilyariozom sobak : rekomendacii / A. I. YAtusevich, I. P. Zaharchenko, A. M. Saroka [i dr.] ; Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny, Kafedra parazitologii i invazionnyh boleznej zhivotnyh. – Vitebsk : VGAVM, 2024. – 19 s.
3. Farmako-toksikologicheskaya ocenka preparata "Fluatrin" / I. A. YAtusevich, N. I. ZHukovskaya, I. P. Zaharchenko, V. V. Petrukovich // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny" : nauchno-prakticheskij zhurnal. – Vitebsk : UO VGAVM, 2010. – T. 46, vyp. 2. – S. 65–66.
4. Rubina, L. I. Akaricidnye preparaty pri otodektoze plotoyadnyh / L. I. Rubina // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny" : nauchno-prakticheskij zhurnal. – Vitebsk, 2004. – T. 40, ch. 1. – S. 283–284.
5. Effektivnost' protivoparazitarnogo veterinarnogo preparata "Riverkon" / V. V. Petrov, S. I. Stasyukevich, YU. A. Stolyarova [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny". – 2019. – T. 55, vyp. 3. – S. 87–90.
6. Gerasimchik, V. A. Effektivnost' repellentnogo shampunya "Doctor VIC" pri ektoparazitah plotoyadnyh / V. A. Gerasimchik, E. S. Eremeev // Veterinarnyj zhurnal Belarusi. – 2018. – № 1. – S. 54–57.
7. Emel'yanova, A. S. Farmakologicheskaya ocenka effektivnosti akaricidnyh sredstv pri lechenii otodektoza koshek / A. S. Emel'yanova, A. V. Blednova // Molodezhnaya nauka – razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa : materialy III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenykh, Kursk, 15 noyabrya 2022 g. – Kursk : Kurskaya gosudarstvennaya sel'skhozayajstvennaya akademiya imeni I. I. Ivanova, 2023. – CH. 2. – S. 74–78.
8. Metodicheskie rekomendacii po vypolneniyu parazitologicheskikh metodov laboratornoj diagnostiki gel'mintozov, protozoozov i arahnoentomozov / A. I. YAtusevich, I. N. Dubina, V. A. Samsonovich [i dr.]. – Vitebsk : VGAVM, 2022. – 43 s.

Поступила в редакцию 05.06.2026.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЕТЕРИНАРНОГО ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ *BACILLUS SUBTILIS* ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА У СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ И ПТИЦЫ

Иванов В.Н. ORCID ID 0000-0002-5630-0585, Петров В.В. ORCID ID 0000-0001-5940-6601, Романова Е.В. ORCID ID 0000-0003-4064-7741

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

*Как правило, в условиях промышленного животноводства используются различные антимикробные средства. Однако, ужесточение требований к качеству получаемой продукции значительно изменило требования к технологии производства продукции, и в частности, смену небезопасных антибактериальных средств (кормовые антибиотики, стимуляторы роста) на пробиотические препараты. Препараты на основе *Bacillus subtilis* широко применяются для профилактики и лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта у животных. Включение таких препаратов в состав комплексной терапии способствует снижению выраженности клинических признаков основного заболевания (диареи), продолжительности заболевания, ускорению восстановления желудочно-кишечного тракта после заболевания. **Ключевые слова:** *Bacillus subtilis*, гастроэнтерит, абомазоэнтерит, энтерит, поросята, телята, цыплята.*

EFFICACY OF A VETERINARY MEDICINAL DRUG BASED ON *BACILLUS SUBTILIS* FOR GASTROINTESTINAL TRACT DISEASES IN FARM ANIMALS AND POULTRY

Ivanov V.N., Petrov V.V., Romanova E.V.

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

*Typically, various antimicrobial agents are used in industrial livestock farming. However, stricter product quality requirements have significantly changed production technology requirements, specifically the replacement of unsafe antibacterial agents (feed antibiotics, growth promoters) with probiotic preparations. *Bacillus subtilis*-based products are widely used for the prevention and treatment of gastrointestinal diseases in animals. Including these products in combined therapy helps reduce the severity of clinical signs of the main disease (diarrhea), prolong the duration of the illness, and accelerate gastrointestinal recovery after the illness. **Keywords:** *Bacillus subtilis*, gastroenteritis, abomasoenteritis, enteritis, piglets, calves, chickens.*

Введение. В терапии внутренних болезней свиней, телят и птицы в условиях промышленного животноводства большое значение имеет борьба с условно-патогенной и патогенной микрофлорой с преимущественным использованием химиотерапевтических средств, прежде всего, антибиотиков, позволяющих значительно снизить заболеваемость, тяжесть течения и летальность [8]. Следовательно, лечение и профилактика болезней в условиях промышленного животноводства предусматривает широкое применение антимикробных средств. Длительное применение антимикробных средств в отдельном хозяйстве приводит к снижению эффективности химиотерапии при различных инфекционных и внутренних незаразных болезнях животных и птицы, что значительно увеличивает наносимый ими экономический ущерб. Следовательно, разумным будет применение безопасных пробиотических препаратов, не уступающих по эффективности антимикробным препаратам, но при этом оказывающим положительное влияние на активность микробиоты желудочно-кишечного тракта, а также способствующих повышению сохранности и получению экологичной, высококачественной продукции, что позволит обеспечить продовольственную безопасность Республики Беларусь [1, 4, 6].

Применяемые пробиотические препараты содержат в составе штамм *Bacillus subtilis* – споровый пробиотик, который оказывает положительное физиологическое воздействие на формирование полезной кишечной микрофлоры за счет выработки специфических бактерицинов для борьбы с патогенной и условно-патогенной микрофлорой, а также ферментов, способствующих развитию лакто- и бифидобактерий, а в комплексе с витаминами влияют на адаптивные способности организма [3, 5, 7, 9].

Цель исследований – проведение клинических испытаний ветеринарного лекарственного препарата «Бионбаланс» на цыплятах-бройлерах, поросятах и телятах по определению его терапевтической эффективности при инфекционно-воспалительных заболеваниях желудочно-кишечного тракта.

Материалы и методы исследований. Объектом исследования являлся комплексный ветеринарный лекарственный препарат «Бионбаланс», содержащий в своем составе в качестве действующих веществ *Bacillus subtilis*, витамин С (в форме кислоты аскорбиновой), витамин D3 (в форме холекальциферола) и кислоту гамма-аминомасляную.

В условиях свиноводческого комплекса были сформированы две группы поросят обоего пола группы дорастивания 90-100-дневного возраста: опытная и контрольная по 1280 поросят в каждой. Формирование животных в группы проводили разово. Диагноз ставили по анамнестическим данным, эпизоотической ситуации с учетом лабораторных исследований, патологоанатомического вскрытия и клиническим признакам. У 25% животных обеих групп отмечали симптомы гастроэнтерита – общее угнетение, гиподинамию, снижение аппетита, залеживание животных. Фекалии были водянистые, желтого или серовато-коричневого цвета со специфическим кислым запахом, у некоторых поросят отмечали наличие гнилостного (зловонного) запаха с присутствием слизи и крови. Также отмечалось загрязнение ими кожных покровов задней части туловища. Термометрия, проводимая ежедневно утром у 25 поросят из каждой группы, выявила субфебрильную лихорадку (превышение нормы на 0,5–0,9 °C).

Поросятам опытной группы в качестве этиопатогенетического средства применяли перорально с водой для поения ветеринарный лекарственный препарат «Бионбаланс» в дозе 250 г на 1 тонну воды в течение 10 дней. Поросятам контрольных групп применяли «Моноспорин сухой», согласно инструкции по применению.

Животным обеих групп, имеющим явные клинические признаки патологии, проводили комплексное лечение – применяли ветеринарный препарат «Норфлоксацин никотинат», также ветеринарный лекарственный препарат «Тетравит». При необходимости отдельным поросятам обеих групп внутримышечно вводили ветеринарный лекарственный препарат «Биоветалгин» до нормализации температуры тела и устранения колик.

В условиях животноводческого комплекса были сформированы две группы телят, больных диспепсией, в возрасте 4-7 дней: опытная – количеством 22 животных и контрольная – 18 животных, а также две группы телят, больных абомазоэнтеритом, в возрасте 25-45 дней: опытная – количеством 60 животных и контрольная – 48 животных. Было установлено, что диспепсией и абомазоэнтеритом массово заболевают телята 4-7 и 15-30-дневного возраста соответственно. Заболевания носили алиментарный характер и были вызваны погрешностями в кормлении телят, а также кормовым стрессом вследствие перехода на новые виды корма. Заболеваемость телят до одномесячного возраста патологиями пищеварительной системы в условиях хозяйства в период проведения исследований составляла около 22,5%. Диспепсия у телят проявлялась удовлетворительным общим состоянием либо незначительным угнетением, снижением аппетита. Диарейный синдром характеризовался выделением жидких фекалий желтого или кремового цвета со зловонным запахом. Основными клиническими признаками абомазоэнтерита являлись: угнетение, вынужденное лежачее положение, уменьшение аппетита, диарея с выделением жидких (водянистых) фекалий желтовато-зеленоватого цвета, признаки обезвоживания. Также учитывались данные патологоанатомического и бактериологических исследований, по результатам которых инфекционные абомазоэнтериты были исключены.

Животным обеих групп назначали комплексное лечение – применяли ветеринарные лекарственные препараты «Парафор 70» и «Лексофлон®», ветеринарный лекарственный препарат «Карсулен», ветеринарный лекарственный препарат «Белавит». При необходимости применяли парентеральную регидратационную и дезинтоксикационную терапию изотоническими растворами. Животным опытных групп в качестве этиопатогенетического средства применяли перорально с водой для поения ветеринарный лекарственный препарат «Бионбаланс» в дозе 70 мг на 1 кг массы тела в течение 10 дней. Телятам контрольных групп применяли «Моноспорин сухой», согласно инструкции по применению.

В условиях птицеводческого предприятия были сформированы две группы птицы: опытная (суммарно n= 47268) и контрольная (суммарно n= 47316). Заболеваемость составила 2,8-6,3%. Испытания были проведены на цыплятах-бройлерах с признаками энтерита – птица была взъерошена, аппетит снижен, фекалии жидкие, пенистые темно-коричневого цвета.

Птице опытной группы в качестве этиопатогенетического средства при энтерите применяли перорально с водой для поения препарат «Бионбаланс» в дозе 170 г на 1 тонну воды в течение 14 дней (с 8 по 21 день жизни). Птице из контрольной группы применяли «Моноспорин сухой», согласно инструкции по применению. В процессе лечения использовали только питьевую воду с данными препаратами.

За животными и птицей после применения препаратов вели ежедневное клиническое наблюдение, учитывали степень проявления признаков патологии, сроки выздоровления, наличие осложнений и летального исхода.

Результаты исследований. В результате проведенных терапевтических мероприятий при гастроэнтерите у поросят группы дорастивания был получен следующий результат. Динамика клинических признаков в обеих группах была сходной. Уже на вторые-третьи сутки от начала комплексного лечения у поросят регистрировали уменьшение интенсивности диареи, на третьи-седьмые сутки отмечали исчезновение основного клинического признака гастроэнтерита – диареи.

У поросят отмечалось восстановление аппетита, нормализовался прием воды, животные были подвижными, хорошо реагировали на внешние раздражители.

При использовании ветеринарного препарата «Бионбаланс» за период опыта сохранность составила 98,93%, средняя продолжительность болезни – $5,7 \pm 1,75$ дня. Среднесуточный прирост массы тела – 490 г. В контрольной группе за период опыта сохранность составила 98,59%, средняя продолжительность болезни – $5,6 \pm 1,25$ дня. Среднесуточный прирост массы тела – 480 г.

В результате проведенных исследований при заболевании телят установили, что в первой опытной группе у 16 телят (72,7%) диспепсия протекала с умеренной диареей и легкой степенью обезвоживания, а у шести – наблюдали обезвоживание средней степени и клинические признаки интоксикации. Положительная динамика в клинической картине заболевания у этих животных наблюдалась, начиная со второго-третьего дня лечения – появлялся аппетит, нормализовалось общее состояние, прекращалась диарея. Полное исчезновение клинических признаков заболевания происходило в среднем в течение 4-5 дней. Средняя длительность заболевания составила $4,2 \pm 0,75$ дня.

В контрольной группе легкое течение диспепсии, сопровождавшееся умеренно выраженным диарейным синдромом и легкой степенью обезвоживания, зафиксировано у 13 телят (72,2%). У оставшихся 5 животных диагностировали среднюю степень обезвоживания на фоне общей интоксикации. Первые признаки улучшения общего состояния (восстановление аппетита, исчезновение диареи) регистрировали на 2-3-и сутки от начала лечения. Средняя продолжительность болезни составила $4,5 \pm 1,25$ суток.

При абомазоэнтерите установили, что во второй опытной группе у 52 телят (86,7%) абомазоэнтерит протекал с умеренной диареей и легкой степенью обезвоживания, а у восьми – наблюдали обезвоживание средней степени и клинические признаки интоксикации, в то время, как в контрольной у телят с аналогичным клиническим статусом данные показатели составили – легкое течение диареи у 85,4% (41 теленка) и у семи – обезвоживание средней степени и клинические признаки интоксикации. Положительная динамика в клинической картине заболевания у этих животных наблюдалась, начиная примерно с третьего дня лечения – появлялся аппетит, нормализовалось общее состояние, прекращалась диарея. Средняя длительность заболевания в опытной группе составила $5,9 \pm 0,15$ дня, в контрольной группе – $6,0 \pm 1,25$ дня. Рецидивов болезни у переболевших телят за период опыта не отмечали.

При применении ветеринарного лекарственного препарата «Бионбаланс» отмечалась положительная динамика выздоровления у большинства цыплят-бройлеров. Симптомы болезни исчезали уже через 4-6 дней. При использовании моноспорина сухого также отмечалась положительная динамика. Так, через трое суток у цыплят отмечалось уменьшение клинического проявления симптомов энтерита, а на 4-6-е сутки у всех птиц симптомы болезни исчезали. Средняя длительность заболевания птицы в опытной группе составила $4,8 \pm 0,75$ дня, а в контрольной – $4,7 \pm 0,50$ дня.

Сохранность цыплят-бройлеров в опытной группе составила 95,1%, в контрольной – 94,5%, средняя масса одной головы птицы – 2300 г и 2160 г соответственно. Среднесуточный прирост массы тела цыплят опытной группы составил 55,05 г, а в контрольной – 52,90 г.

Закключение. Ветеринарный лекарственный препарат «Бионбаланс» показал высокий терапевтический эффект в лечебных схемах при диспепсии и абомазоэнтерите у телят, гастроэнтерите у поросят, а также при энтерите у цыплят-бройлеров, не уступающий препарату сравнения. Ветеринарный лекарственный препарат целесообразно использовать в лечебных схемах в качестве этиопатогенетического средства. Побочных явлений во время применения ветеринарного препарата «Бионбаланс» не выявлено. Негативного влияния исследуемого ветеринарного препарата на организм животных за период опыта не отмечали.

Conclusion. The veterinary drug Bionbalance demonstrated a high therapeutic efficacy in treatment regimens for dyspepsia and abomasoenteritis in calves, gastroenteritis in piglets, and enteritis in broiler chickens, not inferior to the reference preparation. This veterinary drug is suitable for use in treatment regimens as an etiopathogenetic agent. No side effects were observed when applying the veterinary drug Bionbalance. There was no adverse effect observed of the veterinary drug under investigation on the animal body during the experimental period.

Список литературы.

1. Абрамов, С. С. Профилактика незаразных болезней молодняка / С. С. Абрамов, И. Г. Арестов, И. М. Карпутъ. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 143 с.
2. Андросик, Н. Н. Справочник по болезням молодняка жвачных / Н. Н. Андросик, М. В. Якубовский, Е. А. Панковец. – Минск : Ураджай, 1995. – 256 с.
3. Влияние комплексного препарата «Простимул» на иммунный статус поросят при технологическом стрессе / Е. В. Михайлов, В. А. Шутиков, Б. В. Шабунин [и др.] // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2025. – Т. 61, вып. 3. – С. 26–33. – DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-3-26-33.

4. Данилевская, Н. В. Справочник ветеринарного терапевта / Н. В. Данилевская ; под редакцией : А. В. Коробова, Г. Г. Щербакова. – Санкт-Петербурге, 2000. – С. 65–82.
5. Ежов, Н. Д. Об актуальности применения пробиотических культур *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis* в птицеводстве / Н. Д. Ежов, С. И. Артюхова // Пищевые инновации и биотехнологии : сборник тезисов XI Всероссийской (национальной) научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Кемерово, 2023 г. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2023. – С. 358–359.
6. Козловский, А. Н. Особенности лечебно-профилактических мероприятий при диарейном синдроме у поросят / А. Н. Козловский, В. Н. Иванов // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2019. – Т. 55, вып. 2. – С. 28–33.
7. Петров, В. Лечение гастроэнтеритов у телят и поросят / В. Петров, Д. Морозов // Ветеринария сельскохозяйственных животных. – 2009. – № 1. – С. 48–56.
8. Лысик, И. Иммунологическое закаливание / И. Лысик // Животноводство России. – 2015. – № 5. – С. 9–11.
9. Показатели острой токсичности ветеринарного препарата «Гамитровет» и его терапевтическая эффективность при респираторных болезнях телят, свиней и ягнят / В. В. Петров, М. С. Мацинович, А. А. Белко [и др.] // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2021. – Т. 57, вып. 1. – С. 46–50. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-1-46-50.
10. Тохидзора, А. А. Продолжительность пребывания *Bacillus subtilis* в организме цыплят бройлеров / А. А. Тохидзора, А. О. Абдуллоев // Известия национальной академии наук Таджикистана. Отделение биологических наук. – 2025. – № 2 (229). – С. 99–106.

References.

1. Abramov, S. S. Profilaktika nezaraznykh boleznej molodnyaka / S. S. Abramov, I. G. Arestov, I. M. Karput'. – Moskva : Agropromizdat, 1990. – 143 s.
2. Androsik, N. N. Spravochnik po boleznyam molodnyaka zhvachnyh / N. N. Androsik, M. V. YAkubovskij, E. A. Pankovec. – Minsk : Uradzhaj, 1995. – 256 s.
3. Vliyaniye kompleksnogo preparata «Prostimul» na immunnyj status porosyat pri tekhnologicheskom stresse / E. V. Mihajlov, V. A. SHutikov, B. V. SHabunin [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2025. – Т. 61, вып. 3. – С. 26–33. – DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-3-26-33.
4. Danilevskaya, N. V. Spravochnik veterinarnogo terapevta / N. V. Danilevskaya ; pod redakciej : A. V. Korobova, G. G. SHCHerbakova. – Sankt-Peterburg, 2000. – S. 65–82.
5. Ezhov, N. D. Ob aktual'nosti primeneniya probioticheskikh kul'tur *Bacillus subtilis* i *Bacillus licheniformis* v pticevodstve / N. D. Ezhov, S. I. Artyuhova // Pishchevye innovacii i biotekhnologii : sbornik tezisov XI Vserossijskoj (nacional'noj) nauchnoj konferencii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, Kemerovo, 2023 g. – Kemerovo : Kemerovskij gosudarstvennyj universitet, 2023. – S. 358–359.
6. Kozlovskij, A. N. Osobennosti lechebno-profilakticheskikh meropriyatij pri diarejnom sindrome u porosyat / A. N. Kozlovskij, V. N. Ivanov // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2019. – Т. 55, вып. 2. – С. 28–33.
7. Petrov, V. Lechenie gastroenteritov u telyat i porosyat / V. Petrov, D. Morozov // Veterinariya sel'skoxozyajstvennykh zhivotnyh. – 2009. – № 1. – С. 48–56.
8. Lysik, I. Immunologicheskoe zakalivanie / I. Lysik // ZHivotnovodstvo Rossii. – 2015. – № 5. – С. 9–11.
9. Pokazateli ostroj toksichnosti veterinarnogo preparata «Gamitrovvet» i ego terapevtycheskaya effektivnost' pri respiratornykh boleznyah telyat, svinej i yagnyat / V. V. Petrov, M. S. Macinovich, A. A. Belko [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2021. – Т. 57, вып. 1. – С. 46–50. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-1-46-50.
10. Tohidzora, A. A. Prodolzhitel'nost' prebyvaniya *Bacillus subtilis* v organizme cyplyat brojlerov / A. A. Tohidzora, A. O. Abdulloev // Izvestiya nacional'noj akademii nauk Tadzhiikistana. Otdelenie biologicheskikh nauk. – 2025. – № 2 (229). – С. 99–106.

Поступила в редакцию 26.05.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-3-23-28
УДК 619:616.995.132:636.9(470.62)

ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ ПО ДИРОФИЛЯРИОЗУ ПЛОТОЯДНЫХ НА СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ КАВКАЗЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Кравченко В.М. ORCID ID 0009-0005-8367-1057, Сиренко В.В. ORCID ID 0009-0005-1398-3725,
Кравченко Г.А. ORCID ID 0009-0008-6256-0253, Итин Г.С. ORCID ID 0009-0002-0264-5673,
Катаева Т.С. ORCID ID 0009-0007-3924-9339**

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубиллина»,
г. Краснодар, Российская Федерация

В работе представлены результаты проведенного с 2021 по 2025 гг. эпизоотологического мониторинга дирофиляриоза домашних и диких плотоядных на территории Северо-Западного Кавказа Российской Федерации. Было установлено, что дирофиляриоз на территории исследуемого региона, является стационарным заболеванием у 11 видов домашних и диких плотоядных: кошки домашней, собаки домашней, лисицы обыкновенной, волка, енотовидной собаки, шакала, барсука, кота лесного, енота-полоскуна, норки американской, куницы лесной. Впервые в регионе исследования были выявлены

половозрелые нематоды *Dirofilaria immitis* у норки американской и куницы лесной, описаны патоморфологические изменения, вызываемые ими. Определены параметры интенсивности (ИИ) и экстенсивности (ЭИ) диروفилариозной инвазии для каждого вида и детализированы морфометрические показатели возбудителей. Актуализированы виды комаров, участвующих в распространении и поддержании диروفилариозной инвазии у домашних и диких плотоядных. **Ключевые слова:** диروفилариоз, домашние и дикие плотоядные, эпизоотологическая ситуация.

EPIZOOTIC SITUATION OF DIRIFLYARIOSIS IN CARNIVOROUS ANIMALS IN THE NORTH-WESTERN CAUCASUS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Kravchenko V.M., Sirenko V.V., Kravchenko G.A., Itin G.S., Kataeva T.S.

FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», Krasnodar, Russian Federation

The paper presents the results of epizootiological monitoring of dirofilariasis in domestic and wild carnivores in the North-Western Caucasus of the Russian Federation, conducted from 2021 to 2025. It was established that dirofilariasis in the study region is a stationary disease in 11 species of domestic and wild carnivores: domestic cats, domestic dogs, red foxes, wolves, raccoon dogs, jackals, badgers, wild cats, raccoons, American minks, and pine martens. For the first time in the study region, sexually mature *Dirofilaria immitis* nematodes were detected in American minks and European pine martens, and the pathomorphological changes caused by them were described. The intensity (II) and extensiveness (EI) of dirofilariasis were determined for each species, and the morphometric parameters of the pathogens were detailed. Species of mosquitoes involved in the spread and maintenance of dirofilariasis in domestic and wild carnivores have been updated. **Keywords:** dirofilariasis, domestic and wild carnivores, epizootological situation.

Введение. Северо-Западный регион Кавказа Российской Федерации включает в себя территорию Краснодарского края и Республику Адыгея общей площадью 75,5 тыс. км². Уникальность региона состоит в его расположении и четко выделяющихся по своим природно-климатическим и ландшафтно-географическим характеристикам четырех зон: плавневой, равнинной, предгорной и горной. Это, по нашим наблюдениям, способствует развитию и трансформации диروفилариозной инвазии в исследуемом регионе.

Изучение и мониторинг диروفилариоза домашних и диких плотоядных ведется нами с 2000 года. При этом на начальном периоде исследований диروفилариоз, вызванный *D. immitis* и *D. Repens*, был зарегистрирован у домашних собак и 4 видов диких плотоядных: лисицы, енотовидной собаки, шакала и барсука, что подтверждалось немногочисленными работами отечественных исследователей, изучающих заболевание в регионе. В дальнейшем количество видов плотоядных, у которых диروفилариоз на Северо-Западном Кавказе исследования ранее не диагностировали, только увеличивалось и постепенно к 2013 году он из спорадического приобрел характер стационарного, а количество видов плотоядных, зараженных диروفилариозом, на конец 2025 года составило 11 [1–6].

Ретроспективный анализ отечественной литературы показал, что по разным данным, на территории РФ описано более 30 видов комаров, которые могут являться потенциальными переносчиками и резервуарами для микрофилярий *D. immitis* и *D. repens*. При этом зоогеография видового состава комаров разнообразна и зависит в первую очередь от природно-климатических условий региона. По данным исследователей, на территории Северо-Западного Кавказа в различные периоды времени выявляли от 6 до 12 видов комаров, зараженных микрофиляриями *D. immitis* и *D. repens* [7, 8].

В связи с постоянно происходящими трансформациями диروفилариозной инвазии у различных видов плотоядных в исследуемом регионе, и в связи с тем, что заболевание является зооантропонозным и имеет не только эпизоотологическое, но и социальное значение, есть необходимость систематического изучения его различных аспектов от эпизоотологии и диагностики до лечения и профилактики для краткосрочного и долгосрочного прогнозирования.

Цель исследования – определение эпизоотологического состояния Северо-Западного Кавказа по диروفилариозу домашних и диких плотоядных в ретроспективе за период с 2021 по 2025 гг. Для достижения поставленной цели нами были поставлены следующие **задачи**:

- выявление видов плотоядных, зараженных диروفилариозом, и установление показателей экстенсивности инвазии и интенсивности инвазии;
- детализация морфологических и морфометрических показателей у выявленных возбудителей и патоморфологических изменений, вызываемых ими;
- актуализация видов комаров, участвующих в распространении и поддержании диروفилариозной инвазии в исследуемом регионе;
- прогноз диروفилариоза у домашних и диких плотоядных в регионе исследования в краткосрочной и долгосрочной перспективах.

Материалы и методы исследований. Материалом для исследования послужили трупы домашних кошек и собак, различных возрастов, пола, содержания и использования, пород и

беспородных, которые скоростижно пали или были найдены мертвыми и доставлены владельцами или зоозащитниками в ветеринарные клиники Краснодарской агломерации для установления причины смерти. Также трупы диких плотоядных, добытые во время сезона охоты или обнаруженные мертвыми на автомобильных дорогах и на территориях охотхозяйств, а также изъятые у браконьеров. Распределение трупов животных по видам и количеству с 2021 по 2025 гг. представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение трупов животных по видам и количеству с 2021 по 2025 гг.

Год	Виды животных, гол.										
	Кошка	Собака	Лисица	Волк	Енотовидная собака	Шакал	Барсук	Енот-полоскун	Кот лесной	Норка американская*	Куница лесная*
2021	11	24	10	8	7	8	3	4	2	2	2
2022	19	26	8	7	8	11	5	4	2	3	2
2023	17	25	12	9	6	9	4	6	1	1	3
2024	23	26	14	11	11	8	6	5	4	4	2
2025	22	23	13	10	9	8	4	6	4	5	3
Итого	92	124	57	45	41	44	22	25	13	15	12

Примечание. * — половозрелые нематоды *D. immitis* в регионе исследования выявлены впервые.

Для реализации поставленных задач нами был применен комплекс паразитологического, патоморфологического и энтомологического методов исследования. Паразитологический метод включал в себя полное гельминтологическое исследование по методике И.К. Скрыбина, 1922 и предполагал выявление гельминтов, их идентификацию, установление экстенсивности инвазии (ЭИ) и интенсивности инвазии (ИИ), фотофиксацию и изготовление музейных и учебных коллекций гельминтов. Патоморфологические методы включали в себя патологоанатомическое вскрытие по методике А.В. Жарова, 2013 и патогистологические исследования по методике В.А. Меркулова, 1969 для установления и описания морфологических изменений в органах и тканях животных, которые были использованы в учебном процессе для составления диагностических протоколов вскрытия. Энтомологический метод включал в себя определение видовой принадлежности комаров-переносчиков микрофилярий, для чего использовали определитель «Кровососущие комары (*Diptera:Culicidae*) Краснодарского края и полуострова Крым (М.В. Федорова, К.А. Сычева, 2024) и Методические указания (МУ 3.2.2568–09). Исследования были проведены в 2021-2025 гг. в ветеринарной клинике и научно-исследовательских лабораториях кафедр анатомии, ветеринарного акушерства и хирургии и паразитологии, ВСЭ и зоогигиены Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т. Трубилина.

Результаты исследований. За анализируемый период времени нами паразитологическими и патоморфологическими исследованиями у двух видов диких плотоядных норки американской и куницы лесной выявлены половозрелые нематоды, которые по своим морфологическим и морфометрическим показателям были идентифицированы как *D. immitis*, и которых ранее мы не обнаруживали и пытались объяснить это небольшим количеством животных данных видов, поступивших для исследования.

ЭИ норки американской была выше, чем у куницы лесной, и составила соответственно 20% (3 особи из 15 обследованных) и 16% (2 особи из 12 обследованных). Однако следует отметить, что нематоды *D. immitis* впервые были обнаружены у норки американской ранее в 2017 году, о чем мы сообщали в своих публикациях. Но так как на тот период исследований (2013-2021) количество, как мы считали, было недостаточным (всего 4 зараженных из 20 исследованных), то и рассчитанную нами среднюю ЭИ в 20% мы посчитали некорректной. Но дальнейшие исследования показали, что на сегодня это уже подтвержденные статистические данные.

Морфометрические данные самцов и самок половозрелых дирофилярий *D. immitis* существенных отличий от выявленных нами у норки американской ранее, по сравнению с установленными в настоящее время, не имели. В таблице 2 приведены морфометрические показатели половозрелых *D. immitis* у норки американской и куницы лесной в сравнительном аспекте.

Таблица 2 – Морфометрические показатели половозрелых *D. immitis* у норки американской и куницы лесной

Вид и пол нематод	Минимальная длина, мм	Максимальная длина, мм	Минимальная ширина, мм	Максимальная ширина, мм
норка американская				
<i>D. immitis</i> ♀	230	298	1,0	1,7
<i>D. immitis</i> ♂	120	184	0,9	1,6
куница лесная				
<i>D. immitis</i> ♀	235	311	1,0	1,8
<i>D. immitis</i> ♂	122	188	0,9	1,7

Анализ данных таблицы 2 показал, что линейные показатели половозрелых нематод *D. immitis* не имеют корреляции ни в сравнении их с размером животных, ни в сравнении с количеством гельминтов, как утверждают в своих работах некоторые зарубежные и отечественные исследователи. Однако, за многолетний период наблюдений, нами точно установлено, что практически всегда, за редким исключением, количество половозрелых самцов обоих видов диروفиларий преобладало над количеством самок, но объяснить этот факт с научной точки зрения мы пока не можем.

При патологоанатомическом исследовании у двух трупов куниц лесных отмечали хроническое течение заболеваний, а у одного – острое. У всех куниц половозрелые нематоды локализовались в правой половине сердца и легочной артерии. У первой из зараженных диروفилариями особи количество половозрелых нематод было 3, из которых 2 самца и 1 самка, у второй – 4, из них 3 самца и 1 самка, у третьей – 5, из которых 3 самца и 2 самки. При этом средняя ИИ по группе составила 4,3 экз.

При остром течении диروفилариоза выявляли нарушение гемодинамики в виде острой венозной гиперемии печени, селезенки, почек, а в легких отмечали ее исход в виде отека. В сердце определяли белковую дистрофию и дилатацию правой половины. В желудке и тонком отделе кишечника – очаговое катаральное воспаление.

При хроническом течении – отмечали тощую упитанность и признаки ангидремии, которые характеризовались полным отсутствием подкожной жировой клетчатки, абдоминального и окологлопочечного жира, и западением глазных яблок. Субэпикардальная клетчатка находилась в состоянии слизистой, а миокард - белковой дистрофии в сочетании с дилатацией правой половины сердца. В желудке, тонком и толстом отделах кишечника отмечали хроническое катаральное воспаление. В легких определяли участки очаговой серозно-катаральной бронхопневмонии. В печени выявляли холестазы и бурую индурацию, как исход хронической венозной гиперемии. Селезенка находилась в состоянии атрофии.

При патогистологическом исследовании в сердце всех животных выявляли альтеративный миокардит в виде кардио- и плазмолитического и зернистого дистрофического кардиомиоцитов, а также небольшие участки альтеративного эндокардита в виде некроза эндотелия и подлежащих под ним структур.

В ходе исследования было установлено, что количество видов комаров, которые являются переносчиками диروفилариозной инвазии, не равномерное на всей территории региона исследования, а варьирует в зависимости от его зон, которые значительно отличаются друг от друга своими природно-климатическими и ландшафтно-географическими характеристиками. Так, наибольшее количество видов комаров (5) определено в плавневой и равнинной зонах региона. Меньшее количество видов было выявлено в предгорной (3) и горной (2) зонах региона. Выявленные виды комаров по зонам региона исследования и их количественные показатели приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Выявленные виды комаров по зонам региона исследования и их количественные показатели с 2021 по 2025 гг.

Виды комаров / количество, %	Зоны региона исследования			
	плавневая	равнинная	предгорная	горная
<i>Aedes (Stegomyia) albopictus</i> (Skuse, 1894) / 40	+	+	+	+
<i>Culex (Culex) pipiens</i> (Linnaeus, 1758) / 35	+	+	-	-
<i>Aedes (Ochlerotatus) caspius</i> (Pallas, 1771) / 10	+	+	-	-
<i>Aedes (Stegomyia) aegypti</i> (Linnaeus, 1762) / 5	+	+	+	-
<i>Coquillettidia (Coquillettidia) richiardii</i> (Ficalbi, 1889) / 5	+	+	-	-
<i>Anopheles (Anopheles) messeae</i> (Falleroni, 1926) / 5	-	-	+	+

Анализ данных таблицы 2 показал, что на территории Северо-Западного Кавказа, за анализируемый период времени, выявлено 6 видов комаров, которые являются переносчиками микрофилярий *D. immitis* и *D. repens* у домашних и диких плотоядных. При этом 5 видов, которые составляют 95% от общего количества, лучше адаптировались к условиям плавневой и равнинной зон. В их структуре доминировали два вида *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894), количество которого составило 40% и *Culex (Culex) pipiens* (Linnaeus, 1758) - 35%. Доля остальных была незначительной и составила соответственно для *Aedes (Ochlerotatus) caspius* (Pallas, 1771) 10%, для *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) 5%, для *Coquillettidia (Coquillettidia) richiardii* (Ficalbi, 1889) 5%. Один вид *Anopheles (Anopheles) messeae* (Falleroni, 1926), количество которого составило 5%, был лучше адаптирован к условиям предгорной и горной зон, и поэтому нами выявлен только в предгорной и горной зонах региона исследования.

Заключение. В результате проведенных на определенном временном отрезке исследований на Северо-Западном Кавказе РФ впервые были установлены новые дефинитивные хозяева для нематоды *D. immitis* – это норка американская и куница лесная. Впервые установлены показатели экстенсивности и интенсивности инвазии, которые для норки американской составили 20% и 4,8 экз., а для куницы лесной – 16% и 4,3 экз.

Впервые описаны патоморфологические изменения, вызываемые *D. immitis* у куницы лесной, которые характеризовались тем, что паразиты, локализуясь в правой половине сердца и легочной артерии, в зависимости от интенсивности инвазии и течения заболевания вызывали патологические процессы, такие как нарушения гемодинамики, дистрофии, атрофию и воспаление, не только в местах их локализации, но в других системах организма. Все это является показателем сложности и недостаточной изученности, а поэтому и недопонимания морфогенеза как кардиального, так и кутикулярного дирофиляриоза.

Проведенная детализация морфометрических показателей возбудителей кардиодирофиляриоза не показала значительных отличительных различий линейных размеров как самцов, так и самок, в том числе и в сравнении с вновь выявленными у дефинитивного хозяина куницы лесной.

Проведенная актуализация видов комаров, участвующих в распространении и поддержании дирофиляриозной инвазии в исследуемом регионе, показала, что в исследуемый период их было 6 видов. При этом распределение видов по территории региона исследования было неравномерным, что мы пока можем объяснить различиями в природно-климатических и ландшафтно-географических характеристиках зон региона и различной концентрацией на них домашних и диких плотоядных.

Таким образом, проведенные нами исследования показали, что оба вида дирофилярий *D. immitis* и *D. repens*, вызывающие дирофиляриоз у домашних и диких плотоядных, обладают высокой пластичностью и избирательной способностью к межвидовой адаптации у домашних и диких плотоядных, что позволяет им сохранять свои популяции в быстро меняющихся условиях Северо-Западного Кавказа и выигрывать, как в межвидовом соперничестве с другими видами гельминтов, так и захватом новых дефинитивных хозяев.

Conclusion. As a result of the studies conducted over a certain period of time in the North-Western Caucasus of the Russian Federation, new definitive hosts for the nematode *D. immitis* were identified for the first time: the American mink and the European pine marten. For the first time, the extent and intensity of infestation were determined, which were 20% and 4.8 specimens for the American mink, and 16% and 4.3 specimens for the European pine marten.

For the first time, pathomorphological changes caused by *D. immitis* in the forest marten were described. These changes were characterized by the fact that the parasites, located in the right half of the heart and the pulmonary artery, depending on the intensity of the infestation and the course of the disease, caused pathological processes such as hemodynamic disorders, dystrophy, atrophy, and inflammation, not only in the areas where they were located, but also in other systems of the body.

The morphometric analysis of the causative agents of cardiophilariasis did not reveal significant differences in the linear dimensions of both males and females, including those newly identified in the definitive host, the forest marten.

The actualization of the species of mosquitoes involved in the spread and maintenance of *Dirofilaria* infection in the study region showed that there were 6 species during the study period. However, the distribution of species across the study region was uneven, which can be explained by differences in the natural, climatic, and landscape-geographical characteristics of the region and the varying concentrations of domestic and wild carnivores.

Thus, our studies have shown that both species of *Dirofilaria*, *D. immitis* and *D. repens*, which cause *Dirofilaria* infestations in domestic and wild carnivores, have high plasticity and selective ability to adapt to different species of carnivores, which allows them to maintain their populations in the rapidly changing conditions of the North-Western Caucasus and to compete with other species of helminths and capture new definitive hosts.

Список литературы.

1. Власенко, Ю. И. Гельминтозы плотоядных Краснодарского края и меры борьбы с ними : дис. ... канд. ветеринарных наук / Власенко Юлия Игоревна. – Ставрополь, 2007. – 163 с.
2. Гаркави, Б. Л. Распространение дирофиляриоза собак и человека в Краснодарском крае / Б. Л. Гаркави, А. Ю. Медведев // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями : материалы докладов научной конференции. – Москва, 2004. – Вып. 5. – С. 111–112.
3. Дирофиляриоз человека в Краснодарском крае / В. С. Беляев, В. В. Кравчинина, В. И. Барашков [и др.] // Вестник офтальмологии. – 1989. – № 6. – С. 72–73.
4. Кравченко, В. М. Гельминтофауна лесного kota на территории Краснодарского края / В. М. Кравченко, Г. С. Итин // Современные проблемы анатомии, гистологии и эмбриологии животных : сборник трудов III Всероссийской интернет-конференции. – Казань, 2012. – С. 67–69.
5. Кравченко, В. М. Дирофиляриоз плотоядных в Северо-Западном регионе Кавказа : монография / В. М. Кравченко, Г. С. Итин, Г. А. Кравченко. – Краснодар : КубГАУ, 2013. – 207 с.
6. Кравченко, В. М. Мониторинг дирофиляриоза домашних и диких плотоядных на территории Северо-Западного Кавказа : монография / В. М. Кравченко, Г. А. Кравченко. – Краснодар : КубГАУ, 2022. – 102 с.
7. Распространение комаров *Aedes aegypti* L. и *Ae. albopictus* Scus. на Черноморском побережье Кавказа / Л. А. Ганушкина, О. В. Безжоннова, И. В. Патраман [и др.] // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2013. – № 1. – С. 45–46.
8. Энтомологический мониторинг территории для оценки возможности передачи дирофилярий / Л. А. Ганушкина, В. М. Ракова, И. Б. Иванова [и др.] // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2014. – № 3. – С. 9–12.

References.

1. Vlasenko, YU. I. Gel'mintozy plotoyadnyh Krasnodarskogo kraia i mery bor'by s nimi : dis. ... kand. veterinarnykh nauk / Vlasenko YUliya Igorevna. – Stavropol', 2007. – 163 s.
2. Garkavi, B. L. Rasprostranenie dirofilyarioza sobak i cheloveka v Krasnodarskom krae / B. L. Garkavi, A. YU. Medvedev // Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami : materialy dokladov nauchnoj konferencii. – Moskva, 2004. – Vyp. 5. – S. 111–112.
3. Dirofilyarioz cheloveka v Krasnodarskom krae / V. S. Belyaev, V. V. Kravchinina, V. I. Barashkov [i dr.] // Vestnik oftal'mologii. – 1989. – № 6. – S. 72–73.
4. Kravchenko, V. M. Gel'mintofauna lesnogo kota na territorii Krasnodarskogo kraia / V. M. Kravchenko, G. S. Itin // Sovremennye problemy anatomii, gistologii i embriologii zhivotnykh : sbornik trudov III Vserossijskoj internet-konferencii. – Kazan', 2012. – S. 67–69.
5. Kravchenko, V. M. Dirofilyarioz plotoyadnyh v Severo-Zapadnom regione Kavkaza : monografiya / V. M. Kravchenko, G. S. Itin, G. A. Kravchenko. – Krasnodar : KubGAU, 2013. – 207 s.
6. Kravchenko, V. M. Monitoring dirofilyarioza domashnih i dikh plotoyadnyh na territorii Severo-Zapadnogo Kavkaza : monografiya / V. M. Kravchenko, G. A. Kravchenko. – Krasnodar : KubGAU, 2022. – 102 s.
7. Rasprostranenie komarov *Aedes aegypti* L. i *Ae. albopictus* Scus. na Chernomorskom poberezh'e Kavkaza / L. A. Ganushkina, O. V. Bezzhonova, I. V. Patraman [i dr.] // Medicinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni. – 2013. – № 1. – С. 45–46.
8. Entomologicheskij monitoring territorii dlya ocenki vozmozhnosti peredachi dirofilyarij / L. A. Ganushkina, V. M. Rakova, I. B. Ivanova [i dr.] // Medicinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni. – 2014. – № 3. – S. 9–12.

Поступила в редакцию 29.05.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-3-28-32
УДК 616.99-074

КОПРОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НА ПАРАЗИТАРНЫЕ БОЛЕЗНИ ЖИВОТНЫХ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В УЛЬЯНОВСКОМ ЗООПАРКЕ

Макарова Д.А. ORCID ID 0009-0000-6677-3979, Забровская А.В. ORCID ID 0000-0003-2655-7555
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

В статье представлены результаты копрологического исследования диких хищных и копытных животных, содержащихся в Ульяновском зоопарке с целью оценки риска заражения возбудителями инвазионных болезней и эффективности проведенной дегельминтизации. Исследование включало анализ индивидуальных и сборных проб фекалий от различных видов животных с применением методов нативного мазка, последовательных промываний, флотации и седиментации. В результате паразиты не были обнаружены, что свидетельствует об эффективности применяемых мер профилактики и содержания животных. **Ключевые слова:** копрологическое исследование, паразитарные болезни, дегельминтизация, зоопарк, дикие животные, хищные животные, копытные животные, ветеринарный контроль, профилактика инвазий.

COPROLOGICAL EXAMINATION FOR PARASITIC DISEASES IN ANIMALS AT THE ULYANOVSK ZOO

Makarova D.A., Zabrovskaya A.V.

Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine, Saint Petersburg, Russian Federation

The article presents the results of a coprological examination of wild carnivorous and ungulate animals at the Ulyanovsk Zoo, aimed at assessing the risk of infection with agents of invasive diseases and the effectiveness of the deworming measures implemented. The study involved the analysis of individual and composite fecal samples from various animal species, using the methods of direct smear, sequential washings, flotation, and sedimentation. As a result, no parasites were detected, which indicates the effectiveness of the applied preventive measures and animal management practices. **Keywords:** coprological examination, parasitic diseases, deworming, zoo, wild animals, carnivorous animals, ungulate animals, veterinary control, prevention of invasions.

Введение. Копрологические исследования в зоопарках направлены на диагностику паразитарных заболеваний у животных, что позволяет своевременно выявлять инвазии, проводить лечение и профилактику их распространения. Эти исследования критически важны для поддержания здоровья животных, сохранения популяций редких и исчезающих видов, а также для предотвращения возможных рисков для персонала и посетителей зоопарка. Условия содержания в неволе могут существенно влиять на риск заражения и распространение паразитарных болезней. Высокая плотность размещения животных, ограниченное пространство, нарушение санитарно-гигиенических норм увеличивают вероятность контакта между животными и передачи паразитов, а также способствуют более интенсивному и динамичному перезаражению благодаря замкнутой среде. В условиях зоопарка любая инвазия может причинить ощутимый вред воспроизводству, снизить рост поголовья и репродукцию животных, а нередко — вызвать их падеж. Для снижения риска возникновения возбудителей инвазионных болезней в зоопарках применяют карантинирование новых животных, регулярный контроль за состоянием здоровья обитателей, дегельминтизацию при обнаружении инвазий, дезинфекцию вольеров и других объектов. В Поволжье у жвачных распространены диктиокаулез, нематодироз, стронгилятозы, трихоцефалез, дикроцелиоз и мониезиоз, а по результатам ветеринарно-санитарной экспертизы туш и внутренних органов — эхинококкоз, диктиокаулез и дикроцелиоз. По данным Костюнина В.М., в Ульяновской области распространены у диких хищных животных трематоды рода *Plagiorchis*, *Metorchis albidus*, *Alaria alata*, цестоды *Taenia crassiceps*, *Tetratirotaenia polyacanta*, *Hydatigera taeniaformis*, *Mesocostoides lineatus*, нематоды *Trichinella spiralis*. При этом у диких копытных могут встречаться нематоды *Trichostrongylus colubriformis*, трематоды *Quinquéserialis wolgaensis*, *Notocotylus noyeri*, *Paraphasciolopsis fasciolaemorphia*, *Paramphistomum* sp., *Psilotremas* sp., у домашних копытных были зарегистрированы нематоды *Trichocephalus ovis*, *Neascaris vitulorum*, *Thelasia rodhesi*, *Dictyocaulus viviparus*, *Strongyloides papillosus*, цестоды *Moniezia expansa*, *Echinococcus granulosus*, *Cysticercus bovis*, трематоды *Fasciola hepatica*, *Dicrocoelium lanceatum*, *Paramphistomum cervi*. В ходе проведенных исследований Блин И.В. и Романовой Е.М. было установлено, что наиболее часто у крупного рогатого скота на территории Ульяновской области при обследовании выявлялись следующие виды гельминтов: *Strongyloides papillosus*, *Trichuris ovis* (класс нематод), *E. granulosus* (класс цестод), *Fasciola hepatica*, *Dicrocoelium lanceatum* (класс трематод) [1, 2, 3, 10].

Животные зоопарков могут становиться резервуаром и источником возбудителей, опасных для домашних животных и человека, что обуславливает актуальность мониторинга зараженности зоопарковых животных возбудителями инвазионных болезней [4].

Цель исследований. Оценка риска заражения возбудителями инвазионных болезней диких копытных и хищных животных в Ульяновском зоопарке, оценка качества проведенной дегельминтизации и изучение распространения эндопаразитов диких копытных и диких хищных в условиях зоопарка.

Материалы и методы исследований. Объект исследования — индивидуальные и сборные (от группы животных одного вида) пробы фекалий от диких копытных (2 яка, альпака, 3 викуни, 4 северных оленя, три пятнистых оленя) и диких хищных (соболь, каракал, 2 енота, 2 енотовидные собаки, 4 лисы) животных, дата отбора проб — 29 июля 2025. Были изучены условия содержания диких животных в Ульяновском зоопарке, расположенном в городском округе Ульяновска, Заволжский район, парк имени 40-летия ВЛКСМ, улица Оренбургская 41а. Пробы фекалий исследовали методами нативного мазка, последовательных промываний и флотации с растворами сульфата цинка, Дарлинга, насыщенного сахара. В качестве объектов исследования выбраны копытные и хищные животные, поскольку они относятся к группам с наибольшим риском заражения эндопаразитами и часто выступают в роли ключевых хозяев для различных видов гельминтов и простейших.

Результаты исследований. В Ульяновском зоопарке более 160 видов животных: зверей, птиц, рыб, пресмыкающихся. На территории соснового парка площадью 6 га обитают лев, рысь, медведь, северные, пятнистые олени, косули, викуни, яки, еноты, лисы, дикобразы, мини лошади и

многие другие животные. Копытные и хищные содержатся на полувольном содержании в просторных вольерах, оснащенных укрытиями, кормушками и искусственными прудами (рисунки 1-3). Хищники получают мясо, субпродукты и живой корм (мыши, крысы, перепелки, куры), который выращивают в специальном виварии, замораживают и затем скармливают. Копытные получают овощи, фрукты, сено, зерно и другие корма, соответствующие их естественной диете (ягель для северных оленей). Для поения используется вода из центрального водоснабжения. Кормление животных посетителями разрешено только специальным кормом, купленным в зоопарке, и только тех видов, для которых это предусмотрено. Запрещен контакт с хищниками.



Рисунок 1 – Содержание лисиц в Ульяновском зоопарке



Рисунок 2 – Содержание викуний вместе с кенгуру Беннета в Ульяновском зоопарке



Рисунок 3 – Содержание северных оленей в Ульяновском зоопарке



Рисунок 4 – Растительная спора в фекалиях викуний (световая микроскопия в режиме светлого поля, увеличение x400)

Ежегодно проводится дегельминтизация: хищных дегельминтизируют препаратом «Квантум» (действующее вещество мебендазол, празиквантел) в таблетках перорально вместе с кормом; копытных дегельминтизируют препаратом «Альбен» (действующее вещество альбендазол) инъекционно. По итогам копрологического исследования в Ульяновском зоопарке у диких копытных (2 яка, альпака, три викунии+группа кенгуру Беннета, 4 северных оленя, три пятнистых оленя) и диких хищных (соболь, каракал, 2 енота, 2 енотовидные собаки, 4 лисы) животных не были обнаружены паразиты.

Необходимо иметь в виду, что у копытных часто ошибочно можно принять растительные споры за яйца гельминтов или цисты простейших. В данном исследовании большое количество спор было обнаружено у викуний (рисунок 4).

Аналогичное исследование было проведено Пасечником В.Е. в Московском зоопарке, по результатам которого у диких копытных животных (верблюды, ламы, антилопы: черные и гну, олени Давида, овцебыки и жирафы) были обнаружены *Trichuris ovis*, *Trichuris skrjabini*, семейство *Trichostrongylidae*; *Oesophagostomum* sp.; *Gongylonema pulchrum*, *Capillaria bovis*. При этом в исследованиях хищных часто обнаруживают токсокар, токсоаскарисов, трихоцефалозоонозы: *Trichocephalus*(=*Trichuris*) *trichiurus*, *Trichocephalus* (= *Trichuris*) *vulpis*. Гонгилонемы, токсокары,

токсоаскарисы, трихоцефалозоозы являются паразитарными зоонозами и представляют опасность для людей, как для посетителей, так и для работников зоопарков. В фекалиях лисиц в условиях мини-зоопарка были обнаружены яйца нематод видов *Toxocara canis* и *Ancylostoma caninum*. Такие виды гельминтов, как *Alaria alata*, *Echinochasmus perfoliatus*, *Isthmiophora melis*, *Opisthorchis felinus*, *Pseudamphistomum truncatum*, *Taenia hydatigena*, *Taenia pisi formis*, *Spirometra erinacei*, *Aonchotheca plica*, *Trichinella spiralis*, *Trichuris vulpis*, *Toxascaris leonine*, *Dirofilaria immitis*, *Ancylostoma caninum*, *Uncinaria stenocephala*, *Crenosoma vulpis*, паразитируют у хищных животных семейства *Canidae* как на территории ПГРЭЗ, так и на территории национального парка «Припятский» [5, 6, 7, 8, 9].

Дикие животные играют важную роль в сохранении природных очагов многих болезней, которые могут быть опасны для человека, домашних питомцев и сельскохозяйственных животных. Природно-очаговые болезни могут долго существовать в определенных эко системах благодаря взаимодействию нескольких факторов: самого возбудителя, животных носителей, переносчиков (например, клещей) и восприимчивых организмов [9].

Отсутствие паразитов в исследованных пробах не исключает их полного отсутствия у животных, а отражает результаты конкретных методов исследований и объема выборки. Периодичность выделения паразитов зависит от многих факторов, связанных с биологией паразита, состоянием хозяина и внешними условиями. Яйца гельминтов или цисты простейших могут поступать в кал непостоянно, что снижает вероятность их обнаружения в единичном исследовании. При низкой интенсивности инвазии вероятность их обнаружения снижается, особенно при обычном микроскопическом исследовании. Необходимо учитывать особенности жизненного цикла паразитов и проводить регулярные паразитологические исследования.

Риски заражения инвазионными болезнями связаны с завозом паразитов с вновь прибывшими животными, ограниченной территорией содержания, наличием промежуточных хозяев, нарушением санитарно-гигиенических норм, ослабленной резистентностью самих животных. В Ульяновском зоопарке полувольное содержание с просторными вольерами, контролируемое кормление, ежегодная дегельминтизация позволяют контролировать паразитарные болезни. Ключевыми факторами поддержания низкой паразитарной нагрузки остаются регулярный ветеринарный контроль, мониторинг здоровья животных, соблюдение карантинных мер и эффективная система дегельминтизации с последующей проверкой ее результативности.

Заключение. В рамках проведенного исследования паразиты не обнаружены в пробах от диких хищных и копытных животных Ульяновского зоопарка, что может свидетельствовать об эффективности применяемых мер дегельминтизации и условий содержания. Однако для более точных выводов требуется расширение выборки и использование дополнительных методов диагностики. Для дальнейших исследований рекомендуется долгосрочный мониторинг.

Conclusion. In the study, parasites were not detected in samples from wild carnivores and ungulates at the Ulyanovsk Zoo, which may indicate the effectiveness of the deworming measures and housing conditions. However, more definitive conclusions require a larger sample size and the use of additional diagnostic methods. Long-term monitoring is recommended for further research.

Список литературы.

1. Анализ зараженности жвачных животных гельминтозами в Волгоградской области / С. А. Акимова, А. А. Ряднов, Д. А. Злепкин [и др.] // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2024. – Т. 60, вып. 2. – С. 4–9. – DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-4-9.
2. Елин, И. В. Видовое разнообразие эндопаразитофауны и формирование стойких очагов инвазий на территории Ульяновской области / И. В. Елин, Е. М. Романова // Вестник РУДН. Серия : Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2007. – № 2. – С. 13–18.
3. Костюнин, В. М. Оценка участия непромысловых животных Среднего Поволжья в резервации гельминтов, общих человеку, домашним и охотничье-промысловым зверям и птицам / В. М. Костюнин // Российский паразитологический журнал. – 2011. – № 1. – С. 27–31.
4. Мироненко, В. М. Эндопаразитозы животных зоопарков Беларуси / В. М. Мироненко, А. И. Ятусевич, И. Ю. Воробьева // Материалы IV научно-практической конференции Международной ассоциации паразитологов (г. Витебск, 4–5 ноября 2010 г.) / Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2010. – С. 117–121.
5. Надина, Н. Г. Гельминтофауна хищных животных семейства *Canidae*, обитающих в условиях радиоактивного загрязнения и на интактной территории / Н. Г. Надина, И. С. Юрченко // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2025. – Т. 61, вып. 2. – С. 85–89. – DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-2-85-89.
6. Пасечник, В. Е. Гельминтозоозы отряда *Carnivora* (хищных) в условиях Московского цирка «Шাপито» / В. Е. Пасечник // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. – 2011. – № 12. – С. 377–379.
7. Пасечник, В. Е. Паразитозы редких и исчезающих видов парнокопытных в условиях зоопарка и цирка / В. Е. Пасечник // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. – 2010. – № 11. – С. 15–21.

8. Пуговкина, Н. В. Кишечные гельминтозы плотоядных животных семейства Canidae, содержащихся в условиях мини-зоопарка / Н. В. Пуговкина, Р. М. Акбаев, А. А. Мосалов // Дневник науки. – 2023. – № 11. – С. 1–9.

9. Резервуары природно-очаговых болезней среди диких позвоночных на территории Витебской области / Т. С. Ревякина, И. А. Субботина, А. А. Роговая, С. В. Даровских // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2026. – Т. 62, вып. 1. – С. 38–41. – DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-1-38-41.

10. Чихляев, И. В. Характеристика жизненных циклов трематод (Trematoda) наземных позвоночных Среднего Поволжья / И. В. Чихляев, Н. Ю. Кириллова, А. А. Кириллов // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – № 5-1. – С. 132–142.

References.

1. Analiz razzhennosti zhivchnykh zhivotnykh gel'mintozami v Volgogradskoj oblasti / S. A. Akimova, A. A. Ryadnov, D. A. Zlepkin [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2024. – Т. 60, вып. 2. – С. 4–9. – DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-4-9.

2. Elin, I. V. Vidovoe raznoobrazie endoparazitofauny i formirovanie stojkih ochagov invazij na territorii Ul'yanovskoj oblasti / I. V. Elin, E. M. Romanova // Vestnik RUDN. Seriya : Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. – 2007. – № 2. – С. 13–18.

3. Kostyunin, V. M. Ocenka uchastiya nepromyslovyykh zhivotnykh Srednego Povolzh'ya v rezervacii gel'mintov, obshchih cheloveku, domashnim i ohotnich'e promyslovym zver'yam i pticam / V. M. Kostyunin // Rossijskij parazitologicheskij zhurnal. – 2011. – № 1. – С. 27–31.

4. Mironenko, V. M. Endoparazitozы zhivotnykh zooparkov Belarusi / V. M. Mironenko, A. I. YAtusevich, I. YU. Vorob'eva // Materialy IV nauchno-prakticheskoy konferencii Mezhdunarodnoj associacii parazitocenologov (g. Vitebsk, 4–5 noyabrya 2010 g.) / Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny. – Vitebsk : VGAVM, 2010. – С. 117–121.

5. Nadina, N. G. Gel'mintofauna hishchnykh zhivotnykh semeystva Canidae, obitayushchih v usloviyah radioaktivnogo zagryazneniya i na intaktnoj territorii / N. G. Nadina, I. S. YUchenko // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2025. – Т. 61, вып. 2. – С. 85–89. – DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-2-85-89.

6. Pasechnik, V. E. Gel'mintozoonozy otryada Carnivora (hishchnykh) v usloviyah Moskovskogo cirka «SHapito» / V. E. Pasechnik // Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami. – 2011. – № 12. – С. 377–379.

7. Pasechnik, V. E. Parazitozы redkih i ischezayushchih vidov parnokopytnykh v usloviyah zooparka i cirka / V. E. Pasechnik // Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami. – 2010. – № 11. – С. 15–21.

8. Pugovkina, N. V. Kishechnye gel'mintozы plotoyadnykh zhivotnykh semeystva Canidae, soderzhashchihsya v usloviyah mini zooparka / N. V. Pugovkina, R. M. Akbaev, A. A. Mosalov // Dnevnik nauki. – 2023. – № 11. – С. 1–9.

9. Rezervuary prirodno ochagovykh boleznej sredi dikih pozvonochnykh na territorii Vitebskoj oblasti / T. S. Revyakina, I. A. Subbotina, A. A. Rogovaya, S. V. Darovskih // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2026. – Т. 62, вып. 1. – С. 38–41. – DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-1-38-41.

10. Chihlyayev, I. V. Harakteristika zhiznennykh ciklov trematod (Trematoda) nazemnykh pozvonochnykh Srednego Povolzh'ya / I. V. Chihlyayev, N. YU. Kirillova, A. A. Kirillov // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN. – 2012. – № 5 1. – С. 132–142.

Поступила в редакцию 10.07.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-3-32-41

УДК 619:615.285.7:576.895.772:636.5

СПОСОБЫ АКТУАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА БИОЛОГИИ МУХ НА ПТИЦЕФАБРИКАХ

Миклашевская Е.В.

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

Эколого-биологическая регуляция ограничения численности зоофильных мух включает комплекс своевременной и качественной дезинсекции как химическими, так и биологическими препаратами, направленный на уничтожение насекомых на всех стадиях их развития. **Ключевые слова:** птицефабрики, птица, зоофильные мухи, фармастотомазан, конкур.

METHODS OF CURRENT MONITORING OF FLY BIOLOGY IN POULTRY FARMS

Miklashevskaya E.V.

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

Ecological and biological control of zoophilic fly populations involves a comprehensive approach to timely and effective disinfestation using both chemical and biological agents, aimed at eliminating insects at all stages of their development. **Keywords:** poultry farms, poultry, zoophilic flies, pharastatomazan, konkur.

Введение. Согласно данным Штакельберга А. А., фауна короткоусых круглошовных насекомых отряда двукрылых (*Diptera*) насчитывает около 7000-8000 видов в европейской части СССР, при этом семейство *Muscidae* насчитывает около 1000 видов. Данные по фауне и экологии зоофильных мух на территории Беларуси крайне ограничены.

В таксономическом отношении мухи довольно однородны, однако по трофическим и экологическим особенностям очень разнообразны – облигатные и факультативные гематофаги, копрофаги и некрофаги, специфические и механические переносчики. Такое разнообразие биологических особенностей является следствием многосторонних и сложных связей их как с животными, так и с окружающей средой. Среди двукрылых встречаются как обитатели дикой природы, так и виды, биология которых связана с местами поселения людей, их называют синантропными, а мух, обитающих около животных, – зоофильными [8].

Мухи относятся к насекомым с полным метаморфозом. Большинство мух яйцекладущие, но есть и живородящие. Среди настоящих мух и синих падальных мух это явление нечастое. Жизненный цикл зоофильных мух состоит из яйца, личинки, куколки и имаго. Мухи очень плодовиты. За свою жизнь самка откладывает разное количество яиц. При благоприятных условиях мухи способны выживать от 2 до 112 дней, но в среднем срок жизни составляет 14 дней. О плодовитости зоофильных мух нет единого мнения. Так, по данным Веселкина Г. А. [1], у калифорид в кладке насчитывается 200-300 яиц, а у комнатной мухи – 100-150 яиц. Автор делает вывод, что число поколений, которое может дать самка мухи в течение сезона лета, зависит от вида. Например, комнатная муха за лето производит от 3 до 6 поколений, а муха жигалка – 2. Кроме того, самки одних и тех же видов в разных природо-климатических зонах способны давать разное число поколений в течение года.

В природе большинство мух, как правило, размножаются в теплый период года, а в закрытых отапливаемых помещениях и скотных дворах – круглогодично. С наступлением холодов численность имаго комнатной мухи резко уменьшается, часть популяции впадает в оцепенение, затем в диапаузу, а часть, естественно, погибает [8].

Так, мухи способны выплаживаться в навозе, помете птиц и зверей, остатках кормов, трупах и мусоре, продуктах питания [8]. Быстрота созревания яиц и развития личинок зависит от гидротермических условий. Причем пищевая специализация мух может меняться при продвижении с юга на север. Южные копрофаги на севере ведут себя как типичные некрофаги. При благоприятных условиях весь цикл развития у большинства мух завершается за 5-10 дней, а при низких температурах затягивается до 20-30 дней. Перед окукливанием личинки из переувлажненного субстрата мигрируют в более сухие места. Окукливание большинства видов происходит в почве, реже – в периферических частях питательного субстрата, где они развивались. Большинство синантропных и зоофильных мух зимуют в стадии личинки, реже – в стадии куколки, отдельные виды – в стадии имаго.

Мухи являются одной из многочисленных и широко распространенных групп двукрылых насекомых, расцвет древних предков которых приходится на девонский период палеозойской эры уже 410 млн лет тому назад. В результате длительной эволюции, из-за своей экологической пластичности, у них выработался ряд морфологических и физиологических адаптаций к приспособляемости к постоянно меняющимся абиотическим факторам окружающей среды, что позволило им иметь очень широкое распространение.

Экологическая биосвязь зоофильных мух с разнообразной патогенной флорой делает их весьма опасным представителем окружающей среды [2], они представляют собой серьезную проблему в условиях промышленного птицеводства. Наличие зоофильных мух – отрицательный показатель санитарного состояния фабрик, главный источник загрязнения и порчи продукции и кормов. Кроме того, мухи снижают качество яиц, загрязняя их, разжижают помет, повышая уровень аммиака, являются раздражающим фактором для персонала, а также для людей, живущих или работающих недалеко от птицефабрик [5].

Важной мерой предупреждения заноса эктопаразитов в хозяйство является профилактическая дезинсекция. Суть общих профилактических мероприятий состоит на основе биологии и экологии развития мух при соблюдении санитарно-гигиенических мер в исключении потенциальных мест их расплода. Однако профилактические меры не в состоянии обеспечить минимальный контроль численности популяций мух, хотя велика их доля в экологической безвредности. Наилучший результат достигается при комплексе мероприятий, включающем деларвацию расплода биотопов мух и предупреждение залета имаго в птицеводческие помещения [3, 4, 6, 7].

Цель исследования – оценка эффективности современного контроля биологии зоофильных мух на птицефабриках, который включает комплекс своевременной диагностики, осуществление санитарно-профилактических мероприятий и истребительных работ.

Материалы и методы исследований. С целью установления фаунистического и эколого-биологического ценоза эктопаразитов был проведен энтомологический мониторинг мест

содержания птиц и прилегающих территорий птицефабрик северо-восточного региона Республики Беларусь. После сбора биологический материал подвергался изучению.

Сбор и учет зоофильных мух проводили по общепринятым методикам [мон] как на территории птицефабрик, так и в помещениях: с комбикормов, помета и трупов птиц, отходов убойного цеха. Отлов мух проводили в течение года в период массового лета насекомых 3 раза в месяц, в течение всего светового дня с интервалом 2 часа с помощью листов липкой бумаги, с нанесением на него энтомологического клея, а также с помощью сачка. Сборы двукрылых осуществляли путем 50 взмахов в течение 20 минут. По мере их накопления в сачке выбирали в энтомологические пробирки и насекомых усыпляли эфиром. Для выяснения динамики суточной активности и численности мух отлов однократно проводили в течение 24 часов.

При изучении вопросов фенологии регистрировали начало и окончание зимней и летней диапаузы, календарные сроки развития отдельных фаз или стадий основных видов мух, времени залета имаго в помещения, массового их размножения, миграции вредных насекомых.

Места выплода мух и зимующие фазы выявляли путем еженедельных обследований и сборов проб субстрата – экскрементов птиц, остатков кормов и трупов. Для анализа количественного соотношения и экологической оценки разных таксонов мух пользовались категориями: индекс обилия (ИО – среднее число особей данного вида на единицу учета), индекс встречаемости (ИВ – степень обнаружения особей определенного вида в количестве просмотренных проб) и индекс доминирования (ИД – процентное содержание определенного вида мух) по Беклемишеву В. Н. [8].

Развитие, размножение, поведение членистоногих возможны лишь в пределах определенного диапазона температур. Верхние и нижние границы температур, в пределах того или иного вида, называются порогами развития, а температуры, лежащие выше нижнего порога и не выходящие за пределы верхнего порога, получили название эффективных температур. Для расчетов скорости и времени развития насекомого использовали сумму эффективных температур по методике Добровольского Б. В. [8]. Сумма эффективных температур – количество тепловой энергии, необходимое для развития насекомого. Определяется она как сумма среднесуточных температур выше нижнего порога развития конкретного вида насекомых. Рассчитывали по формуле: $C = (t - t_0)n$, где t – среднесуточная температура, t_0 – температура нижнего порога развития, n – число дней. Сумма эффективных температур используется при прогнозировании сроков появления определенных стадий развития насекомых. Так как сумма эффективных температур – величина постоянная, то можно вычислить время развития насекомого (в сутках) при разной температуре: $n = C / (t - t_0)$. Используя знание суммы эффективных температур, необходимое для развития конкретного вида насекомого, можно определить число поколений этого вида, развивающегося в том или ином субстрате, его распределения, а также для определения сроков откладки яиц.

Для осуществления санитарно-профилактических мероприятий использовали фармастомазан и конкур.

Фармастомазан. Инсектоакарицидный препарат, представляющий собой прозрачную жидкость от желтого до светло-коричневого цвета со специфичным запахом. В 1,0 см³ содержится 50 мг циперметрина и 5 мг тетраметрина, эмульгаторы и органические растворители. Компоненты препарата обладают синергизмом действия. Механизм действия препарата заключается в необратимой активации натриевых каналов мембран нервных клеток, деполяризации клеточных мембран и блокаде нервной проводимости, что приводит к нарушению двигательных рефлексов и, в конечном итоге, вызывает полный паралич и гибель членистоногих. Фармастомазан умеренно токсичен для теплокровных животных (III класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76), в рекомендуемых дозах не оказывает местно-раздражающего, кожно-резорбтивного и сенсибилизирующего действия. При попадании на слизистые оболочки вызывает слабое раздражение.

Для изучения чувствительности различных стадий развития мух к фармастомазану изучали его овоцидные, ларвицидные и инсектицидные свойства. Готовили водные эмульсии фармастомазана. Расчет рабочей концентрации вели по формуле: $X = Ax1000/B$, где X – количество вещества, которое следует добавить к 1 л воды, мл; A – концентрация рабочей жидкости, %; 1000 – количество мл в 1 л; B – содержание действующего вещества (ДВ) в исходном препарате, %.

Исследования по испытанию овоцидных свойств фармастомазана относительно яиц преимущественно *Musca domestica* проводились в опыте *in vitro* в условиях лаборатории. Сбор яиц мух проводили в навозохранилище кафедры паразитологии и инвазионных болезней, где был вскрыт верхний слой навоза примерно до 40 см на глубину размером 2 м×1,5 м до стенок бетонной ямы. Был произведен сбор яиц мух и транспортирован в лабораторию клиники, где было отобрано 200 яиц мух, которые разместили в бактериологические чашки по 20 штук в каждую. Чашки пронумеровали – №1-№10. В них добавляли водные эмульсии фармастомазана в следующих концентрациях: №1 – 0,05%, №2 – 0,1%, №3 – 0,2%, №4 – 0,25%, №5 – 0,5%, №6 – 1,5%, №7 – 2%, №8 – 2,5%, №9 – 3%. Чашка №10 служила контролем, в нее добавили прокипяченную обыкновенную воду. Все чашки были помещены в термостат при температуре +25°C. Ежедневный мониторинг велся в течение 9 дней.

Исследования по испытанию эффективности ларвицидного действия фармастомазана на личинках мух проводились в опыте *in vitro* в условиях лаборатории. Сбор личинок мух был произведен в углублении навозной кучи вблизи стенок навозной ямы навозохранилища кафедры паразитологии на глубине 20-30 см и транспортирован в лабораторию. Было отобрано 360 личинок. Личинки помещены в бактериологические чашки по 30 штук в каждой – всего 12 чашек. Чашки пронумеровали №1-№12. В каждую чашку помещали питательные среды с добавлением водной эмульсии фармастомазана в следующих концентрациях: №1 – 0,01%, №2 – 0,02%, №3 – 0,03%, №4 – 0,05%, №5 – 0,1%, №6 – 0,2%, №7 – 0,3%, №8 – 0,5%, №9 – 1%, №10 – 1,5%, №11 – 2%. Чашка №12 служила контролем, субстрат без препарата. Все чашки были помещены в термостат при температуре +25°C. Ежедневный мониторинг – 5 дней.

С целью изучения эффективности инсектицидной активности фармастомазана против имаго зоофильных мух проводили в опыте *in vitro* в условиях лаборатории. Было выделено 5 изолированных помещений в клинике кафедры паразитологии, пронумерованы №№1, 2, 3, 4, 5. Помещения находятся через коридор напротив станков, где содержались перепела, взрослые куры, козлята, ягнята, кролики.

В процессе опыта в пять изолированных помещений были помещены остатки пищевых отходов из столовой УО ВГАВМ следующего состава: остатки борща, сметаны, перловой каши и мяса. Они были помещены в чашки Петри по 10 в каждое помещение. Двери в помещениях были открыты. В течение суток в опытные помещения наблюдался интенсивный залет мух на запах пищевых отходов. Затем был произведен подсчет мух в 1 м³ каждого помещения и общее количество мух, находящихся в каждом помещении. После этого помещение №1 было подвергнуто дезинсекции из ранцевого распылителя ОП-8 0,01%-ной эмульсией фармастомазана, помещение №2 – 0,05%-ной эмульсией, помещение №3 – 0,08%-ной эмульсией, помещение №4 – 0,1%-ной эмульсией, помещение №5 – дистиллированной водой (контрольное помещение). Расход эмульсии – 60-80 мл/м² площади. После дезинсекции велось наблюдение в течение 24 часов.

После опыта *in vitro* были проведены опыты по изучению дезинсекционных свойств препарата «Фармастомазан» против имаго зоофильных мух, находящихся в птицеводческих помещениях ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» – в птичнике №9, после освобождения от цыплят-бройлеров после убоя и очистки помещения. Для дезинсекции использовали 0,1%-ную эмульсию фармастомазана путем разбрызгивания препарата из ДУКа из расчета 60-80 мл на м² площади помещения. Затем были плотно закрыты входные двери, окна и вентиляционные шахты. Доза препарата и режим применения выбран на основе данных, полученных при его испытании на мухах в клинике кафедры паразитологии УО ВГАВМ. После дезинсекции велось наблюдение в течение 2 часов каждые 15 минут. Повторное применение произведено через 14 дней после первичного.

Конкур (ЕМ1 «Конкур») – добавка биологическая, действующим веществом которой является комплекс природных микроорганизмов, молочнокислые бактерии и дрожжи. Получают путем культивирования бактерий *Lactobacillus plantorum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactis* и *Saccharomices cereviciae* на специальных средах. Механизм действия основан на ее антиоксидантной активности, а также восстановлении и поддержании здоровой микрофлоры желудочно-кишечного тракта, благодаря чему обеспечиваются приросты массы тела и повышение жизнеспособности молодняка, улучшаются обменные процессы. Ускоряет разложение органических остатков в отходах ферм, ускоряет созревание компоста, устраняет неприятные запахи, снижает содержание подвижных форм тяжелых металлов и радионуклидов, подавляет развитие болезнетворных и гнилостных видов бактерий и грибов.

Овоцидные свойства конкур в отношении яиц мух были изучены в условиях лаборатории и клиники кафедры паразитологии и инвазионных болезней. При этом испытывались следующие концентрации конкур – 0,1%, 0,3%, 0,5%, 1%. Для проведения опыта отбирались пробы яиц мух по 25 шт. в каждой и помещались в чашки Петри с небольшим количеством помета. Проба №9 обрабатывалась дистиллированной водой, №10 – не обрабатывалась. Затем пробы обрабатывались эмульсией в указанных концентрациях, помещались в дырчатые ящики и ставились в термостат для культивирования при температуре +22-24°C. Учитывались количество и сроки формирования личинок под яйцевыми оболочками. Ежедневный мониторинг велся в течение 9 дней.

Испытание ларвицидной эффективности препарата биологического ЕМ1 «Конкур» на личинках комнатной мухи проводилось в опыте *in vitro* в лабораторных условиях. С этой целью были отобраны личинки мух *Musca domestica* в навозохранилище клиники кафедры паразитологии и инвазионных болезней УО ВГАВМ и помещены в бактериологические чашки по 30 личинок в каждую. В чашках находилась питательная среда для культивирования личинок мух. В каждую чашку добавляли эмульсию конкур в концентрациях от 0,1% до 1%. В контрольную чашку вместо эмульсии конкур добавляли дистиллированную воду до 60% влажности субстрата. Пробы были помещены в термостат при температуре +32°C. После этого ежедневно в течение 2 суток велось наблюдение за состоянием личинок мух в термостате.

На заключительном этапе был проведен производственный опыт с использованием навозохранилищ кафедр паразитологии и инвазионных болезней (№1) и эпизоотологии и инфекционных болезней (№2) УО ВГАВМ, в которых находился навоз от сельскохозяйственных животных. После определения объема и массы навоза в навозохранилище №1 была добавлена 0,9%-ная эмульсия из расчета 10 л на 1 тонну навоза. Содержимое навозохранилища №2 не обрабатывалось. В течение месяца (срок наблюдений) учитывались количество яйцекладок яиц, образовавшихся личинок, куколок, молодых мух. Велось наблюдение также за процессом ферментации навоза и образования компостированной массы.

Результаты исследований. С целью установления фаунистического и эколого-биологического ценоза зоофильных мух был проведен энтомологический мониторинг птицеводческих помещений и прилегающих территорий птицефабрик северо-восточного региона Республики Беларусь: ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика», ОАО «Птицефабрика Городок», ОАО «Полоцкая птицефабрика» и ОАО «Птицефабрика Оршанская».

Нами установлено 18 видов зоофильных мух, относящихся к 12 родам из 8 семейств. Наиболее богатыми как по видовому многообразию, так и по численности особей оказались зоофильные мухи видов семейств *Muscidae* (5), *Calliphoridae* (5), *Fanniidae* (3), *Drosophilidae* (1), *Sarcophagidae* (1), *Anthomyiidae* (1), *Syrphidae* (1), *Sepsidae* (1).

Анализ данных показал, что среди индексов относительного доминирования по встречаемости в птичниках на территории птицеводческих объектов и вблизи помещений доминировала популяция мух семейства *Muscidae* (ИД составил 92%). Внутри семейства наиболее многочисленным был вид *Musca domestica* (ИД – 96,6%) от количества всех собранных насекомых, что говорит о высоких адаптивных способностях этого вида к условиям факторов окружающей их среды. Индекс доминирования *Muscina stabulans* – 2,4%, субдоминантными из этого семейства были виды *Muscina assimilis* и *Musca autumnalis* (0,6% и 0,4% соответственно), единичные экземпляры *Stomoxys calcitrans*.

Вторым семейством по численности отловленных имаго являлись мухи семейства *Drosophilidae* с ИД 3,2% от общих сборов, а среди них массовым видом был *Drosophila funebris*, который преобладал в основном в помещениях.

Третьими по экологической значимости являлись имаго мух семейства *Calliphoridae*, численность которых в общих сборах составляла 2548 имаго, то есть их индекс доминирования равнялся 2,5%. Одновременно с этими данными отмечено, что каллифориды в основном являются сапрофагами как на территории птицефабрик, так и в производственных помещениях птицефабрик, так как их скопления регистрируются на трупах птиц, емкостях для их сбора, отходах производства, мясокостной муке, хотя способны они обитать и развиваться на других субстратах. Среди семейства *Calliphoridae* доминантными являлись мухи видов *Calliphora vicina* (ИД – 64,8%), *Calliphora uralensis* (ИД – 21,5%) и *Protophormia terrae-novae* (ИД – 12,6%).

В семействе *Fanniidae* доминирует вид *Fannia canicularis* (ИД – 89%).

В незначительном количестве регистрировались также представители таких семейств, как *Sarcophagidae*, *Anthomyiidae*, *Syrphidae*, *Sepsidae*, суммарная доля представителей составила 1,9%.

Таксономический и количественный состав популяций зоофильных мух на данных птицефабриках отличался несущественно, что, на наш взгляд, связано с автоматизированным процессом поддержания микроклимата как зависимого экологического фактора среды: температурный режим (+20-29°C) и относительная влажность 60-70%. Следует отметить, что на ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» особую долю составляют мухи семейства *Drosophilidae* (7,15%), а на ОАО «Птицефабрика Городок» – *Calliphoridae* (7,16%).

В семействе *Fanniidae* доминирует вид *Fannia canicularis* (ИД – 89%).

В незначительном количестве регистрировались также представители таких семейств, как *Sarcophagidae*, *Anthomyiidae*, *Syrphidae*, *Sepsidae*, суммарная доля представителей составила 1,97%.

В процессе исследования вопроса выявили, что внутри птицеводческих помещений зоофильные мухи экологически пластичны как в производственных, так и в подсобных отделениях птицефабрик, а также и на их территории. Миграции мух между помещениями и окружающей территорией выражены слабо, что связано с выполнением технологического режима содержания птиц.

На всех птицефабриках автоматизирован процесс поддержания микроклимата как зависимого абиотического фактора среды: температурный режим (+20-29°C) и относительная влажность 60-70%, что способствует размножению зоофильных мух в течение всего года.

На птицефабриках промышленного типа при нарушении уборки помета, технологии содержания птицы создаются особо благоприятные условия для развития преимагинальных фаз мух. Известно, что наиболее благоприятным биотопом для круглогодичного массового выплода основных видов зоофильных мух является куриный помет. Причем наибольшие показатели по ИД и ИВ приходятся на *M. domestica* – до 100%. Следовательно, основной путь миграции зоофильных мух в фазе различных живых личиночных стадий вместе с удаляемым навозом.

Вторым по значимости субстратом, кроме помета, являются отходы производства, влажные россыпи комбикормов и разлагающиеся органические субстраты различного происхождения.

Для изучения источников расплода и численности *M. domestica* исследовали на ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» при напольном и клеточном содержании птицы и на прилегающих территориях в периоды высокого фонового количества имаго комнатной мухи.

Количественный состав личинок *M. domestica* и источников ее расплода дал возможность оценки динамики изменения фонового количества имаго в помещениях и на территориях птицефабрик.

В пробе помета с кормом на 500 г при напольном содержании находим 275 личинок, а в помете при клеточном содержании – 160. В помете без примесей остатков кормов, взятых с выгребных ям, насчитывали 89. Индекс встречаемости личинок комнатных мух – 65%, домовая муха – 20%, осенней жигалки – 10%, у каллифорид – от 5%. Тонкий пласт помета возле выгребных ям содержит 335 личинок.

На территории мусорные контейнеры оказались существенным продуцентом мух. В тележках для сбора трупов и отходов инкубатора на 1 м² площади насчитывали от 150 до 160 развивающихся личинок. В то же время в птичниках данного предприятия, где ведутся строжайшие меры по соблюдению санитарно-гигиенических правил и тщательная работа по дезинсекции и защите от залета мух в помещения, основным фактором, способствующим развитию мух в корпусах птичников, являются неисправности скребковых транспортеров и россыпь кормов.

В кормоцехе отделения «Хайсы» в местах увлажнения кормов встречаются личинки *Drosophilidae* (ИВ = 100%), а на 500 г насчитывали 177 личинок *M. domestica*.

В убойном цехе ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» выплод мух не происходит, так как после убоя птиц производится тщательная уборка и очистка, там можно заметить только единичных мух, залетающих извне, количество найденных личинок в мясокостной муке составляло 25-35.

Преимагинальные фазы развития зоофильных мух в условиях птичников осуществляются в любом из наличествующих субстратов, но в наибольшем количестве в помете – 70,23% от общего количества проб. При этом выживаемость насекомых в среднем составляет 90%.

В имагинальном активном состоянии зимует 3 вида мух — *M. domestica*, *Dr. funebris* и *C. vicina*, а при стечении благоприятных условий микроклимата эти насекомые способны проходить полный свой метаморфоз.

В пробе помета с кормом на 500 г при напольном содержании находим 73 личинки, а в помете при клеточном содержании – 51. В помете без примесей остатков кормов, взятых с выгребных ям, насчитывали 22. В помещениях убойного цеха обнаружено 17. В кормоцехе – 10.

Личинки мух обычно концентрируются и окукливаются в поверхностных слоях сухой части помета в основном на глубине 3-5 см, максимум – 25 см. Личинки мух, развивающиеся в жидком помете, большую часть времени находятся у поверхности субстрата, что необходимо им для нормального дыхания. По мере питания личинки растут и 3 раза линяют.

Личинки мух, находящиеся в почве, окукливаются обычно на глубине 6-10 см, реже (в разрыхленном субстрате) - на глубине до 30 см. Часто окукливание происходит также в щелях, пазах между кирпичами. В случаях, когда поверхность земли плотно утрамбована или бетонирована, предкуколки могут уползти на расстояние до 3-5 и более метров от места, где питались личинки. Личинки питаются, растут, совершают несколько линек. После созревания личинки превращаются в куколок – фазу внешнего покоя и глубоких внутренних изменений. При температуре субстрата +20°C развитие куколок комнатной мухи продолжается 5-7 суток, синих мясных мух – 7-10 суток. Вышедшая на поверхность субстрата муха приобретает способность к полету через 1-1,5 часа после того, как у нее подсохнут покровы тела и расправятся крылья.

По нашим наблюдениям, на птицефабрике доминирующее положение занимает комнатная муха. Продолжительность жизни ее в естественных условиях около 30 дней. Зимой в подсобных помещениях птицефабрик, где температура воздуха около 0°C, окрыленные мухи впадают в неподвижное и неактивное состояние – диапаузу – приспособление к существованию в неблагоприятных условиях – здесь имаго живут 6-7 месяцев, то есть способны перезимовывать. Зимуют зоофильные мухи на разных стадиях развития.

При температуре +8...+10°C мухи еще неподвижны, их активность начинается с 12°C, и чем выше температура, тем они активнее; при температуре +12°C они летают, но не питаются. Комнатная муха выплывает в основном в I декаде мая, но при затяжной весне с резкими перепадами температуры появление взрослых мух задерживается до II-III декады мая. Лет взрослых мух продолжается до конца сентября. За этот период, в зависимости от состояния микроклимата окружающей среды, комнатная муха продлевает от 2 и более генераций. Количество поколений комнатной мухи, как показали наблюдения, связано с суммой эффективных температур. Сумму эффективных температур (С) определяли по формуле $C=(t-t_1) \times n$, где t – наблюдаемая среднесуточная температура помета в птицеводческих помещениях – 28°C, t_1 –

нижний порог развития для *M. domestica* – +12°C, n – средняя продолжительность развития (17 суток). Эффективная температура составляет 16°C ($t-t_1$), при этом сумма эффективных температур (С), необходимая для развития одного поколения, – +272°C. Так, за май (31 день) набирается сумма эффективных температур в 49 °С ($C=(28^\circ\text{C} - 12^\circ\text{C})\times 31$). При таком количестве тепловой энергии нужно ожидать 2 генерации в месяц, а за период май-октябрь – 12 генераций. Однако в отдельные периоды могут быть отклонения от этой закономерности, обусловленные жизнедеятельностью птиц при напольном и клеточном содержании, от качества и толщины подстилки, от накопления и колебания среднесуточной температуры помета.

Копуляция мух происходит после выплода. Степень зрелости эмбрионов в откладываемых яйцах, т.е. от момента откладки яиц до вылупления из него личинки, проходит за 8-36 часов, продолжительность периода эмбрионального развития у *M. domestica* варьирует в широких пределах в зависимости от абиотических факторов среды. Повышение температуры ускоряет развитие эмбрионов до известного предела, за которым следует замедление или остановка последнего. Увеличение влажности среды, окружающей яйцо, выше оптимума тормозит развитие зародыша, так же как и понижение ее, когда развитие эмбрионов может прекратиться совершенно. Вместе с тем быстрота созревания яиц в сильной степени связана с гигротермическим режимом среды, в которой находится самка. Первая кладка яиц начинается через 4-5 дней после вылупления имаго из куколки, а последующие могут следовать с интервалом в 2-3 дня. Откладка яиц происходит при температуре воздуха обычно не ниже +17°C. Количество кладок зависит от продолжительности жизни самки. Самки серых мясных мух откладывают на субстрат личинки 1 стадии.

В зависимости от температуры субстрата личинки развиваются за 3-7 суток, куколки – за 4-7 суток, а вновь вылупившиеся имаго становятся способны откладывать первую порцию яиц через 6-7 суток. Минимальная продолжительность развития комнатной мухи от яйца до имаго составляет 10-14 суток, а полное развитие одного поколения – 14-20 суток при оптимальной температуре (+25...+30°C) и влажности (60-80%). При гниении субстрата температура поднимается до +30...+40°C, и личинки комнатной мухи заканчивают развитие в течение 3-4 суток. Высокая температура субстрата (выше +50°C) губительно действует на личинок, нижним пределом для развития личинок является температура +5...+8 °С. В помете с влажностью ниже 40% и выше 80% развитие личинок комнатных мух невозможно. На эти сроки следует ориентироваться при проведении профилактических и истребительных мероприятий.

В преимагинальных фазах развития зоофильные мухи в условиях птичников зимуют в любом из имеющихся субстратов, но в наибольшем количестве в помете – 84,39% от общего количества проб и в помещениях переработки трупов и кормоцехе – 15,60%. При этом выживаемость насекомых в среднем составляет 90,7%.

В зависимости от климатических условий лет большинства видов мух из перезимовавших преимагинальных фаз начинается в апреле-мае, когда среднесуточная температура воздуха превышает +10°C. Численность их достигает максимума в июле-сентябре. С осенним похолоданием численность мух в неотапливаемых помещениях и на территориях птицефабрик резко уменьшается, а с наступлением морозов лет мух прекращается. В отапливаемых помещениях мухи в массовом количестве могут развиваться и в зимний период.

Фенология лёта зоофильных мух определяется одним из их основных экологических свойств – термофильностью. Начало лёта зоофильных мух определяется наступлением ряда первых теплых дней сезона, общая «сумма тепла» которых используется на развитие куколок из перезимовавших личинок и на вылупление взрослой фазы имаго. Так, по нашим наблюдениям, холодостойкие виды появляются с наступлением первых теплых дней и относятся к ранневесенним мухам, в Витебской области самый ранний срок выявления таких мух – апрель, лёт которых отмечен при средней температуре +12,6°C 25 апреля 2013 года. Отмечено, что имаго мух *M. domestica* в природе появляется во второй декаде апреля.

Вслед за ранневесенними видами появляются средневесенние мезофильные мухи, активность лёта которых отодвигается на фенологически более поздние периоды, в основном в мае (домовая муха, синяя мясная муха).

Что касается прекращения сезона лёта, то он тесно связан с погодными условиями, а именно с наступлением прохладных осенних дней, температура которых даже среди дня не достигает температурного порога лёта. В Витебской области конец лёта отодвигается до октября, тем не менее и здесь жизнь популяции большинства видов мух пресекается холодами раньше, чем она физиологически истощается.

В производственных помещениях ряд видов зоофильных мух показывает круглогодичную активность, так как постоянные положительные температуры воздуха, искусственное освещение, наличие разнообразных субстратов благоприятствует этому, и связан с несколькими генерациями в год, накладывающимися друг на друга.

В течение суток пики высокой численности и активности (назойливости) насекомых регистрируются утром с 6.00 до 10.00, днем – с 12.00 до 16.00 и вечером – с 22.00 два часа. В периоды оптимальных показателей микроклимата возрастает и численность зоофильных мух — до 1000 особей.

Сезонные показатели активности и численности имаго насекомых, на примере *M. domestica*, имеют значительные колебания. Так, в июне-июле имаго активны в течение 24 часов при максимуме их численности 500 особей, а в октябре наивысшая активность – в часы пиков при численности 240 особей с относительной стабилизацией в последующие месяцы.

Следовательно, на активность имаго влияет комплекс абиотических факторов при условии, что значение каждого из них не превышает лимитирующий порог. К основополагающим факторам воздействия на суточную активность насекомых необходимо отнести такие показатели, как температура и влажность, время кормления птицы, санитарно-технологические перерывы, систематическая уборка помета и помещений.

Анализ изучения овоцидных свойств фармастомазана показывает, что небольшие концентрации (0,05%) фармастомазана не оказали овоцидного действия. Полное развитие личинок из яиц мух произошло уже в первые 8-24 часа. При увеличении концентрации до 0,1% также произошло вылупление личинок из-под оболочек всех яиц, однако в более поздние сроки. Применение препарата в концентрации 0,2%-0,25% в значительной степени оказывало овоцидное действие, а дальнейшее увеличение концентрации раствора препарата (1,5-2%) усиливало овоцидный эффект, выводимость личинок составила лишь 15-25%, а при концентрации раствора 2,5-3% формирование личинок не наблюдалось. Таким образом, можно заключить, что лишь высокие концентрации фармастомазана оказывают овоцидный эффект на яйца мух.

При изучении ларвицидных свойств фармастомазана анализ полученных данных показывает, что чувствительность личинок весьма разнообразная в зависимости от концентрации препарата. Наименьшим ларвицидным действием обладает фармастомазан в концентрации 0,01-0,03%. Лишь в концентрации 0,1-0,2% погибло более 50%. 100%-ная гибель личинок достигнута при использовании препарата 1%, 1,5% и 2%.

Таким образом, можно сделать вывод, что личинки *Musca domestica* чувствительны к высоким концентрациям фармастомазана. Небольшие концентрации препарата вызывают гибель их в незначительном количестве.

Результаты опытов оценки чувствительности имагинальных стадий мух к фармастомазану показали, что в течение первых двух часов в помещении №4 погибли все мухи, при этом следует отметить, что уже через 30 мин. после дезинсекции во всех помещениях были найдены мертвые мухи (от 40 особей в первом помещении до 186 – в четвертом).

За период наблюдений в помещении №1 погибло 7,1%, №2 – 5,3%, №3 – 34,4%, №4 – 100%. В помещении №5 (контрольное) гибели насекомых не отмечено.

Таким образом, в условиях клиники кафедры паразитологии и инвазионных болезней ВГАВМ максимальный дезинсекционный эффект получен при использовании 0,1%-ной эмульсии фармастомазана.

Для подтверждения полученных результатов был проведен производственный опыт в птичнике № 9 ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика». Дезинсекционные свойства фармастомазана изучались в летнее время в помещении после освобождения его от цыплят-бройлеров. Для дезинсекции использовали 0,1%-ную эмульсию фармастомазана, которую разбрызгивали из ДУКа по 60-80 мл на м² площади. Затем были плотно закрыты входные двери, окна и вентиляционные шахты. После этого через каждые 15 минут определяли количество погибших и живых мух в расчете на 1 м³ помещения. Было установлено, что в первые 15 минут наблюдалась гибель около 30% мух, через 30 минут около 70%, через 45 минут оставались живыми единичные особи. К концу 60 минут также наблюдался лет единичных мух. Полная гибель мух отмечена через 105-120 минут (1,45-2 часа). В последующие 2 часа помещение было тщательно проветрено и оставлено на технологический перерыв.

С целью изучения влияния биологической добавки ЕМ1 «Конкур» в различных концентрациях на яйца мух были проведены опыты в клинике кафедры паразитологии. В малых концентрациях исследуемая добавка почти не оказывает овоцидного действия. Так, в пробе №1 (0,1%-ный раствор) из всех яиц сформировались личинки, в пробах №2 и №3 вылупилось из яиц 72-88% личинок. В пробах №4, 5, 6 сформировалось лишь 12-36% личинок. В пробах №7 (0,9%-ный раствор) и №8 (1%-ный раствор) в яйцах личинок не образовалось. В контрольных пробах из 96-100% яиц сформировались личинки.

Как показывают данные ларвицидного влияния в пробах с концентрацией конкур 0,1-0,3% выжило 66,7-80% личинок. В пробах с концентрацией конкур 0,4-0,6% выжило 26,7% личинок. 100%-ная гибель личинок в течение 13 часов отмечена в пробах №7, 8, 9, 10, в которых концентрация раствора составляла соответственно 0,7%, 0,8%, 0,9% и 1%. В контрольной пробе выжило 100% личинок.

Для подтверждения полученных результатов в лабораторных условиях в дальнейшем был проведен производственный опыт с использованием навозохранилищ кафедр паразитологии и эпизоотологии УО ВГАВМ с присвоением порядковых номеров – №1 и №2, построенных по типовому проекту и находящихся рядом с противоположных торцов зданий клиник соответственно.

В навозохранилище находился навоз от сельскохозяйственных животных. В начальный период после определения объема и массы навоза в навозохранилище №1 была добавлена биологическая добавка ЕМ1 «Конкур» в виде 0,9%-ного раствора из расчета 10 л на тонну массы отходов. Содержание навозохранилища №2 не обрабатывалось. Опыт длился в течение 30 дней. В процессе наблюдений было установлено, что в опытном навозохранилище (№1) в течение всего периода наблюдений формирование личинок в 19 яйцекладках мух не происходило. Не были обнаружены куколки и молодые особи мух.

В контрольном навозохранилище за период опыта было выявлено 49 яйцекладок мух, из которых формировались личинки, затем куколки. Постоянно обнаруживались в верхних слоях навоза молодые особи, а над навозохранилищем летали взрослые мухи, преимущественно семейства *Muscidae*. Иногда появлялись особи видов мух из семейства *Calliphoridae*.

В период опыта происходили процессы ферментации навоза под воздействием ЕМ1 «Конкура», и к концу опыта он превратился почти в однородную массу в виде компоста, за исключением остатков грубых древесных веток и травяных растений.

Закключение. В птицеводческих помещениях и на прилегающих территориях установлено 18 видов зоофильных мух, относящихся к 12 родам из 8 семейств. Наиболее богатыми как по видовому многообразию, так и по численности особей являются зоофильные мухи видов семейств *Muscidae* (5), *Calliphoridae* (5), *Fanniidae* (3). Доминирующей популяцией является семейство *Muscidae* (ИД составил 92%) с наиболее многочисленным видом – *Musca domestica* (ИД – 96,6%). В преимагинальных фазах развития зоофильные мухи в условиях птичников зимуют в любом из имеющихся субстратов, но в наибольшем количестве – в помете (85%). Небольшие концентрации эмульсии фармастомазана не оказывают овоцидного действия на яйца мух. По мере увеличения концентрации препарата овоцидная активность его увеличивается, а при применении 2,5-3%-ной эмульсии формирование личинок не наблюдается. При воздействии различных концентраций эмульсии фармастомазана на личинок мух установлено, что при применении 0,01-0,03%-ной эмульсии наблюдается незначительная гибель личинок. При использовании 0,1-0,2%-ной эмульсии погибает более 50% личинок. При использовании 1-2%-ной эмульсии отмечается 100%-ная гибель личинок мух. В лабораторных и производственных условиях максимальный дезинсекционный эффект получен при использовании 0,1%-ной эмульсии фармастомазана. При этом 100%-ная гибель имаго мух наблюдалась в течение первых 1,45-2 часов. Перспективным является применение экологически безопасной биологической добавки ЕМ1 «Конкур», которая в концентрациях 0,9% и 1% препятствует формированию личинок в яйцах мух, а при применении 0,7%-0,9%-ного раствора погибают в течение 13 часов 100% личинок. Биологическая добавка ЕМ1 «Конкур» способствует санации отходов жизнедеятельности животных, что является перспективным для комплексного обеззараживания птичьего помета.

Conclusion. Eighteen species of zoophilic flies belonging to 12 genera from 8 families were identified in poultry houses and adjacent areas. The families *Muscidae* (5), *Calliphoridae* (5), and *Fanniidae* (3) were the most abundant in both species diversity and population. The *Muscidae* family was the dominant population (92% RI), with *Musca domestica* being the most abundant species (96.6%). In their preimaginal stages, zoophilic flies overwinter in any available substrate within poultry houses, but the greatest number (85%) occurs in droppings. Low concentrations of Farmastomazan emulsion have no ovocidal effect on fly eggs. As the concentration of the product increases, its ovocidal activity increases, and with a 2.5-3% emulsion, no larval formation is observed. When various concentrations of Farmastomazan emulsion were applied to fly larvae, it was found that a slight mortality rate was observed with a 0.01-0.03% emulsion. With a 0.1-0.2% emulsion, over 50% of larvae were killed. With the use of emulsion of 1-2% concentration, 100% mortality of fly larvae was observed. In laboratory and industrial settings, the maximum disinfestation effect was achieved with a 0.1% Farmastomazan emulsion. Moreover, 100% mortality of adult flies was observed within the first 1.45-2 hours. The use of the environmentally safe biological additive EM1 "Konkur" is promising. At concentrations of 0.9% and 1%, it prevents the formation of larvae in fly eggs, while at a 0.7%-0.9% solution, 100% of larvae are killed within 13 hours. The biological additive EM1 "Konkur" promotes the sanitation of animal waste, making it a promising candidate for the comprehensive disinfection of poultry droppings.

Список литературы.

1. Веселкин, Г. А. Борьба с мухами в животноводстве / Г. А. Веселкин. – Москва : Колос, 1966. – 96 с.
2. Ивашкин, В. М. Нематоды сельскохозяйственных животных и их переносчики – двукрылые / В. М. Ивашкин, Л. А. Хромова. – Москва : Наука, 1983. – 248 с.

3. Миклашевская, Е. В. Формирование эктопаразитарных систем в промышленном птицеводстве и их коррекция / Е. В. Миклашевская // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2019. – Т. 55, вып. 2. – С. 51–55.
4. Миклашевская, Е. В. Закономерности формирования фаунистического и эколого-биологического паразитоценоза зоофильных мух / Е. В. Миклашевская // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2020. – Т. 56, вып. 3. – С. 112–120.
5. Нажмиддинова, З. Н. Зоофильные мухи в промышленном птицеводстве юга Западной Сибири и меры борьбы с ними : автореф. дис. ... канд. биологических наук : 03.00.19 / Нажмиддинова Зифанур Наилевна ; Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной энтомологии и арахнологии. – Тюмень, 1996. – 15 с.
6. Ятусевич, А. И. Акарицидные и инсектицидные свойства фармастомазана при применении в птицеводстве / А. И. Ятусевич, Е. В. Миклашевская // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2020. – Т. 56, вып. 3. – С. 71–75.
7. Ятусевич, А. И. Рекомендации по борьбе с зоофильными мухами в птицеводстве : рекомендации / А. И. Ятусевич, Е. В. Миклашевская. – Витебск : ВГАВМ, 2017. – 16 с.
8. Ятусевич, А. И. Эктопаразиты кур в промышленном птицеводстве : монография / А. И. Ятусевич, Е. В. Миклашевская. – Витебск : ВГАВМ, 2024. – 178 с.

References.

1. Veselkin, G. A. Bor'ba s muhami v zhivotnovodstve / G. A. Veselkin. – Moskva : Kolos, 1966. – 96 s.
2. Ivashkin, V. M. Nematody sel'skohozyajstvennykh zhivotnykh i ih perenoschiki – dvukrylye / V. M. Ivashkin, L. A. Hromova. – Moskva : Nauka, 1983. – 248 s.
3. Miklashevskaya, E. V. Formirovanie ektoparazitarnykh sistem v promyshlennom pticevodstve i ih korrekciya / E. V. Miklashevskaya // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny". – 2019. – T. 55, vyp. 2. – S. 51–55.
4. Miklashevskaya, E. V. Zakonomernosti formirovaniya faunisticheskogo i ekologo-biologicheskogo parazitocenoza zoofil'nykh muh / E. V. Miklashevskaya // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny". – 2020. – T. 56, vyp. 3. – S. 112–120.
5. Nazhmiddinova, Z. N. Zoofil'nye muhi v promyshlennom pticevodstve yuga Zapadnoj Sibiri i mery bor'by s nimi : avtoref. dis. ... kand. biologicheskikh nauk : 03.00.19 / Nazhmiddinova Zifanur Nailevna ; Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut veterinarnoy entomologii i arahnologii. – Tyumen', 1996. – 15 s.
6. YAtusevich, A. I. Akaricidnye i insekticidnye svojstva farmastomazana pri primenenii v pticevodstve / A. I. YAtusevich, E. V. Miklashevskaya // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny". – 2020. – T. 56, vyp. 3. – S. 71–75.
7. YAtusevich, A. I. Rekomendacii po bor'be s zoofil'nyimi muhami v pticevodstve : rekomendacii / A. I. YAtusevich, E. V. Miklashevskaya. – Vitebsk : VGAVM, 2017. – 16 s.
8. YAtusevich, A. I. Ektoparazity kur v promyshlennom pticevodstve : monografiya / A. I. YAtusevich, E. V. Miklashevskaya. – Vitebsk : VGAVM, 2024. – 178 s.

Поступила в редакцию 27.06.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-3-41-48
УДК 576.895.42

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВРЕМЕННОГО КОНТРОЛЯ ДЕРМАНИССИОЗА КУРИНЫХ ПТИЦ

Миклашевская Е.В.

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

Успешный контроль дерманиссиоза в промышленном птицеводстве включает комплекс своевременной диагностики, осуществление санитарно-профилактических мероприятий, истребительных работ и поддержания здоровья куриных птиц. **Ключевые слова:** птицефабрики, птица, куриный клещ, фармастомазан, экзолт, янтарная кислота.

EFFECTIVENESS OF MODERN CONTROL OF DERMANISSIOSIS IN GALLINACEOUS

Miklashevskaya E.V.

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

Successful control of dermanissiosis in industrial poultry farming involves a combination of timely diagnostics, sanitary and preventive measures, eradication efforts, and maintaining the health of gallinaceans. **Keywords:** poultry farms, bird, chicken mite, pharastomazan, exolt, succinic acid.

Введение. Птицеводство занимает важную роль в пищевой промышленности ввиду ее способности к инновациям и адаптациям потребительского рынка. В связи с интенсивностью наращивания объемов и темпов роста, а значит, увеличением роста плотности птицепоголовья,

автоматизация процессов поддержания микроклимата по температуре и влажности воздуха в помещениях, особенности пометоудаления, кормления, поения и ряд других причин воссоздают подходящую среду обитания для круглогодичного развития постоянных и временных эктопаразитов птиц [2, 4].

Временные и постоянные эктопаразиты, нападая на птиц, вызывают самостоятельные болезни – дерманиссиоз, аргазидоз, иксодидоз, маллофагоз и др. [1]. Дерманиссиоз птиц – инвазионная болезнь многих видов домашних и диких видов птиц, обусловленная паразитированием на их теле гамазидных клещей – дерманиссусов (*Dermanyssus gallinae*) [3, 6].

Schieder T. [7] сообщает, что *Dermanyssus gallinae* представляет наибольшую опасность в эпидемиологическом и эпизоотологическом отношении ввиду его многочисленности, широкого распространения и способности питаться не только на домашней и дикой птице, но и на мышевидных грызунах и даже нападать на человека, домашних животных, вызывая острые аллергические дерматиты и зуд. В ответ на заражение *Dermanyssus gallinae* наблюдается рост показателей соматического стресса хозяина и психогенного поведения, такого как беспокойство, раздражение, клевание перьев и каннибализм. Кроме того, заражение дерманиссусами может привести к увеличению анемии и смертности кур. В совокупности эти эффекты могут привести к сокращению производства яиц, снижению конверсии корма и снижению качества яиц [3, 6, 7].

В комплексе борьбы с членистоногими, паразитирующими на птицах, важное значение имеет правильный выбор химического вещества природного или синтетического происхождения, обладающего губительными свойствами. Традиционно яичная промышленность опирается на синтетические акарициды для борьбы с красным куриным клещом. Однако длительное использование этих соединений приводит к развитию устойчивости к акарицидам во многих странах, и законодательство выводит многие соединения из производства, особенно в ЕС [5, 6].

Цель исследования – оценка эффективности современного контроля дерманиссиоза кур, который включает комплекс своевременной диагностики, осуществление санитарно-профилактических мероприятий, истребительных работ и поддержания здоровья куриных птиц.

Материалы и методы исследований. С целью установления фаунистического ценоза эктопаразитов был проведен паразитологический мониторинг куриных птиц, мест их содержания и прилегающих территорий птицефабрик северо-восточного региона Республики Беларусь. В АУ «Глубокская птицефабрика» были равномерно размещены 20 ловушек «Avivet» по всему птичнику в местах миграционного пути клещей от кормления на птице к укрытию, где можно спрятаться и переварить пищу, размножаться и отложить яйца. Ловушки для клещей затем были вскрыты, число клещей для каждой живой стадии были подсчитаны с использованием стереомикроскопа и дифференцированы.

На следующем этапе после освобождения помещения от цыплят-бройлеров была проведена дезинкаризация помещения указанного птичника для обеззараживания от клещей *Dermanyssus gallinae*. Перед дезинкаризацией были отобраны пробы остатков мусора, корма, пылевых отложений из трещин в стенах, щелей. Для дезинкаризации использовали 0,1%-ную эмульсию фармастомазана из расчета 100 мл на 1 м² площади пола путем разбрызгивания препарата из ДУКа. Отбор проб с клещами *Dermanyssus gallinae* производили каждые 10 мин. в течение 3 часов. Повторное применение фармастомазана произведено через 7 дней после первичного.

Для предотвращения нападения кровососущих клещей на кур был проведен опыт с использованием экзолта в птичнике №7 на АУ «Глубокская птицефабрика» на 46477 курах-несушках. Испытываемый препарат задавался птице путем выпаивания с питьевой водой в дозе 0,5 мг флулаланера на 1 кг массы тела птицы двукратно с интервалом 7 дней. В качестве контроля служили куры птичника №9, у которых не применялись инсектоакарициды.

Эффективность испытываемого препарата учитывали подсчетом клещей *Dermanyssus gallinae* в обоих птичниках на 4-й, 10-й, 15-й и 30-й дни после начала лечения. В ходе испытаний за всей птицей проводилось постоянное клиническое наблюдение, учитывали их сохранность и яйценоскость в опытных и контрольных группах.

В связи с многочисленными сообщениями о заболевании птиц при массовом нападении на них кровососущих клещей *Dermanyssus gallinae* нами проведены исследования по экспериментальному моделированию патологии кур, возникающей при укусах вышеуказанных членистоногих. В опытах использовали 20 кур, выращенных из цыплят на кафедре паразитологии и инвазионных болезней УО ВГАВМ. В первой группе (15 голов) были подсажены в вечернее время кровососущие клещи *Dermanyssus gallinae* в количестве $300 \pm 11,4$ особей на каждую курицу. Во второй группе (5 голов) куры не инвазировались. За подопытной птицей вели ежедневные клинические наблюдения, учитывали количество напавших на кур клещей в ночное время, наиболее интенсивно пораженные участки тела, прирост массы тела, яйценоскость и сохранность поголовья. С целью изучения паразито-хозяйнических отношений производили взятие крови и ее исследование до заражения, а также на 1-й, 3-й, 5-й, 10-й и 20-й дни опыта. Выяснялись морфологический состав крови (эритроциты, лейкоциты, тромбоциты), гемоглобин, показатели

естественной резистентности и иммунной реактивности, некоторые ферменты крови (аспартатаминотрансфераза, аланинаминотрансфераза, щелочная фосфатаза), динамика белкового, углеводного, липидного и минерального обмена веществ самостоятельно и с помощью биохимических анализаторов.

С целью разработки средств терапии кур, больных дерманиссиозом, нами были проведены опыты по использованию янтарной кислоты для этих целей. Опыт проведен на первом этапе исследований в условиях клиники кафедры паразитологии и инвазионных болезней УО ВГАВМ на 32 курах-несушках, разделенных на 3 группы соответственно по 14, 11 и 7 голов. Птица первой группы инвазировалась клещами *Dermanyssus gallinae* в дозе $300 \pm 17,6$ экз. на голову, во второй группе куры инвазировались также таким количеством клещей (контроль дерманиссиоза). В третьей группе птица не инвазировалась («чистый» контроль). Клещи подсаживались на тело птиц в позднее вечернее время. После появления клинических признаков болезни курам первой группы была назначена янтарная кислота в дозе 50 мг/кг массы тела внутрь с комбикормом. Препарат назначался до полного клинического выздоровления птиц. В процессе опыта изучались динамика клинических признаков болезни, сроки выздоровления, сохранность и яйценоскость птицы. Анализировали влияние препарата на динамику морфологических и биохимических показателей крови, для чего ее исследовали до назначения препарата, а также в процессе лечения на 1-й, 3-й, 5-й, 10-й и 17-й дни.

На следующем этапе исследований был проведен производственный опыт в условиях ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» на 321 курах-несушках, больных дерманиссиозом. Для этого было сформировано 2 группы кур-несушек. Первая группа (237 голов) получала янтарную кислоту в дозе 50 мг/кг массы тела внутрь с комбикормом весь период лечения, вторая группа (84 головы) препарат не получала. В процессе опыта изучались динамика выздоровления кур, прирост массы тела за период наблюдения (30 дней), яйценоскость и сохранность поголовья.

Результаты исследований. При паразитологическом обследовании птичников №7 и №9 АУ «Глубокская птицефабрика» на наличие *Dermanyssus gallinae* с помощью ловушек «Avivet» ($n=20$), расставленных на 48 часов, установили высокую степень инфекации. В ловушках из птичника №7 выявлено 5423 особи клеща, из птичника №9 – 4825, что свидетельствует об очень сильной степени заклещеванности птичников.

Имея представление о заклещеванности помещений птичника, встает вопрос о заклещеванности кур-несушек. При обследовании птиц на наличие клещей производили их выборочный осмотр, всего обследовано 450 кур на ОАО «Птицефабрика Городок». Из 450 кур-несушек оказались зараженными 386, т.е. 85,78%. Самым частым паразитом был куриный клещ *Dermanyssus gallinae*, найденный у 369 несушек, или у 82,01% чистых инвазий.

Результаты исследований дают представление о зараженности птицы в целом в хозяйстве, но не имеется ответа о количестве нападения клещей *Dermanyssus gallinae* за ночное время. При осмотре птицы в сумеречное время обнаруживали клещей на всей поверхности тела. Цыплята подвергаются нападению и заражению вскоре после их пересадки из инкубатория в птичник; источником инвазии являются производственные помещения. Процент зараженных птенцов составляет 61%. Чем старше хозяин, тем больше у него времени для того, чтобы прийти в контакт с паразитом.

При изучении мест локализации куриных клещей *D. gallinae* в производственных помещениях ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» установили наибольшее скопление выплода в щелях – 151 ± 48 особей в 1 грамме субстрата и пылевых скоплениях – 159 ± 51 особей.

После освобождения от цыплят-бройлеров была проведена дезинфекция помещения фармастомазаном в виде 0,1%-ной эмульсии двукратно с интервалом в 7 дней. Фармастомазан является эффективным средством для регуляции численности кровососущих клещей *Dermanyssus gallinae* в птичниках.

В птичнике №7, где применялся экзолт на 4-й день после начала лечения, обнаружено 5 особей (в 20 ловушках) *Dermanyssus gallinae*, в последующие дни клещей обнаружено не было до конца опыта (30-й день), что свидетельствует о 100%-ной эффективности препарата. В контрольном птичнике №9 популяция клещей на протяжении опыта оставалась стабильной и составила $4643,2 \pm 687,1$ экз.

Круглосуточные наблюдения за курами опытной группы показали, что уже через 1,5-3 часа после подсадки клещей *D. gallinae* у кур началось беспокойство, они стали совершать редкие резкие клевательные движения по перьевому покрову. В последующие 24 часа куры начали клевать кожу. Несмотря на позднее вечернее время, куры не переходили в сонное состояние. На теле хорошо просматривались мелкие красноватого цвета многочисленные клещи. На коже видны также мелкие в виде точек кровоизлияния, некоторые с небольшим «разливом». В период ночного отдыха наблюдалось периодическое вздрагивание тела, куры продолжали беспокоиться, иногда издавали гортанные звуки. Резко реагировали на появление обслуживающего персонала. К утренним часам (5-6 часов утра) куры стали вести себя с меньшим беспокойством, реже стремились расчесать

перьевой покров и оголенные части тела. При осмотре тела птиц в ночное время находили огромное количество дерманиссусов на всех частях тела, кроме клюва, сережек, бородок и других неоперенных частей тела. Больше всего находили клещей на крыльях, шее, грудной части тела, особенно прикрытой крыльями, и в области клоаки. На бесперьевых участках и с редким пухом никогда клещей не обнаруживали. Следует также отметить, что небольшое количество дерманиссусов мы находили на курах опытной группы и в дневное время. В дневное время куры вели себя в основном спокойно, без явных признаков беспокойства, менее активно реагировали на появление обслуживающего персонала и раздачу корма. В последующие дни установлено появление многочисленных точечных и полосчатых кровоизлияний на коже, выпадение пуха и перьев, отмечалось стремление птицы расклевать область клоаки. Снизилась яйценоскость. В первые дни опыта незначительно повышалась температура тела кур до 42,7-42,9°C. Птицы значительно меньше стали потреблять корм. Объем потребленной воды был в пределах нормы (рисунок).

Наблюдения за курами опытной и контрольной групп велись в течение месяца. В конце опыта было произведено взвешивание кур опытной и контрольной групп по 5 голов из каждой. Было установлено, что живая масса кур опытной группы уменьшилась в среднем на 22%, а яйценоскость за 30 дней опыта была на 25% ниже.

Клинический и биохимический анализ выявил значительные вариации, что свидетельствует о серьезных патологических изменениях в организме кур после подсадки клещей *D. gallinae*. Механизм влияния инвазии кур клещами *D. gallinae* на морфологический состав крови сводится к следующему: клещи – мощные кровососы, после кровососания из ранок наблюдается истечение крови, которое приводит к эритропении, лейкопении, тромбоцитопении и гипоглобинеми.



Рисунок – Клинические признаки дерманиссиоза (массовое выпадение пуха и пера с появлением голых участков кожи на теле птицы опытной группы)

На первых этапах изучения состояния белковообразовательной функции под влиянием кровососущих клещей *D. gallinae* была определена динамика общего белка. Наиболее низкий уровень общего белка отмечался через 1-3 дня после подсадки клещей. В последующие дни количество общего белка начало восстанавливаться, однако оно было ниже на протяжении всего опыта в сравнении с данными кур контрольной группы.

Количество альбуминов и глобулинов снизилось, лишь к концу опыта содержание глобулинов выросло до 19,55±0,95 г/л.

При мощном стрессе, вызванном клещами, отмечается уменьшение процента фагоцитоза, ЛАСК, БАСК.

Определенно, клещи выделяют со слюной токсические вещества, которые вызывают интоксикацию организма, что и подтверждено увеличением показателей щелочной фосфатазы, АсТ и АлТ.

Болезненное состояние и снижение аппетита сказалось и на углеводном, липидном и минеральном обменах. Особенно низкий уровень глюкозы отмечен на 1-й и 3-й дни после заражения (11,8±0,6 ммоль/л и 11,1±0,1 ммоль/л).

Через сутки после заражения в сыворотке крови кур опытной группы содержание кальция понизилось до 2,29±0,02 ммоль/л, или на 10,2%, в сравнении с исходными данными. В дальнейшем количество его стабилизировалось, но было пониженным до конца опыта. На 20-й день количество его было ниже на 5,14% в сравнении с показателем кур в контрольной группе. Динамика кальция и

фосфора варьировали, что, вероятно, связано с появлением и нападением на кур новой (молодой) генерации клещей. К концу опыта содержание фосфора у кур опытной группы было ниже на 37,92% в сравнении с животными контрольной группы. Содержание железа оставалось пониженным, что коррелирует с количеством эритроцитов и гемоглобина у животных опытной группы и развитием анемии. На протяжении всего опыта количество магния в сыворотке крови кур опытной группы было пониженным до конца исследований и в конце их составляло лишь 5,35% от уровня магния у кур контрольной группы.

В связи с плохим общим состоянием птицы в первой группе назначен препарат «Янтарная кислота» в дозе 50 мг/кг массы тела внутрь с комбикормом. Дальнейшее наблюдение показало, что уже на второй день состояние кур первой группы резко улучшилось, увеличилась поедаемость корма, уменьшилось беспокойство. Прием воды – обычный. У кур второй группы клиническое состояние не улучшилось. В течение последующих трех дней состояние кур продолжало улучшаться, восстанавливалась яйцекладка, и на пятый день она не отличалась от кур третьей группы. Во второй группе пала еще одна курица.

С целью изучения последствий и остаточного влияния нападения на кур кровососущих клещей *Dermanyssus gallinae* птицы первой и второй групп были перемещены в чистые клетки, находящиеся в другом помещении. Было продолжено наблюдение, показавшее, что куры первой группы после лечения почти не отличались от птиц третьей. В то же время состояние птиц второй группы отличалось от третьей группы по массе тела и яйценоскости.

Исследования морфологического состава крови и ее некоторых биохимических показателей подтвердили возникновение серьезных патологических процессов при нападении на кур *Dermanyssus gallinae*.

При анализе содержания форменных элементов крови и гемоглобина установлено, что количество эритроцитов у больных птиц на первый день после назначения препарата оставалось пониженным ($2,14 \pm 0,05 \times 10^{12}/л$) и было примерно таким, как у больных птиц 2-й группы, не получавших лекарственные средства ($2,12 \pm 0,04 \times 10^{12}/л$). В дальнейшем отмечается рост уровня этих форменных элементов, и через 4 дня он был примерно таким же, как и в третьей группе ($2,53 \pm 0,07 \times 10^{12}/л$ – $2,57 \pm 0,1 \times 10^{12}/л$).

Следует отметить, что к концу опыта (17-й день) количество эритроцитов в первой группе $2,8 \pm 0,06 \times 10^{12}/л$ было выше на 10,24%, чем в третьей группе («чистый контроль») – $2,54 \pm 0,05 \times 10^{12}/л$. Вместе с тем у кур второй группы содержание эритроцитов оставалось пониженным – $2,22 \pm 0,06 \times 10^{12}/л$.

Анализируя лейкоцитарную реакцию, видим, что к третьему дню применения янтарной кислоты количество лейкоцитов стабилизировалось, однако было выше на 18,78% в сравнении с аналогичными показателями второй группы, куры которой заражались, но лечению не подвергались ($22,45 \pm 1,15 \times 10^9/л$, $18,9 \pm 0,4 \times 10^9/л$). К концу опыта содержание лейкоцитов в первой и третьей группах было примерно одинаковым ($24,75 \pm 0,25 \times 10^9/л$ – $23,3 \pm 1,5 \times 10^9/л$, но было выше на 44,31%, 35,86% соответственно, чем у птиц второй группы ($P < 0,001$; $P < 0,05$)).

Исследования уровня гемоглобина показали, что под влиянием янтарной кислоты активизируются процессы гемопоэза, что ведет к повышению содержания как эритроцитов, так и гемоглобина. Уже в течение первых 3 дней содержание гемоглобина значительно возросло и в течение всего опыта было повышенным, а к концу опыта было выше на 6,62%, чем в третьей группе ($95 \pm 0,4$ г/л, $89,1 \pm 0,3$ г/л, $P < 0,001$), и на 31,94%, чем во второй группе ($95 \pm 0,4$ г/л, $72 \pm 0,3$ г/л, $P < 0,001$). Подтверждением ранее сказанному является рост количества тромбоцитов, уровень которых к концу эксперимента в опытной группе составлял $41,9 \pm 0,4 \times 10^9/л$, у здоровых кур (третья группа) – $34,05 \pm 2,15 \times 10^9/л$.

Анализ протеинограммы показал, что при применении с лечебной целью янтарной кислоты активизируется белковообразовательная функция. Так, уже на третий день применения изучаемого препарата количество общего белка в сыворотке крови кур опытной группы составило $46,4 \pm 0,6$ г/л, у нелеченых – $42,75 \pm 1,55$ г/л ($P < 0,05$). В дальнейшем также отмечен рост уровня общего белка в сыворотке крови к концу опыта: он был не ниже, чем у здоровых кур.

Как показывают полученные нами данные, при интенсивных укусах *Dermanyssus gallinae* происходит резкое снижение содержания альбуминов. Их количество в течение первых 10 дней было пониженным из-за токсичного влияния попадающих в организм кур веществ в период кровососания. В то же время у кур, подвергшихся лечению, количество альбуминовой фракции было повышенным в сравнении с показателями контрольной группы ($18,5 \pm 0,4$ г/л, $13,3 \pm 1,1$ г/л, $P < 0,01$).

Отмечено положительное влияние янтарной кислоты на динамику глобулинов. После применения указанного препарата содержание этой фракции белка было повышенным в течение всего опыта. К концу исследований их количество было выше на 39,33% и 9,94% в сравнении с показателями кур второй и третьей групп ($P < 0,001$, $P < 0,05$).

Изучение ряда показателей естественной резистентности и иммунной реактивности у кур опытной и контрольной групп свидетельствует, что в ходе развития патологических процессов под влиянием укусов дерманиссусов нарушается функционирование систем естественной устойчивости и иммуногенеза, что было установлено нами также при анализе протеинограммы.

Анализируя показатели фагоцитоза, можно сделать вывод, что при применении янтарной кислоты фагоцитарная активность псевдоэозинофилов значительно усиливается и уже через 1 день после начала лечения была выше на 30,41% ($49,1 \pm 0,1\%$, $37,65 \pm 0,45\%$, $P < 0,05$), чем у нелеченых кур. Оставалась она более активной в течение всего опыта, хотя к концу исследований была примерно одинаковой, как и у здоровой птицы.

Дальнейший анализ данных показал, что под влиянием укусов *Dermanyssus gallinae* происходит резкое снижение лизоцимной активности сыворотки крови. Так, у больных кур она была ниже в 1,6 раза ($6,35 \pm 0,05\%$, $6,35 \pm 0,35\%$, $10,2 \pm 0,3\%$, $10,75 \pm 0,45\%$), чем у здоровой птицы. При назначении янтарной кислоты у кур опытной группы уже через 3 дня содержание лизоцима стабилизировалось и в дальнейшем сохранилось на повышенном уровне. К концу опыта оно было выше на 16,67% ($12,25 \pm 0,25\%$, $10,5 \pm 0,5\%$), чем в крови здоровых кур.

Аналогичная тенденция отмечена и при изучении бактерицидной активности сыворотки: факторы, объединяющие многие живые организмы, обеспечивающие устойчивость животных к неблагоприятным факторам внешней среды. Начиная с первых дней применения изучаемого препарата она была повышенной в течение 10 дней, к концу опыта была на 27,16% ($34,65 \pm 1,75\%$, $27,25 \pm 0,95\%$) выше ($P < 0,05$), чем у кур, не подвергавшихся лечению.

Изучение динамики некоторых ферментов сыворотки крови подтверждает ранее проведенные нами исследования о том, что дерманиссусы в период укусов вводят вещества, оказывающие весьма отрицательное влияние на многие органы, ткани и функционирующие системы, в том числе на активность таких ферментов, как щелочная фосфатаза и аминотрансферазы. Особое значение имеют последние, так как выполняют антитоксические функции. Из данных указанной таблицы можно заключить, что у больных нелеченых кур в течение всего опыта содержание аспартатаминотрансферазы было выше $58,8 \pm 0,4$ UI/л, чем в других группах. Такая же тенденция отмечена и при изучении динамики аланинаминотрансферазы. Так, к концу опыта количество ее было выше на 15,14%, чем у кур третьей группы ($31,95 \pm 0,45$ UI/л, $27,75 \pm 0,35$ UI/л) и на 40,13%, чем у кур опытной группы ($22,8 \pm 0,2$ UI/л). В то же время при применении янтарной кислоты (группа 1) уже в первые дни лечения количество аминотрансфераз стабилизировалось и до конца опыта было на уровне показателей у кур третьей группы.

Важнейшие процессы в жизнедеятельности живых организмов обеспечиваются обменом различных веществ, имеющих особенности химической структуры и взаимосвязи между собой. Среди них обмен углеводов – это наиболее распространенный процесс в организме высокоорганизованных животных. Он наиболее подвержен воздействию многих неблагоприятных факторов. Одним из показателей углеводного обмена является динамика глюкозы в процессе развития патологического состояния или применения химических и иных средств терапии и профилактики болезней. Как показали ранее проведенные исследования этого углевода крови, что подтверждено и в описываемом опыте. Так, на 10-й день количество глюкозы в сыворотке крови больных кур было в 1,2 раза меньше, чем у здоровой птицы ($11,65 \pm 0,25$ ммоль/л, $14,4 \pm 2,4$ ммоль/л). В то же время у птиц, подвергавшихся лечению янтарной кислотой, содержание глюкозы восстановилось уже через день после применения препарата и находилось примерно на таком уровне в течение всего опыта.

Анализ липидного обмена при применении янтарной кислоты выполнен на примере изучения триглицеридов, играющих важную роль в жизнедеятельности животных. Под влиянием янтарной кислоты в начальный период лечения происходит стабилизация липидного обмена, а в последующие дни даже некоторое увеличение количества триглицеридов на 2,34% в сравнении с показателями здоровых кур ($1,32 \pm 0,04$ ммоль/л, $1,29 \pm 0,01$ ммоль/л).

Анализ данных показывает, что у зараженных дерманиссусовыми клещами кур нарушается минеральный обмен макро- и микроэлементов. В течение всего периода применения янтарной кислоты содержание кальция в опытной группе находилось в пределах его уровня у здоровых кур (третья группа), однако даже к концу опыта было выше в 1,05 раза, чем у больной, не подвергавшейся лечению, птицы ($2,6 \pm 0,01$ ммоль/л, $2,47 \pm 0,19$ ммоль/л).

Значительное влияние оказал изучаемый препарат на восстановление уровня неограниченного фосфора. Так, уже через день после применения янтарной кислоты количество его в опытной группе было выше на 20,59% в сравнении с показателями больных кур, но нелеченых (вторая группа). В процессе всего периода наблюдений уровень этого макроэлемента в сыворотке крови был выше, чем у кур третьей группы.

Важнейшим микроэлементом является железо, входящее в состав многих органических соединений. Как свидетельствуют полученные нами данные, под влиянием янтарной кислоты происходит быстрое восстановление его уровня в сыворотке крови, и к пятому дню он был выше на

57,96% в сравнении с показателями кур второй группы ($19,35 \pm 0,05$ мкмоль/л, $12,25 \pm 0,25$ мкмоль/л). Высокое содержание железа в сыворотке крови птиц опытной группы сохранилось до конца наблюдений.

При анализе данных видно, что уже через день после применения янтарной кислоты уровень магния в сыворотке крови был выше на 21,47% в сравнении с данными второй группы и на 13,13% – с показателями кур третьей группы. В последующие дни количество его было повышенным, а к концу превышало на 14,56% в сравнении с показателями здоровых кур.

После проведения опытов в клинике кафедры паразитологии и инвазионных болезней УО ВГАВМ исследования по выяснению лечебной эффективности янтарной кислоты при дерманиссиозе кур были продолжены в условиях ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика». Для исследований было отобрано 237 кур в опытную группу (1-я) и 84 головы в контрольную (2-я группа). Куры отбирались с характерными признаками дерманиссиоза, преимущественно с наличием алопечий, точечных и полосчатых кровоизлияний. При позднем вечернем обследовании кур на их теле обнаруживали в среднем $158 \pm 17,3$ особей клеща *Dermanyssus gallinae*.

После общего клинического обследования курам опытной группы назначили препарат «Янтарная кислота» в дозе 50 мг/кг массы тела внутрь с комбикормом. Как показали наши наблюдения, уже через 2 дня у кур опытной группы резко улучшилось общее состояние, увеличился прием корма. К шестому дню применения препарата общее состояние птицы продолжало улучшаться, возросла яйценоскость родительского стада. В дальнейшем назначение препарата было прекращено, за этот период состояние кур контрольной группы не изменилось.

Опыт длился в течение 30 дней, в конце которого произведено выборочное взвешивание кур, рассчитан прирост массы тела, яйценоскость и сохранность поголовья. Получены следующие результаты: прирост массы тела в опытной группе составил 425 г, в контрольной – 282 г, получено яиц на курицу-несушку на 12 шт. больше, чем в контроле. В опытной группе сохранность поголовья составила 100%, в контрольной – 93,2% (выбыло 6 голов). Экономические расчеты показали, что окупаемость применения янтарной кислоты составляет 1,8 руб./рубль затрат.

Роль янтарной кислоты заключается в снабжении энергией митохондрий, что позволяет им, в свою очередь, осуществлять синтез АТФ, являясь активным корректирующим средством нарушений энергетического обмена при средних отклонениях, что мы и наблюдаем – выраженный восстановительный эффект.

Заключение. Успешный контроль дерманиссиоза в промышленном птицеводстве включает комплекс своевременной диагностики видового состава паразитов. Паразито-хозяйственные отношения при интенсивном нападении *D. gallinae* характеризуются развитием у кур анемии, угнетением, отказом от корма, снижением яйценоскости. На местах укуса появляются точечные покраснения кожи, кровоизлияния и расчесы. Нередко наблюдается падеж, особенно среди цыплят. У больных дерманиссиозом кур наблюдается эритропения ($1,8 \pm 0,06 \times 10^{12}/л$ – $1,91 \pm 0,01 \times 10^{12}/л$), лейкоцитопения (снижение на 25,78%), снижение фагоцитарной активности псевдоэозинофилов, лизоцимной и бактерицидной сыворотки крови. Отмечается усиление активизации щелочной фосфатазы, аспаратаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы. Нарушается белковый, углеводный и липидный обмены веществ. Применение янтарной кислоты в дозе 50 мг/кг массы тела внутрь является эффективным способом для нормализации гемостаза птицы после укусов клещей *D. gallinae*. Двукратное применение фармастомазана для санации в виде 0,1%-ной эмульсии для ограничения численности кровососущих клещей *Dermanyssus gallinae* в птицеводческих помещениях, использование экзолта в дозе 0,5 мг (ДВ) на кг массы тела двукратно с интервалом в 7 дней обеспечивает полное освобождение кур от кровососущих клещей *Dermanyssus gallinae*.

Conclusion. Successful control of dermanissiosis in industrial poultry farming involves a comprehensive, timely diagnosis of parasite species. During an intense *D. gallinae* attack, the parasite-host relationship is characterized by the development of anemia, depression, feed refusal, and a decrease in egg production in hens. Pinpoint reddening of the skin, hemorrhages, and scratching appear at the bite site. Mortality is often observed, especially among chickens. Chickens with dermanissiosis exhibit erythropenia ($1.8 \pm 0.06 \times 10^{12} / L$ - $1.91 \pm 0.01 \times 10^{12} / L$), leukopenia (a decrease of 25.78%), decreased phagocytic activity of pseudoeosinophils, lysozyme, and bactericidal serum levels. Increased activation of alkaline phosphatase, aspartate aminotransferase, and alanine aminotransferase is observed. Protein, carbohydrate, and lipid metabolism are disrupted. Oral administration of succinic acid at a dose of 50 mg/kg body weight is an effective method for normalizing hemostasis in birds after *D. gallinae* tick bites. Double application of Farmastomazan as a 0.1% emulsion for sanitation is used to control the number of *Dermanyssus gallinae* mites in poultry houses. The use of Exolt at a dose of 0.5 mg (active ingredient) per kg of body weight twice, 7 days apart, ensures complete elimination of *Dermanyssus gallinae* mites from chickens.

Список литературы.

1. Gerasimchik, V. A. Araxnozy` i e`ntomozy` pticz / V. A. Gerasimchik // Nashe sel'skoe hozyajstvo. – 2018. – № 1. – S. 42–46.
2. Miklashevskaya, E. V. E`ktoparazity` kur v promy`shlennom pticevodstve / E. V. Miklashevskaya // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2020. – T. 56, vyp. 3. – S. 120–128.
3. Miklashevskaya, E. V. Yantarnaya kislota v sisteme protivoparazitarny`x meropriyatij v pticevodstve / E. V. Miklashevskaya // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2020. – T. 56, vyp. 3. – S. 33–40.
4. Polyakov, V. A. Veterinarnaya e`ntomologiya : spravochnik / V. A. Polyakov, U. Ya. Ukanov, G. A. Veselkin. – Moskva : Agropromizdat, 1990. – 239 s.
5. Yatusevich, A. I. Akaricidny`e i insekticidny`e svoystva farmastomazana pri primenenii v pticevodstve/ A. I. Yatusevich, E. V. Miklashevskaya // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2020. – T. 56, vyp. 3. – S. 71–75.
6. Yatusevich, A. I. E`ktoparazity` kur v promy`shlennom pticevodstve : monografiya / A. I. Yatusevich, E. V. Miklashevskaya. – Vitebsk : VGAVM, 2024. – 180 s.
7. Schnieder, H. T. Veterinärmedizinische Parasitologie / H. T. Schnieder ; begr.: J. Boch, R. Supperer. – Stuttgart : Parey, 2006. – 785 s.

References.

1. Gerasimchik, V. A. Araxnozy` i e`ntomozy` pticz / V. A. Gerasimchik // Nashe sel'skoe hozyajstvo. – 2018. – № 1. – S. 42–46.
2. Miklashevskaya, E. V. E`ktoparazity` kur v promy`shlennom pticevodstve / E. V. Miklashevskaya // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2020. – T. 56, vyp. 3. – S. 120–128.
3. Miklashevskaya, E. V. Yantarnaya kislota v sisteme protivoparazitarny`x meropriyatij v pticevodstve / E. V. Miklashevskaya // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2020. – T. 56, vyp. 3. – S. 33–40.
4. Polyakov, V. A. Veterinarnaya e`ntomologiya : spravochnik / V. A. Polyakov, U. Ya. Ukanov, G. A. Veselkin. – Moskva : Agropromizdat, 1990. – 239 s.
5. Yatusevich, A. I. Akaricidny`e i insekticidny`e svoystva farmastomazana pri primenenii v pticevodstve/ A. I. Yatusevich, E. V. Miklashevskaya // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2020. – T. 56, vyp. 3. – S. 71–75.
6. Yatusevich, A. I. E`ktoparazity` kur v promy`shlennom pticevodstve : monografiya / A. I. Yatusevich, E. V. Miklashevskaya. – Vitebsk : VGAVM, 2024. – 180 s.
7. Schnieder, H. T. Veterinärmedizinische Parasitologie / H. T. Schnieder ; begr.: J. Boch, R. Supperer. – Stuttgart : Parey, 2006. – 785 s.

Поступила в редакцию 31.05.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-3-48-54

УДК 619:615.3:28.053.2

ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СЕЛЕЗЕНКЕ, ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНОЙ И ТОЩЕЙ КИШКЕ КРЫС ПОД ДЕЙСТВИЕМ АФЛАТОКСИНА В₁

Панковец Е.М. ORCID ID 0000-0001-8482-700X, Лях А.Л. ORCID ID 0000-0003-1255-4863

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

В данной статье описаны патоморфологические изменения в селезенке, двенадцатиперстной и тощей кишке лабораторных крыс под действием известных концентраций афлатоксина В₁, который задавался энтерально в дозах, равных предельно допустимому уровню (пду), установленных в Республике Беларусь (20 мкг/кг), а также ниже пду (10 мкг/кг). **Ключевые слова:** афлатоксин В₁, крысы, микотоксины, патоморфология.

PATHOMORPHOLOGICAL CHANGES IN THE SPLEEN, DUODENUM, AND JEJUNUM OF RATS UNDER THE INFLUENCE OF AFLATOXIN B₁

Pankovets E.M., Lyach A.L.

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

This article describes pathological changes in the spleen, duodenum, and jejunum of laboratory rats, exposed to known concentrations of aflatoxin B₁, administered orally at doses equal the maximum permissible levels established in the Republic of Belarus (20 and 10 µg/kg, respectively). **Keywords:** aflatoxin B₁, rats, mycotoxins, pathomorphology.

Введение. Организация крупных животноводческих производств предполагает не только большую концентрацию поголовья животных на ограниченной территории, максимальную автоматизацию производства, но и значительный запас кормов. Исходя из этого заготовка либо приготовление свежего корма становится не технологичной и затратной. На первое место в таких производствах выходят консервированные корма различных типов, которые, невзирая на тип пищеварительной системы животных, практически полностью составляют их рацион. Так для крупного рогатого скота, с учетом «консервативности» микрофлоры пищеварительного канала, рацион представлен сенажом и концентрированным кормом (комбикормом), для свиней и птиц – только комбикормом. В этой связи к кормам предъявляются высокие требования не только по питательности, но по параметрам безопасности для здоровья животных. Учитывая, что некоторые вредные вещества могут аккумулироваться в мясе и молоке, эти требования безопасности автоматически можно отнести и к людям [3].

Консервация корма подразумевает остановку всех аутолитических процессов в сырье, сохранение полезных качеств составных компонентов корма и недопущение порчи в процессе хранения. Последнее, вероятно, является самой важной и трудно достижимой задачей ввиду того, что корм является также благоприятной питательной средой для разного рода грибов и бактерий. В процессе своей жизнедеятельности патогенные виды грибов вырабатывают микотоксины, оказывающие негативное воздействие на организм животных, кумулирующиеся в их продукции и, при употреблении в пищу, патологически влияющие на организм человека.

Меры по профилактике и противодействию микотоксикозам стали разрабатывать с середины 20-го века, однако весьма успешными они пока что не стали. Безусловно, диагностика содержания микотоксинов в кормах и продукции поднялась на высокий уровень благодаря использованию современных методов иммунохроматографии [2, 3]. Определенного уровня достигла и профилактика, благодаря созданию неблагоприятной среды для развития грибов в сенаже, использованию консервантов, пленок для создания изолированных условий хранения. При этом зерновые культуры по-прежнему на четверть поражены грибами, а именно они составляют значительную часть рациона для любого вида продуктивных животных.

Помимо самих микотоксинов, большую проблему представляют их метаболиты, не определяемые обычными диагностическими наборами. При этом оказывающими едва ли не большее патологическое воздействие, чем сам токсин [2]. Снятие проблемы острых микотоксикозов не устранило проблему их латентного воздействия на организм. С учетом времени использования продуктивного животного это воздействие еще и хроническое. Поэтому актуальным стал вопрос экспресс диагностики влияния микотоксинов в низких концентрациях на органы и ткани животных [3]. Оценить это воздействие возможно, используя морфологические методы, способные визуально показать реакцию органа-мишени. К сожалению, латентное хроническое воздействие микотоксина, а зачастую нескольких микотоксинов, не позволяет провести дифференциальную диагностику по патогистологическим признакам [4]. Но даже не являясь патогномоничными, они позволяют диагностировать проблему в общем, принять меры по ее решению, в это же время проводя уточнение и дифференциацию микотоксина. В практическом животноводстве может и не понадобится точная диагностика и выявление микотоксинов, поскольку применяемые сорбенты и добавки, как правило, оказывают комплексный эффект, а на испорченные корма повлиять уже не удастся [6].

Целью исследований было изучение патогистологического влияния афлатоксина В₁ в низких концентрациях на организм крыс для оценки реакции различных органов на него.

Материалы и методы исследований. Исследования выполнены в УО ВГАВМ на базе кафедр анатомии животных, внутренних незаразных болезней, патологической анатомии и гистологии. Для оценки влияния исследуемого афлатоксина В₁ и его метаболитов случайным образом было сформировано 4 группы лабораторных крыс по 5 животных в каждой. Из них 2 группы были опытными (далее гр. 1 и гр. 3), которые индивидуально внутрижелудочно ежедневно получали стандарт афлатоксина В₁ в дозах 0,016 мл и 0,008 мл, что соответствовало содержанию афлатоксинов в зерносмеси 20 мкг/кг и 10 мкг/кг соответственно. Данные концентрации были выбраны исходя из того, что предельно допустимый уровень афлатоксина В₁ в зерне в РБ составляет 20 мкг/кг. В качестве вводимого микотоксина использовался аналитический стандарт афлатоксина В₁ 25,2 мкг/мл (производитель Trilogy Analytical Laboratory).

Крысам 4-й группы ежедневно перорально вводился ацетонитрил в дозе 0,016 мл/крысу, для исключения токсического влияния ацетонитрила, который использовался растворителем стандарта афлатоксина В₁ в опытных группах. Крысы 2-й группы были контролем и получали физиологический раствор в аналогичной дозе. Для кормления крыс, участвовавших в опыте, использовали зерносмесь (ячмень, пшеница, овес), заведомо не содержащую в себе афлатоксинов, в ежедневной дозе 20 грамм/крысу.

Спустя 8 недель крысы подвергались эвтаназии в соответствии с Директивой 2010/63/EU Европейского парламента и совета Европейского союза от 22.09.2010 г. по охране животных,

используемых в научных целях. После этого крыс взвешивали и проводили патологоанатомическое вскрытие с отбором материала для гистологического исследования. Отобранные органы фиксировали в растворе 10% забуференного формалина. В лаборатории кафедры патологической анатомии и гистологии, согласно стандартной методике [1], были приготовлены гистологические срезы, которые окрашивали гематоксилин-эозином и в последующем исследовали под микроскопом Olympus BX 51 с проведением фотографирования и морфометрических измерений в программе CellSenseStandart.

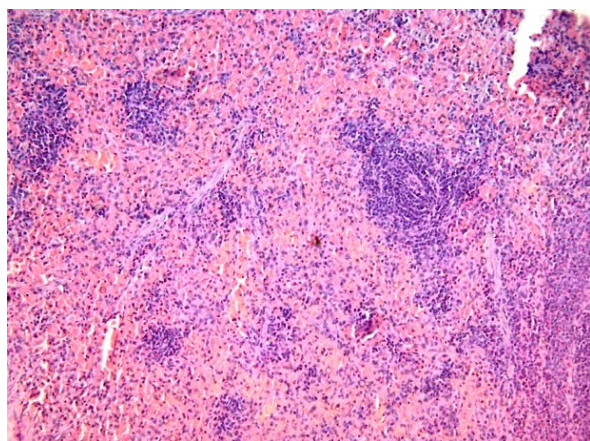
Статистическую обработку полученных данных проводили в пакете для анализа данных в MS excel. Количественные данные представлены в виде $M \pm \sigma$, где M – среднее значение, σ – стандартное отклонение. Для оценки значимости различий между опытными и контрольными группами использовали однофакторный дисперсионный анализ. Все различия считались значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследований. При исследовании селезенки опытных животных оценивали как микроморфологические изменения в гистосрезе, так и основные морфометрические показатели, которые указаны в таблице 1.

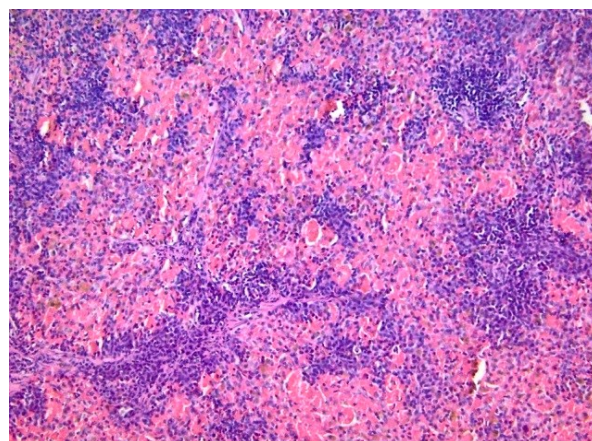
- Группа 1 (афлатоксин В₁ в дозе 20 мкг/кг). При исследовании селезенки данной группы крыс отмечали делимфатизацию белой пульпы. Микроскопически данные изменения проявлялись уменьшением количества лимфоидных узелков в селезенке (рисунок 1). Площадь лимфоидных узелков составила 11,93% от общей площади гистосреза, что в 1,4 раза меньше, чем в контроле. Количество лимфоидных узелков на 1 см² в 2,59 раза меньше, чем в контрольной группе, средняя плотность лимфоцитов - на 1 мкм² 21,17±1,85. Данный комплекс изменений указывают на иммунодефицитное состояние, которое вызывают метаболиты афлатоксина В₁.

Таблица 1 – Морфометрические показатели селезенки крыс опытных групп

Морфометрические показатели	Гр. 1 (20 мкг/кг)	Гр. 2 (контроль)	Гр. 3 (10 мкг/кг)	Гр. 4 (ацетонитрил)
Площадь лимфоидного узелка на единицу площади среза	10,31±0,66	31,28±1,49	8,45±0,50	20,65±1,54
Количество лимфоидных узелков на 1 см ²	42,16±3,26	116,41±10,84	54,06±4,58	98,06±11,57
Число лимфоцитов на 2000 мкм ²	42,91±0,69	52,16±0,44	42,83±0,45	55,87±0,49



**Рисунок 1 – Селезенка крысы 1-й группы.
Атрофия белой пульпы.
Окраска гематоксилин-эозином, х 200**



**Рисунок 2 – Селезенка крысы 3-й группы.
Атрофия белой пульпы.
Окраска гематоксилин-эозином, х 200**

- Группа 3 (афлатоксин В₁ в дозе 10 мкг/кг). При микроскопии гистосрезов селезенки данной группы крыс регистрировали схожие патоморфологические и морфометрические изменения, которые отражают развитие иммунодефицитных состояний, однако в меньшей степени интенсивности (рисунок 2).

Площадь лимфоидных узелков составила 8,89% от общей площади гистосреза, что в 1,9 раза меньше, чем в контроле. Количество лимфоидных узелков на 1 см² в 1,88 раза меньше, чем в контрольной группе, средняя плотность лимфоцитов - на 1 мкм² 21,45±1,13. Гистологическое строение селезенки в группах крыс, которые не получали афлатоксин с кормом, а также крыс, в рацион которых добавлялся ацетонитрил, соответствовало видовой норме (рисунок 3).

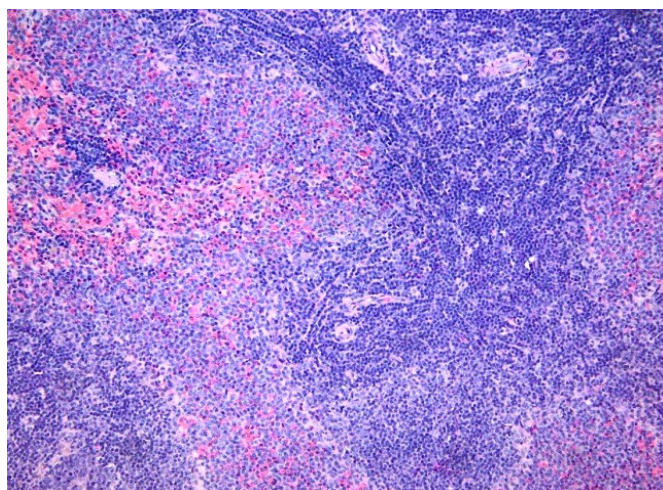


Рисунок 3 – Селезенка крысы 2-й группы. Нормальная гистологическая картина. Окраска гематоксилин-эозином, х 200

Селезенка в обеих группах сохранила правильную гистологическую конфигурацию, белая пульпа представлена многочисленными лимфоидными узелками (количество лимфоидных узелков на 1 см² составило 106,15 в контроле и 121,85 в контроле с ацетонитрилом соответственно). Плотность лимфоцитов в лимфоидных узелках на 1000 мкм² составила 23,97±1,68 и 28,72±2,26 соответственно.

Двенадцатиперстная и тощая кишка. При оценке патоморфологических показателей в тонком отделе кишечника (двенадцатиперстная и тощая кишка) опытных животных регистрировали как патогистологические изменения кишечника, так и измеряли основные морфометрические показатели, которые указаны в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Морфометрические показатели двенадцатиперстной кишки крыс опытных групп

Морфометрические параметры	Гр. 1 (20 мкг/кг)	Гр. 2 (контроль)	Гр. 3 (10 мкг/кг)	Гр. 4 (ацетонитрил)
высота ворсинки (20х)	623,48±77,72	645,43±82,62	619,65±40,72	638,61±35,93
толщина ворсинки (20х)	130,96±16,16	130,44±24,89	127,96±9,97	129,65±8,48
ширина собственной пластинки (40х)	50,30±12,43	69,13±11,73	57,13±7,25	42,82±8,23
количество бокаловидных клеток (40х) в 1 см ²	6,85	6,21	12,18	9,31
площадь бокаловидной клетки (40х)	147,07±66,27	116,26±43,44	113,80±35,89	108,96±38,58

Таблица 3 – Морфометрические показатели тощей кишки крыс опытных групп

Морфометрические параметры	Гр. 1 (20 мкг/кг)	Гр. 2 (контроль)	Гр. 3 (10 мкг/кг)	Гр. 4 (ацетонитрил)
высота ворсинки (20х)	418,15±93,23	452,83±37,65	336,16±46,82	432,38±14,99
толщина ворсинки (20х)	110,89±47,33	118,38±14,58	96,00±12,09	115,78±12,09
ширина собственной пластинки (40х)	49,27±10,17	67,72±10,09	51,00±5,04	63,44±9,05
количество бокаловидных клеток (40х) в 1 см ²	9,46	4,98	14,53	8,93
площадь бокаловидной клетки (40х)	102,68±50,13	99,64±24,35	62,76±25,30	63,44±9,05

Группа 1 (афлатоксин В₁ в дозе 20 мкг/кг). В двенадцатиперстной кишке отмечали хорошую визуализацию оболочек. Слизистая оболочка формирует ворсинки характерной цилиндрической формы, которые выстланы каемчатым эпителием (рисунок 4). Значимых статистических различий в длине и толщине ворсинок в двенадцатиперстной кишке между группами выявлено не было (таблица 2).

При этом в данной группе крыс регистрировали уменьшение толщины собственной пластинки по сравнению с контролем (таблица 2). Также в собственной пластинке апикальной части ворсинок были обнаружены мелкоочаговые инфильтраты эозинофилами, что расценивается как признак гиперчувствительности на месте первичного контакта афлатоксином В₁ (рисунок 5). Бокаловидные клетки округлой формы, с увеличением средней площади в 1-й группе на 20,95% и по сравнению с контрольной группой 2 (таблица 2), что указывает на большую секрецию муцина как основного компонента защитной слизи для стенки кишки (рисунок 6).

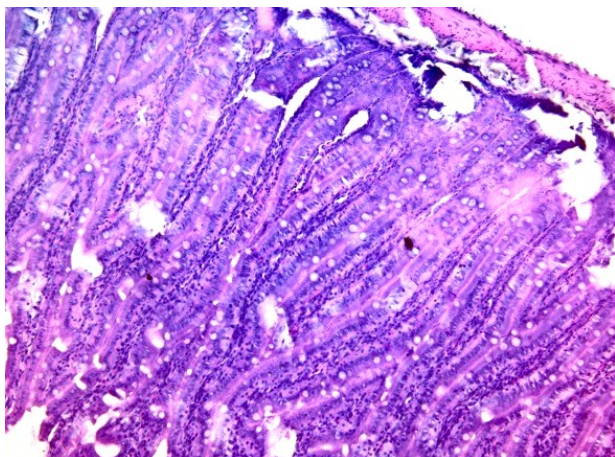


Рисунок 4 – Двенадцатиперстная кишка крысы 1-й группы. Нормальная гистологическая картина. Окраска гематоксилин-эозином, x 200

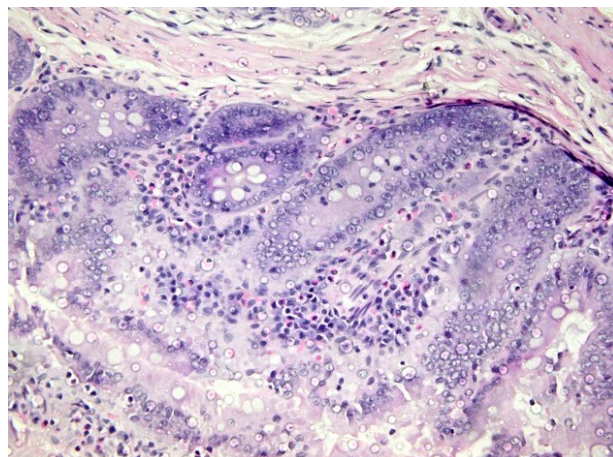


Рисунок 5 – Двенадцатиперстная кишка крысы 1-й группы. Инфильтраты собственной пластинки единичными эозинофилами. Окраска гематоксилин-эозином, x 400

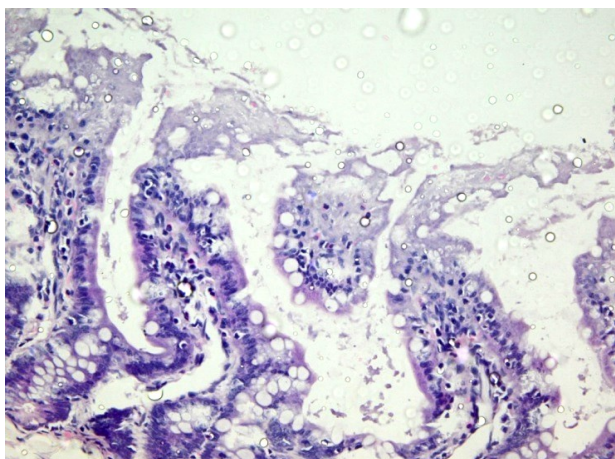


Рисунок 6 – Двенадцатиперстная кишка крысы 1-й группы. Увеличение числа бокаловидных клеток. Окраска гематоксилин-эозином, x 400

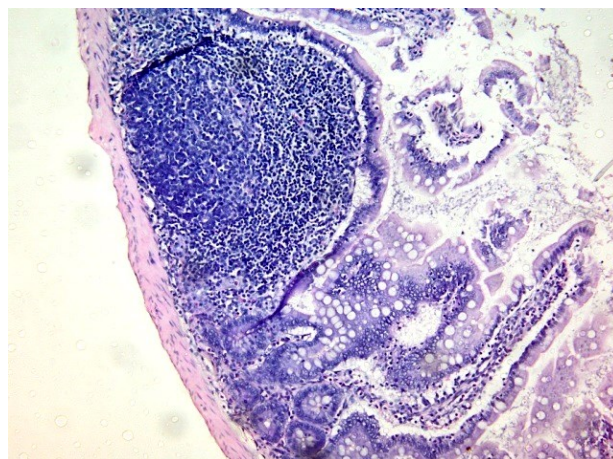


Рисунок 7 – Тошная кишка крысы 1-й группы. Обширные инфильтраты собственной пластинки ворсинки единичными эозинофилами и лимфоцитами. Окраска гематоксилин-эозином, x 200

В тощей кишке установлены альтеративные изменения в стенке, которые визуальнo проявлялись некрозом и десквамацией эпителия ворсинок, а также уменьшением высоты ворсинок на 22,9%, толщины ворсинок - на 6,4% и ширины собственной пластинки - на 27,3% по сравнению с контролем (таблица 3). В 1-й группе крыс собственная пластинка слизистой оболочки также имеет очаговые инфильтраты с лимфоцитами и эозинофилами, как и в двенадцатиперстной кишке (рисунок 7).

Бокаловидные клетки характерной формы, что указывает на среднюю степень секреторной активности. Выявленные патоморфологические изменения в тощей кишке свидетельствуют об активизации барьерной функции и лимфоидного аппарата кишечника в ответ на контакт с микотоксином на протяжении длительного времени.

- Группа 3 (афлатоксин В₁ в дозе 10 мкг/кг). Проводя анализ морфометрических показателей и патоморфологических изменений у крыс данной группы, следует сделать заключение о наличии негативного эффекта афлатоксина В₁ в более низкой дозе на основании нижеперечисленных статистически подтвержденных показателей:

1. Патоморфологические изменения в двенадцатиперстной кишке сходны с группой 1, однако имеют менее выраженную степень проявления (рисунок 8).

2. В двенадцатиперстной кишке гистологическое строение слизистой оболочки также сохранило свою нормальную структуру. Регистрировалась более выраженная, чем в контроле (группа 2), степень гиперсекреции бокаловидных клеток (средняя площадь бокаловидных клеток на 22,6% выше, чем в контрольной группе 2).

3. При исследовании гистосрезов тощей кишки установлены характерные для воздействия афлатоксина В₁ изменения, которые были зарегистрированы в группе 1. Имелись признаки

десквамации эпителия ворсинок, уменьшение высоты ворсинок на 25,7%, толщины ворсинок - на 18,9% и ширины собственной пластинки на 24,7% по сравнению с контролем (рисунок 9).

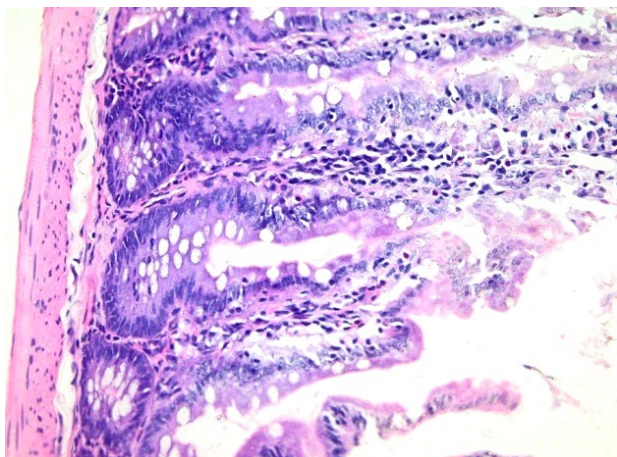


Рисунок 8 – Двенадцатиперстная кишка крысы 3-й группы. Инфильтраты собственной пластинки единичными эозинофилами. Окраска гематоксилин-эозином, х 400

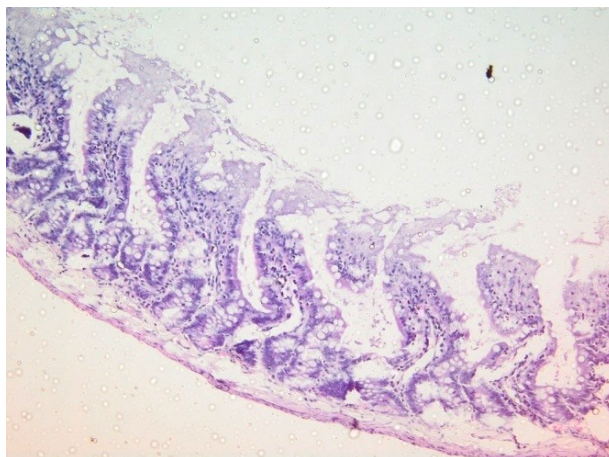


Рисунок 9 – Тощая кишка крысы 3-й группы. Инфильтраты собственной пластинки ворсинки единичными эозинофилами и лимфоцитами. Гиперсекреция бокаловидных клеток. Окраска гематоксилин-эозином, х 200

- Группы 2 и 4 (контроль без афлатоксина, контроль с ацетонитрилом соответственно). Гистологическая картина соответствует видовой норме. Оболочки тонкой кишки отчетливо видны. Ворсинки слизистой оболочки цилиндрической формы, выстланы каемчатым эпителием. Бокаловидные клетки не расширены, что указывает на их менее выраженную секреторную активность, чем в опытных группах. В собственной пластинке слизистой оболочки имеются единичные лимфоциты, в отдельных участках они образовывали лимфоидные узелки небольшого размера.

Заключение. Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что афлатоксин В₁ в концентрациях, равных 20 мг/кг (верхняя граница ПДУ) и сниженных в 2 раза (10 мг/кг), вызывает каскад альтеративных, экссудативных и пролиферативных изменений в тонком кишечнике крыс, а также атрофию и делимфатизацию белой пульпы селезенки. При этом патологические изменения в группе с более низкой дозой афлатоксина В₁ носили меньшую степень тяжести. Выявленные патоморфологические изменения отражают развитие приобретенного иммунодефицита под длительным влиянием афлатоксина В₁.

Conclusion. The data obtained lead to the conclusion that aflatoxin B₁, at concentrations of 20 µg/kg (the upper limit of the permissible level) and at half that level (10 µg/kg), induces a cascade of alterative, exudative, and proliferative changes in the small intestine of rats, as well as atrophy and delymphatization of the splenic white pulp. Notably, the pathological changes observed in the group receiving the lower dose of aflatoxin B₁ were less severe. The identified pathomorphological changes reflect the development of acquired immunodeficiency resulting from prolonged exposure to aflatoxin B₁.

Список литературы.

1. Корженевский, Д. Э. Основы гистологической техники / Д. Э. Корженевский, А. В. Гиляров. – Санкт-Петербург : СпецЛит, 2010. – 95 с.
2. Мухарлямова, А. З. Метаболические изменения афлатоксина В₁ / Э. Р. Рахметова, Н. Н. Мишина, А. М. Сайфутдинов // Актуальные вопросы науки и образования. – 2019. – № 21. – С. 429–431.
3. Панковец, Е. М. Использование иммуноферментного анализа для определения концентрации микотоксинов в органах, тканях и биологических жидкостях (обзор) / Е. М. Панковец, А. Л. Лях // Актуальные проблемы лечения и профилактики болезней молодняка: материалы Международной научно-практической конференции (г. Витебск, 2–4 ноября 2020 г.) / Витебская государственная академия ветеринарной медицины, Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии. – Витебск : ВГАВМ, 2020. – С. 104–108.
4. Панковец, Е. М. Адаптация ИФА набора «Прадоксин-Афлатоксин В₁» для определения концентрации афлатоксина В₁ в органах свиней / Е. М. Панковец, А. Л. Лях // Международный вестник ветеринарии. – 2025. – № 2. – С. 215–224.
5. Прудников, В. С. Микотоксикозы животных (патоморфология, диагностика и профилактика) / В. С. Прудников, А. В. Прудников // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2011. – Т. 47, вып. 1. – С. 111–114.

6. Gönenç, İ. M. Mycotoxin exposure and pregnancy / İ. M. Gönenç, N. Yılmaz Sezer, S. Yılmaz // *Crit Rev Toxicol.* – 2020. – Vol. 50, № 7. – P. 594–604.

References.

1. Korzhenevskij, D. E. Osnovy gistologicheskoy tekhniki / D. E. Korzhenevskij, A. V. Gilyarov. – Sankt-Peterburg : SpecLit, 2010. – 95 s.

2. Muhrlyamova, A. Z. Metabolicheskie izmeneniya aflatoksinov V1 / E. R. Rahmetova, N. N. Mishina, A. M. Sajfutdinov // *Aktual'nye voprosy nauki i obrazovaniya.* – 2019. – № 21. – S. 429–431.

3. Pankovec, E. M. Ispol'zovanie immunofermentnogo analiza dlya opredeleniya koncentracii mikotoksinov v organah, tkanyah i biologicheskikh zhidkostyah (obzor) / E. M. Pankovec, A. L. Lyah // *Aktual'nye problemy lecheniya i profilaktiki boleznej molodnyaka: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (g. Vitebsk, 2–4 noyabrya 2020 g.) / Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny, Vserossiyskij nauchno-issledovatel'skij veterinarnyj institut patologii, farmakologii i terapii.* – Vitebsk : VGAVM, 2020. – S. 104–108.

4. Pankovec, E. M. Adaptatsiya IFA nabora «Pradoksin-Aflatoksin V1» dlya opredeleniya koncentracii aflatoksinov V1 v organah svinej / E. M. Pankovec, A. L. Lyah // *Mezhdunarodnyj vestnik veterinarii.* – 2025. – № 2. – S. 215–224.

5. Prudnikov, V. S. Mikotoksikozy zhivotnyh (patomorfologiya, diagnostika i profilaktika) / V. S. Prudnikov, A. V. Prudnikov // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny»:* nauchno-prakticheskij zhurnal. – Vitebsk, 2011. – T. 47, vyp. 1. – S. 111–114.

6. Gönenç, İ. M. Mycotoxin exposure and pregnancy / İ. M. Gönenç, N. Yılmaz Sezer, S. Yılmaz // *Crit Rev Toxicol.* – 2020. – Vol. 50, № 7. – P. 594–604.

Поступила в редакцию 09.07.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-3-54-57
УДК 543.42

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА В ФАРМАКОПЕЙНЫХ ПРЕПАРАТАХ МЕТОДАМИ ПЕРМАНГАНАТОМЕТРИИ И АТОМНО-МОЛЕКУЛЯРНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Пипкина Т.В. ORCID ID 0000-0002-2761-8033, Петров В.В. ORCID ID 0000-0001-5940-6601

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

Проведен сравнительный анализ методов количественного определения пероксида водорода. Метод молекулярной абсорбционной спектроскопии обладает высокой чувствительностью, хорошей воспроизводимостью, экспрессивностью и может быть использован в фармакопейном анализе препаратов пероксида водорода. **Ключевые слова:** пероксид водорода, фармакопея, перманганатометрия, спектрофотометрия.

COMPARATIVE EVALUATION OF THE DETERMINATION OF HYDROGEN PEROXIDE IN PHARMACOPOEIA PREPARATIONS BY PERMANGANATOMETRY AND ATOMIC-MOLECULAR SPECTROSCOPY

Pipkina T.V., Petrov V.V.

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

Comparative analysis of methods of quantitative determination of hydrogen peroxide was conducted. The molecular adsorption spectrometry method possesses a high sensitivity, good reproducibility, expressivity and can be used in the pharmacopoeia analysis of hydrogen peroxide preparations. **Keywords:** hydrogen peroxide, pharmacopoeia, permanganatometry, spectrophotometry.

Введение. Важным этапом производства лекарственных средств является фармакопейный анализ, задача которого – оценка качества продукции фармацевтического производства. Фармакопейный анализ включает аналитические методы качественного и количественного определения состава лекарственных препаратов, сроков их хранения, методов стандартизации, представленных в фармакопейных статьях, технических условиях и другой нормативно-технической документации. Они представлены различными химическими, физическими и физико-химическими методами, позволяющими определять как активное действующее начало, вспомогательные вещества, так и различные примеси. Необходимо учитывать, что из исходного сырья в процессе технологического производства в лекарственные средства могут попадать тяжелые металлы, органические растворители и другие опасные вещества, которые требуют тщательного контроля за их содержанием. Например, ПДК органических растворителей первого класса токсичности составляет для бензола – 2, четыреххлористого углерода – 4, дихлорэтана – 8 р.р.м и др. [7]. От точности и чувствительности используемых в фармакопейном анализе методов зависит эффективность, безопасность и качество используемых лекарственных средств. Повышение требований к качеству фармацевтической продукции тесно связано с развитием и совершенствованием методов фармакопейного анализа. В настоящее время с этой целью все в

большей степени используются инструментальные (физические и физико-химические) методы исследования [6]. К их числу относится и метод молекулярно-абсорбционной спектрометрии (МАС). Он основан на специфическом поглощении электромагнитного излучения, в данном случае – молекулами пероксида водорода. В настоящей работе рассмотрены возможности этого метода в сравнении с титриметрическим методом перманганатометрии, приведенным в ГФ РБ [1, 2], и основанном на окислении пероксида водорода перманганатом калия в кислой среде.

Пероксид водорода в виде 3% раствора (смесь 3% раствора H_2O_2 и бензоата натрия), экстемпорального лекарственного средства (перекись водорода 3% раствор), а также в виде 30% раствора (субстанция для приготовления лекарственных средств) описаны в статьях ГФ РБ [1, 2]. Он используется как дезодорирующее, дезинфицирующее и антисептическое средство.

Целью исследований явилась оценка метода молекулярно-абсорбционной спектрометрии для фармакопейного анализа препаратов пероксида водорода.

Материалы и методы исследований. Для проведения исследования было приготовлено 20 растворов пероксида водорода с концентрацией от 1 до 30%, которые были использованы для определения H_2O_2 методом перманганатометрии. Количество пероксида водорода рассчитывали по объему 0,02N раствора $KMnO_4$, учитывая, что 1 мл такого раствора соответствует 0,000340 н H_2O_2 [2]. При определении пероксида водорода методом МАС растворы разводили в тысячу раз ($1 \cdot 10^{-3}$ – $30 \cdot 10^{-3}$). Оптическая плотность этих растворов измерялась спектрометрически при 240 нм в кварцевой кювете 10 мм против дистиллированной воды. Концентрацию раствора рассчитывали по уравнению Бугера-Ламберта-Бера, учитывая, что оптическая плотность раствора пероксида водорода линейно зависит от его концентрации [4, 5]. Нами было проверено наличие линейной зависимости между оптической плотностью и концентрацией H_2O_2 в диапазоне концентраций, используемых в клинической практике. Как показали результаты исследования, в этом диапазоне линейная зависимость имеет место (лучше всего в диапазоне $1 \cdot 10^{-3}$ – $20 \cdot 10^{-3}$), что позволяет использовать метод МАС в фармакопейном анализе. Так как в процессе анализа было установлено, что удельный коэффициент поглощения незначителен, но изменяется в зависимости от концентрации раствора, то при расчетах использовался усредненный коэффициент, рассчитанный по растворам нескольких концентраций отдельно для растворов 1-10% и 12-30% концентрации.

Для определения точности, правильности и воспроизводимости методов проводилась общепринятая оценка ошибок измерений [3]. Абсолютная ошибка определения (ΔC) определялась как разность между результатом определения и действительным значением, относительная ошибка (δ) – по формуле:

$$\delta = \frac{\Delta C}{C} \cdot 100\%.$$

где ΔC - абсолютная ошибка определения

C - действительное значение определяемой величины.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета анализа Microsoft Excel. Эта часть работы выполнялась на 3% растворе пероксида водорода в 10-кратной повторности.

Учитывались величины среднего ($\bar{X}$) и его ошибка ($\bar{X} \pm m$), стандартное отклонение (средняя квадратичная ошибка) (s), доверительный интервал ($\bar{X} \pm \Delta x$) с доверительной вероятностью $p < 0,05$, где Δx – полуширина доверительного интервала, который рассчитывался по формуле:

$$\Delta x = \frac{t \cdot s}{\sqrt{n}},$$

где t – табулированный критерий (коэффициент) Стьюдента, взятый при $p < 0,05$,

n – число определений.

Доверительный интервал характеризует рассеивание вариантов вокруг среднего и тем самым определяет воспроизводимость и статистическую достоверность метода. Для определения воспроизводимости метода использовалось правило двух стандартных отклонений ($\bar{x} \pm 2s$). Для положительной оценки метода за пределы этой величины должны выходить не более одного определения из десяти.

Результаты исследований. Результаты определения пероксида водорода методом перманганатометрии представлены в таблице 1.

Проводилась оценка двух групп растворов – с более низкой (1-10%) и более высокой концентрацией (12-30%). И абсолютная, и относительная ошибки определения составляют небольшую величину, допустимую для титриметрических методов исследования. Относительная ошибка является более объективной оценкой, так как она позволяет сопоставить абсолютную

ошибку с определяемой величиной. Для первой группы растворов относительная ошибка в среднем составила 0,5 отн. %, для второй – 0,34 отн. %. Статистическая оценка метода, проведенная по 3% раствору пероксида водорода в 10-кратной повторности, дала следующие результаты: ошибка среднего составила $3,07 \pm 0,04$, среднее квадратичное отклонение – 0,18, доверительный интервал, характеризующий, в каких пределах находится действительное значение определяемой величины, составил $3,07 \pm 0,13$ (при $p < 0,05$). При использовании правила двух стандартных отклонений, только один результат незначительно вышел за граничные пределы, что говорит о хорошей воспроизводимости метода.

Таблица 1 - Определение концентрации пероксида водорода методом перманганатометрии

Концентрация H_2O_2 , 1-10 %					Концентрация H_2O_2 , 12-30 %				
№ пробы	действительная концентрация, %	результат определения, %	абсолютная ошибка ΔC , %	относительная ошибка δ , отн. %	№ пробы	действительная концентрация, %	результат определения, %	абсолютная ошибка ΔC , %	относительная ошибка δ , отн. %
1	1	1,002	0,002	0,2	11	12	12,017	0,017	0,15
2	2	2,012	0,012	0,6	12	14	14,046	0,046	0,33
3	3	3,070	0,070	2,3	13	16	16,067	0,067	0,42
4	4	4,009	0,009	0,23	14	18	18,082	0,082	0,46
5	5	5,016	0,016	0,32	15	20	20,049	0,049	0,25
6	6	5,93	0,07	1,3	16	22	22,094	0,094	0,43
7	7	7,010	0,01	0,15	17	24	24,098	0,098	0,41
8	8	8,016	0,016	0,2	18	26	26,92	0,092	0,36
9	9	9,002	0,002	0,03	19	28	28,064	0,064	0,23
10	10	9,987	0,013	0,13	20	30	30,102	0,102	0,34

В таблице 2 представлены результаты исследования растворов пероксида водорода методом молекулярно-абсорбционной спектрометрии.

Таблица 2 - Определение концентрации пероксида водорода методом молекулярной абсорбционной спектрометрии

Концентрация H_2O_2 , 1-10 %					Концентрация H_2O_2 , 12-30 %				
№ пробы	Действительная концентрация, %	Результат определения, %	Абсолютная ошибка ΔC , %	Относительная ошибка δ , отн. %	№ пробы	Действительная концентрация, %	Результат определения, %	Абсолютная ошибка ΔC , %	Относительная ошибка δ , отн. %
1	$1 \cdot 10^{-3}$	$0,985 \cdot 10^{-3}$	$0,015 \cdot 10^{-3}$	1,5	11	$12 \cdot 10^{-3}$	$11,62 \cdot 10^{-3}$	$0,38 \cdot 10^{-3}$	3,2
2	$2 \cdot 10^{-3}$	$1,98 \cdot 10^{-3}$	$0,02 \cdot 10^{-3}$	1,0	12	$14 \cdot 10^{-3}$	$13,65 \cdot 10^{-3}$	$0,35 \cdot 10^{-3}$	2,5
3	$3 \cdot 10^{-3}$	$2,97 \cdot 10^{-3}$	$0,03 \cdot 10^{-3}$	1,0	13	$16 \cdot 10^{-3}$	$15,71 \cdot 10^{-3}$	$0,29 \cdot 10^{-3}$	1,8
4	$4 \cdot 10^{-3}$	$3,98 \cdot 10^{-3}$	$0,02 \cdot 10^{-3}$	0,5	14	$18 \cdot 10^{-3}$	$17,80 \cdot 10^{-3}$	$0,02 \cdot 10^{-3}$	1,1
5	$5 \cdot 10^{-3}$	$4,99 \cdot 10^{-3}$	$0,01 \cdot 10^{-3}$	0,2	15	$20 \cdot 10^{-3}$	$19,92 \cdot 10^{-3}$	$0,08 \cdot 10^{-3}$	0,4
6	$6 \cdot 10^{-3}$	$6,005 \cdot 10^{-3}$	$0,005 \cdot 10^{-3}$	0,09	16	$22 \cdot 10^{-3}$	$22,07 \cdot 10^{-3}$	$0,07 \cdot 10^{-3}$	0,3
7	$7 \cdot 10^{-3}$	$7,04 \cdot 10^{-3}$	$0,04 \cdot 10^{-3}$	0,58	17	$24 \cdot 10^{-3}$	$24,25 \cdot 10^{-3}$	$0,25 \cdot 10^{-3}$	1,0
8	$8 \cdot 10^{-3}$	$8,08 \cdot 10^{-3}$	$0,08 \cdot 10^{-3}$	1,2	18	$26 \cdot 10^{-3}$	$26,46 \cdot 10^{-3}$	$0,46 \cdot 10^{-3}$	1,7
9	$9 \cdot 10^{-3}$	$9,11 \cdot 10^{-3}$	$0,11 \cdot 10^{-3}$	1,2	19	$28 \cdot 10^{-3}$	$28,71 \cdot 10^{-3}$	$0,71 \cdot 10^{-3}$	2,5
10	$10 \cdot 10^{-3}$	$10,16 \cdot 10^{-3}$	$0,16 \cdot 10^{-3}$	1,6	20	$30 \cdot 10^{-3}$	$30,99 \cdot 10^{-3}$	$0,99 \cdot 10^{-3}$	3,3

Необходимо сразу отметить гораздо более высокую чувствительность метода, позволяющего работать с растворами намного более низкой концентрации. Причем даже при концентрации на 3 порядка ниже точность определения остается примерно на том же уровне. Для растворов 1-10% концентрации при небольшой абсолютной ошибке относительная ошибка составила в среднем 0,89 отн. %. Для растворов 12-30% концентрации она была несколько выше (1,78 отн. %), но оставались ниже ошибки, допустимой для титриметрических методов анализа (3-5%).

Статистическая оценка метода при исследовании 3% раствора пероксида водорода (10 параллельных проб) показала, что ошибка среднего лежит в пределах $2,95 \pm 0,05$ при среднем квадратичном отклонении (s) 0,015, доверительный интервал составил $2,95 \pm 0,24$ ($p < 0,05$). При использовании критерия χ^2_{2s} из десяти параллельных проб ни одна не вышла за пределы граничных значений, что подтверждает хорошую воспроизводимость метода МАС.

Необходимо отметить, что удельный коэффициент поглощения, рассчитанный для растворов пероксида водорода по уравнению Бугера-Ламберта-Бера, незначительно растет в зависимости от концентрации раствора (таблица 3).

Это, очевидно, связано с изменением структуры раствора пероксида водорода обусловленным его разведением, влияющим на характер абсорбции электромагнитного излучения в УФ – диапазоне. Для растворов 1-10% концентрации изменение удельного понижения

происходило в границах от 12,86 до 13,27 (в среднем 13,06), для растворов 12-30% - от 13,36 до 14,26 (в среднем 13,8). Эти усредненные коэффициенты и использовались при расчетах концентрации пероксида водорода.

Таблица 3 - Зависимость удельного коэффициента F от концентрации пероксида водорода

Действительная концентрация, %	Удельный коэффициент, F	Действительная концентрация, %	Удельный коэффициент, F
1	12,86	12	13,36
2	12,91	14	13,46
3	12,92	16	13,52
4	12,98	18	13,64
5	13,02	20	13,74
6	13,07	22	13,84
7	13,13	24	13,94
8	13,18	26	14,08
9	13,22	28	14,15
10	13,27	30	14,26

Заключение. Метод молекулярной абсорбционной спектрометрии обладает высокой чувствительностью, хорошей воспроизводимостью экспрессивностью и может быть использован в фармакопейном анализе препаратов пероксида водорода.

Conclusion. The molecular absorption spectrometry method possesses a high sensitivity, good reproducibility and expressivity and can be used in the pharmacopoeia analysis of hydrogen peroxide preparations.

Список литературы.

1. Государственная фармакопея Республики Беларусь. Т. 1. Общие методы контроля качества лекарственных средств / Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении ; под общей редакцией Г. В. Годовальникова. – Минск : Минский государственный ПТК полиграфии, 2006. – 656 с.
2. Государственная фармакопея Республики Беларусь : в 3 т. Т. 3. Контроль качества фармацевтических субстанций / Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении ; под общей редакцией А. А. Шерякова. – Молодечно : Победа, 2009. – 727 с.
3. Руководство по инструментальным методам исследования при разработке и экспертизе лекарственных препаратов. – Москва, 2014. – 656 с.
4. Зайдель, А. Н. Элементарные оценки ошибок измерений / А. Н. Зайдель. – Москва : Наука, 1965. – 79 с.
5. Исследование активности каталазы в гетеротопиях в экспериментальной модели эндометриоза / А. В. Разыграев, М. А. Петросян, Е. В. Базиян, Л. С. Полянских // Журнал акушерства и женских болезней. 2019. – Т. 68, № 6. – С. 57–63.
6. Тиолпероксидазные активности плазмы крови крыс, определяемые с использованием пероксида водорода и 5,5'-дитиобис (2-нитробензойной кислоты) / А. В. Разыграев, К. И. Таборская, М. А. Петросян, Ж. Н. Тумасова // Биомедицинская химия. – 2016. – Т. 62, № 4. – С. 431–438.
7. Холод, В. М. К возможности использования различных методов определения аскорбиновой кислоты в фармакопейном анализе / В. М. Холод, Т. В. Пипкина // В. М. Холод, Т. В. Пипкина // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2021. – Т. 57, вып. 3. – С. 117–122. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-3-117-122.

References.

1. Gosudarstvennaya farmakopeya Respubliki Belarus'. T. 1. Obshchie metody kontrolya kachestva lekarstvennykh sredstv / Centr ekspertiz i ispytaniy v zdravoohranenii ; pod obshchej redakciej G. V. Godoval'nikova. – Minsk : Minskij gosudarstvennyj PTK poligrafii, 2006. – 656 s.
2. Gosudarstvennaya farmakopeya Respubliki Belarus' : v 3 t. T. 3. Kontrol' kachestva farmacevticheskikh substancij / Centr ekspertiz i ispytaniy v zdravoohranenii ; pod obshchej redakciej A. A. SHeryakova. – Molodechno : Pobeda, 2009. – 727 s.
3. Rukovodstvo po instrumental'nym metodam issledovaniya pri razrabotke i ekspertize lekarstvennykh preparatah. – Moskva, 2014. – 656 s.
4. Zajdel', A. N. Elementarnye ocenki oshibok izmerenij / A. N. Zajdel'. – Moskva : Nauka, 1965. – 79 s.
5. Issledovanie aktivnosti katalazy v geterotopiyah v eksperimental'noj modeli endometrijoza / A. V. Razygraev, M. A. Petrosyan, E. V. Baziyan, L. S. Polyanskih // ZHurnal akusherstva i zhenskih boleznej. 2019. – T. 68, № 6. – S. 57–63.
6. Tiolperoksidaznye aktivnosti plazmy krovi krys, opredelyaemye s ispol'zovaniem peroksida vodoroda i 5,5'-ditiobis (2-nitrobenzoynoj kisloty) / A. V. Razygraev, K. I. Taborskaya, M. A. Petrosyan, ZH. N. Tumasova // Biomeditsinskaya himiya. – 2016. – T. 62, № 4. – S. 431–438.
7. Holod, V. M. K vozmozhnosti ispol'zovaniya razlichnykh metodov opredeleniya askorbinovoj kisloty v farmakopejnom analize / V. M. Holod, T. V. Pipkina // V. M. Holod, T. V. Pipkina // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2021. – T. 57, vyp. 3. – S. 117–122. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-3-117-122.

Поступила в редакцию 01.04.2026.

УТРИМАННЕ КЕТОНАВЫХ ЦЕЛАЎ І СВАБОДНЫХ ТЛУШЧАВЫХ КІСЛОТ У СЫВАРАТЦЫ КРЫВІ СВІНАМАТАК ПРЫ ГЕПАТАПАТЫЯХ

*Пятроўскі С.У. ORCID ID 0000-0001-5912-7258, **Катовіч І.В. ORCID ID 0009-0001-2354-4292

*УА “Віцебская ордэна “Знак Пашаны” дзяржаўная акадэмія ветэрынарнай медыцыны”,
г. Віцебск, Рэспубліка Беларусь

**УА “Віцебскі дзяржаўны ордэна Дружбы народаў медыцынскі ўніверсітэт”,
г. Віцебск, Рэспубліка Беларусь

У сываратцы крыві свінаматак з рознымі гепатапатэямі вызначалі ўтрыманне β -гідроксімаслянай кіслаты (β -ГМК) і свабодных (неэтэрыфікаваных) тлушчавых кіслот (СТК). З павелічэннем цяжкасці паражэнняў печані адзначалася павышэнне ўзроўню СТК. Змяненне канцэнтрацыі β -ГМК насіла рознааправяжаны характар: развіццё вострага гепатозу суправаджалася значным узростаннем колькасці дадзенага злучэння ў сываратцы крыві, а пры гепатапатэях з цяжкім цяжэннем назіралася памяншэнне яго канцэнтрацыі ў сываратцы крыві. Устаноўленыя карэляцыйныя ўзаемасувязі паказваюць, што пры пачатковай недастатковасці зніжаецца функцыянальная здольнасць печані ажыццяўляць β -акісленне тлушчавых кіслот і сінтэз кетонавых целаў. У свінаматак з хранічным гепатозам і цырозам печані адзначалася слабая карэляцыя паміж утрыманнем у крыві СТК і β -ГМК. Дададзеныя змяненні ўказваюць на развіццё энергадэфіцыту і прыгнёт сінтэтычнай функцыі печані. **Ключавыя словы:** свінаматакі, гепатапатэі, гепатоз, свабодныя тлушчавыя кіслоты, β -гідроксімасляная кіслата, сываратка крыві.

KETON BODIES AND FREE FATTY ACIDS CONTENT IN SERUM OF SOWS WITH HEPATOPATHIES

*Piatrouski S.U., **Katovich I.V.

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

**Vitebsk State Order of People's Friendship Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus

The serum levels of β -hydroxybutyric acid (β -HBA) and free (non-esterified) fatty acids (NEFA) were determined in sows with various types of hepatopathy. Increases in NEFA levels were observed with increasing severity of liver damage. Changes in β -HBA concentrations were multidirectional: the development of acute hepatosis was accompanied by a significant increase in serum levels of this compound, while in severe hepatopathy, a decrease in its serum concentration was observed. The established correlations indicate that liver failure reduces the liver's functional capacity to β -oxidize fatty acids and synthesize ketone bodies. A weak correlation between blood NEFA and β -HBA levels was observed in sows with chronic hepatosis and cirrhosis. These changes indicate the development of energy deficiency and suppression of the liver's synthetic function. **Keywords:** sows, hepatopathy, hepatosis, free fatty acids, β -hydroxybutyric acid, blood serum.

Уводзіны. Хваробы печані (гепатапатэі) шырока распаўсюджаны сярод свінаматак. Праведзены паслязрэзны агляд іх унутраных органаў выявіў наяўнасць макраскапічных адзнак гепатапатэі у 67,06-77,86% ад агульнай колькасці аглядаемых органаў з перавагай макрапрыкмет таксічнага гепатозу (вострага ці хранічнага) [1]. Праведзены доследы, якія дазвалялі высвятліць пераважную ролю менавіта таксічнай прыроды гепатапатэі (з развіццём таксікозу і ўзнікненнем таксічнага гепатыту ці гепатозу) [2; 3].

У медыцынскіх навуковых крыніцах апісана роля энергадэфіцыту як аднаго са значных укладнікаў у патагенез пры развіцці ў печані паталагічных змяненняў [4]. Энергадэфіцыт спрыяе развіццю ацыдозу і далейшаму пагаршэнню функцыянальнага стану печані. Трэба мець на ўвазе, што энергадэфіцытны стан у гэтым органе будзе спрыяць энергадэфіцыту ва ўсім арганізме, бо ў печані “перакрыжоўваюцца” розныя метабалічныя шляхі. Пры даследаванні энергетычнага абмену выключна важнае значэнне належыць вывучэнню ўтрымання ў арганізме кетонавых целаў: ацэтавоцатавай кіслаты (ацэтаацэтату), β -гідроксімаслянай кіслаты (β -гідроксібутырату), ацэтона. Вядома, што печань – асноўны орган, у якім “вырабляюцца” кетонавыя целы ў адказ на агульны энергадэфіцыт, узнікаючы ў арганізме. У той жа час змяненні метабалізму кетонавых целаў пры тых ці іншых паталогіях печані носяць рознааправяжаны характар. На ранніх стадыях развіцця хваробы іх прадукцыя можа павялічвацца, што суправаджаецца гіперкетанеміяй [5]. Іншыя навукоўцы сведчаць, што з нарастаннем цяжару паталогій печані кетагенез, наадварот, прыгнятаецца [6]. Усе гэтыя звесткі тычацца даследаванняў гуманнай (чалавечай) медыцыны. У свіней падобныя доследы не праводзіліся. У асобных навуковых працах паведамляецца пра наяўнасць кетанеміі пры тлушчавай дыстрафіі печані без указання на ступень яе цяжару [7].

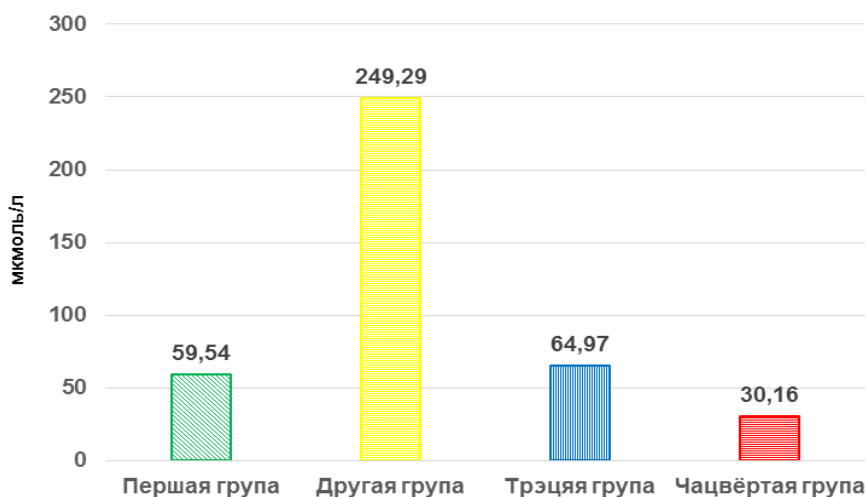
Вывучэнне ўтрымання кетонавых целаў у крыві свінаматак дазволіць зрабіць высновы аб стане энергетычнага абмену і функцыянальнай актыўнасці печані пры гепатапатэях, а таксама аб эфектыўнасці прафілактычных мерапрыемстваў. Атрыманне падобных высноў і стала **мэтай** нашай навуковай працы.

Матэрыял і метады даследаванняў. Ва ўмовах забойных пунктаў свінагадоўчых комплексаў падчас зарэзу свінаматак (асноўных), выбракаваных з прычыны нізкай колькасці нованароджаных парсят і малочнасці, сталага ўзросту, а таксама розных траўмаў былі выдзелены чатыры групы жывёл. Свінаматкі без наяўнасці макраскапічных змяненняў органаў, якія сведчылі б пра наяўнасць гепатапатый, былі аднесены да першай групы жывёл (23 свінаматкі), з адзнакамі вострага цяжэння гепатозу (таксічнай дыстрафіі печані) – да другой групы (10 свінаматак), жывёлы з адзнакамі хранічнага цяжэння гепатоза – да трэцяй (10 свінаматак), а жывёлы з макраскапічнымі адзнакамі развіцця інтэрстыцыяльнага гепатыту і цырозу печані – да чацвёртай (8 свінаматак). Падчас агляду і пальпацыі пячонок свінаматак вызначалі памер, форму краёў, афарбоўку, дольчаты будынак, кансістэнцыю, а таксама стан паверхні. Крытэрыі аднясення свінаматак да той ці іншай групы апісаны раней [8]. Наяўнасць гепатапатый у свінаматак была пацверджана гісталагічнымі даследамі.

Перад зарэзам свінаматак у іх была ўзята кроў для атрымання сывараткі і вызначэння ў ёй канцэнтрацыі β -гідроксімаслянай кіслаты (β -ГМК, β -гідроксібутырату) і свабодных (неэтэрыфікаваных) тлушчавых кіслот (СТК). Усяго з кожнай групы даследаваліся па 7 проб сывараткі крыві. Дзеля вывучэння ўтрымання ў сываратцы крыві β -гідроксібутырату была выкарыстана рэакцыя, заснаваная на ўтварэнні ў шчолачавым асяроддзі злучэння ацэтона з саліцылавым альдэгідам жоўта-аранжавага колеру. β -гідроксімасляная кіслата акісляецца да ацэтавоцатавай, якая пасля дэкарбаксілюецца да ацэтона [9, с. 113-115]. СТК вымяраліся метадам Нома ў мадыфікацыі М. Ю. Прохарава [9, с. 115-116].

Атрыманыя лічбавыя дадзеныя апрацоўвалі статыстычна з вызначэннем сярэдняга значэння ($\bar{X}$), стандартнага адхілення (σ), карэляцыйных узаемаадносін (r) і значнасці адрозненняў паміж мноствамі дадзеных. З улікам адносна невялікага аб'ёму выбарак і магчымай неадпаведнасці размеркавання нармальнаму закону для ацэнкі адрозненняў паміж незалежнымі выбаркамі было прынята рашэнне аб выкарыстанні непараметрычнага крытэрыя Мана-Уітні (U). Для вызначэння ўзаемасувязі вывучаных паказчыкаў (узроўняў СТК і β -гідроксібутырату ў сываратцы крыві) былі разлічаны каэфіцыенты карэляцыі (па Спірмену, r_s) і іх статыстычная значнасць. Методыка Спірмена была выкарыстана ў сувязі з неведомым размеркаваннем у выбраных сукупнасцях. Аналіз карэляцыйнай залежнасці праводзілі згодна з паказчыкамі табліцы Чэдака ($r < 0,3$ – карэляцыя слабая, $0,3-0,5$ – умераная, $0,5-0,7$ – прыкметная, $0,7-0,9$ – высокая, вельмі высокая – $r > 0,9$).

Вынікі даследаванняў. Намі вызначана, што ўтрыманне ў сываратцы крыві β -гідроксібутырату мела значныя адрозненні ў жывёл без наяўнасці прыкмет паталогій печані і ў свінаматак, у якіх такія прыкметы адзначаліся (малюнак 1).



Малюнак 1 – Утрыманне β -гідроксібутырату ў сываратцы крыві свінаматак

Паміж утрыманнем β -гідроксібутырату ў сываратцы крыві свінаматак розных груп былі вызначаны і пэўныя адрозненні (табліца 1).

Табліца 1 – Адрозненні паміж групамі свінаматак па ўтрыманні β -гідроксібутырату адпаведна са статыстыкай Мана-Уітні

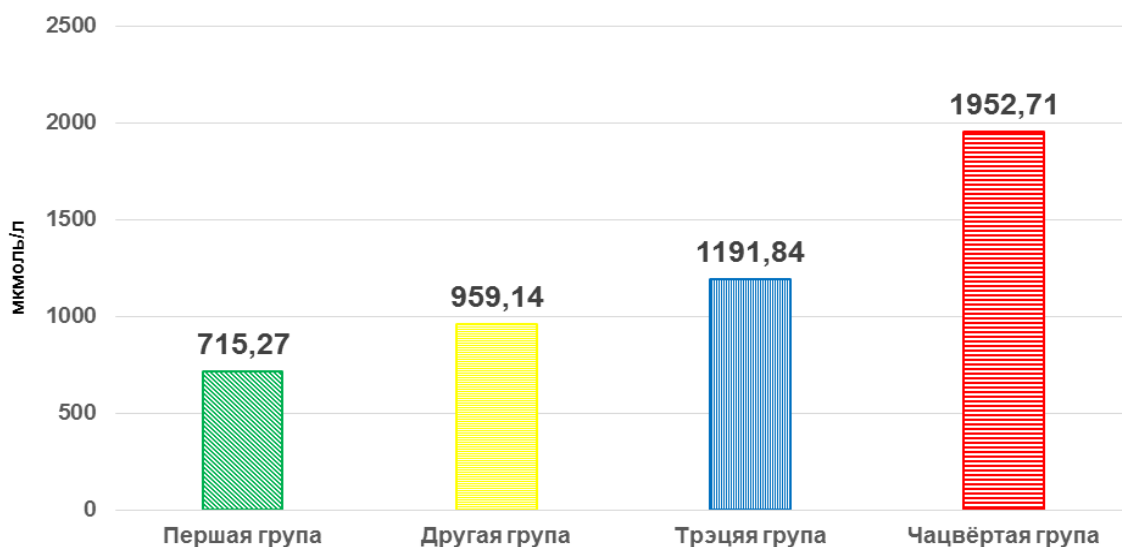
Група свінаматак	Першая	Другая	Трэцяя	Чацвёртая
Першая		<0,01	>0,05	<0,01
Другая	<0,01		<0,01	<0,01
Трэцяя	>0,05	<0,01		<0,01
Чацвёртая	<0,01	<0,01	<0,01	

Як вынікае з дадзеных даследаванняў, у свінаматак другой групы канцэнтрацыя β -гідроксибутирату ў сываратцы крыві была найвышэйшай і перавышала ўзровень першай групы ў 4,18 разы, трэцяй – у 3,84 разы, а чацвёртай – у 8,3 разы. Ва ўсіх выпадках розніца была статыстычна значнай. Магчыма, вызначаная тэндэнцыя абумоўлена ранняй стадыяй развіцця паталагічных змяненняў у парэнхіме печані, толькі пачаткам яе “атлусцення” і перапрацоўкай лішку тлушчавых кіслот у кетонавыя целы [10]. Тым самым ліквідуецца ўзнікаючы метабалічны стрэс, а паколькі кетонавыя целы – важкая крыніца энергіі (асабліва для мозгу і сэрца) для розных органаў і тканак (акрамя самой печані), то і энергадэфіцыт, што развіваецца ў арганізме. Усё гэта становіцца магчымым, паколькі цячэнне паталагічнага працэсу пакуль вострае і асноўныя функцыі печані (у тым ліку, сінтэтычная) прыгнятаюцца яшчэ нязначна.

Але паступова працэс становіцца хранічным. Адбываецца прагрэсіўнае зніжэнне функцыі мітахондрыяў і парушэнне сінтэзу кетонавых целаў, які ў іх адбываецца. У праведзеных даследах вызначана, што найменшы ўзровень β -гідроксибутирату вызначаўся ў сываратцы крыві свінаматак чацвёртай групы, макраскапічныя змяненні ў печані якіх адпавядалі цырозу. У параўнанні з паказчыкамі жывёл чацвёртай групы у першай групе канцэнтрацыя β -гідроксимаслянай кіслаты была вышэйшай на 97,4%, а ў трэцяй – у 2,15 разы (рознiца ў абодвух выпадках статыстычна значная).

Што тычыцца паказчыкаў жывёл трэцяй групы, то вызначанае ў іх сываратцы крыві ўтрыманне β -гидроксибутирату пацвярджае вышэйзгаданую тэндэнцыю: хранізацыя паталагічнага працэсу ў печані вядзе да прыгнячэння кетагенезу. У параўнанні з вострым цячэннем (другая група) адбываецца значнае змяншэнне канцэнтрацыі β -гидроксибутирату. У той жа час у параўнанні са здаровымі жывёламі (першая група) канцэнтрацыя кетонавага цела хоць і была вышэйшай на 12,1%, але розніца не мела статыстычнай значнасці. Аднак такая значнасць была вызначана паміж паказчыкамі жывёл трэцяй і чацвёртай груп.

У параўнанні з жывёламі першай групы ў свінаматак хворых на гепатопатыі адрозніваліся і канцэнтрацыі СТК у крыві (малюнак 2).



Малюнак 2 – Утрыманне свабодных тлушчавых кіслот у сываратцы крыві свінаматак

Звесткі аб статыстычнай значнасці адрозненняў утрымання СТК у сываратцы крыві свінаматак розных груп прыведзены ў табліцы 2.

Табліца 2 – Адрозненні паміж групамі ва ўтрыманні свабодных тлушчавых кіслот адпаведна са статыстыкай Мана-Уітні

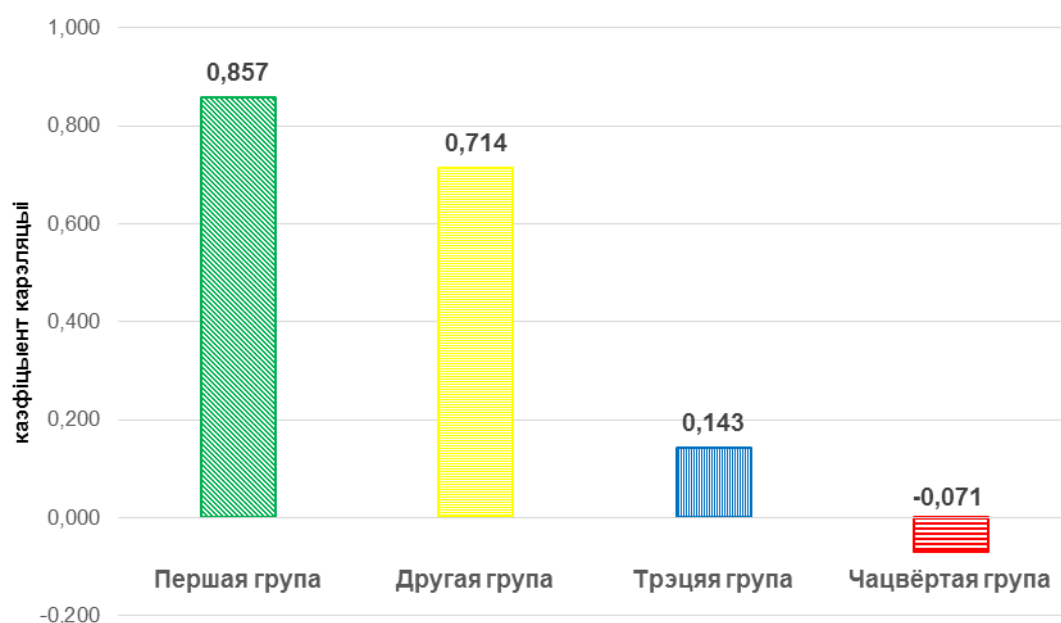
Група свінаматак	Першая	Другая	Трэцяя	Чацвёртая
Першая		<0,01	<0,01	<0,01
Другая	<0,01		<0,05	<0,01
Трэцяя	<0,01	<0,05		<0,01
Чацвёртая	<0,01	<0,01	<0,01	

Ва ўсіх свінаматак, у печані якіх вызначаліся макра- і мікраскапічныя змяненні, уласцівыя для гепатопатый, у сываратцы крыві ўзровень СТК з той ці іншай ступенню значнасці перавышаў паказчык жывёл першай групы (у другой – на 34,1%, у трэцяй – на 70,2%, а ў чацвёртай – у 2,73 разы). Верагодна, знойдзеная тэндэнцыя характарызуе шэраг патабіяхімічных змяненняў,

узнікаючых на фоне пячоначнай недастатковасці: парушэнне “ўтылізацыі” тлушчавых кіслот парэнхімай печані і прыгнячэннем іх бэта-акіслення. Канчатковым вынікам дадзенага працэсу можа стаць энергетычная недастатковасць у тканінах на ўзроўні арганізма свінаматкі (энергадэфіцыт).

Разлік карэляцый паміж утрыманнем у сываратцы крыві свінаматак розных груп β -гідроксібутырату і СТК паказаў наступнае (малюнак 3).

Паміж утрыманнем у крыві свінаматак першай і другой груп тлушчавых кіслот і β -гідроксібутырату была вызначана цесная станоўчая карэляцыя. Гэта можа сведчыць пра ўключэнне тлушчавых кіслот у рэакцыі кетагенезу і пра захаванне гэтых працэсаў у печані свінаматак пры вострым цяжэнні гепатозу. Варта адзначыць, што r_s у першай групе свінаматак быў статыстычна значным, а у другой групе – не (крытычнае значэнне для сукупнасці з 7 аб'ектаў для $p < 0,05$ складае 0,78). Аднак паказчыкі другой групы сведчаць аб наяўнасці рэальнай тэндэнцыі: калі ўзровень тлушчавых кіслот расце, то і ўзровень кетонавых целаў, хутчэй за ўсё, таксама павялічваецца. Атрыманаму выніку можна даць веры як сур'ёзнаму “сімptomу” сувязі. У трэцяй жа і чацвёртай групх карэляцыя была вельмі слабай і статыстычна нязначнай. Магчыма, у печані свінаматак пры хранічным гепатозе і цырозе гепатацыты не здольныя эфектыўна акісляць СТК і сінтэзаваць кетоны. Гэтая тэндэнцыя патрабуе дадатковых даследаў.



Малюнак 3 – Карэляцыя паміж утрыманнем β -гідроксібутырату і СТК у сываратцы крыві свінаматак

Заклучэнне. Праведзеныя даследаванні паказалі, што на фоне гепатапатый у печані свінаматак адбываюцца рознабаковыя змяненні ўтрымання ў сываратцы крыві кетонавых целаў (β -гідроксібутырату) і свабодных тлушчавых кіслот. Канцэнтрацыя СТК павялічвалася адпаведна з зроўнем цяжару гепатапатый, у той час як канцэнтрацыя β -гідроксібутырату, дасягнуўшы максімальнага ўтрымання ў сываратцы крыві ў свінаматак з вострым гепатозам, паступова змяншалася. Найменшы ўзровень β -гідроксібутырату вызначаўся ў свінаматак з макраскапічнымі змяненнямі ў печані, што характарызаваў цыроз. Разлік карэляцый паміж утрыманнем у сываратцы крыві СТК і β -гідроксібутырату стаў індикатарам функцыянальнай здольнасці печані праводзіць β -акісленне тлушчавых кіслот. Вызначаныя карэляцыйныя ўзаемасувязі паказваюць, што пры пячоначнай недастатковасці яна губляецца. Дадзеныя тэндэнцыі характарызуюць энергадэфіцытны стан як адзін са складнікаў патагенезу гепатапатый у свінаматак.

Conclusion. The conducted studies showed that against the background of pathological changes in the liver of sows, various changes in the content of ketone bodies (β -hydroxybutyrate) and free fatty acids in the blood serum occur. The concentration of STK increased in accordance with the severity of hepatopathies, while β -hydroxybutyrate, having reached its maximum content in the blood serum in sows with acute hepatosis, gradually decreased. The lowest concentration of β -hydroxybutyrate was determined in sows with macroscopic changes in the liver, which characterized cirrhosis. Determination of the correlation between the content of STK in the blood serum and the ketone body β -hydroxybutyrate became an indicator of the functional ability of the liver to carry out β -oxidation of fatty acids. The determined

correlations show that it is lost in liver failure. These trends characterize the energy deficiency state as one of the components of the pathogenesis of hepatopathies in sows.

Спіс літаратуры.

1. Пятроўскі, С. У. Гепатапатыйі свінаматак: звесткі аб распаўсюджванні па дадзеных паслязарэзнага агляду / С. У. Пятроўскі, А. І. Жукаў // *Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сборник научных трудов / Гродненский государственный аграрный университет*. – Гродно : ГГАУ, 2023. – Т. 60 : *Ветеринария*. – С. 117–125.
2. Панковец, Е. М. Патоморфологические изменения в печени и почках поросят под действием ДОНА и T2 токсина / Е. М. Панковец, А. Л. Лях, А. О. Бульбаш // *Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины"*. – 2021. – Т. 57, вып. 2. – С. 48–53. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-2-48-53.
3. Емельянов, В. В. Лекарственный гепатит у поросят / В. В. Емельянов, И. З. Севрюк // *Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины"* : научно-практический журнал. – Витебск, 2005. – Т. 41, вып. 1. – С. 46–49.
4. Koliaki, C. Hepatic energy metabolism in human diabetes mellitus, obesity and non-alcoholic fatty liver disease / C. Koliaki, M. Roden // *Molecular and Cellular Endocrinology*. – 2013. – Vol. 379, № 1–2. – P. 35–42. – DOI: 10.1016/j.mce.2013.06.017.
5. Kwon, S. Targeting ketone body metabolism to treat fatty liver disease / S. Kwon, R. Jeyaratnam, K.H. Kim // *Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. – 2024. – Vol. 27, Art. no 13375. – DOI: 10.3389/jpps.2024.13375.
6. Ketone body production is differentially altered in steatosis and non-alcoholic steatohepatitis in obese humans / V. T. Mannisto, M. Simonen, J. Hyysalo [et al.]. // *Liver International*. – 2015. – Vol. 35, № 7. – P. 1853–1861. – DOI: 10.1111/liv.12769.
7. Alsop, J. E. Porcine ketosis: a case report and literature summary / J. E. Alsop, D. Hurnik, R. J. Bildfell // *Swine Health and Production*. – 1994. – Vol. 2, № 2. – P. 5–9.
8. Пятроўскі, С. У. Гепатапатыйі свінаматак: макра- і мікраскапічныя змяненні ў печані і некаторыя паказчыкі прадукцыйнасці / С. У. Пятроўскі, А. І. Бальшакова, А. І. Жукаў // *Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины"*. – 2023. – Т. 59, вып. 4. – С. 35–42. – DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-4-35-42.
9. Холод, В. М. Справочник по ветеринарной биохимии / В. М. Холод, Г. Ф. Ермолаев. – Минск : Ураджай, 1988. – 168 с.
10. Nonalcoholic fatty liver disease, circulating ketone bodies and all-cause mortality in a general population-based cohort / A. Post, E. Garcia, E. H. van den Berg [et al.] // *Eur. J. Clin. Invest.* – 2021. – Vol. 51. – doi:10.1111/eci.13627.

References.

1. Pyatroŭski, S. U. Gepatapatyi svinamatak: zvestki ab raspaŭsyudzhvanni pa dadzeny paslyazareznaga aglyadu / S. U. Pyatroŭski, A. I. Zhukaŭ // *Sel'skoe hozyajstvo – problemy i perspektivy : sbornik nauchnyh trudov / Grodnenskiy gosudarstvennyy agrarny universitet*. – Grodno : GGAU, 2023. – T. 60 : *Veterinariya*. – S. 117–125.
2. Pankovec, E. M. Patomorfologicheskie izmeneniya v pecheni i pochkah porosyat pod dejstviem DONA i T2 toksina / E. M. Pankovec, A. L. Lyah, A. O. Bul'bash // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny"*. – 2021. – T. 57, vyp. 2. – S. 48–53. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-2-48-53.
3. Emel'yanov, V. V. Lekarstvennyj gepatit u porosyat / V. V. Emel'yanov, I. Z. Sevryuk // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny"* : nauchno-prakticheskij zhurnal. – Vitebsk, 2005. – T. 41, vyp. 1. – S. 46–49.
4. Koliaki, C. Hepatic energy metabolism in human diabetes mellitus, obesity and non-alcoholic fatty liver disease / C. Koliaki, M. Roden // *Molecular and Cellular Endocrinology*. – 2013. – Vol. 379, № 1–2. – P. 35–42. – DOI: 10.1016/j.mce.2013.06.017.
5. Kwon, S. Targeting ketone body metabolism to treat fatty liver disease / S. Kwon, R. Jeyaratnam, K.H. Kim // *Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. – 2024. – Vol. 27, Art. no 13375. – DOI: 10.3389/jpps.2024.13375.
6. Ketone body production is differentially altered in steatosis and non-alcoholic steatohepatitis in obese humans / V. T. Mannisto, M. Simonen, J. Hyysalo [et al.]. // *Liver International*. – 2015. – Vol. 35, № 7. – P. 1853–1861. – DOI: 10.1111/liv.12769.
7. Alsop, J. E. Porcine ketosis: a case report and literature summary / J. E. Alsop, D. Hurnik, R. J. Bildfell // *Swine Health and Production*. – 1994. – Vol. 2, № 2. – P. 5–9.
8. Pyatroŭski, S. U. Gepatapatyi svinamatak: makra- i mikraskapichnyya zmyanenni ŭ pechani i nekatoryya pakazchyki pradykcyjnasci / S. U. Pyatroŭski, A. I. Bal'shakova, A. I. Zhukaŭ // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny"*. – 2023. – T. 59, vyp. 4. – S. 35–42. – DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-4-35-42.
9. Holod, V. M. Spravochnik po veterinarnoj biohimii / V. M. Holod, G. F. Ermolaev. – Minsk : Uradzhaj, 1988. – 168 s.
10. Nonalcoholic fatty liver disease, circulating ketone bodies and all-cause mortality in a general population-based cohort / A. Post, E. Garcia, E. H. van den Berg [et al.] // *Eur. J. Clin. Invest.* – 2021. – Vol. 51. – doi:10.1111/eci.13627.

Поступила в редакцию 19.05.2026.

**ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКТОВ УБОЯ ИНДЕЕК
ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ГЕТЕРАКИДОЗЕ****Сарока А.М. ORCID ID 0000-0002-0261-5805, Захарченко И.П. ORCID ID 0000-0002-9101-9350,
Гурский П.Д., Сарока Д.Д.**УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

*В статье изложены результаты ветеринарно-санитарной экспертизы продуктов убоя индеек, экспериментально зараженных гетеракисами. Исследованиями установлено, что заражение индеек гетеракисами приводит к снижению их живой массы на 6,8%, убойного выхода – на 4,73%, а общей массы мясопродуктов – на 13,75%. Кроме того, снижается биологическая ценность и ветеринарно-санитарные показатели продуктов убоя. **Ключевые слова:** индейка, качество мяса, гетеракисы, продукты убоя, биологическая ценность, экспертиза.*

**VETERINARY AND SANITARY CHARACTERISTICS OF TURKEY SLAUGHTER PRODUCTS
IN EXPERIMENTAL HETERAKIDOSIS****Saroka A.M., Zakharchenko I.P., Hurski P.D., Saroka D.D.**

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

*This article presents the results of a veterinary and sanitary examination of slaughter products from turkeys experimentally infected with Heterakis. The study found that infection of turkeys with Heterakis leads to a 6.8% decrease in live weight, a 4.73% decrease in slaughter yield, and a 13.75% decrease in the total weight of meat products. Furthermore, the biological value and veterinary and sanitary indicators of slaughter products are reduced. **Keywords:** turkey, meat quality, Heterakis, slaughter products, biological value, examination.*

Введение. В последнее время большое внимание уделяется качеству мяса птицы. Одним из важнейших показателей пищевой ценности мяса является его химический состав. При этом особая роль принадлежит белкам, содержащимся в мясопродуктах, которые являются неотъемлемой частью пищи человека. Кроме того, актуальным остается вопрос экологической безопасности продуктов питания, потребляемых населением, который требует более жесткого подхода к содержанию токсических веществ в получаемых мясопродуктах [1, 2].

На качество продукции птицеводства оказывают влияние различные факторы, такие, как вид животного, порода, пол, возраст, упитанность, условия содержания, кормления, транспортировки и предубойной выдержки. Болезни птиц часто приводят к морфологическим изменениям в тканях, бактериальной обсемененности мяса и внутренних органов, замедленному созреванию мяса, ухудшению его органолептических и химических показателей [3, 4].

Мясо индеек обладает высокими вкусовыми качествами, что связано с морфологическими особенностями мышечной ткани и его физическими свойствами – нежностью и сочностью. Мышечное волокно птицы тоньше и соединительной ткани между ними меньше, чем у других животных. Соединительная ткань мяса птицы менее развита, не имеет жировых отложений и обладает меньшей прочностью, чем говядина или свинина, поэтому она значительно быстрее подвергается гидролизу при тепловой обработке [5].

Приятный запах мяса индеек объясняется образованием при варке специфического соотношения экстрактивных веществ (серосодержащих, карбонильных соединений аминокислот, белков, липидов и других компонентов мяса), участвующих в создании вкуса и аромата [1].

Цель исследований – проведение сравнительной оценки качества продуктов убоя здоровых и инвазированных гетеракисами индеек.

Материалы и методы исследований. Для определения живой массы индеек взвешивание проводилось по общепринятой методике на весах второго класса точности. В результате анатомической разделки была определена средняя масса тушки, убойный выход, выход съедобных и несъедобных частей. При обвалке учитывалась масса мякоти и масса костей, а также путем взвешивания определялась масса съедобных частей тушки.

Послеубойную ветсанэкспертизу, органолептические и физико-химические исследования продуктов убоя птицы проводили согласно «Ветеринарно-санитарным правилам ветеринарно-санитарного осмотра убойных животных и ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясных продуктов», 2008 г.

Методы химического и микроскопического анализа свежести мяса» по следующим показателям: реакция на аммиак и соли аммония, реакция на пероксидазу, кислотное число жира, перекисное число жира, pH.

Биологическую ценность и безвредность мяса определяли с помощью тест-объекта реснитчатых инфузорий *Tetrahymena pyriformis* [6].

Результаты исследований. Качество мяса и мясopодуkтов оценивается пищевой, биологической и энергетической ценностью, органолептическими показателями и санитарно-гигиенической и микробиологической безопасностью.

Для проведения ветеринарно-санитарной экспертизы продуктов убоя индеек при изучении влияния гетеракисов на организм птицы было отобрано по 3 индейки из опытной (зараженной гетеракисами в возрасте 28 суток) и контрольной (здоровая птица) групп в возрасте 17 недель. Убой проводился после 6-часовой голодной выдержки.

В результате анатомической разделки была определена средняя масса тушки, убойный выход, выход съедобных и несъедобных частей (таблица 1).

Таблица 1 – Послеубойные показатели тушек индеек на основании анатомической разделки

Показатели	Группы	
	контрольная	опытная
Живая масса, г	9143,94±185,8	8521,48±195,4*
Масса тушки, г	6883,6±214,4	6109,39±11,39*
Убойный выход, %	75,28±1,6	71,72±1,69
Масса потрошенной тушки, г	5711,46±149,33	5291,67±109,18*
Общая масса мышц, г	3970,71±110,66	3432±167,3**
Белое мясо, г	1818,05±105,69	1481±27,62*
Красное мясо, г	2153,14±216,7	1951±194,5
Масса съедобных частей, г	4858,59±142,44	4363±249,9*
Печень, г	123,84±6,74	113,67±9,45
Сердце, г	28,71±2,2	35,33±6,03
Масса мышечного желудка, г	141,19±6,5	123,33±11,68
Масса кожи с подкожным жиром, г	470,4±15,6	463±11,79
Масса внутреннего жира, г	167,5±1,4	179±6,24
Масса несъедобных частей, г	1747,87±79,19	1730,33±82,34
Кости, г	1392,69±100,78	1451±53,03
Отношение съедобных/несъедобных частей	2,78±0,21	2,51±0,24
Отношение мяса/костей	2,86±0,12	2,36±0,03**

Примечания: различия с контролем достоверны при: * - $P<0,05$; ** - $P<0,01$; *** - $P<0,001$.

Анализируя таблицу 1, можно сравнить основные позиции анатомической разделки индеек здоровых и зараженных гетеракисами. Живая масса индеек опытной группы уступает живой массе контрольной группы на 6,8% ($P<0,05$), убойный выход – на 4,73%.

Здоровая птица превосходит зараженную по общей массе тушки на 11,25% ($P<0,05$), массе потрошенной тушки – на 7,35% ($P<0,05$), общей массе мяса – на 13,57% ($P<0,01$), а также отдельно белого мяса – на 18,54% ($P<0,05$), массе мышечного желудка – на 12,65%, а, следовательно, по массе съедобных частей – на 10,2% ($P<0,05$).

Отношение съедобных частей к несъедобным и отношение общей массы мяса к костям выше у здоровых индеек по сравнению с зараженными на 9,7% и 17,48% ($P<0,01$) соответственно.

По органолептическим показателям все тушки не отличались друг от друга. Поверхность тушек была сухая, цвет кожи бледно-желтый, а в области бедер с внутренней стороны – розоватый. Запах специфический, свойственный свежему мясу птицы. Подкожный и внутренний жир слегка желтый, почти белый у здоровой птицы, со специфическим запахом. Мышечная ткань плотная, упругая, грудные мышцы белые, а тазобедренные – с розоватым оттенком.

При пробе варкой установлено, что бульон в случаях с контрольной и опытной был прозрачным и ароматным. Постороннего запаха не выявлено.

Охлаждение и хранение охлажденного мяса сопровождается сложным комплексом биохимических и физико-химических процессов, которые оказывают существенное влияние на свойства и пищевую ценность мяса. Именно эти процессы во многом определяют его важнейшие органолептические свойства: нежность, сочность, вкус и аромат [7].

Через 48 часов хранения (при температурном режиме +2+4°C и относительной влажности 85%) внешний вид тушек почти не изменился, лишь поверхность кожи стала более влажной и в области бедер приобрела синеватый оттенок.

Сероватый цвет, незначительная складчатость кожи, липкость под крыльями, в паху и складках кожи у тушек зараженной индейки появились после 72 часов хранения, а у птицы контрольной группы – после 96 часов хранения. Бульон при варке стал менее прозрачным, но запах остался специфическим.

Для решения вопроса о степени пригодности мяса в пищу проводили постановку реакций на аммиак, соли аммония и пероксидазу, определяли кислотное число жира, перекисное число жира, а также pH мяса. Результаты исследований отражены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические показатели мяса и жира больных гетеракидозом индеек

Группы	Показатели				
	Реакция на аммиак и соли аммония	Реакция на пероксидазу	Кислотное число жира, мг КОН	Перекисное число жира, % йода	pH
контрольная	Отриц.	Полож.	0,72±0,03	0,0067±0,0006	6,13±0,153
опытная	Отриц.	Полож.	0,78±0,03	0,0077±0,0006	6,07±0,115

Примечания: различия с контролем достоверны при: * - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$.

Реакция на аммиак и соли аммония, как в контрольной, так и в опытной группе была отрицательная.

Пероксидаза является окислительно-восстановительным ферментом, содержащимся в мясе животных и птицы. По степени его активности можно судить о процессах, протекающих в мышечной ткани при жизни птицы, а также в процессе созревания мяса. Реакция на пероксидазу в контрольной и опытной группах во всех случаях была положительной, т.е. этот фермент оставался активным.

Кислотное число жира – показатель, характеризующий степень свежести мяса птицы, так как птичий жир является легкоплавким и подвергается окислительной порче гораздо быстрее, чем жиры других животных. Исследования показали, что этот показатель не превышал нормы (не более 1 мг КОН) в контрольной (0,72±0,03 мг КОН) и опытной группах (0,78±0,03 мг КОН).

Перекисное число жира также не превышало допустимых уровней и находилось в мясе индеек контрольной и опытной групп в пределах 0,006-0,008 % йода (при норме до 0,01).

Реакция среды (pH) мяса является одним из важнейших показателей, дающих представление о полноте происходящих в мясе послеубойных изменений, в результате которых мясо приобретает желательные качественные показатели. В созревшем свежем мясе, полученном от убоя птицы из контрольной группы, величина pH составила 6,13±0,153, в опытной группе – 6,07±0,115.

Биологическая ценность складывается из питательности, безвредности, органолептических качеств и биологической активности продукта или, другими словами, она характеризует пищевые свойства, вкусовые достоинства и энергетические возможности.

Таблица 3 – Биологическая ценность и безвредность мяса больных гетеракидозом индеек

Группы	Относительная биологическая ценность мяса, %	Безвредность мяса (% патологических форм клеток)
контрольная	100	0,43±0,06
опытная	96,97±0,15	0,63±0,12

Примечания: различия с контролем достоверны при: * - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$.

Анализ таблицы 3 показал, что относительная биологическая ценность мяса индейки контрольной группы составляла 100%, опытной – в среднем 96,8-97,1%.

Для выяснения вопроса о безвредности мяса индейки исследования проводились с использованием тест-объекта инфузорий *Tetrahymena pyriformis*. В результате было установлено, что мясо, полученное от больной гетеракидозом птицы, безвредно и по токсичности идентично мясу, полученному от здоровой птицы (0,5-0,7% против 0,4-0,5%).

Мясо индеек богато минеральными веществами: железом, фосфором, калием, натрием, кальцием, магнием, цинком, что характеризует его биологическую и пищевую ценность. Микроэлементы (медь, марганец, никель, кобальт, алюминий и др.) в мышцах находятся в незначительном количестве, однако оказывают влияние на кроветворение, рост и развитие живого организма, а также на функции ферментов, гормонов, витаминов [1].

Анализ таблицы 4 показал, что продукты убоя больных гетеракидозом индеек по содержанию в них микро и макроэлементов в основном уступают таковым от здоровых индеек.

Причинами дефицита цинка, меди, селена, марганца и хрома в организме часто являются воспалительные процессы в пищеварительном тракте, в частности в тонком кишечнике, где происходит всасывание микроэлементов. В продуктах убоя индеек опытной группы снижение количества цинка составило: в белом мясе – на 9,54%, красном мясе – на 2,2%, в сердце – на 4,57% и в печени – на 18,95% ($P < 0,05$); меди – на 26,02%, 29,3%, 30,65% ($P < 0,05$), 20,68% ($P < 0,01$) соответственно; марганца – на 14,3%, 57,5%, 26,5%, 13,48% соответственно; хрома – на 20%, 57,1%, 28,6%, 51,8% соответственно.

Недостатком селена могут сопровождаться болезни с поражением не только кишечника, но и печени. В опытной группе содержание селена было ниже в красном мясе на 45,4%, в сердце – на 48,8% ($P<0,01$) и в печени – на 10,2% ($P<0,01$).

Таблица 4 – Содержание химических элементов в мясе и печени здоровых индеек

Показа-тели	Контрольная группа				Опытная группа			
	белое мясо	красное мясо	сердце	печень	белое мясо	красное мясо	сердце	печень
Цинк, мг/кг	16,35±0,67	39,19±2,4	32,63±0,44	37,02±2,12	14,79±0,9	31,14±1,98	16,35±0,67	29,99±3,13*
Медь, мг/кг	0,73±0,22	1,16±0,05	4,96±0,27	3,24±0,25	0,54±0,08	0,82±0,22	3,44±0,23**	2,57±0,32*
Марганец, мг/кг	0,14±0,03	0,4±0,04	0,68±0,05	2,82±0,17	0,12±0,05	0,18±0,12	0,5±0,11	2,44±0,22
Хром, мг/кг	0,1±0,06	0,07±0,04	0,07±0,01	0,06±0,03	0,08±0,05	0,03±0,01	0,05±0,02	0,026±0,0008
Железо, мг/кг	21,77±7	25,05±0,7	45,82±10,8	190,51±7,2	11,36±2,9	44,3±10,8	117,31±3,3**	404,97±47,6**
Селен, мкг/кг	640±75,38	943,24±117,5	1081,72±151,05	1426,7±184,9	741,45±234	515,16±64,3**	554,27±82,77**	1281,72±83,65
Кобальт, мкг/кг	14,84±0,2	19,33±2,08	15,4±0,5	34,46±2,44	14,79±0,67	19,6±7	14,53±0,97	28,03±1,35*
Магний, мг/кг	350,54±92,36	347,3±78,8	243,1±43	319,65±85,68	546,7±85,04	613,62±204	438,43±58,5	468,11±164,2
Калий, мг/кг	2482,9±203,3	2301,1±138,4	887,64±60,34	1135±169	845,2±264,7***	997±448,2*	574,06±120,1*	953,9±397,7
Натрий, мг/кг	556,6±15	1118,6±69	158,83±54	216,3±67	414,7±111,3	317,55±103,03***	78,75±6,2	263,11±84,2

Примечания: различия с контролем достоверны при: * - $P<0,05$; ** - $P<0,01$; *** - $P<0,001$.

Кобальт входит в состав витамина В₁₂, который у птиц синтезируется микрофлорой толстого кишечника. Недостаток его в организме индеек опытной группы объясняется паразитированием гетеракисов в слепых кишках и воспалительными процессами в них [8, 9]. По содержанию в белом мясе кобальта, по сравнению со здоровой птицей, колебания разницы незначительные: ниже на 0,34%, а в сердце и печени – на 5,6% и 18,7% ($P<0,05$) соответственно.

Закключение. Под влиянием гетеракисов снижаются производственно-экономические показатели мяса (уменьшение живой массы на 6,8%, убойного выхода – на 4,73%, общей массы мясопродуктов – на 13,75%). Экономический ущерб по потере продуктивности составил в среднем 2,91 руб/кг.

Conclusion. Under the influence of Heterakis, the production and economic indicators of meat decrease (reduction of live weight by 6.8%, slaughter yield – by 4.73%, total weight of meat products – by 13.75%). The economic loss of productivity averaged 2.91 rubles/kg.

Список литературы.

1. Гасилина, В. А. Качество мяса индеек / В. А. Гасилина, И. В. Максимова // Птицеводство. – 2010. – № 6. – С. 45–49.
2. Капитонова, Е. А. Экологические приемы повышения качества мяса цыплят-бройлеров в условиях ведения интенсивного птицеводства / Е. А. Капитонова // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2021. – Т. 57, вып. 3. – С. 85–90. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-3-85-90.
3. Фитотерапия в клинической ветеринарной паразитологии : монография / А. И. Ятусевич, И. А. Ятусевич, М. В. Скуловец [и др.]. – Витебск : Витебская государственная академия ветеринарной медицины, 2023. – 408 с.
4. Ятусевич, А. И. Динамика некоторых биохимических показателей крови индюшат при экспериментальном гетеракидозе / А. И. Ятусевич, А. М. Сарока // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2025. – № 28-2. – С. 219–225.
5. 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.
6. Методические указания по токсико-биологической оценке мяса, мясных продуктов и молока с использованием инфузорий *Tetrahymena pyriformis* (экспресс-метод) / В. М. Лемеш, П. И. Пахомов, А. Е. Янченко [и др.]; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск, 1997. – 13 с.
7. Буслович, С. Ю. Химические вещества и качество продуктов / С. Ю. Буслович, О. В. Дубенецкая, Н. В. Картамышева. – Минск : Ураджай, 1986. – С. 10.
8. Холод, В. М. Клиническая биохимия : учебное пособие : в 2 ч. / В. М. Холод, А. П. Курдеко. – Витебск : УО ВГАВМ, 2005. – Ч. 2. – 170 с.
9. Нормативные требования к показателям обмена веществ у животных при проведении биохимических исследований крови / С. В. Петровский, А. А. Белко, А. П. Курдеко [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 68 с.

References.

1. Gasilina, V. A. Kachestvo myasa indeek / V. A. Gasilina, I. V. Maksimova // *Pticevodstvo*. – 2010. – № 6. – S. 45–49.
2. Kapitonova, E. A. Ekologicheskie priemy povysheniya kachestva myasa cyplyat-brojlerov v usloviyah vedeniya intensivnogo pticevodstva / E. A. Kapitonova // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny"*. – 2021. – Т. 57, вып. 3. – S. 85–90. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-3-85-90.
3. Fitoterapiya v klinicheskoy veterinarnoy parazitologii : monografiya / A. I. YAtusevich, I. A. YAtusevich, M. V. Skulovec [i dr.]. – Vitebsk : Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny, 2023. – 408 s.
4. YAtusevich, A. I. Dinamika nekotorykh biohimicheskikh pokazatelej krovi indyushat pri eksperimental'nom geterakidoze / A. I. YAtusevich, A. M. Saroka // *Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva*. – 2025. – № 28-2. – S. 219–225.
5. 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 // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny"*. – 2024. – Т. 60, вып. 3. – S. 130–133. – DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-3-130-133.
6. Metodicheskie ukazaniya po toksiko-biologicheskoy ocenke myasa, myasnykh produktov i moloka s ispol'zovaniem infuzorij *Tetrahymena pyriformis* (ekspress-metod) / V. M. Lemesh, P. I. Pahomov, A. E. YAnchenko [i dr.]. ; Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny. – Vitebsk, 1997. – 13 s.
7. Buslovich, S. YU. Himicheskie veshchestva i kachestvo produktov / S. YU. Buslovich, O. V. Dubeneckaya, N. V. Kartamyшева. – Minsk : Uradzha, 1986. – S.10.
8. Holod, V. M. Klinicheskaya biohimiya : uchebnoe posobie : v 2 ch. / V. M. Holod, A. P. Kurdeko. – Vitebsk : UO VGAVM, 2005. – CH. 2. – 170 s.
9. Normativnye trebovaniya k pokazatelyam obmena veshchestv u zhivotnykh pri provedenii biohimicheskikh issledovaniy krovi / S. V. Petrovskij, A. A. Belko, A. P. Kurdeko [i dr.]. – Vitebsk : VGAVM, 2019. – 68 s.

Поступила в редакцию 05.06.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-3-67-72

УДК 619:616.993.192.1

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЧЕТАННОГО ПРИМЕНЕНИЯ ТОЛТРАЗУРИЛА И ХВОЙНО-ФИТОГЕННОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ЭЙМЕРИОЗА КОЗ

*Скорнякова О.О. ORCID ID 0009-0001-2552-6581, **Зайцева К.С.

*ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет», г. Киров, Российская Федерация

**Акционерное общество «Красное Знамя», Кировская область, Кумёнский район, Российская Федерация

В условиях производства на базе молочного козоводческого комплекса проведен опыт по определению лечебной эффективности сочетанного применения кокцидиостатика толтразурила и хвойно-фитогенной кормовой добавки при эймериозе молодняка коз. В течение опыта анализировали интенсивность зараженности и клиническое состояние животных, подсчитывали эффективность лечения, сохранность поголовья и динамику среднесуточных приростов живой массы. Результаты опыта показали высокую эффективность кокцидиостатика толтразурила суспензии 5%-ной в сочетании с хвойно-фитогенной кормовой добавкой при лечении эймериоза у молодняка коз. Абсолютный и среднесуточный приросты живой массы по группе составили в среднем $5,11 \pm 0,34$ кг и $85,10 \pm 5,75$ г соответственно, что больше, чем в другой опытной группе и контроле. Разница по сравнению с контрольной группой статистически достоверна. **Ключевые слова:** козы, эймериоз, толтразурил суспензия 5%, хвойно-фитогенная кормовая добавка, эффективность, привесы.

THE EFFECTIVENESS OF THE COMBINED USE OF TOLTRAZURIL AND CONIFEROUS-PHYTOGENIC FEED ADDITIVES IN THE TREATMENT OF GOAT EIMERIOSIS

*Skornyakova O.O., **Zaitseva K.S.

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

"Vyatka state agrotechnological university", Kirov, Russia

**Actional society "Krasnoe Znamya", Kirov region, Kumensky district, Russian Federation

In the conditions of production on the basis of a dairy goat breeding complex, an experiment was conducted to determine the therapeutic effectiveness of the combined use of coccidiostatic toltrazuril and a coniferous-phytogenic feed additive for eimeriosis in young goats. During the experiment, the intensity of infection and the clinical condition of animals were analyzed, the effectiveness of treatment, the safety of livestock and the dynamics of average daily weight gain were calculated. The experimental results showed the high effectiveness of coccidiostatics toltrazuril suspension 5% in combination with a coniferous-phytogenic feed additive in the treatment of eimeriosis in young goats. The absolute and average daily weight gains in the group averaged 5.11 ± 0.34 kg and 85.10 ± 5.75 g, respectively, which is more than in the other experimental group and the control. The difference compared to the control group is statistically significant. **Keywords:** goats, eimeriosis, toltrazuril suspension 5%, coniferous-phytogenic feed additive, effectiveness, weight gain.

Введение. Одной из главных проблем в развитии козоводства является тенденция к распространению новых и возвращающихся болезней, особенно вызванных эймериями. Многие их виды обладают высокой вирулентностью и часто вызывают расстройство функции пищеварительного тракта, истощение животных, заканчивающиеся летальным исходом, особенно молодняка [19]. Зараженность животных в различных регионах РФ составляет 42-100%, смертность среди козлят достигает 69%. По причине хронического эймериоза в организме больного животного не усваивается до 40% корма [7]. Снижение среднесуточных привесов регистрируют у зараженных эймериями телят, поросят, цыплят. Недополучение живой массы у телят, зараженных эймериями, составляет в среднем $21,5 \pm 2,6$ кг [10]. Сумма совокупного ущерба от кокцидиоза в свиноводстве в денежном выражении эквивалентна недополучению от 10 до 30,0% привеса и гибели молодняка до 100% [22]. Ущерб мясной продуктивности составляет по 270 г на бройлера; выход цыплят первой категории снижается до 20%; затраты корма увеличиваются на 5-15% [8].

Наибольшую интенсивность выделения ооцист отмечают у козлят в возрасте 5-6 месяцев в сентябре-октябре с максимальным уровнем эймериозной инвазии до 79,0-87% (99,5%) [13, 20]. У козлят до 6-месячного возраста может быть 100%-ная зараженность и высокая интенсивность инвазии (более 5000 ооцист в 1 грамме фекалий) [19].

При лечении эймериоза сельскохозяйственных животных применяют химически синтезированные кокцидиостатики (декоквионат, робенидин гидрохлорид, клопидол, толтразурил, диклазурил, ампролиум и его производные и др.), которые эффективно действуют против всех видов эймерий, но при применении которых у эймерий быстро развивается резистентность [12, 8].

В последние годы для профилактики и лечения кокцидиозов молодняка животных стали использовать препарат *Toltrazuril triazinetrione*, который эффективен в отношении всех видов кокцидий, паразитирующих у свиней, козлят, ягнят, телят, кроликов и пушных зверей. Толтразурил блокирует дыхательные ферменты и процессы деления ядра, а также оказывает повреждающее действие на митохондрии кокцидий, в результате чего нарушается процесс формирования макрогаметоцитов, что вызывает гибель паразита [18]. Проведены производственные испытания препарата «Эймертерм суспензия 5%», созданного на основе толтразурила с целью профилактики и лечения кокцидиозов телят, поросят и норок, и установлено его лечебное и профилактическое действие против эймериозов однократно, в дозах: телятам – 3 мл суспензии на 10 кг массы; поросятам – 0,4 мл суспензии на 1 кг массы; норкам – 0,14 мл на 1 кг живой массы; и повышение сохранности поголовья животных [15]. В условиях частного фермерского хозяйства изучена и установлена 100%-ная лечебная эффективность 5%-ной пероральной суспензии «Эймертерм» в дозе 0,14 мл (7 мг толтразурила) на 1 кг живой массы однократно при эймериозе кроликов при интенсивности заражения 9999-12221 ооцист в 1 г фекалий [11]. Установлено, что толтразурил в форме 5%-ной суспензии в дозе из расчета 14 мг/кг массы внутрь однократно индивидуально обеспечивает 100%-ное освобождение от кокцидий у телят в возрасте 3-4 месяцев [1]. В ходе производственного испытания препарат «Эймертерм 5%» против эймериоза коз в возрасте 3 месяцев зааненской породы, средней живой массой 16 кг в дозе 0,4 мл (20 мг толтразурила) на 1 кг живой массы однократно (по инструкции производителя) не показал терапевтического эффекта. Для лечения эймериозов коз препарат «Эймертерм 5%» рекомендуется применять в данной дозировке один раз в сутки в течение двух дней индивидуально, а при групповой даче дозу препарата следует увеличить на 20-30% [16]. Ятусевич А.И. с соавторами предлагает использовать толтразурил в смеси с комбикормом на протяжении 10-14 суток [18].

Фитогенные кормовые добавки становятся все более популярными в современном животноводстве благодаря своим растительным компонентам, которые способствуют улучшению пищеварения, укрепляют иммунную систему и повышают продуктивность животных [6]. Кормовые добавки растительного происхождения (фитобиотики) – это природные биологически активные соединения растительного происхождения, используемые в питании животных. Прошедший опыт 15 лет после запрета антибиотиков (с 2006 года) в развитых странах показал, что фитобиотики могут быть успешным решением в рационе питания сельскохозяйственных животных для стимулирования прироста живой массы и повышения продуктивности [14]. Наличие каротиноидов, полипептидов, фитоэстрогенов, сапонинов, содержащихся в фитобиотиках, способствует повышению антибактериальной и антигельминтной активности, антиоксидантных качеств, выделению противовоспалительных цитокинов. Они стимулируют рост, улучшают иммунитет, поддерживают микрофлору желудочно-кишечного тракта в оптимальном состоянии [2].

Проведенные опыты по определению эффективности хвойно-фитогенных кормовых добавок при эймериозной инвазии у телят молочного и молочного периода выращивания как в условиях телячьей деревни, так и при групповом методе выращивания показали высокую эффективность при введении в рацион курсами в течение длительного периода. Кормовые добавки хорошо поедаются телятами и способствуют устранению признаков диареино-диспептического синдрома и гастроэнтерита [5, 21]. Основу добавок составляет хвойный экстракт древесной зелени сосны обыкновенной, экстрагируемый глицерином при температуре 60-120°C в соотношении 1:5 [4].

В связи с этим актуальность наших исследований связана с разработкой комбинированной схемы лечения эймериоза у молодняка коз, сочетающей использование традиционных препаратов с натуральными хвойными кормовыми добавками (фитобиотиками), содержащими в своем составе такие биологически активные вещества, как витамины, микро- и макроэлементы, фитонциды и др., которые способны повышать резистентность и продуктивность животных [2, 17].

Целью данной работы является оценка лечебной эффективности сочетанного применения кокцидиостатика толтразурила и хвойно-фитогенной кормовой добавки при эймериозе молодняка коз.

Материалы и методы исследований. Работа выполнена на базе молочного козоводческого комплекса Акционерное общество «Красное знамя» Кумёнского района Кировской области в период с октября по декабрь 2025 года. Объектом исследования были козочки зааненской породы белой масти молочного направления в возрасте 5-6 месяцев, которые выращиваются стойлово-групповым методом. По статистике среди всех болезней в данном хозяйстве чаще встречаются заболевания желудочно-кишечного тракта, которые составляют 43,8% от общего числа заболевших [3].

При проведении опыта использовали кокцидиостатик толтразурил в форме суспензии 5%-ной в дозе 0,4 мл/кг массы тела животного перорально, индивидуально, однократно и хвойно-фитогенную кормовую добавку (ХФКД), содержащую глицериновый экстракт древесной зелени сосны обыкновенной, льняной жмых, отруби, сахар, в дозе 5,0 мл на голову групповым методом в смеси с комбикормом ежедневно в течение 2 месяцев.

Для изучения терапевтической эффективности препаратов были сформированы 2 опытные и одна контрольная группы козочек, спонтанно инвазированные эймериями, по 10 голов в каждой. Группы сформированы по принципу пар-аналогов, с учетом породы и возраста. Козочкам 1-й опытной группы задавали толтразурил однократно. Животным 2-й опытной группы задавали толтразурил однократно и ХФКД в течение 60 суток. Козочки контрольной группы препараты не получали. Все животные в течение опыта находились в одинаковых условиях содержания и кормления. За состоянием животных вели клинические наблюдения. Для оценки абсолютного и среднесуточного прироста живой массы проводилось взвешивание животных на специализированных электронных весах трехкратно: до обработки и с интервалом в 30 суток.

Для диагностики эймериоза отбирались пробы фекалий из прямой кишки и исследовались методом Фюллеборна согласно ГОСТ 25383-82 «Животные сельскохозяйственные. Методы лабораторной диагностики кокцидиоза» и «Методическим указаниям по лабораторной диагностике эймериозов животных» от 05.06.2000 г. №13-7-2/2045 на базе научной лаборатории иммунобиохимического анализа биологических объектов и ветеринарной паразитологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет». Идентификация видов эймерий осуществлялась после их культивирования по «Определителю паразитических простейших» (М.В. Крылов, 1996) на бинокулярном микроскопе «Микромед-1»; для морфометрической оценки возбудителей использовали цифровую камеру (видео-окуляр) серии Tour Cam 3.1 MP и программное обеспечение анализа изображений Tour View.

Для оценки эффективности лечения пробы фекалий исследовали пятикратно: до начала исследования и с интервалом в 15 суток. По результатам ооцистоскопии подсчитывали число ооцист в 1 г фекалий для исследования динамики их выделения.

Обработку цифрового материала, полученного в ходе опыта, проводили на персональном компьютере по методике Н.А. Плохинского (1978). Достоверность результатов работы подтверждена методами вариационной статистики с вычислением средней арифметической (M), ошибки средней арифметической (m) и уровня достоверности (P) по критерию Стьюдента с использованием программного пакета «Microsoft Excel XP».

Результаты исследований. На начало опыта процент зараженности козочек эймериозом во всех группах составил 100%. Микроскопическим исследованием 30 проб фекалий были обнаружены неспорулированные ооцисты эймерий. После культивирования идентифицировано четыре вида эймерий: *Eimeria arloingi* (Marotel, 1905; Martin, 1909), *Eimeria intricata* (Spiegel, 1925), *Eimeria faurei* (Moussu, Marotel, 1902; Martin, 1909), *Eimeria parva* (Kotlan, Mocsy, Vajda, 1929).

Эймериоз у козочек в возрасте 5-6 месяцев протекает в субклинической форме и характеризуется снижением упитанности, отставанием в росте, анемичностью видимых слизистых оболочек, фекалии сформированные, при количестве ооцист от $2413,00 \pm 223,20$ до $2454,80 \pm 239,13$ в 1 г фекалий в среднем (таблица 1). Следует отметить, что средняя живая масса находилась в пределах 18,48-19,10 кг (таблица 2).

При повторной копроскопии животных 1-й опытной группы через 15 суток после применения толтразурила 5% наблюдалось снижение интенсивности выделения ооцист кокцидий в 11,3 раза у 100% животных. При последующих исследованиях с интервалом в 15 суток отмечалось повышение интенсивности на 26,3 % на 30-е сутки, в 3,4 раза – на 45-е сутки и в 3,6 раза – через 60 дней соответственно.

При микроскопии фекалий козочек 2-й опытной группы в течение всего опыта наблюдалось снижение интенсивности выделения ооцист эймерий у 100% животных с $2508,00 \pm 231,49$ до $238,86 \pm 39,15$ экз. ооцист в 1 г фекалий. Следует отметить, что 20-30% животных перестали выделять возбудителей на 45–60-е сутки опыта. Полученные данные согласуются с результатами исследований, проведенных нами ранее по оценке эффективности хвойно-фитогенных кормовых добавок при лечении и профилактике эймериоза телят [5, 21].

Таблица 1 – Динамика выделения ооцист эймерий у козлят подопытных и контрольной групп после введения толтразурила 5% и ХФКД

Группа	Число ооцист в 1 г фекалий					Эффективность, %
	до обработки	через 15 суток	через 30 суток	через 45 суток	через 60 суток	
1-я опытная, n=10	$2454,80 \pm 239,13$	$216,60 \pm 38,19$	$273,60 \pm 37,23$	$725,80 \pm 31,57$	$779,00 \pm 78,34$	68,3
2-я опытная, n=10	$2508,00 \pm 231,49$	$239,40 \pm 24,33$	$269,80 \pm 35,85$	$256,50 \pm 26,87$	$238,86 \pm 39,15$	90,5
Контрольная, n=10	$2413,00 \pm 223,20$	$2329,40 \pm 152,05$	$2147,00 \pm 149,07$	$3097,00 \pm 174,83$	$3611,80 \pm 262,11$	-

Что касается животных контрольной группы, то интенсивность выделяемых ооцист к концу опыта выросла в 1,5 раза и составила в среднем $3611,80 \pm 262,11$ экз. в 1 г фекалий при экстенсивности инвазии – 100%.

Таблица 2 – Сохранность поголовья и прирост живой массы коз (n = 30)

№ п/п	Показатели	Группы животных		
		контрольная, n=10	1-я опытная (толтразурил), n=10	2-я опытная (толтразурил+ ХФКД), n=10
1	Сохранность, %:	100	100	100
2	Живая масса, кг: - до обработки - через 30 дней - через 60 дней	$19,06 \pm 0,35$ $20,96 \pm 0,50$ $22,36 \pm 0,28^{***}[2]$	$18,48 \pm 0,48$ $20,53 \pm 0,48$ $22,86 \pm 0,83^{***}[2]$	$19,10 \pm 0,67$ $21,27 \pm 0,86$ $24,21 \pm 0,66^{*}[1]$
3	Абсолютный прирост, кг - через 30 дней - через 60 дней	$2,00 \pm 0,23$ $3,30 \pm 0,30$	$2,03 \pm 0,28$ $4,40 \pm 0,45^{*}[1]$	$2,14 \pm 0,26$ $5,11 \pm 0,34^{***}[1]$
4	Среднесуточный прирост живой массы, г: - через 30 дней - через 60 дней	$64,6 \pm 7,06$ $55,10 \pm 4,95$	$64,70 \pm 7,36$ $73,40 \pm 6,47^{*}[1]$	$71,40 \pm 8,91$ $85,10 \pm 5,75^{***}[1]$

Примечания: $^{*}[1]$ - разница по сравнению с контролем достоверна ($P < 0,05$);

$^{***}[1]$ - разница по сравнению с контролем достоверна ($P < 0,001$);

$^{***}[2]$ - разница по сравнению с показателем до лечения достоверна ($P < 0,001$).

Динамика прироста живой массы козочек и показатели сохранности поголовья приведены в таблице 2. На протяжении всего опыта сохранность поголовья во всех группах составила 100%. До начала эксперимента живая масса козочек колебалась от $18,48 \pm 0,48$ до $19,10 \pm 0,67$ кг, что ниже на 19,6 и 31% ($23-27,6$ кг в 5-6 мес.) показателей перспективного плана селекционно-племенной работы с зааненской породой молочных коз в Российской Федерации на период 2023-2027 гг. [9]. В течение 60 суток живая масса козочек 1-й опытной группы достоверно выросла на 23,7% ($P < 0,001$) по сравнению с началом исследований, во 2-й опытной группе – на 26,6% ($P < 0,001$), в контроле – на 17,3% ($P < 0,001$). Нами установлено, что после применения толтразурила 5% абсолютный прирост живой массы козочек через 2 месяца составил $4,40 \pm 0,45$ кг, а среднесуточный прирост – $73,40 \pm 7,47$ г. Включение в рацион животных хвойно-фитогенной кормовой добавки способствовало получению более высокой интенсивности их роста в течение 60 дней в сравнении с 1-й опытной и контрольной группами. Абсолютный прирост живой массы козочек 2-й опытной группы, получавших ХФКД, был выше соответственно на 710 г (или 1,2 раза) и 1810 г (или 1,5 раза ($P < 0,001$)), чем у животных 1-й опытной и контрольной групп, а разница по среднесуточному приросту составила 11,7 г и 30 г

($P < 0,001$) соответственно. Полученные результаты абсолютного и среднесуточного прироста живой массы животных подопытных групп по сравнению с контрольной группой статистически достоверны.

Заключение. По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что кокцидиостатик толтразурил в форме суспензии 5%-ной в дозе 0,4 мл/кг массы тела животного перорально, индивидуально, однократно дает быстрый, но нестойкий эффект. На 60-й день опыта после применения толтразурила эффективность лечения в 1-й опытной группе составила 68,3%. Абсолютный прирост живой массы у козочек, обработанных только кокцидиостатиком, составил $4,40 \pm 0,45$ кг, а среднесуточный прирост – $73,40 \pm 6,47$ г. Во 2-й опытной группе после однократного применения толтразурила 5% и хвойно-фитогенной кормовой добавки в течение 2 месяцев число ооцист снизилось на 90,5%, а абсолютный и среднесуточный приросты живой массы были выше и составили $5,11 \pm 0,34$ кг и $85,10 \pm 5,75$ г соответственно. Следовательно, применение хвойно-фитогенной кормовой добавки в комбинации с толтразурилом 5% приводит к максимальному снижению зараженности ооцистами эймерий в течение 60 суток и дает наибольший прирост живой массы.

Conclusion. According to the results of the conducted studies, it can be concluded that coccidiostatic toltrazuril administered in the form of suspension of 5% at a dose of 0.4 ml / kg of animal body weight, orally, individually, once gives a rapid but unstable effect. On the 60th day of the experiment after the application of toltrazuril, the effectiveness of treatment in the 1st experimental group was 68.3%. The absolute increase in live weight in goats treated with coccidiostatic alone was 4.40 ± 0.45 kg, and the average daily increase was 73.40 ± 6.47 g. In the 2nd experimental group, after a single application of toltrazuril 5% and a coniferous phytogenic feed additive for 2 months, the number of oocysts decreased by 90.5%, and the absolute and average daily weight gain were higher and amounted to 5.11 ± 0.34 kg and 85.10 ± 5.75 g, respectively. Therefore, the use of a coniferous-phytogenic feed additive in combination with toltrazuril 5% leads to a maximum decrease in infection with *Eimeria* oocysts within 60 days and gives the greatest increase in live weight.

Благодарность. Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства сельского хозяйства Российской Федерации в рамках тематического плана научно-исследовательских работ ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет» (регистрационный номер темы 126021717492-6).

Список литературы.

1. Ахметова, Е. А. Эффективность толтразурила при кокцидиозе телят / Е. А. Ахметова, В. П. Кротенков // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. – 2012. – Вып. 13. – С. 30–33.
2. Девяткин, В. А. Использование хвои как источника фитобиотиков в питании животных и аквакультуры / В. А. Девяткин // Аграрная наука. – 2023. – № 371 (6). – С. 50–57.
3. Зайцева, К. С. Анализ заболеваемости по незаразным болезням в условиях молочного козоводческого комплекса / К. С. Зайцева // Дни студенческой ветеринарной науки : сборник статей II Всероссийской студенческой научно-практической конференции, 14–16 февраля 2023 года. – Киров : ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, 2023. – Вып. 2. – С. 13–16.
4. Патент RU 2579494 С2 : опубликовано 10.04.2016 / Короткий В. П., Прытков Ю. Н., Казанцев О. А., Есипович А. Л., Краснов В. Л., Марисов С. С., Кистина А. А.
5. Леухина, В. А. Опыт применения хвойно-фитогенных кормовых добавок при лечении и профилактике эймериоза телят / В. А. Леухина // Российский паразитологический журнал. – 2024. – Вып. 18 (1). – С. 74–79.
6. Майоров, И. Н. Влияние хвойно-фитогенной добавки на показатели белкового обмена новорожденных телят / И. Н. Майоров // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 1 (77). – С. 86–91.
7. Новикова, М. А. Результаты выявления основных источников эймериоза коз в условиях Московского региона и определения сезонно-возрастной динамики заболевания / М. А. Новикова // Биотика. – №2 (9). – С. 25–27.
8. Новиков, П. В. Методические положения по борьбе с эймериозом кур в фермерских и личных хозяйствах / П. В. Новиков, Р. Т. Сафиуллин // Российский паразитологический журнал. – 2015. – Вып. 4. – С. 109–113.
9. Перспективный план селекционно-племенной работы с зааненской породой молочных коз в Российской Федерации на период 2023–2027 гг. / С. И. Новопашина, М. Ю. Санников, С. А. Хатаев, Е. И. Кизилова. – Лесные Поляны : ФГБНУ ВНИИ, 2024. – 95 с.
10. Решетникова, А. Д. Влияние кишечных кокцидиозов на прирост массы тела молодняка крупного рогатого скота / А. Д. Решетникова, Е. С. Климова // Российский паразитологический журнал. – 2023. – Вып. 17 (1). – С. 99–104.
11. Скорнякова, О. О. Сравнительная эффективность эймертера и зинаприма при эймериозе кроликов / О. О. Скорнякова // Вестник Вятской ГСХА. – 2020. – № 2 (4). – С. 2–9.
12. Современные подходы в борьбе с эймериозом кур / В. П. Музыка, Т. И. Стецко, О. И. Калинина, С. Д. Мурская // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» : научно-практический журнал. – Витебск, 2012. – Т. 48, вып. 2, ч. 1. – С. 9–13.
13. Терентьева, З. Х. Распространение эймериоза и овец и коз в Оренбуржье / З. Х. Терентьева // Российский паразитологический журнал. – 2011. – Вып. 2. – С. 72–75.
14. Тимофеев, Н. П. Фитобиотики в мировой практике: виды растений и действующие вещества, эффективность и ограничения, перспективы (обзор) / Н. П. Тимофеев // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – № 22 (6). – С. 804–825.

15. Токарев, А. Н. Клинические испытания лекарственного препарата Эйметерм суспензия 5 % / А. Н. Токарев, Д. А. Журавлев, Ю. Е. Кузнецов // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2012. – № 2 (14). – С. 55–57.
 16. Цепилова, И. И. Распространение основных паразитозов коз в Нечерноземной зоне РФ и усовершенствование мер борьбы с ними : автореф. дис. ... канд. вететинарных наук / И. И. Цепилова. – Москва, 2015. – 27 с.
 17. Цыганов, И. С. Опыт применения хвои сосны в рационе телят при гиповитаминозе / И. С. Цыганов // Science Time. – 2012. – № 5 (77). – С. 72–74.
 18. Руководство по ветеринарной паразитологии : производственно-практическое издание / А. И. Ятусевич, В. Ф. Галат, А. В. Березовский [и др.] ; редакторы: В. Ф. Галат, А. И. Ятусевич. – Минск : Техноперспектива, 2007. – 481 с.
 19. Ятусевич, А. И. Эймериоз коз в Республике Беларусь и меры борьбы с ним / А. И. Ятусевич, И. С. Касперович // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2020. – № 1. – С. 26–28.
 20. Ятусевич, А. И. Особенности эпизоотологии, симптоматики и патогенеза эймериоза коз / А. И. Ятусевич, Д. Н. Федотов, И. С. Касперович // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2019. – № 1 (32). – С. 66–69.
 21. Evaluation of the effectiveness of coniferous-phytogenic feed additives in case of eimeriosis infestation in calves / V. Korotkiy, O. Skorniyakova, V. Leukhina [et al.] // Adv. Life Sci. – 2024. – Vol. 11 (2). – P. 380–385.
 22. Lindsay, D. S. Biology of Mammalian Isospora / D. S. Lindsay, B. L. Blagburn // Parasitology Today. – 1994. – Vol. 10 (6). – P. 214–220.
- References.**
- Ahmetova, E. A. Effektivnost' toltrazurila pri kokcidioze telyat / E. A. Ahmetova, V. P. Krotenkov // Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami. – 2012. – Vyp. 13. – S. 30–33.
 2. Devyatkin, V. A. Ispolzovanie hvoi kak istochnika fitobiotikov v pitanii zhivotnyh i akvakul'tury / V. A. Devyatkin // Agrarnaya nauka. – 2023. – № 371 (6). – S. 50–57.
 3. Zajceva, K. S. Analiz zabolevaemosti po nezaraznym boleznyam v usloviyah molochnogo kozovodcheskogo kompleksa / K. S. Zajceva // Dni studencheskoj veterinarnoj nauki : sbornik statej II Vserossijskoj studencheskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, 14–16 fevralya 2023 goda. – Kirov : FGBOU VO Vyatskij GATU, 2023. – Vyp. 2. – S. 13–16.
 4. Patent RU 2579494 C2 : opublikovano 10.04.2016 / Korotkij V. P., Prytkov YU. N., Kazancev O. A., Esipovich A. L., Krasnov V. L., Marisov S. S., Kistina A. A.
 5. Leuhina, V. A. Opyt primeneniya hvojno-fitogennyh kormovyh dobavok pri lechenii i profilaktike ejmerioza telyat / V. A. Leuhina // Rossijskij parazitologicheskij zhurnal. – 2024. – Vyp. 18 (1). – S. 74–79.
 6. Majorov, I. N. Vliyanie hvojno-fitogennoj dobavki na pokazateli belkovogo obmena novorozhdennyh telyat / I. N. Majorov // Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2025. – № 1 (77). – S. 86–91.
 7. Novikova, M. A. Rezul'taty vyyavleniya osnovnyh istochnikov ejmerioza koz v usloviyah Moskovskogo regiona i opredeleniya sezonno-vozrastnoj dinamiki zabolevaniya / M. A. Novikova // Biotika. – №2 (9). – S. 25–27.
 8. Novikov, P. V. Metodicheskie polozheniya po bor'be s ejmeriozom kur v fermerskih i lichnyh hozyajstvakh / P. V. Novikov, R. T. Safiullin // Rossijskij parazitologicheskij zhurnal. – 2015. – Vyp. 4. – S. 109–113.
 9. Perspektivnyj plan selekcionno-plemennoj raboty s zaanenskoj porodoj molochnyh koz v Rossijskoj Federacii na period 2023–2027 gg. / S. I. Novopashina, M. YU. Sannikov, S. A. Hatataev, E. I. Kizilova. – Lesnye Polyany : FGBNU VNII, 2024. – 95 s.
 10. Reshetnikova, A. D. Vliyanie kishechnykh kokcidiozov na prirost massy tela molodnyaka krupnogo rogatogo skota / A. D. Reshetnikova, E. S. Klimova // Rossijskij parazitologicheskij zhurnal. – 2023. – Vyp. 17 (1). – S. 99–104.
 11. Skorniyakova, O. O. Sravnitel'naya effektivnost' ejmeterma i zinaprima pri ejmerioze krolikov / O. O. Skorniyakova // Vestnik Vyatskoj GSKHA. – 2020. – № 2 (4). – S. 2–9.
 12. Sovremennye podhody v bor'be s ejmeriozom kur / V. P. Muzyka, T. I. Stecko, O. I. Kalinina, S. D. Murskaya // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny» : nauchno-prakticheskij zhurnal. – Vitebsk, 2012. – T. 48, vyp. 2, ch. 1. – S. 9–13.
 13. Terent'eva, Z. H. Rasprostranenie ejmerioza i ovec i koz v Orenburzh'e / Z. H. Terent'eva // Rossijskij parazitologicheskij zhurnal. – 2011. – Vyp. 2. – S. 72–75.
 14. Timofeev, N. P. Fitobiotiki v mirovoj praktike: vidy rastenij i dejstvuyushchie veshchestva, effektivnost' i ogranicheniya, perspektivy (obzor) / N. P. Timofeev // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2021. – № 22 (6). – S. 804–825.
 15. Tokarev, A. N. Klinicheskie ispytaniya lekarstvennogo preparata Ejmeterm suspenziya 5 % / A. N. Tokarev, D. A. Zhuravlev, YU. E. Kuznecov // Aktual'nye voprosy veterinarnoj biologii. – 2012. – № 2 (14). – S. 55–57.
 16. Cepilova, I. I. Rasprostranenie osnovnyh parazitozov koz v Nечерноземной зоне РФ i usovershenstvovanie mer bor'by s nimi : avtoref. dis. ... kand. vetetinarных наук / I. I. Cepilova. – Moskva, 2015. – 27 s.
 17. Cyganov, I. S. Opyt primeneniya hvoi sosny v racione telyat pri gipovitaminoze / I. S. Cyganov // Science Time. – 2012. – № 5 (77). – S. 72–74.
 18. Rukovodstvo po veterinarnoj parazitologii : proizvodstvenno-prakticheskoe izdanie / A. I. YAtusevich, V. F. Galat, A. V. Berезovskij [i dr.] ; redaktory: V. F. Galat, A. I. YAtusevich. – Minsk : Tekhnoperspektiva, 2007. – 481 s.
 19. YAtusevich, A. I. Ejmerioz koz v Respublike Belarus' i mery bor'by s nim / A. I. YAtusevich, I. S. Kasperovich // Zhivotnovodstvo i veterinarnaya medicina. – 2020. – № 1. – S. 26–28.
 20. YAtusevich, A. I. Osobennosti epizootologii, simptomatiki i patogeneza ejmerioza koz / A. I. YAtusevich, D. N. Fedotov, I. S. Kasperovich // Zhivotnovodstvo i veterinarnaya medicina. – 2019. – № 1 (32). – S. 66–69.
 21. Evaluation of the effectiveness of coniferous-phytogenic feed additives in case of eimeriosis infestation in calves / V. Korotkiy, O. Skorniyakova, V. Leukhina [et al.] // Adv. Life Sci. – 2024. – Vol. 11 (2). – P. 380–385.
 22. Lindsay, D. S. Biology of Mammalian Isospora / D. S. Lindsay, V. L. Blagburn // Parasitology Today. – 1994. – Vol. 10 (6). – R. 214–220.

Поступила в редакцию 28.05.2026.

КАЧЕСТВО МЯСА ДИКОГО КАБАНА ПРИ СПАРГАНОЗЕ**Смычник П.И., Чирич Е.Г., Бондарь Т.В.**УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

*В статье описываются исследования, проводимые на диких животных. Исследования ставили целью определить, как гельминты влияют на качество мяса. Выполнялись органолептические, физико-химические (определение продуктов первичного распада белка в бульоне; реакция на аммиак и соли аммония; реакция на пероксидазу; pH), бактериологические исследования. Для определения зараженности животных были использованы паразитологические методы исследования, послеубойное вскрытие по методу К.И. Скрябина. **Ключевые слова:** дикие животные, кабан, мясо, гельминты, качество.*

THE QUALITY OF WILD BOAR MEAT IN SPARGANOSIS**Smichnik P.I., Chirich E.G., Bondar T.V.**

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

*This article describes research conducted on wild animals. The purpose of the research was to determine how helminths affect the quality of meat. The following parameters were evaluated: organoleptic properties, physical and chemical properties (determination of primary protein breakdown products in the broth, reaction to ammonia and ammonium salts, reaction to peroxidase, and pH), caloric content, and bacteriological studies. Parasitological methods and post-mortem examinations by the K.I. Skryabin method were used to determine the infestation of the animals. **Keywords:** wild animals, wild boar, meat, helminths, quality.*

Введение. Мясо диких животных – высокоценный питательный и диетический продукт. По сравнению с мясом домашних животных оно содержит больше биологически активных веществ, которые необходимы для нормальной жизнедеятельности человека. Мясо диких животных – богатый источник наиболее важных для человека витаминов и микроэлементов. Оно характеризуется высоким содержанием мышечной ткани и довольно низким содержанием жира [4].

В Республике Беларусь добываются многие виды промысловых животных, мясо которых используется в пищу. Среди диких копытных по численности дикий кабан занимает первое место и принадлежит к числу наиболее ценных и важных видов спортивной и промысловой охоты.

Мясо диких животных начинает широко использоваться в пищу как экзотический продукт.

Возрастающий интерес к охоте требует большого внимания к заболеваниям охотничье-промысловых животных.

Болезни диких животных в целом и гельминтозы в частности наносят огромный ущерб охотничьим хозяйствам. У инвазированных животных снижается рождаемость, приплод ослабленный, отстает в росте, иногда гибнет. Снижается упитанность больных животных, ухудшаются их трофейные качества, выбраковываются продукты убоя.

На территории Беларуси спарганозом поражены кабаны, лесной хорь, куница, барсук, выдра, волк, енотовидная собака, кошка, садовая сойка, еж (Беляева М. Я., 1959, Карасев Н.Ф., 1962, 1962, Литвинов В.Ф., 1977 и др.). Основную роль в эпизоотологической цепи спиромеры как носителя ее личинки — спарганума — играют дикие кабаны.

В различных природно-климатических зонах республики экстенсивность инвазии диких кабанов спарганозом неодинаковая. В северной природно-климатической зоне она составляет 24,69%, в южной — 2,99%, в центральной зоне спарганумы у диких кабанов не были обнаружены [3].

Спарганоз – зоонозное заболевание, вызываемое личиночной стадией цестоды *Spirometra erinacei-europaei* Rudolphi, 1819 – *Sparganum erinacei-europaei* Rudolphi. *Spirometra erinacei-europaei* — биогельминт, ее развитие происходит со сменой трех хозяев: дефинитивного, промежуточного и дополнительного [1, 2, 3, 5].

В половозрелом состоянии *Spirometra erinacei-europaei* паразитирует в тонком кишечнике домашних и диких плотоядных (дефинитивных хозяев), основная роль в качестве дефинитивных хозяев спиромеры принадлежит волкам и собакам.

Дефинитивные хозяева заражаются при поедании мяса, отходов убоя, содержащих спарганумов. Через 11-12 дней в тонком кишечнике плотоядных спиромера достигает половой зрелости и начинает выделять яйца.

Дикий кабан и человек являются дополнительными хозяевами. Помимо них дополнительными хозяевами могут также быть земноводные, рептилии и различные млекопитающие.

Инвазированные дефинитивные хозяева с фекалиями выделяют во внешнюю среду яйца цестоды *Spirometra erinacei-europaei*.

Из яиц, попавших в воду, при прогревании водоема до 10°C активно выходят корацидии, которые заглатываются копиподами (пресноводными рачками рода *Cyclops*, *Mesocyclops*). В теле рачков в течение 12-14 дней формируется личинка – процеркоид.

Дополнительные хозяева, в том числе и человек, заражаются при заглатывании с водой инвазированных рачков. Описаны случаи заражения человека при лечении кожных патологий с помощью грязей, сапропелей, содержащих инвазированных рачков.

Попав в желудок, под воздействием желудочного сока рачки перевариваются, высвобождая процеркоиды, которые внедряются в стенку тонкого кишечника, попадают в кровеносное русло и с током крови разносятся по всему организму к местам своего дальнейшего развития, где развиваются до плероцеркоида инвазионной формы личинки – спарганума.

У человека спарганумы чаще локализуются в подкожной клетчатке, под конъюнктивой, в межмышечной соединительной ткани, во внутренних органах, в том числе и в головном мозгу [8]. Паразитирование спарганумов у человека приводит к развитию объемных образований до 10 см в диаметре, напоминающих доброкачественные опухоли, развитию обширных абсцессов. Локализация спарганумов во внутренних органах сопровождается нарушением их функций: в головном мозгу — судорожным синдромом, в глазах – развитием слепоты и др. Лечение спарганоза у человека проводится хирургическим методом.

Человек как дополнительный хозяин спиромеры не играет роли в ее распространении (биологический тупик), так как, находясь на вершине пищевой цепи, он не является источником пищи для других животных и заражение плотоядных от человека практически невозможно.

Основным дополнительным хозяином спиромеры в Республике Беларусь является дикий кабан.

Заражение человека спарганозом при поедании мяса дикого кабана не происходит. Однако мясо диких кабанов, пораженное спарганумами, теряет свою доброкачественность [3].

Спарганумы обнаруживаются при послеубойном обследовании туши дикого кабана. Чаще всего они локализуются в подкожной клетчатке передней части туши, в межмышечной ткани длиннейших мышц спины, мышцах предлопаточной области и межреберных.

Паразитирование спарганумов в организме диких кабанов сопровождается развитием воспалительных реакций, спарганумы оказывают постоянное давление на окружающие ткани, сосуды, нервы, что приводит к развитию дистрофических и некротических процессов. Спарганумы являются чужеродным началом для организма животных, их наличие в организме сопровождается его аллергизацией [7].

Болезнь регистрируется в Европе, Азии, Северной и Южной Америке, Австралии, Африке, Японии (Шималов В.Т., 1964, 1971; Генов Г., Димитров Е., 1966; Садыхов И.А., 1972; Шаполатов Ж., 1977; Пенькевич В.А., 1999; Sandars D., 1851, 1853; Frots O., Lima D., 1967 Lucas S., 1984 и др.) [6].

Болезни и ветеринарно-санитарную экспертизу мяса диких промысловых животных в разных аспектах и в разные годы изучали: Беляева М.Я. (1958), Карасев Н.Ф. (1964), Меркушева У.В. (1965), Назарова Н.С. (1965), Горегляд Х.С. (1971), Литвинов В.Ф. (1977), Анисимова Е.И. (2000), Боровков М.Ф. (2001), Цвирко Л.С., Субботин А.М., Котлерчук С.В. (2006) и другие.

Цель исследований – изучение ветеринарно-санитарных показателей качества мяса дикого кабана при спарганозе, определение органолептических и физико-химических показателей мяса, его биологической ценности и безвредности.

Материалы и методика исследования. В период отстрела диких животных нами обследовано 10 туш дикого кабана, из которых 7 оказались зараженными спарганозом и 3 – здоровыми.

Послеубойную ветеринарно-санитарную экспертизу согласно «Ветеринарно-санитарным правилам осмотра убойных животных и ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясных продуктов». Органолептические, бактериологические, физико-химические исследования, химический состав мяса, биологическую ценность, безвредность определяли согласно действующим ГОСТам, Правилам, Методическим указаниям и другим нормативным документам.

При органолептическом исследовании определяли внешний вид и цвет мяса туши, состояние сухожилий, подкожной и внутренней жировой ткани, состояние мышц на разрезе, их консистенцию, запах.

Бактериологическое исследование мышечной ткани и паренхиматозных органов проводили по ГОСТ 21237-75 «Мясо. Методы бактериологического анализа». Наряду с бактериоскопией мазков-отпечатков проводили посевы на жидкие и плотные питательные среды.

Физико-химические исследования проводили согласно ГОСТ 23392-78 «Мясо. Методы химического и микроскопического анализа свежести мяса» по следующим показателям:

- определение количества летучих жирных кислот;
- определение продуктов первичного распада белка в бульоне;

- реакция на аммиак и соли аммония;
- реакция на пероксидазу;
- pH.

Биологическую ценность и безвредность выявляли с помощью тест-объекта реснитчатых инфузорий Тетрахимена пириформис. (Методические указания, по токсико-биологической оценке, мяса, мясных продуктов и молока с использованием инфузорий Тетрахимена пириформис, 1997). Показатели биологической ценности определяли по числу инфузорий, размножившихся на испытуемых пробах за 4 суток культивирования. Полученные данные сравнивали с числом инфузорий на контроле, а результат выражали в процентах.

Результаты исследований. При осмотре туш дикого кабана были обнаружены спарганумы, локализующиеся в подкожной клетчатке, в межмышечной ткани длиннейших мышц спины, покрытые соединительно-тканной капсулой, напоминающие плотные узелки овальной формы длиной, содержащие внутри личинку – плероцеркоид – и свободно располагающие формы плероцеркоида, имеющие червеобразную форму длиной 10 см. Передний конец их сильно сокращен, образуя хорошо заметную головку, на которой располагаются две ботрии.

Органолептическая оценка продуктов убоя является одним из важнейших критериев для решения вопроса о пригодности мяса для пищевых целей. При различных заболеваниях в мясе зачастую появляются различные отклонения от нормы. Это может выражаться в изменении цвета мышечной ткани, снижении упругости мышечных волокон и, главным образом, появлении постороннего запаха или привкуса. Поэтому при каких-либо отклонениях в физиологическом состоянии очень важна именно органолептическая оценка.

В результате исследований нами установлено, что поверхность туш у больных животных темно-красного цвета, шпик бледно-желтого цвета; мышцы на разрезе влажные, но на фильтровальной бумаге влажного пятна не оставляют, выраженного красного цвета; запах специфический, свойственный мясу дикого кабана. При пробе варкой установлено, что бульон был прозрачный. Постороннего запаха не выявлено. Как мы видим, органолептические показатели пораженных животных существенно не отличаются от мяса здоровых животных.

В опытной группе из внутренних органов (печени, почек) в 8,3% случаев был выделен протей, а в 8,33% случаев из образцов мышц и в 24,9% случаев из внутренних органов выделены БГКП (бактерии группы кишечной палочки). Этот факт значительно усложняет вопросы реализации такого мяса, так как эти микроорганизмы способны вызвать у человека пищевые токсикоинфекции.

Для решения вопроса о степени пригодности мяса в пищу, помимо органолептического, необходимо объективное лабораторное исследование. А именно определение физико-химических показателей: количества летучих жирных кислот, реакции на пероксидазу, на аммиак и соли аммония, продуктов первичного распада белка в бульоне и pH мяса.

Реакция на пероксидазу во всех случаях была положительной, т.е. этот фермент остается активным.

Количество летучих жирных кислот в мясе больных животных составило 3,9 мг КОН, в мясе же здоровых животных – 3,8 мг КОН. Реакция среды (pH) мяса является одним из важнейших показателей, дающих представление о полноте происходящих в мясе послеубойных изменений, в результате которых мясо приобретает желательные качественные показатели. В ходе эксперимента было установлено, что в опыте этот показатель составил 5,8-6,1, в контроле – 5,7-5,9.

Химический состав мышечной ткани является важным показателем, характеризующим пищевые достоинства мяса. Исследованиями установлено, что содержание влаги в мясе дикого кабана, пораженного спарганозом, было на 1,1% меньше, чем в контрольных пробах. Вместе с тем содержание жира и белка было ниже на 0,1% и 0,2% соответственно. Концентрация золы в опытной и контрольной группах достоверных отличий не имела, но в то же время содержание фосфора в золе, полученной из мяса больных животных, было выше на 0,01% по сравнению с контролем.

Эти показатели у зараженных животных достоверно не отличались от таковых в контроле.

Незначительная разница лишь в величине pH и содержании летучих жирных кислот, но эти различия находятся в пределах нормы.

Это свидетельствует о том, что плероцеркоиды, находясь в организме дикого кабана при жизни, незначительно влияют на изменения в биохимических процессах, что отразилось на физико-химических показателях мяса. Содержание летучих жирных кислот подтверждает вышеизложенное.

Понятие «качество продуктов» включает в себя специфический показатель – биологическую ценность, определяющую оптимальную потребность продукта, ее соответствие нормальным потребностям организма человека.

Относительная биологическая ценность мяса от пораженного спарганозом была на 6,0% ниже, чем в контроле. Следовательно, нахождение в организме плероцеркоидов приводит к незначительному снижению биологической ценности мяса дикого кабана.

При изучении безвредности мяса дикого кабана, пораженного спарганозом, наблюдалось увеличение гибели или угнетение роста инфузорий до 10%. Это свидетельствует о том, что данное заболевание оказывает, влияет и на безвредность мяса, но обладает слабой токсигенностью на тест-объекте инфузорий Тетрахимена пириформис.

Заключение. Считаем, что оценку туши дикого кабана необходимо исследовать по следующей методике: тщательно осматривать подмышечные области, подкожную клетчатку, жировую ткани, брюшную и тазовую полости, внутренние органы. Дополнительно продольно проводить разрезы мышц шеи, спины, анконеусов и заднебедренной группы мышц. Ветеринарно-санитарная оценка туш, пораженных спарганумами, зависит от интенсивности инвазии и степени патологических изменений окружающих тканей. При выявлении единичных плероцеркоидов в туше мясо следует отправлять на промпереработку.

Conclusion. We consider that the assessment of a wild boar carcass should be investigated using the following methodology: carefully examine the axillary areas, subcutaneous tissue, adipose tissue, abdominal and pelvic cavities, and internal organs. Additionally, longitudinal incisions should be made into the muscles of the neck, back of the anconeus and the posterior femoral muscle group. Veterinary and sanitary assessment of carcasses affected by sparganums depends on the intensity of invasion and the degree of pathological changes in the adjacent tissues. If single plerocercoids are detected in the carcass, the meat should be sent for industrial processing.

Список литературы.

1. Спирометроз (спарганоз) животных / В. В. Горохов, А. В. Успенский, А. А. Максимов [и др.] // Ветеринария. – 2001. – № 12. – С. 13–15.
2. Малоизученные и новые паразитарные болезни животных : учебно-методическое пособие для слушателей ФПК, преподавателей и студентов вузов и техникумов, ветеринарных специалистов / Витебская государственная академия ветеринарной медицины ; сост. А. И. Ятусевич. – Витебск : ВГАВМ, 2000. – 50 с.
3. Карасев, Н. Ф. Личиночные цестодозы диких животных Белоруссии и опыты по их профилактике / Н. Ф. Карасев, В. Ф. Литвинов // Вопросы ветеринаров в охотничьих хозяйствах. – Минск, 1984. – С. 30.
4. Козло, П. К. Дикий кабан / П. К. Козло. – Минск : Ураджай, 1975. – 224 с.
5. Поживил, А. Спарганоз свиней / А. Поживил, В. Горжеев // Ветеринарная медицина Украины. – 2001. – № 5. – С. 30.
6. Успенский, А. В. Особенности формирования очагов спарганоза / А. В. Успенский, В. В. Горохов, А. А. Максимов // Труды / Всероссийский институт гельминтологии. – Москва, 2002. – Т. 38. – С. 284–288.
7. Чиж, А. Н. О нахождении личинок *erinacei-europaei* у свиньи / А. Н. Чиж, И. Ф. Балбуцкий // Материалы XIII научной конференции, 25–29 мая 1964 г. / Ленинградский ветеринарный институт. – Ленинград, 1964. – С. 58–60.
8. Lucas, S. A case of human sparganosis from Uganda - T. Rou. Soc / S. Lucas // Trop-Med. Anal. – 1984. – Vol. 78, № 5. – P. 700.

References.

1. Spirometroz (sparganoz) zhivotnyh / V. V. Gorohov, A. V. Uspenskij, A. A. Maksimov [i dr.] // Veterinariya. – 2001. – № 12. – S. 13–15.
2. Maloizuchennyye i novyye parazitarnyye bolezni zhivotnyh : uchebno-metodicheskoye posobie dlya slushatelej FPK, prepodavatelej i studentov vuzov i tekhnikumov, veterinarnyyh specialistov / Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny ; sost. A. I. Yatusovich. – Vitebsk : VGAVM, 2000. – 50 s.
3. Karasev, N. F. Lichinochnyye cestodozy dikih zhivotnyh Belorussii i opyty po ih profilaktiki / N. F. Karasev, V. F. Litvinov // Voprosy veterinarov v ohotnich'ih hozyajstvakh. – Minsk, 1984. – S. 30.
4. Kozlo, P. K. Dikij kaban / P. K. Kozlo. – Minsk : Uradzhaj, 1975. – 224 s.
5. Pozhivil, A. Sparganoz svinej / A. Pozhivil, V. Gorzheev // Veterinarnaya medicina Ukrainy. – 2001. – № 5. – S. 30.
6. Uspenskij, A. V. Osobennosti formirovaniya ochagov sparganoza / A. V. Uspenskij, V. V. Gorohov, A. A. Maksimov // Trudy / Vserossiyskij institut gel'mintologii. – Moskva, 2002. – T. 38. – S. 284–288.
7. Chizh, A. N. O nahozhdenii lichinok *erinacei-europaei* u svin'i / A. N. Chizh, I. F. Balbuckij // Materialy XIII nauchnoy konferencii, 25–29 maya 1964 g. / Leningradskij veterinarnyj institut. – Leningrad, 1964. – S. 58–60.
8. Lucas, S. A case of human sparganosis from Uganda - T. Rou. Soc / S. Lucas // Trop-Med. Anal. – 1984. – Vol. 78, № 5. – P. 700.

Поступила в редакцию 12.05.2026.

ДИНАМИКА ИНДИКАТОРНЫХ МЕТАБОЛИТОВ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ

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, Шепилевич А.А. ORCID ID 0009-0009-5158-3238,
Дрозд Н.Б.

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

*Применение цыплятам-бройлерам с питьевой водой и комбикормами гумусовых кислот в дозе 1 мл/гол в сутки, а также гуматов натрия и аммония в дозе 0,02% по массе комбикорма способствует выраженной положительной динамике со стороны показателей белкового и липидного обмена в сыворотке крови бройлеров в различные периоды выращивания. Выпаивание цыплятам гумусовых кислот способствует достоверному повышению содержания общего белка до 27,5%, альбуминов – до 33,6%, снижению уровня триацилглицеринов и общего холестерина в сыворотке крови в первые 28 дней выращивания. Использование гуматов натрия и аммония сопровождалось достоверным снижением содержания мочевой кислоты и триацилглицеринов в течение всего периода опыта. **Ключевые слова:** индикаторные метаболиты, сыворотка крови, гумусовые вещества, биокорректоры, цыплята.*

DYNAMICS OF INDICATOR METABOLITES IN THE BLOOD SERUM OF BROILER CHICKENS AS A RESULT OF THE USE OF HUMIC SUBSTANCES

Sobolev D.T., Sandul P.A., Goridovets E.V., Shepilevich A.A., Drozd N.B.

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

*The use of humic acid with drinking water and compound feeds for broiler chickens in a dose of 1 ml/head per day, as well as sodium and ammonium humates in a dose of 0.02% by weight of combined feed, contributes to the pronounced positive dynamics in terms of protein and lipid metabolism in the blood serum of broilers during various growing periods. Watering humic acids to chickens promotes a significant increase in the content of total protein to 27,5%, albumin – to 33,6%, a decrease in the level of triacylglycerols and total cholesterol in the blood serum in the first 28 days of rearing. The use of sodium and ammonium humates was accompanied by a significant decrease in the content of uric acid to and triacylglycerols during the entire period of experience. **Keywords:** indicator metabolites, blood serum, humic substances, biocorrectors, chickens.*

Введение. В условиях современных птицефабрик при использовании промышленной технологии выращивания на сельскохозяйственных птиц оказывают действие множество негативных факторов: тепловой и оксидативный стресс, высокая антигенная нагрузка, вследствие напряженной схемы вакцинации, влияние факторных патогенов, скученность и др. [4, 7, 9]. Для достижения хороших результатов в показателях продуктивности, нормализации течения метаболических процессов и укрепления здоровья у цыплят-бройлеров в птицеводстве давно и успешно применяются витаминно-минеральные комплексы и ростостимулирующие биокорректирующие соединения, в том числе на основе гуминовых веществ в жидкой и сухой формах [1, 6-10]. В связи с этим дальнейшее изучение влияния различных форм гуминовых веществ на индикаторные показатели метаболизма у цыплят-бройлеров является актуальным.

Целью исследований явилось определить динамику ряда индикаторных метаболитов в сыворотке крови цыплят-бройлеров в результате применения гумусовых кислот, а также натриевых и аммониевых солей гуминовых кислот в сухой и жидкой формах в сравнительном аспекте.

Материалы и методы исследований. Для достижения поставленной цели в условиях терапевтической клиники кафедры внутренних незаразных болезней и лаборатории кафедры химии УО ВГАВМ, г. Витебск, проводились два научно-клинических опыта на цыплятах-бройлерах кросса «Росс 308», подобранных методом групп-аналогов [3]. В 1-м опыте участвовало 4 группы цыплят 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 по 46-й день жизни цыплят в утренние часы ежедневно 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 использовались 3 группы цыплят по 10 голов каждая. Контрольная птица получала только ОР. Бройлеры 1-й опытной группы с 10-дневного возраста в течение 30 дней (по 40-й день жизни цыплят) в дополнение к ОР получали гумат натрия в количестве 0,02% по массе комбикорма (в дозе 20 мг на 1 кг живой массы); бройлерам 2-й опытной группы таким же образом скормливали гумат аммония. Поение осуществлялось водой из артезианского источника, вволю. Всем цыплятам были созданы одинаковые условия кормления и содержания. В зависимости от возраста, бройлерам поочередно скормливали полнорационные комбикорма КД-5-1, КД-5-2, КД-П 6-1 и КД-П 6-2. У

цыплят брали кровь и получали ее сыворотку: в первом опыте – на 28-й день жизни и по окончании исследований, т.е. на 46-й день жизни; во втором опыте – на 28-й и 40-й дни жизни цыплят. В сыворотке крови определяли уровень общего белка (биуретовым методом), альбумина (методом с бромкрезоловым зеленым), мочевой кислоты, (энзиматическим методом с уриказой и пероксидазой), креатинина (модифицированным методом Яффе с пикриновой кислотой без депротеинизации), общего билирубина (методом с диазониевой солью сульфаниловой кислоты), общего холестерина (энзиматическим методом с эстеразой и оксидазой холестерина), триацилглицеринов (энзиматическим методом с глицерофосфорной оксидазой и пероксидазой), глюкозы (энзиматическим методом с оксидазой глюкозы), кальция (методом с орто-крезолфталейном), фосфора (методом с молибдат-ионами без депротеинизации), магния (методом с ксилитидоловым голубым) [2]. Биохимические показатели определяли фотометрически, мануально, с помощью диагностических наборов реактивов на спектрофотометре ПЭ-5300 ВИ. Цифровой материал, полученный в ходе опытов, был обработан биометрически, программным средством Microsoft Excel. С помощью средней арифметической и ее стандартной ошибки ($\bar{X} \pm m$) выражали достоверность результатов, а также использовали уровни значимости критерия достоверности – $*p \leq 0,05$; $**p \leq 0,01$; $***p \leq 0,001$ [5].

Результаты исследований. В таблице 1 представлены результаты исследований биохимических показателей сыворотки крови цыплят, получавших гумусовые кислоты с питьевой водой за весь период опыта.

Таблица 1 – Показатели обмена веществ в сыворотке крови цыплят-бройлеров, получавших гумусовые кислоты в жидкой форме, ($\bar{X} \pm m$)

Показатели	Группы птиц			
	контроль	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
На 23-й день исследований				
Общий белок, г/л	21,80±1,88	22,50±1,92	27,80±1,05*	25,30±1,02
Альбумин, г/л	8,72±1,36	9,88±1,41	11,65±0,53*	10,15±0,98
Триацилглицерины, ммоль/л	0,52±0,09	0,47±0,19	0,38±0,06	0,39±0,09
Общий холестерол, ммоль/л	4,56±0,40	4,28±0,37	3,18±0,19**	3,75±0,28
Кальций, ммоль/л	2,41±0,10	2,45±0,13	2,63±0,09	2,51±0,07
Фосфор неорганич., ммоль/л	2,37±0,12	2,35±0,13	2,31±0,20	2,34±0,22
На 41-й день исследований				
Общий белок, г/л	28,20±1,28	29,80±1,25	35,50±1,98**	31,80±1,23
Альбумин, г/л	11,94±0,84	9,10±1,11	15,32±0,49**	12,41±1,56
Триацилглицерины, ммоль/л	0,49±0,18	0,42±0,14	0,30±0,08	0,34±0,11
Общий холестерол, ммоль/л	3,38±0,22	3,60±0,17	3,21±0,40	3,57±0,34
Кальций, ммоль/л	2,52±0,11	2,47±0,13	2,39±0,16	2,25±0,19
Фосфор неорганич., ммоль/л	2,31±0,11	3,32±0,30*	2,37±0,12	2,35±0,15

Примечания: $*p \leq 0,05$; $**p \leq 0,01$; $***p \leq 0,001$ (уровни значимости для критерия достоверности по отношению к контрольной группе).

Полученные нами данные биохимических исследований сыворотки крови (таблица 1) свидетельствуют о том, что в результате выпаивания цыплятам жидкой биодобавки с гумусовыми кислотами на 23-й день исследований, в особенности у цыплят 2-й и 3-й опытной групп, отмечается тенденция к увеличению содержания общего белка и альбумина: концентрация общего белка во 2-й опытной группе повышалась на 27,5 ($p \leq 0,05$), в 3-й опытной группе – на 16,1%; альбумина – на 33,6 ($p \leq 0,05$) и 16,4% соответственно. Концентрация триацилглицеринов была ниже во 2-й и 3-й группах на 26,9 и 25% а уровень общего холестерина достоверно снижался по сравнению с контролем только у бройлеров 2-й опытной группы и был на 30,3% ($p \leq 0,01$) ниже. К окончанию опыта уровень общего белка и альбумина в сыворотке крови цыплят 2-й опытной группы продолжал повышаться и был на 25,9 и 28,3% ($p \leq 0,01$) выше контрольных данных. Содержание триацилглицеринов во 2-й и 3-й группе бройлеров оставалось на 38,8 и 30,6% ниже, чем в контроле. Со стороны показателей минерального обмена в опытных группах птиц за весь период опыта существенных различий с контролем не было.

В таблице 2 приводятся биохимические показатели в сыворотке крови цыплят, получавших с комбикормами натриевую и аммониевую соль гуминовых кислот. На фоне скармливания цыплятам солей гуминовых кислот на 18-й день исследований в сыворотке крови 1-й и 2-й опытных групп наблюдалось достоверное снижение содержания мочевой кислоты на 52,4 и 48,1%, триацилглицеринов – на 45,8 и 35,4%, а также общего билирубина – на 33,8 и 25,7% по сравнению с контролем. Остальные показатели белкового, липидного, минерального обменов и глюкозы в группах практически не различались. На 30-й день исследований выявленная динамика сохранялась: содержание мочевой кислоты в 1-й и 2-й опытных группах цыплят было ниже, чем в контроле, на 31,4 и 35,1% ($p \leq 0,001$), а триацилглицеринов – на 45,1 ($p \leq 0,001$) и 29,4% ($p \leq 0,01$)

соответственно. Кроме того, в эти сроки отмечалось также снижение уровня общего холестерина, в 1-й опытной группе на 35,2% ($p \leq 0,001$), во 2-й группе – на 19,2% и повышение содержания магния, которое в 1-й группе – на 22,6% достоверно превышало показатели сверстников из контрольной группы (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели обмена веществ в сыворотке крови цыплят-бройлеров, получавших соли гуминовых кислот, $\bar{X} \pm m$

Показатели	Группы птиц		
	контроль	1-я опытная (гумат натрия)	2-я опытная (гумат аммония)
на 18-й день исследований			
Общий белок, г/л	31,35±0,71	32,36±0,26	32,21±0,72
Альбумин, г/л	15,53±0,37	15,95±0,30	15,22±0,83
Мочевая кислота, мкмоль/л	166,51±26,65	79,23±6,30**	86,51±7,73**
Креатинин, мкмоль/л	30,08±0,89	30,79±0,32	29,94±0,81
Триацилглицерины, ммоль/л	0,48±0,02	0,26±0,01***	0,31±0,03***
Общий холестерол, ммоль/л	3,31±0,10	3,54±0,16	3,73±0,46
Общий билирубин, мкмоль/л	0,74±0,03	0,49±0,02***	0,55±0,02***
Глюкоза, ммоль/л	11,44±0,30	11,01±0,13	11,32±0,15
Кальций, ммоль/л	2,73±0,02	2,75±0,08	2,77±0,13
Фосфор неорганический, ммоль/л	2,82±0,03	2,82±0,04	2,61±0,05
Магний, ммоль/л	1,17±0,04	1,27±0,04	1,20±0,05
на 30-й день исследований			
Общий белок, г/л	32,87±0,32	34,26±1,49	33,66±2,46
Альбумин, г/л	15,77±0,38	15,82±0,49	16,02±0,89
Мочевая кислота, мкмоль/л	126,85±6,17	87,05±4,38***	82,39±7,36***
Креатинин, мкмоль/л	18,70±0,60	17,52±1,57	17,38±1,33
Триацилглицерины, ммоль/л	0,51±0,02	0,28±0,03***	0,36±0,05**
Общий холестерол, ммоль/л	5,42±0,22	3,51±0,11***	4,38±0,47
Общий билирубин, мкмоль/л	0,62±0,04	0,60±0,05	0,65±0,07
Глюкоза, ммоль/л	11,25±0,12	11,38±0,43	11,27±0,30
Кальций, ммоль/л	2,45±0,08	2,50±0,16	2,40±0,08
Фосфор неорганический, ммоль/л	2,01±0,14	2,07±0,11	1,97±0,15
Магний, ммоль/л	1,06±0,05	1,30±0,05**	1,12±0,06

Примечания: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$ (уровни значимости для критерия достоверности по отношению к контрольной группе).

Заключение. Таким образом, изученная динамика индикаторных метаболитов сыворотки крови подопытных цыплят-бройлеров показывает, что все показатели колеблются в пределах физиологической нормы, что свидетельствует о нормальном физиологическом статусе птицы. Выпаивание с питьевой водой жидкой биодобавки с гумусовыми кислотами цыплятам-бройлерам в дозе 1 мл/гол в сутки по сравнению с другими дозами (0,5 и 2 мл/гол) оказало наиболее выраженный биологический эффект в первые 28 дней выращивания и способствовало достоверному повышению содержания общего белка до 27,5%, альбуминов – до 33,6%, снижению уровня триацилглицеринов – до 38,8% и общего холестерина – до 30,3%. Скармливание бройлерам с комбикормами гуматов натрия и аммония в дозе 20 мг на 1 кг живой массы (0,02% по массе комбикорма) сопровождалось достоверным снижением содержания мочевой кислоты до 52,4% и триацилглицеринов – до 45,8% в сыворотке крови цыплят в течение всего опыта. При этом, в первые 28 дней выращивания регистрировалось снижение уровня общего билирубина в обеих опытных группах до 33,8%, а по окончании опыта отмечалось достоверное снижение содержания общего холестерина до 35,2% и повышение магния на 22,6%. Более выраженная положительная биохимическая динамика отмечалась в группе цыплят, получавших гумат натрия.

Conclusion. Thus, the studied dynamics of indicator metabolites of the blood serum of experimental broiler chickens shows that all indicators fluctuate within the physiological norm, which indicates the normal physiological status of the bird. Giving broiler chickens a liquid dietary supplement containing humus acids with drinking water at a dose of 1 ml/head per day, compared to other doses (0,5 and 2 ml/head), had the most pronounced biological effect in the first 28 days of rearing, and significantly increased the content of total protein to 27.5%, albumin – to 33.6%, a decrease in the level of triacylglycerols – to 38.8% and total cholesterol – to 30.3%.

Feeding broilers with sodium and ammonium humates at a dose of 20 mg per 1 kg of live weight (0.02% by weight of combined feed) was accompanied by a significant decrease in the content of uric acid to 52.4% and triacylglycerols – to 45.8% in the serum of chickens throughout the experiment. At the same time, in the first 28 days of rearing, a decrease in the level of total bilirubin in both experimental groups to

33.8% was recorded, and at the end of the experiment, a significant decrease in the content of total cholesterol to 35.2% and an increase in magnesium by 22.6% were noted. A more pronounced positive biochemical dynamics was observed in the group of chickens receiving sodium humate.

Список литературы.

1. Влияние добавки «Reasil Humic Vet» на биохимические и морфологические показатели крови цыплят-бройлеров / К. В. Корсаков, А. А. Васильев, С. П. Москаленко, Л. А. Сивохина // Вестник АПК Ставрополя, 2018. – № 4 (32). – С. 32–35.
2. Клиническая лабораторная диагностика (методы и трактовка лабораторных исследований) / под ред. проф. В. С. Камышникова. – 4-е изд. – М. : МЕДпресс-информ, 2023. – 720 с.
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 ИЛТ / Д. Т. Соболев, И. Н. Громов, В. М. Холод, Б. Я. Бирман // Птицеводство Беларуси. – 2004. – № 3. – С. 16–21.
5. Павлова, Т. В. Биометрия : учебно-методическое пособие по дисциплине «Биометрия» для магистрантов по специальности 1-74 80 04 «Ветеринария» / Т. В. Павлова, В. Ф. Соболева, Т. В. Видасова. – Витебск : ВГАВМ, 2022. – 74 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 (16). – С. 71–74.
8. Сандул, П. А. Антиоксидантный эффект токоферолов и L-карнитина у цыплят-бройлеров / П. А. Сандул, Д. Т. Соболев // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2017. – Т. 53, вып. 2. – С. 129–132.
9. Фисинин, В. И. Специализированные фармакологические препараты и кормовые добавки, применяемые в птицеводстве для профилактики технологических стрессов: тепловой стресс (обзор) / В. И. Фисинин, Э. Р. Сайфулмулюков, А. В. Мифтахутдинов // Достижения науки и техники АПК. – 2023. – Т. 37, № 4. – С. 31–47.
10. Эффективность применения кормовой добавки «МагнифидПлюс-С» в кормлении цыплят-бройлеров / М. М. Карпеня, Л. Ф. Клундук, М. В. Горовенко [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2025. – Т. 61, вып. 4. – С. 42–46. – DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-4-42-46.

References.

1. Vliyanie dobavki «Reasil Humic Vet» na biohimicheskie i morfologicheskie pokazateli krovi cyplyat-brojlerov / K. V. Korsakov, A. A. Vasil'ev, S. P. Moskalenko, L. A. Sivohina // Vestnik APK Stavropol'ya, 2018. – № 4 (32). – S. 32–35.
2. Klinicheskaya laboratornaya diagnostika (metody i traktovka laboratornyh issledovanij) / pod red. prof. V. S. Kamyshnikova. – 4-e izd. – M. : MEDpress-inform, 2023. – 720 s.
3. Metodika provedeniya nauchnyh i proizvodstvennyh issledovanij po kormleniyu sel'skhozoyajstvennoj pticy / I. A. Egorov, V. A. Manukyan, T. N. Lenkova [i dr.] ; pod obshchej red. V. I. Fisinina. – Sergiev Posad : VNITIP, 2013. – 52 s.
4. Osobennosti lipidnogo obmena remontnogo molodnyaka kur, vakcinirovannogo protiv ILT / D. T. Sobolev, I. N. Gromov, V. M. Holod, B. YA. Birman // Pticevodstvo Be-larusi. – 2004. – № 3. – S. 16–21.
5. Pavlova, T. V. Biometriya : uchebno-metodicheskoe posobie po discipline «Biometriya» dlya magistrantov po special'nosti 1-74 80 04 «Veterinariya» / T. V. Pavlova, V. F. Soboleva, T. V. Vidasova. – Vitebsk : VGAVM, 2022. – 74 s.
6. Primenenie v kormlenii cyplyat-brojlerov biologicheskii aktivnyh veshchestv / L. V. SHul'ga, K. L. Medvedeva, D. YU. Goryacheva [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». – 2025. – T. 61, vyp. 4, ch. – S. 60–64. – DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-4-60-64.
7. Primenenie gumusovyh kislot dlya optimizacii belkovogo obmena i povysheniya produktivnyh kachestv u cyplyat-brojlerov / D. T. Sobolev, P. A. Sandul, V. F. Soboleva, E. V. Goridovec // Veterinarnyj zhurnal Belarusi. – 2022. – № 1 (16). – S. 71–74.
8. Sandul, P. A. Antioksidantnyj effekt tokoferolov i L-karnitina u cyplyat-brojlerov / P. A. Sandul, D. T. Sobolev // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». – 2017. – T. 53, vyp. 2. – S. 129–132.
9. Fisinin, V. I. Specializirovannye farmakologicheskie preparaty i kormovye dobavki, primenyaemye v pticevodstve dlya profilaktiki tekhnologicheskikh stressov: teplovoj stress (obzor) / V. I. Fisinin, E. R. Sajful'mulyukov, A. V. Miftahutdinov // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2023. – T. 37, № 4. – S. 31–47.
10. Effektivnost' primeneniya kormovoj dobavki «MagnifidPlyus-S» v kormlenii cyplyat-brojlerov / M. M. Karpenya, L. F. Klunduk, M. V. Gorovenko [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». – 2025. – T. 61, vyp. 4. – S. 42–46. – DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-4-42-46.

Поступила в редакцию 21.05.2026.

ЗАЩИТНОЕ ДЕЙСТВИЕ ФЛАВОНОИДОВ ИЗ ПОЧЕК ИВЫ ПРИ ОСТРОМ ПАНКРЕАТИТЕ МЫШЕЙ***Чжан Пэн ORCID ID 0000-0001-7556-4749, **Короткова И.П. ORCID ID 0000-0003-3371-2912,******Кожушко А.А. ORCID ID 0000-0001-5753-2460, **Капралов Д.В. ORCID ID 0000-0001-8022-4036****Шэньянский технологический институт, колледж биоинженерии, провинция Ляонин, г. Фушунь, Китай****Приморский государственный аграрно-технологический университет, Уссурийск, Российская Федерация*

*Целью исследований было изучение защитного действия флавоноидов из почек ивы при остром панкреатите мышей. Эксперимент проходил в Шэньянском технологическом институте, колледже биоинженерии, провинции Ляонин, г. Фушунь, Китай. Для изучения защитного действия флавоноидов из почек ивы при остром панкреатите (Acute Pancreatitis, AP) у мышей было отобрано 50 особей мышей мужского пола, SPF класса, больные экспериментальным панкреатитом, которые в случайном порядке были разделены на 5 групп: контрольную, модельную группу и группы с разной дозировкой общих флавоноидов (0,25 г/кг, 0,5 г/кг, 1 г/кг). В данном опыте проводилось морфологическое исследование с использованием окрашивания гематоксилином-эозином тканей поджелудочной железы мышей, оценивалась степень патологии у мышей каждой группы; определялась активность амилазы, липазы и содержания ионов кальция в сыворотке крови; показатели окисления сыворотки крови у мышей каждой группы (малондиальдегид (MDA) и общая супероксиддисмутаза). Результаты показали, что изменения в биохимических показателях и показателях окисления сыворотки крови мышей в модельной группе по сравнению с контрольной группой значительные ($P < 0,01$), различные дозировки флавоноидов из почек ивы заметно понизили амилазу, активность липазы и содержание малондиальдегида в сыворотке крови у мышей с острым панкреатитом и повысили содержание ионов кальция, а также активность общей супероксиддисмутазы в сыворотке крови. **Ключевые слова:** флавоноиды из почек ивы; острый панкреатит; L-аргинин; мыши; защита.*

PROTECTIVE EFFECT OF FLAVONOIDS FROM WILLOW BUDS AT ACUTE PANCREATITIS IN MICE***Zhang Peng, **Korotkova I.P., **Kozhushko A.A., **Kapralov D.V.****Shenyang Institute of Technology, College of Bioengineering, Liaoning Province, Fushun, China****Primorsky State Agrarian and Technological University, Ussuriysk, Russian Federation*

*The aim of the research is to establish the protective effect of flavonoids from willow buds in mice with acute pancreatitis. The experiment took place at the Shenyang Institute of Technology, College of Bioengineering, Liaoning Province, and Fushun, China. To study the protective effect of the willow buds flavonoids at acute pancreatitis (AP) in mice, 50 male mice of the SPF class were selected in this experiment, which were randomly divided into 5 groups, namely: control, model group and groups with different dosages of total flavonoids (0.25 g/kg, 0.5 g/kg, 1 g/kg). In this experiment, a morphological study was performed using hematoxylin-eosin staining of pancreatic tissues of mice, the degree of pathology in mice of each group was assessed; a colorimetric method was used to check and measure the activity of amylase, lipase, and calcium ion content in the blood serum of mice of each group. Using a set of reagents, the indicators of serum oxidation in mice of each group (malondialdehyde (MDA) and total superoxide dismutase) were detected. The results showed that the difference in biochemical parameters and serum oxidation of mice in the model group compared with the control group is extremely significant ($P < 0.01$). In comparison with the model group, different dosages of flavonoids from willow buds significantly reduced amylase, lipase activity and malondialdehyde content in the blood serum of mice with acute pancreatitis and increased the content of calcium ions, as well as the activity of total superoxide dismutase in the blood serum. **Keywords:** flavonoids from willow buds; acute pancreatitis; L-arginine; mice; protection.*

Введение. Острый панкреатит (ОП) – это болезнь, характеризующаяся воспалением ткани поджелудочной железы, которая может вызывать воспалительные реакции всего организма и усугубляться до полиорганной недостаточности или даже смерти. В настоящее время заболеваемость острым панкреатитом у кошек и собак также очень высока, кроме того, причина и механизмы болезни сложны [1]. Клинических эффективных лекарственных препаратов от острого панкреатита очень мало, поэтому разработка эффективного лекарства от острого панкреатита имеет очень важный практический смысл. Растения рода ивовые – это древесные растения семейства ивовые, имеется более 4 родов и 500 видов, они широко распространены по всему миру. Исследования в современной фармакологии показали, что плакучая ива обладает выраженными антиоксидантными, противоопухолевыми, противовоспалительными, противобактериальными и противопаразитарными фармакологическими свойствами, а также снижает уровень липидов крови и регулирует иммунитет [2]. На раннем этапе данного исследования посредством ультразвукового метода успешно извлекли общие флавоноиды из почек ивы и с помощью метода жидкостной хроматографии и тандемной масс-спектрометрии высокого разрешения определили их состав, обнаружили кверцетин, рутин, кемпферол и другие 17 видов флавоноидов. Флавоноиды являются одним из важных активных ингредиентов традиционных лекарств из китайских целебных трав, обладают сильной противовоспалительной и противooksидлительной активностью, например,

кверцетин, кемпферол, изорамнетин, рутин, флавоноиды плодов дурнишника сибирского [3-6]. Флавоноиды проявляют довольно сильное фармакологическое действие.

Цель исследования – установить защитное действие флавоноидов из почек ивы при остром панкреатите мышей.

Материалы и методы исследований. 50 особей мышей инбредной линии Куньмин, SPF класса, мужского пола, весом 18~22 г, были приобретены у АО «Чэншэн» биотехнологической компании провинции Ляонин; номер лицензии лабораторных животных: SCXK (辽) 2020-0001. Мышам позволили адаптироваться в комнате с допустимой температурой 24 градуса Цельсия, без наличия болезнетворного возбудителя, где время включения и выключения света было 12/12 ч. по меньшей мере 1 неделю. Мышей кормили стандартной лабораторной пищей и предоставляли свободное питье (воду).

В данном опыте использовали L-аргинин для моделирования острого панкреатита у мышей, а интенсивность патологии и защитное действие флавоноидов из почек ивы при остром панкреатите определяли посредством измерения активности амилазы, липазы, содержания общего кальция и показателей ПОЛ в сыворотке крови, чтобы предоставить данные для исследования и разработки соответствующего ветеринарного препарата [7-10].

L-аргинин был куплен у ООО «Мэйлун» биотехнологической компании г. Далянь; наборы реагентов для выявления амилазы в сыворотке крови (C016-1-1), липазы (A054-1-1), ионов кальция (C004-1-1), малондальдегида (МДА) (A003-1-2) и общей супероксиддисмутазы (СОД) (A001-3-2) были приобретены у ООО «Цзеньшэн» биотехнологической компании г. Нанькин; красящий раствор гематоксилина-эозина был приобретен у ООО «Servicebio» биотехнологической компании; остальные реагенты были приобретены у ООО «Sinopharm».

В данном эксперименте мыши были разделены на 5 групп: контрольную, модельную и группы с разной дозировкой флавоноидов. Каждой группе с разной дозой флавоноидов вводили в желудок соответственно дозы 0,25; 0,5; 1 г/кг, объем вводимого в желудок раствора на протяжении 7 дней. После последнего введения через час делали инъекцию 20%-ного L-аргинина в брюшную полость мышам из модельной группы и групп с разной дозировкой флавоноидов, вводимая доза составляла 4 г/кг, с интервалом во времени в 1 час повторяли инъекцию. Через 24 часа из каждой группы у 10 особей взяли пробы крови и при низких температурах провели центрифугирование в течение 10 минут, полученные плазму и сыворотку крови соответственно использовали для общего анализа крови, измерения биохимических и окислительных показателей. В случайном порядке у 3 особей из каждой группы взяли поджелудочную железу для подготовки гистосрезов и окрашивания гематоксилином-эозином.

Ткани поджелудочной железы части мышей, взятых из каждой группы, погружали в 10%-ный раствор формальдегида до застывания на 48 часов. После изготовления парафинового среза, окрашивания гематоксилином и эозином, дегидратации и подготовки препарата для исследования под микроскопом рассмотрели патологические особенности тканей поджелудочной железы каждой группы, собрали фото и произвели анализ.

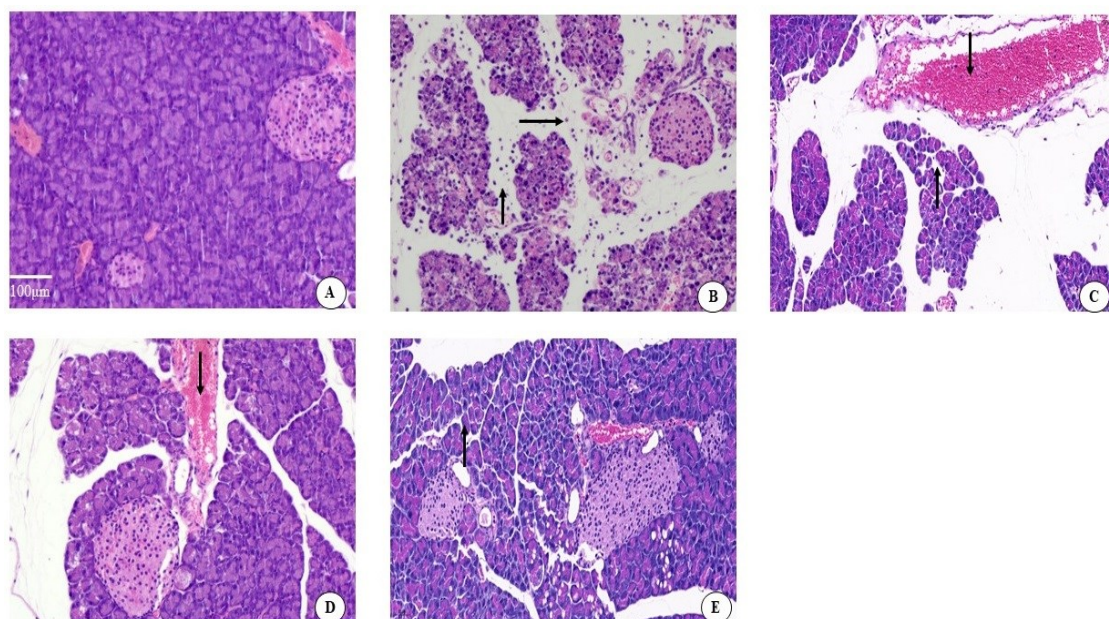
Для измерения активности амилазы, липазы и содержания ионов кальция в сыворотке крови мышей использовался колориметрический метод, другие методы производились на основании инструкций вышеописанных наборов реагентов. Для выявления малондальдегида и активности общей супероксиддисмутазы сыворотки крови мышей использовался метод с тиобарбитуровой кислотой и метод WST-1.

После взятия плазмы крови у мышей всех групп, ее поместили в антикоагулянтную трубку, содержащую этилендиаминтетрауксусную кислоту, после чего трубку QBC вставили в дозатор, а затем вытянули достаточное количество плазмы крови. После центрифугирования в течение 5 минут со скоростью 12000 об/мин использовали гематологический анализатор IDEXX для проверки и измерения.

Для проведения статистического анализа использовалось ПО SPSS Statistics 17.0.

После введения инъекции в брюшную полость проводилось наблюдение за состоянием мышей каждой группы. После введения мышам из контрольной группы в брюшную полость физраствора у них не наблюдалось аномальных проявлений. У мышей модельной группы после внутрибрюшинной инъекции аргинина пропал аппетит, появилась заметная психическая подавленность (сонливость и замедленные движения), тревога у отдельных особей и то, что они свертывались калачиком. Через 30 минут после первой инъекции аргинина все симптомы начали спадать. После второй инъекции аргинина у мышей каждой группы появились следующие симптомы: они начали собираться в кучки, через час у отдельных особей пропал аппетит, но жажда еще оставалась. У мышей из групп с разной дозировкой общих флавоноидов из почек ивы проявились в разной степени угнетение и атаксия.

Результаты исследований. Как показано на рисунке 1, форма ткани поджелудочной железы мышей контрольной группы нормальная, не обнаружено паталогических изменений (рисунок 1А). В тканях поджелудочной железы модельной группы обнаружился распад, как показано стрелками на рисунке, воспалительная клеточная инфильтрация, в клетках поджелудочной железы выявлен диффузный некроз (рисунок 1В). У мышей групп с разной дозировкой обнаружены разной степени некрозы в ацинусах поджелудочной железы, среди них группа с дозировкой 0,25 г/кг находится в самом тяжелом состоянии (рисунок С1), в тканях поджелудочной железы мышей наблюдалась гиперемия, распад ацинарных клеток и увеличение тканевого пространства. У групп с дозировками 0,5 г/кг, 1 г/кг в патологических изменениях по сравнению модельной группой есть заметные улучшения (рисунки 1D, E).



А - контрольная группа; В - модельная группа; С - группа с флавоноидами дозировкой 0,25 г/кг; D - группа с флавоноидами дозировкой 0,5 г/кг; E - группа с флавоноидами дозировкой 1 г/кг

Рисунок 1 - Результаты патоморфологического исследования тканей поджелудочной железы (100×)

Как показано в таблице 1, различия в активности амилазы, липазы и содержании ионов кальция в сыворотке крови у мышей модельной группы по сравнению с контрольной крайне значительны ($P < 0,01$), модель острого панкреатита у мышей построена успешно. Различия в активности амилазы и липазы и содержании ионов кальция в сыворотке крови групп с разной дозировкой общих флавоноидов по сравнению с модельной группой крайне значительны ($P < 0,01$). Кроме того, обнаружилась зависимость от дозировки, то есть по мере увеличения дозировки препарата активность амилазы и липазы постепенно снижается, а содержание ионов кальция постепенно повышается. Это объясняет, что определенная доза общих флавоноидов из почек ивы может эффективно улучшить биохимические показатели мышей с острым панкреатитом.

Таблица 1 - Влияние общих флавоноидов из почек ивы на содержание ионов кальция, активность амилазы и липазы в сыворотке крови мышей с острым панкреатитом

Группа	Содержание ионов кальция (mmol/L)	Активность липазы(U/L)	Активность амилазы(U/dL)
Контрольная группа	2,53±0,19	28,70±2,86	239,01±19,34
Модельная группа	1,36±0,10 ^{##}	127,39±12,20 ^{##}	970,26±67,50 ^{##}
Группа с дозировкой 0,25 г/кг	1,70±0,05 ^{**}	96,16±3,66 ^{**}	722,96±28,10 ^{**}
Группа с дозировкой 0,5 г/кг	1,94±0,05 ^{**}	75,77±3,98 ^{**}	529,22±42,36 ^{**}
Группа с дозировкой 1 г/кг	2,22±0,59 ^{**}	54,57±4,80 ^{**}	306,34±11,90 ^{**}

Примечание: по сравнению с контрольной группой # - $P < 0,05$; ## - $P < 0,01$. По сравнению с модельной группой * - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$, так же в таблицах ниже.

Разные дозы общих флавоноидов действуют на мышей с острым панкреатитом, индуцированным 20%-ным L-аргинином, по-разному. Результаты изменения окислительных показателей сыворотки крови представлены в таблице 2. У мышей модельной группы содержание МДА (малондиальдегида) в сыворотке крови значительно повысилось, а активность СОД (общей

супероксиддисмутазы) значительно снизилась. Это объясняет, что построение модели острого панкреатита у мышей прошло успешно. Группы с разной дозировкой общих флавоноидов могут значительно улучшить окислительные показатели у мышей с острым панкреатитом. Как видно из таблицы 2, вслед за увеличением дозировки общих флавоноидов в группах с разной дозировкой МДА в сыворотке крови у мышей в разной степени снижается, и по сравнению с модельной группой обнаружилось крайне значительные различия и зависимость от дозировки. Также в данной таблице вслед за увеличением дозировки общих флавоноидов в группах с разной дозировкой активность СОД в сыворотке крови у мышей в разной степени повышается, и по сравнению с модельной группой обнаружилось крайне значительные различия и зависимость от дозировки.

Таблица 2 - Влияние общих флавоноидов из почек ивы на содержание МДА и активность СОД в сыворотке крови у мышей с острым панкреатитом

Группа	Содержание МДА (nmol/L)	СОД активность (U/mL)
Контрольная группа	7,62±0,66	86,49±3,89
Модельная группа	31,57±1,69 ^{##}	30,80±2,67 ^{##}
Группа с дозировкой 0,25 г/кг	20,03±1,07 ^{**}	45,53±3,42 ^{**}
Группа с дозировкой 0,5 г/кг	15,81±0,73 ^{**}	63,92±4,03 ^{**}
Группа с дозировкой 1 г/кг	12,26±0,62 ^{**}	80,77±2,43 ^{**}

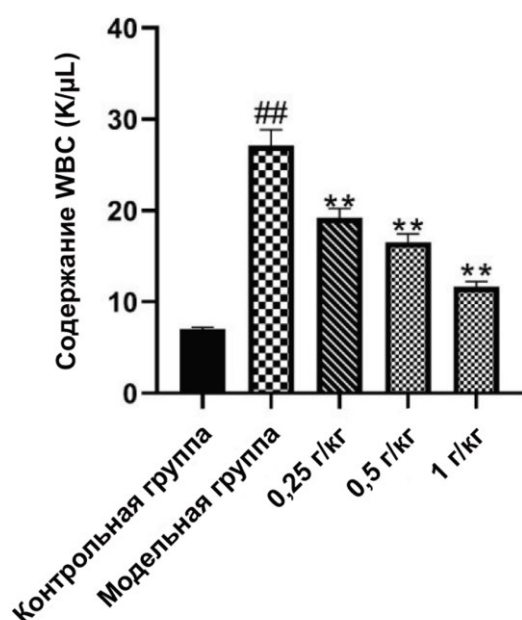


Рисунок 2 - Количество лейкоцитов в плазме крови мышей разных опытных групп с экспериментальным острым панкреатитом

железы, такие как активность амилазы и липазы в сыворотке крови у мышей с модельным острым панкреатитом, достоверно и значительно повышались, а содержание ионов кальция значительно уменьшилось, что совпадает с данными, полученными в других подобных исследованиях D. Du [11], T. F. Wei [12], G. Zhang [13] и др.

Разные дозировки общих флавоноидов из почек ивы уменьшали активность амилазы и липазы, приводили к увеличению общего кальция в сыворотке крови, снижению лейкоцитоза у мышей в разной степени. Наиболее выраженные изменения были у животных, которым применяли флавоноиды в дозе 1 г/кг массы.

Окислительный стресс является ключевым фактором в процессе развития острого панкреатита [14]. АФК (активные формы кислорода) напрямую соединяются с липидами и белками клеточной мембраны, что приводит к окислительной деградации, накоплению продуктов ПОЛ в тканях поджелудочной железы. Данное экспериментальное исследование обнаружило, что общие флавоноиды из почек ивы могут крайне значительно понизить содержание МДА в сыворотке крови мышей с острым панкреатитом и повысить активность ключевого компонента ферментативного звена антиокислительной защиты СОД.

Таким образом, данный эксперимент показал, что общие флавоноиды из почек ивы оказывают значительный защитный эффект на поджелудочную железу при остром панкреатите у мышей и могут использоваться в качестве альтернативного лекарственного средства при данном заболевании.

Conclusion. Flavonoids have pronounced anti-inflammatory and antioxidant effects, but the use of common flavonoids from willow buds at acute pancreatitis in mice has not yet been studied. Markers of cytolysis of pancreatic cells, such as the activity of amylase and lipase in the blood serum of mice with the model acute pancreatitis, significantly and highly increased, and the content of calcium ions decreased significantly, which coincides with the data obtained in other similar studies by D. Du [11], T. F. Wei [12], G. Zhang [13] and others. Different dosages of total flavonoids from willow buds decreased the activity of amylase and lipase, led to an increase in total calcium in the blood serum, and decreased leukocytosis in mice to varying degrees. The most pronounced changes were in animals treated with flavonoids at a dose of 1 g/kg body weight. Oxidative stress is a key factor in the development of acute pancreatitis [14]. ROS (reactive oxygen species) directly binds to lipids and proteins of the cell membrane, which leads to oxidative degradation and accumulation of LPO products in pancreatic tissues. This experimental study found that common flavonoids from willow buds can significantly lower the MDA content in the blood serum of mice with acute pancreatitis and increase the activity of a key component of the enzymatic link of the antioxidant defense of SOD. Thus, this experiment showed that common flavonoids from willow buds have a significant protective effect on the pancreas at acute pancreatitis in mice and can be used as an alternative drug for this disease.

Список литературы.

1. Прогресс в исследовании причин и механизмов острого панкреатита у собак и кошек / Чжан Пэн, Фу Юйцзе, Ху Шуан [и др.] // Прогресс в ветеринарии. – 2020. – № 41 (3). – С. 114–117.
2. Isorhamnetin, Hispidulin, and Cirsimaritin Identified in *Tamarixramosissima* Barks from Southern Xinjiang and Their Antioxidant and Antimicrobial Activities / X. Ren, Y. Bao, Y. Zhu [et al.] // *Molecules*. – 2019. – Vol. 24, issue 3 : 390. – Doi: 10.3390/molecules24030390.
3. Rutin restricts hydrogen peroxide-induced alterations by up regulating the redox-system: An in vitro, in vivo and in silico study / S. Singh, V. Dubey, A. Meena [et al.] // *European Journal of Pharmacology*. – 2018. – Vol 15. – P. 115–125. – Doi: 10.1016/j.ejphar.2018.07.055.
4. Flavonoids, cytotoxic, antioxidant and antibacterial activities of *Evaxpygmae* / A. Khalfallah, D. Berrehal, C. Bensouici [et al.] // *Pharmaceutical Biology*. – 2017. – Vol. 55, issue 1. – P. 2292–2296. – Doi: 10.1080/13880209.2017.1405997
5. Antibacterial and antioxidant flavonoid derivatives from the fruits of *Metaplexis japonica* / L. Wei, M. Yang, L. Huang [et al.] // *Food Chemistry*. – 2019. – № 15. – P. 308–312. – Doi: 10.1016/j.foodchem.2019.03.070.
6. Flavonoids from *Morus alba* L. Leaves: Optimization of Extraction by Response Surface Methodology and Comprehensive Evaluation of Their Antioxidant, Antimicrobial, and Inhibition of α -Amylase Activities through Analytical Hierarchy Process / H. Cui, T. Lu, M. Wang [et al.] // *Molecules*. – 2019. – Vol. 24, issue 13 : 2398. – Doi: 10.3390/molecules24132398.
7. Доза и время введения L-аргенина, вызывающего острый панкреатит у мышей / Ван Синьсинь, Чэнь Цзылу, Инь Син [и др.] // Китайский журнал о ветеринарной медицине. – 2021. – № 57 (07). – С. 56–59.
8. Ismail, O. Z. Lipase or amylase for the diagnosis of acute pancreatitis? / O. Z. Ismail, V. Bhayana // *Clinical Biochemistry*. – 2017. – № 50 (18). – P. 1275–1280. – Doi: 10.1016/j.clinbiochem.2017.07.003.
9. Ikei, S. Blood concentrations of polymorphonuclear leucocyte elastase and interleukin-6 are indicators for the occurrence of multiple organ failures at the early stage of acute pancreatitis / S. Ikei, M. Ogawa, Y. Yamaguchi // *Journal of Gastroenterology and Hepatology*. – 1998. – № 13 (12). – P. 1274–1283.
10. Research Progress on the Relationship Between Acute Pancreatitis and Calcium Overload in Acinar Cells / S. Feng, Q. Wei, Q. Hu [et al.] // *Digestive Diseases and Sciences*. – 2019. – № 64 (1). – P. 25–38. – Doi: 10.1007/s10620-018-5297-8.
11. Protective effects of flavonoids from *Coreopsis tinctoria* Nutt. on experimental acute pancreatitis via Nrf-2/ARE-mediated antioxidant pathways / D. Du, L. Yao, R. Zhang [et al.] // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2018. – Vol. 224, issue 5. – P. 261–272. – Doi: 10.1016/j.jep.2018.06.003.
12. Qing-Yi Decoction in the Treatment of Acute Pancreatitis: An Integrated Approach Based on Chemical Profile, Network Pharmacology, Molecular Docking and Experimental Evaluation / T. F. Wei, L. Zhao, P. Huang [et al.] // *Frontiers in Pharmacology*. – 2021. – Vol. 29, issue 12 : 590994. – Doi: 10.3389/fphar.2021.590994.
13. Psidiumguajava Flavonoids Prevent NLRP3 Inflammasome Activation and Alleviate the Pancreatic Fibrosis in a Chronic Pancreatitis Mouse Model / G. Zhang, L. Tang, H. Liu [et al.] // *The American Journal of Chinese Medicine*. – 2021. – Vol. 49, issue 8. – P. 2001–2015. – Doi: 10.1142/S0192415X21500944.
14. Эффект леонина на окислительное повреждение острым панкреатитом у мышей, вызванного L-аргенином / Чжан Пэн, Лу Юйфу, Ву Шанцзе [и др.] // Вестник животноводства и ветеринарии. – 2021. – № 52 (07). – С. 83–90.

References.

1. Progress v issledovanii prichin i mekhanizmov ostrogo pankreatita u sobak i koshek / CHzhan Pen, Fu YUjczze, Hu SHuan [i dr.] // Progress v veterinarui. – 2020. – № 41 (3). – S. 114–117.
2. Isorhamnetin, Hispidulin, and Cirsimaritin Identified in *Tamarixramosissima* Barks from Southern Xinjiang and Their Antioxidant and Antimicrobial Activities / X. Ren, Y. Bao, Y. Zhu [et al.] // *Molecules*. – 2019. – Vol. 24, issue 3 : 390. – Doi: 10.3390/molecules24030390.
3. Rutin restricts hydrogen peroxide-induced alterations by up regulating the redox-system: An in vitro, in vivo and in silico study / S. Singh, V. Dubey, A. Meena [et al.] // *European Journal of Pharmacology*. – 2018. – Vol 15. – P. 115–125. – Doi: 10.1016/j.ejphar.2018.07.055.

4. Flavonoids, cytotoxic, antioxidant and antibacterial activities of *Evaxpygmae* / A. Khalfallah, D. Berrehal, C. Bensouici [et al.] // *Pharmaceutical Biology*. – 2017. – Vol. 55, issue 1. – P. 2292–2296. – Doi: 10.1080/13880209.2017.1405997
5. Antioxidant and antioxidant flavonoid derivatives from the fruits of *Metaplexis japonica* / L. Wei, M. Yang, L. Huang [et al.] // *Food Chemistry*. – 2019. – № 15. – R. 308–312. – Doi: 10.1016/j.foodchem.2019.03.070.
6. Flavonoids from *Morus alba* L. Leaves: Optimization of Extraction by Response Surface Methodology and Comprehensive Evaluation of Their Antioxidant, Antimicrobial, and Inhibition of α -Amylase Activities through Analytical Hierarchy Process / H. Cui, T. Lu, M. Wang [et al.] // *Molecules*. – 2019. – Vol. 24, issue 13 : 2398. – Doi: 10.3390/molecules24132398.
7. Doza i vremya vvedeniya L-argenina, vyzyvayushchego ostryj pankreatit u myshej / Van Sin'sin', CHen' Czylyu, In' Sin [i dr.] // *Kitajskij zhurnal o veterinarnoj medicine*. – 2021. – № 57 (07). – S. 56–59.
8. Ismail, O. Z. Lipase or amylase for the diagnosis of acute pancreatitis? / O. Z. Ismail, V. Bhayana // *Clinical Biochemistry*. – 2017. – № 50 (18). – R. 1275–1280. – Doi: 10.1016/j.clinbiochem.2017.07.003.
9. Ikei, S. Blood concentrations of polymorphonuclear leucocyte elastase and interleukin-6 are indicators for the occurrence of multiple organ failures at the early stage of acute pancreatitis / S. Ikei, M. Ogawa, Y. Yamaguchi // *Journal of Gastroenterology and Hepatology*. – 1998. – № 13 (12). – R. 1274–1283.
10. Research Progress on the Relationship Between Acute Pancreatitis and Calcium Overload in Acinar Cells / S. Feng, Q. Wei, Q. Hu [et al.] // *Digestive Diseases and Sciences*. – 2019. – № 64 (1). – R. 25–38. – Doi: 10.1007/s10620-018-5297-8.
11. Protective effects of flavonoids from *Coreopsis tinctoria* Nutt. on experimental acute pancreatitis via Nrf-2/ARE-mediated antioxidant pathways / D. Du, L. Yao, R. Zhang [et al.] // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2018. – Vol. 224, issue 5. – P. 261–272. – Doi: 10.1016/j.jep.2018.06.003.
12. Qing-Yi Decoction in the Treatment of Acute Pancreatitis: An Integrated Approach Based on Chemical Profile, Network Pharmacology, Molecular Docking and Experimental Evaluation / T. F. Wei, L. Zhao, P. Huang [et al.] // *Frontiers in Pharmacology*. – 2021. – Vol. 29, issue 12 : 590994. – Doi: 10.3389/fphar.2021.590994.
13. Psidiumguajava Flavonoids Prevent NLRP3 Inflammasome Activation and Alleviate the Pancreatic Fibrosis in a Chronic Pancreatitis Mouse Model / G. Zhang, L. Tang, H. Liu [et al.] // *The American Journal of Chinese Medicine*. – 2021. – Vol. 49, issue 8. – P. 2001–2015. – Doi: 10.1142/S0192415X21500944.
14. Effekt peonola na okislitel'noe povrezhdenie ostrym pankreatitom u myshej, vyzvannogo L-argininom / CHzhan Pen, Li YUjfu, Vu SHancze [i dr.] // *Vestnik zhivotnovodstva i veterinarii*. – 2021. – № 52 (07). – S. 83–90.

Поступила в редакцию 07.05.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-3-86-90

УДК 619.616-095:636.2.034

РАЗРАБОТКА ВИДОСПЕЦИФИЧНЫХ ОЛИГОНУКЛЕОТИДНЫХ ПРАЙМЕРОВ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ *ANAPLASMA MARGINALE*

Шангараев Р.И. ORCID ID 0000-0003-3689-1442, Усольцев К.В. ORCID ID 0000-0001-5279-9836, Горбунова М.Е. ORCID ID 0000-0002-0707-2117, Хаертынов К.С. ORCID ID 0000-0003-4764-560X, Додонova Е.А. ORCID ID 0000-0002-6919-4064, Сальманова Г.Р. ORCID ID 0000-0003-2356-133X
ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности»,
г. Казань, Российская Федерация

В данной работе представлен результат конструирования видоспецифичных праймеров к генам *mtp4* и *mtp5* возбудителя анаплазмоза крупного рогатого скота *Anaplasma marginale*. По результатам биоинформационного анализа 65 нуклеотидных последовательностей гена *mtp4* и 6 - гена *mtp5* были установлены консервативные локусы в позиции от 680 до 830 п.н. – для гена *mtp4*; и от 400 до 560 – для гена *mtp5*. На указанные выше участки генов-интереса разработаны олигонуклеотидные затравки, описаны их основные характеристики. Полученные последовательности олигонуклеотидных комбинаций можно использовать в качестве специфических компонентов при создании новых современных тест-систем для ПЦР-диагностики возбудителя анаплазмоза крупного рогатого скота, а также в случаях затруднений по идентификации данного вида. **Ключевые слова:** анаплазмоз, биоинформационный анализ, генетический маркер, диагностика, олигонуклеотидные праймеры.

DEVELOPMENT OF SPECIES-SPECIFIC OLIGONUCLEOTIDE PRIMERS FOR IDENTIFICATION OF *ANAPLASMA MARGINALE*

Shangaraev R.I., Usoltsev K.V., Gorbunova M.E., Khaertynov K.S., Dodonova E.A., Salmanova G.R.
FSBSI "Federal Center for Toxicological, Radiation, and Biological Safety", Kazan, Russian Federation

This paper presents the results of constructing species-specific primers for the *mtp4* and *mtp5* genes of the bovine anaplasma pathogen, *Anaplasma marginale*. Bioinformatic analysis of 65 nucleotide sequences of the *mtp4* gene and 6 of the *mtp5* gene revealed conserved loci in positions from 680 to 830 base pairs (bp) for the *mtp4* gene and from 400 to 560 base pairs (bp) for the *mtp5* gene. Oligonucleotide primers were developed for the above-mentioned sites of the genes of interest, and their main characteristics are described. The resulting oligonucleotide combinations can be used as specific components in the development of new, modern test systems for PCR

diagnostics of the bovine anaplasma pathogen, as well as in cases of difficulty in identifying this species. Keywords: anaplasmosis, bioinformatics analysis, genetic marker, diagnostics, oligonucleotide primers

Введение. Анаплазмоз крупного рогатого скота представляет собой кровепаразитарную болезнь, которая клинически проявляется лихорадкой постоянного типа, анемией, кахексией, снижением продуктивности, абортами, у молодняка – высокой летальностью. Экономический ущерб от болезни обусловлен потерей продуктивности животных, недополучением приплода, гибелью молодняка и затратами на проведение противопаразитарных мероприятий [1].

В Российской Федерации случаи анаплазмоза зарегистрированы в субъектах Северо-западного (Калининградская область), Центрального (Брянская, Владимирская, Калужская, Московская, Рязанская, Смоленская области), Приволжского (Нижегородская, Кировская, Ульяновская области), Сибирского (Тюменская область, Красноярский, Алтайский край) федеральных округов [2].

Возбудители анаплазмоза крупного рогатого скота относятся к порядку *Rickettsiales* и семейству *Anaplasmataceae*. Анаплазмы являются грамотрицательными бактериями, переносчиками данных возбудителей в широтах с умеренным климатом служат иксодовые клещи из рода *Dermacentor*. Также переносчиками анаплазм могут быть кровососущие насекомые, не исключается и ятрогенный путь передачи через инфицированные иглы, инструменты [3].

Ведущую роль в предотвращении распространения анаплазмоза играет своевременная и достоверная диагностика. Микроскопия мазков крови, которая считается «золотым стандартом» для индикации анаплазм имеет недостатки: на ранних стадиях заболевания и при тяжелых анемиях чувствительность метода низкая, процент ложноотрицательных результатов высокий. Полимеразная цепная реакция (ПЦР), благодаря высокой чувствительности, специфичности и оперативности, с успехом применяется для лабораторной диагностики анаплазмоза крупного рогатого скота [4]. ПЦР дает возможность обнаруживать специфические фрагменты генома различных возбудителей на ранних стадиях болезни [5, 6], также с помощью ПЦР можно провести дифференциацию анаплазмоза от других болезней инфекционной, инвазионной и незаразной этиологии [7].

Цель исследований – поиск специфичных для вида *A. marginale* локусов и разработка олигонуклеотидных праймеров для его ПЦР-индикации.

Материалы и методы исследований. Анализом литературных данных [8, 9] для молекулярно-генетической индикации *A. marginale* были выбраны гены *msh4*, кодирующий трансмембранный иммунодоминантный белок, участвующий в адгезии возбудителя клеткам макроорганизма; *msh5*, продуктом которого является основной поверхностный белок с молекулярной массой 19 кДа [10]. Для биоинформационного анализа генов *msh4* и *msh5* *A. marginale* были использованы 65 и 6, доступные в базе данных NCBI (National Center for Biotechnology Information) нуклеотидных последовательностей GenBank ID: AY7S6994.1, ON209411.1, MH939155.1, MH3SS472.1, KU497715.1, JN564652.1, JN564650.1, JN56464S.1, JN564647.1, JN564645.1, EU677383.1, MF771080.1, MF771077.1, MF771073.1, MF771066.1, MF771056.1, MF771052.1, EU1060S2.1, AY127073.1, AY127069.1, D0000621.1, MW939373.1, MZ098220.1, MKS093S9.1, MKS093S6.1, MKS093S2.1, MH191396.1, KX781293.1, KY305594.1, KY305585.1, AY851150.1, KJ512172.1, HM063430.1, KX7S1293.1, KY305594.1, KY3055S5.1, AYS51150.1, K3512172.1, HM063430.1, AY666010.1, AY666005.1, AY2S3193.1, EU2S3S46.1, P051S366.1, P051 S359.1, LCS7196S.1, LCS71961.1, LCS71946.1, PV626510.1, P04SSS73.1, P04SSS67.1, OP749972.1, OP142724.1, OK663651.1, MT173610.1, MH02020S.1, MG67645S.1, EF19050S.1, KF739429.1, L019S7.1, MK140732.1, MK164541.1, EF053267.1, AY191S27.1, AF42S0S6.1 (*msh4*); EF546443.1, KR047044.1, KR047043.1, KR047042.1, KR047041.1, M93392.1 (*msh5*). Множественное выравнивание нуклеотидных последовательностей проведено в программе Unipro Ugene V53.0 («Унипро», Россия). Для дизайна олигонуклеотидных праймеров и TaqMan зондов использована программа Vector NTI 9.1 (Invitrogen Corporation, Карлсбад, США).

Результаты исследований. Ведущую роль в предотвращении распространения анаплазмоза крупного рогатого скота играет своевременная и достоверная диагностика. Метод ПЦР благодаря высокой чувствительности и специфичности дает возможность идентифицировать специфические локусы генома возбудителя в патологическом материале. Важным этапом ПЦР-диагностики является поиск высокоспецифичных ДНК-локусов, дизайн олигонуклеотидных праймеров и TaqMan-зондов, позволяющих провести реакцию в режиме реального времени. Множественным выравниванием были установлены локусы генов *msh4* и *msh5* с минимальным полиморфизмом в позиции 680-830 и 400-560 (рисунок 1), на которые были сконструированы олигонуклеотидные праймеры флуоресцентные зонды.

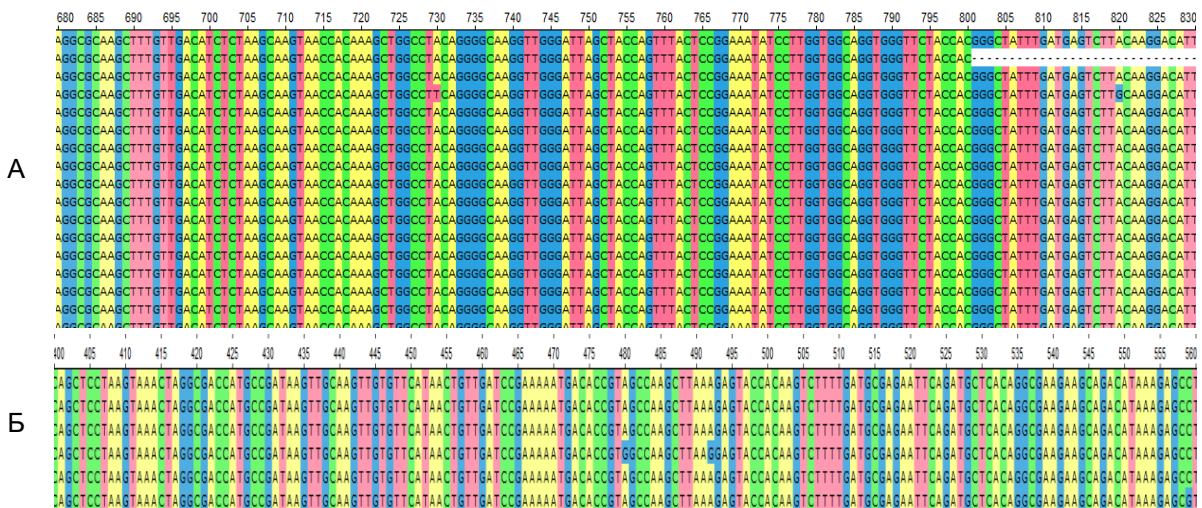


Рисунок 1 – Сравнение нуклеотидных последовательностей маркерных участков генов *msp4* (А) и *msp5* (Б), выбранных для индикации *A. marginale* (Интерфейс программы Ugene Unipro V53.0)

Краткая характеристика разработанных праймеров и зондов представлена в таблице 1.

Прямой праймер FPmsp4 имеет длину 27 нуклеотидов, олиго-анализом установлено отсутствие образования вторичных структур данным олигонуклеотидом.

Длина зонда Pmsp4 равна 25 нуклеотидов. Зонд образует четыре димера со свободной энергией Гиббса 1,1 и 2,4 ккал /моль и одну шпильку (4,1 ккал /моль). На 5' и 3' - концах зонд имеет флуоресцентную метку ROX (карбокси-X-родамин) и гаситель флуоресценции BHQ2 («black hole quencher»).

Обратный праймер RPmsp4 имеет длину 21 нуклеотидов, образует два димера со свободной энергией Гиббса 0,6 ккал / моль и одну шпильку (3,0 ккал / моль).

Праймеры для амплификации участка гена *msp5* имели следующие характеристики: прямой праймер FPmsp5 имеет длину 22 нуклеотидов, данный олигонуклеотид не образует вторичные структуры (димеры и шпильки).

Олигонуклеотидный зонд Pmsp5 имеет длину 29 нуклеотидов, на 5'-конце зонд помечен флуоресцентным красителем R6G (родамин 6G), на 3'-конце – гасителем флуоресценции RTQ1. Зонд Pmsp5 образует четыре димера, длина и свободная энергия Гиббса которых не превышают 3 п.н. и 1,1 ккал / моль соответственно. Также данный олигонуклеотид образует две шпильки со свободной энергией Гиббса 4,1 и 0,2 ккал/моль.

Таблица 1 – Краткая характеристика разработанных олигонуклеотидных праймеров и флуоресцентных зондов для индикации *A. marginale* методом полимеразной цепной реакции в режиме реального времени (ПЦР-РВ)

Ген	Название праймера	Позиция в целевой последовательности (относительно штамма TWN1 <i>A. marginale</i> GenBank ID: EU677383.1 (<i>msp4</i>); и изолята GenBank ID: M93392.1 (<i>msp5</i>))	Температура плавления Tm, °C	ГЦ-состав, %	Нуклеотидная последовательность 5' → 3'
<i>msp4</i>	FPmsp4	610-637	54,1	40,7	gacatctctaagcaagtaaccacaag
	Pmsp4	642-667	61,8	56,0	ROX- ctacaggggcaagggtgggattagc- BHQ2
	RPmsp4	703-724	53,8	52,4	aaatagcccgtggtagaacc
<i>msp5</i>	FPmsp5	405-427	56,5	54,5	cagatgctcacaggcgaagaag
	Pmsp5	434-463	60,9	41,4	R6G - taaagagcgtggtgaaaactacaagggtg- RTQ1
	RPmsp5	524-547	56,8	47,8	gacatacctgccttcccattga

Обратный праймер на ген *msp5* длиной 23 нуклеотидов, не образует вторичные структуры (димеры и шпильки).

Разработанные олигонуклеотиды имели оптимальные характеристики: не образовали палиндромы, величина температуры плавления находилась в диапазоне 50,0-70,0°C, разница в температурах плавления между прямым и обратным праймером не превышала 1,0 °C, процентное содержание гуанин-цитозиновых нуклеотидов составило не ниже 40,0 и не выше 60,0%.

На рисунках 2 и 3 представлены места гибридизации разработанных праймеров и зондов в целевых нуклеотидных последовательностях штамма TWN1 (GenBank ID: EU677383.1) и изолята GenBank ID: M93392.1 *A. marginale*.

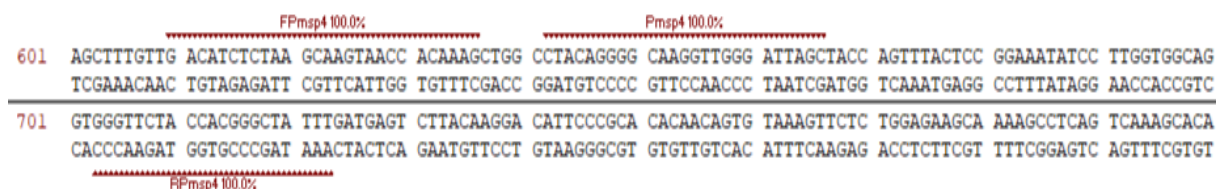


Рисунок 2 – Места гибридизации прямого, обратного праймеров и флуоресцентного зонда в целевой нуклеотидной последовательности гена *msp4* штамма TWN1 *A. marginale* (GenBank ID: EU677383.1)

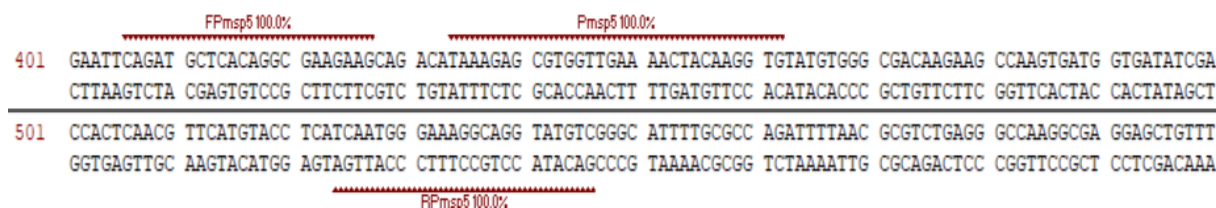


Рисунок 3 – Места гибридизации прямого, обратного праймеров и флуоресцентного зонда в целевой нуклеотидной последовательности гена *msp5* изолята *A. marginale* (GenBank ID: M93392.1)

Длина амплифицируемого фрагмента гена *msp4* составила 115 пар нуклеотидов (п.н.), BLASTn-анализом было установлено отсутствие гомологичных нуклеотидных последовательностей в базе данных NCBI.

Участок гена *msp5*, ограниченный разработанными олигонуклеотидами, имел длину 141 п.н. BLASTn-анализ амплифицируемого фрагмента гена *msp5* *A. marginale* показал отсутствие гомологичных нуклеотидных последовательностей в базе данных NCBI.

Заключение. Проведен биоинформационный анализ генов *msp4* и *msp5* различных штаммов *A. marginale*, в результате чего были выявлены высокоспецифичные локусы данных генов в позициях 680-830 (*msp4*) и 400-560 (*msp5*). На эти локусы генов *msp4* и *msp5* разработаны олигонуклеотидные праймеры и флуоресцентно-меченные зонды, определены их основные характеристики. BLASTn-анализ амплифицируемых участков генов *msp4* и *msp5* показал отсутствие в базе данных NCBI гомологичных к данным фрагментам нуклеотидных последовательностей. Таким образом, разработанные олигонуклеотидные праймеры и флуоресцентные зонды могут служить специфическим компонентом при конструировании ПЦР-РВ тест-систем для индикации ДНК *A. marginale*.

Conclusion. A bioinformatic analysis of the *msp4* and *msp5* genes from various *A. marginale* strains was conducted, revealing highly specific loci for these genes at positions 680-830 (*msp4*) and 400-560 (*msp5*). Oligonucleotide primers and fluorescently labeled probes were developed for these *msp4* and *msp5* gene loci, and their main characteristics were determined. BLASTn analysis of the amplified sites of the *msp4* and *msp5* genes revealed the absence of nucleotide sequences homologous to these fragments in the NCBI database. Thus, the developed oligonucleotide primers and fluorescent probes can serve as a specific component in the construction of real-time PCR test systems for detecting *A. marginale* DNA.

Список литературы.

1. Экспериментальное изучение роли клещей в передаче возбудителя анаплазмоза крупного рогатого скота / А. П. Красиков, Н. В. Рудаков, К. К. Бейсембаев, И. Е. Самойленко // Ветеринарная патология. – 2007. – № 3 (22). – С. 95–102.
2. Распространение анаплазмоза крупного рогатого скота на территории Российской Федерации / А. Л. Архипова, А. А. Тагмазян, Н. А. Куреев [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2019. – № 2. – С. 23–25.

3. *Simultaneous molecular detection of Anaplasma marginale and Theileria annulata in cattle blood samples collected from Pakistan-Afghanistan boarder region* / S. Jamil, C. C. Chiou, H. Muqaddas [et al.] // PLoS. One. – 2023. – Vol. 18 (7), e0288050. – Doi: 10.1371/journal.pone.0288050.

4. Разработка метода выявления *Anaplasma marginale* с использованием ПЦР в реальном времени / С. Н. Ковальчук, Г. Ю. Косовский, А. В. Архипов [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – Т. 50, № 6. – С. 825–831.

5. Разработка способа индикации патогенных лептоспир методом гнездовой полимеразной цепной реакции в режиме реального времени / К. В. Усольцев, Р. И. Шангараев, Е. В. Панкова [и др.] // Ветеринарный врач. – 2025. – № 3. – С. 84–90. – Doi 10.33632/1998-698X_2025_3_84.

6. Подбор генетических маркеров для ПЦР-РВ индикации возбудителя бабезиоза крупного рогатого скота / Р. И. Шангараев, К. В. Усольцев, М. Е. Горбунова [и др.] // Ветеринарный врач. – 2026. – № 1. – С. 87–93. – Doi 10.33632/1998-698X_2026_1_87.

7. Щемелева, Н. Ю. Современные методы диагностики анаплазмоза крупного рогатого скота (обзор) / Н. Ю. Щемелева, Е. П. Цвиль // Экология и животный мир. – 2020. – № 2. – С. 6–9.

8. Ierardi, R. A. A review of bovine anaplasmosis (*Anaplasma marginale*) with emphasis on epidemiology and diagnostic testing / R. A. Ierardi // J. Vet. Diagn. Invest. – 2025. – Vol. 37, № 4. – P. 517–538. – Doi: 10.1177/10406387251324180.

9. Ковальчук, С. Н. Молекулярно-генетическая диагностика анаплазмоза крупного рогатого скота / С. Н. Ковальчук // Ветеринария и кормление. – 2020. – № 6. – С. 29–31. – Doi: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-6-8.

10. The *Anaplasma marginale* msp5 gene encodes a 19-kilodalton protein conserved in all recognized *Anaplasma* species / E. S. Visser, T. C. McGuire, G. H. Palmer [et al.] // Infect. Immun. – 1992. – Vol. 60, № 12. – P. 5139–44. – Doi: 10.1128/iai.60.12.5139-5144.

References.

1. Eksperimental'noe izuchenie roli kleshchej v peredache возбуdivatelya anaplazmoza krupnogo rogatogo skota / A. P. Krasikov, N. V. Rudakov, K. K. Bejsembaev, I. E. Samojlenko // Veterinarnaya patologiya. – 2007. – № 3 (22). – S. 95–102.

2. Rasprostranenie anaplazmoza krupnogo rogatogo skota na territorii Rossijskoj Federacii / A. L. Arhipova, A. A. Tagmazyan, N. A. Kureev [i dr.] // Veterinariya i kormlenie. – 2019. – № 2. – S. 23–25.

3. *Simultaneous molecular detection of Anaplasma marginale and Theileria annulata in cattle blood samples collected from Pakistan-Afghanistan boarder region* / S. Jamil, C. C. Chiou, H. Muqaddas [et al.] // PLoS. One. – 2023. – Vol. 18 (7), e0288050. – Doi: 10.1371/journal.pone.0288050.

4. Razrabotka metoda vyavleniya *Anaplasma marginale* s ispol'zovaniem PCR v real'nom vremeni / S. N. Koval'chuk, G. YU. Kosovskij, A. V. Arhipov [i dr.] // Sel'skoxozyajstvennaya biologiya. – 2015. – T. 50, № 6. – S. 825–831.

5. Razrabotka sposoba indikacii patogennyh leptospir metodom gnezdovoj polimeraznoj cepnoj reakcii v rezhime real'nogo vremeni / K. V. Usol'cev, R. I. SHangaraev, E. V. Pankova [i dr.] // Veterinarnyj vrach. – 2025. – № 3. – S. 84–90. – Doi 10.33632/1998-698X_2025_3_84.

6. Podbor geneticheskikh markerov dlya PCR-RV indikacii возбуdivatelya babezioza krupnogo rogatogo skota / R. I. SHangaraev, K. V. Usol'cev, M. E. Gorbunova [i dr.] // Veterinarnyj vrach. – 2026. – № 1. – S. 87–93. – Doi 10.33632/1998-698X_2026_1_87.

7. SHCHemeleva, N. YU. Sovremennye metody diagnostiki anaplazmoza krupnogo rogatogo skota (obzor) / N. YU. SHCHemeleva, E. P. Cvil' // Ekologiya i zhivotnyj mir. – 2020. – № 2. – S. 6–9.

8. Ierardi, R. A. A review of bovine anaplasmosis (*Anaplasma marginale*) with emphasis on epidemiology and diagnostic testing / R. A. Ierardi // J. Vet. Diagn. Invest. – 2025. – Vol. 37, № 4. – R. 517–538. – Doi: 10.1177/10406387251324180.

9. Koval'chuk, S. N. Molekulyarno-geneticheskaya diagnostika anaplazmoza krupnogo rogatogo skota / S. N. Koval'chuk // Veterinariya i kormlenie. – 2020. – № 6. – S. 29–31. – Doi: 10.30917/ATT-VK-1814-9588-2020-6-8.

10. The *Anaplasma marginale* msp5 gene encodes a 19-kilodalton protein conserved in all recognized *Anaplasma* species / E. S. Visser, T. C. McGuire, G. H. Palmer [et al.] // Infect. Immun. – 1992. – Vol. 60, № 12. – P. 5139–44. – Doi: 10.1128/iai.60.12.5139-5144.

Поступила в редакцию 10.07.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-3-91-96
УДК 636.32/.38.082**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗВЕДЕНИЯ ОВЕЦ ПОРОДЫ СУФФОЛК И ИЛЬ-ДЕ-ФРАНС ПРИ РАЗНЫХ СРОКАХ РЕАЛИЗАЦИИ****Грекова И.Е. ORCID ID 0000-0002-0971-2552**

ГПУ «Национальный парк «Беловежская пуща», аг. Каменюки, Республика Беларусь

*В работе представлен экономический анализ эффективности выращивания молодняка овец породы суффолк и иль-де-франс в зависимости от пола (баранчики и ярочки) и возраста реализации 8 и 12 месяцев. Установлено, что рентабельность находится на стабильно высоком уровне (ROM – 162,77%, ROS – 61,94%), однако экономическая целесообразность содержания дифференцируется по полу. У баранчиков к 12 месяцам живая масса увеличивается на 8,14 кг (+13,5%), что обеспечивает прирост прибыли на 90,76 Br на голову (итоговая прибыль – 763,77 Br). У ярок рост после 8 месяцев практически прекращается (прибавка 0,32 кг+0,6%), дополнительная прибыль составляет лишь 3,57 Br на голову, что не окупает возросшие затраты на корма (их доля в себестоимости повышается с 46,0% до 69,7%). На основе данных обоснованы оптимальные сроки реализации: для баранчиков – 12 месяцев, для ярок – 8 месяцев. Практическая значимость работы заключается в разработке дифференцированного подхода к управлению стадом, позволяющего снизить затраты и повысить рентабельность производства. Результаты могут быть использованы при составлении бизнес-планов для хозяйств, специализирующихся на разведении породы иль-де-франс. **Ключевые слова:** овцы, порода иль-де-франс, баранчики, ярочки, возраст реализации, живая масса, рентабельность, экономическая эффективность, затраты на корма, мясное овцеводство.*

COMPARATIVE ECONOMIC EFFICIENCY OF BREEDING SUFFOLK AND ILE-DE-FRANCE SHEEP BREEDS AT DIFFERENT MARKETING TERMS**Grekova I.E.**State Nature Protection Institution "National Park "Belovezhskaya Pushcha",
Agro-town Kamenyuki, the Republic of Belarus

*The paper presents an economic analysis of the efficiency of raising young suffolk and Ile de France sheep depending on their sex (rams and ewes) and market age (8 and 12 months). Profitability was found to be consistently high (ROM – 162.77%, ROS – 61.94%); however, the economic feasibility of keeping them varies by sex. By the age of 12 months, the live weight of rams increases by 8.14 kg (+13.5%), which provides a profit increase of 90.76 Br per head (total profit – 763.77 Br). After 8 months, growth of ewes virtually ceases (gain of 0.32 kg, +0.6%), with additional profit amounting to only 3.57 Br per head, which does not cover the increased feed costs (their share in the cost increases from 46.0% to 69.7%). Based on these data, optimal marketing periods were established: 12 months for male rams and 8 months for female ewes. The practical significance of this work lies in the development of a differentiated approach to herd management that reduces costs and increases profitability. The results can be used in developing business plans for farms specializing in Ile de France breeding. **Keywords:** sheep, Ile de France breed, ram lambs, ewe lamb, marketing age, live weight, profitability, economic efficiency, feed costs, meat sheep farming.*

Введение. В современных экономических условиях мясное овцеводство становится одной из перспективных отраслей животноводства, способной обеспечить население высококачественной диетической продукцией при относительно низких затратах на содержание. Как отмечают исследователи, овцеводство относится к наименее ресурсозатратным отраслям, поскольку овца длительное время в году способна самостоятельно находить и использовать корм. Однако эффективность отрасли во многом определяется правильным выбором сроков реализации молодняка, поскольку затраты на корма и содержание составляют значительную долю в себестоимости продукции, а динамика роста животных неравномерна в различные возрастные периоды. Особенно актуальным это становится для пород, обладающих ярко выраженными мясными качествами, где каждый дополнительный месяц содержания должен быть экономически оправдан [8, 9].

Отдельного внимания заслуживает порода суффолк, которая в мировом овцеводстве уверенно конкурирует с иль-де-франс и активно внедряется в белорусские хозяйства. Суффолк отличается исключительной энергией роста в первые месяцы жизни и способностью давать тяжелые туши с оптимальным соотношением мышечной и жировой ткани [2, 5] даже при интенсивном откорме на рационах с высоким содержанием концентратов. В отличие от иль-де-франс, суффолк традиционно считается более неприхотливым к пастбищным условиям и обладает лучшей адаптационной пластичностью [1, 6, 7], что делает его перспективным для круглогодичного содержания. Однако, как показывают данные европейских селекционных центров, пик

среднесуточных приростов у суффолка смещен на более ранний возраст (до 6–7 месяцев), а дальнейшее замедление темпов роста происходит резче, чем у иль-де-франс. Это означает, что экономический порог рентабельности для суффолка наступает раньше, и любое запаздывание с реализацией может нивелировать его генетический потенциал высокой скороспелости, увеличивая кормовые затраты без адекватного прироста стоимости туши.

Порода иль-де-франс, широко распространенная в странах Европы и все более внедряемая в хозяйствах Республики Беларусь, характеризуется высокой скороспелостью и хорошими убойными показателями. Экономическое назначение породы — производство мяса, шерсти и промышленное скрещивание. Вместе с тем, биологические особенности иль-де-франс — в частности, раннее завершение интенсивного роста у ярок — требуют дифференцированного подхода к выращиванию разнополого молодняка. Исследования экономической эффективности разведения овец породы иль-де-франс показывают, что в структуре производственных затрат корма занимают до 45%, а затраты на оплату труда — 35% [3]. При этом, по данным болгарских ученых М. Михайловой-Тоневой, а также Е. Ачкакановой и Ц. Харизановой, рентабельность производства в значительной степени зависит от объема получаемых субсидий [3]. В практике овцеводческих хозяйств нередко применяется единая стратегия реализации всех животных в одном возрасте, что может приводить к неоправданным затратам на корма и снижению общей рентабельности. Поэтому возникает необходимость в экономическом обосновании оптимальных сроков убоя (реализации) отдельно для баранчиков и ярок с учетом изменения затрат и выручки в период от 8 до 12 месяцев.

Значимость работы заключается в углублении знаний о возрастной и половой изменчивости экономических параметров выращивания мясных овец. Как отмечают Н.А. Подкорытов, А.А. Подкорытов и А.Т. Подкорытов, рост производства мяса возможен за счет реализации молодняка в год его рождения благодаря правильно организованному нагулу и откорму, что способствует снижению затрат и повышению рентабельности отрасли овцеводства [4]. Ценность работы состоит в разработке конкретных рекомендаций по планированию сроков реализации, позволяющих хозяйствам повысить прибыльность и снизить кормовые расходы. Полученные результаты могут служить основой для оптимизации технологических карт и бизнес-планов в овцеводческих предприятиях, специализирующихся на разведении породы иль-де-франс. Кроме того, представленный анализ создает базу для дальнейшего сравнительного изучения экономической эффективности разных пород в условиях белорусского климата и кормовой базы.

Цель исследований — оценка экономической эффективности выращивания молодняка овец (породы суффолк и иль-де-франс) в возрасте 8 и 12 месяцев с целью выявления оптимальной стратегии реализации, дифференцированной по полу.

Материалы и методы исследований. Опыт проводили в РУП «Витебское племпредприятие». Объектом исследования послужило поголовье овец породы иль-де-франс, содержащееся в условиях типового производственного цикла. В качестве предмета выступают экономические показатели выращивания: живая масса, себестоимость, затраты на корма, выручка, прибыль и рентабельность.

Расчет экономической эффективности проводили по следующим формулам:

Прибыль на 1 голову = Выручка – Себестоимость 1 головы.

Доля кормов в себестоимости = (Затраты на корма на 1 голову / Себестоимость 1 головы) × 100%.

Рентабельность продукции (ROM) = (Прибыль / Себестоимость) × 100%.

Рентабельность продаж (ROS) = (Прибыль / Выручка) × 100%.

Статистическую обработку данных не проводили ввиду отсутствия повторностей, анализ основан на прямом расчете экономических показателей.

Результаты исследований. Для всесторонней оценки экономической эффективности выращивания молодняка овец породы иль-де-франс проведен расчет ключевых производственных и финансовых показателей в зависимости от пола (баранчики и ярок) и возраста реализации (8 и 12 месяцев). В таблице 1 систематизированы данные по живой массе, себестоимости 1 кг и 1 головы, затратам на корма, выручке, прибыли на одну голову, а также показатели рентабельности продукции (ROM) и рентабельности продаж (ROS).

Характерная особенность породы иль-де-франс.

Реализация животных, как видно в таблице 1, в 12-месячном возрасте обеспечивает более высокую прибыль по сравнению с реализацией в 8 месяцев, однако интенсивность роста после 8 месяцев существенно снижается. Расчет доли кормов в общей себестоимости 1 головы показывает следующие значения: у баранчиков в 8 мес.: $176,40 / 413,47 \times 100\% = 42,7\%$; у баранчиков в 12 мес.: $285,60 / 469,23 \times 100\% = 60,9\%$; у ярок в 8 мес.: $168,00 / 365,11 \times 100\% = 46,0\%$; у ярок в 12 мес.: $256,20 / 367,30 \times 100\% = 69,7\%$.

Таким образом, с возрастом доля кормов в себестоимости ожидаемо возрастает, что характерно для мясного овцеводства.

Таблица 1 – Экономическая эффективность выращивания молодняка овец породы иль-де-франс

Показатели	Баранчики	Баранчики	Ярочки	Ярочки
	8 мес.	12 мес.	8 мес.	12 мес.
Живая масса, кг	43,62	63,26	41,62	52,68
Себестоимость 1 кг живой массы, Br	6,85	6,85	6,85	6,85
Цена реализации 1 кг живой массы, Br	18,0	18,0	18,0	18,0
Себестоимость 1 головы, Br	298,80	433,33	285,10	360,86
Затраты на корма на 1 голову, Br	172,20	277,20	163,80	252,00
Выручка от реализации 1 головы, Br	785,16	1138,68	749,16	948,24
Прибыль на 1 голову, Br	486,36	705,35	464,06	587,38
Рентабельность продукции (ROM), %	162,77	162,77	162,77	162,77
Рентабельность продаж (ROS), %	61,94	61,94	61,94	61,94

Баранчики. При увеличении возраста реализации с 8 до 12 месяцев живая масса возрастает с 60,36 кг до 68,50 кг (+8,14 кг, или +13,5%). Выручка увеличивается с 1086,48 Br до 1233,00 Br (+146,52 Br), прибыль – с 673,01 Br до 763,77 Br (+90,76 Br).

Ярочки. У ярок породы иль-де-франс после 8-месячного возраста рост практически прекращается: живая масса увеличивается с 53,30 кг до 53,62 кг всего на 0,32 кг (+0,6%). Соответственно, выручка возрастает незначительно – с 959,40 Br до 965,16 Br (+5,76 Br), а прибыль – с 594,29 Br до 597,86 Br (+3,57 Br). Дополнительные затраты на содержание ярок с 8 до 12 месяцев составляют около 50–60 Br на голову, что не окупается приростом прибыли в 3,57 Br.

Баранчики значительно превосходят ярок по живой массе (в 12 месяцев: 68,50 кг против 53,62 кг, разница – 14,88 кг), выручке (1233,00 Br против 965,16 Br) и прибыли (763,77 Br против 597,86 Br). Разница в прибыли составляет 165,91 Br в пользу баранчиков.

Характерная особенность породы иль-де-франс. Ярочки достигают максимальной живой массы к 8-месячному возрасту, и дальнейшее их содержание до 12 месяцев экономически нецелесообразно – прирост прибыли составляет всего 3,57 Br на голову, что не покрывает дополнительных затрат на корма и содержание. Баранчики продолжают набирать массу до 12 месяцев, хотя интенсивность их роста в период 8–12 месяцев (8,14 кг) ниже, чем у суффолков (19,64 кг).

Для породы иль-де-франс экономически целесообразно реализовывать баранчиков в 12-месячном возрасте (прибыль 763,77 Br на голову), а ярок – в 8-месячном возрасте (прибыль – 594,29 Br на голову), так как дальнейшее их содержание не дает существенного прироста прибыли. Рентабельность продукции (162,77%) и рентабельность продаж (61,94%) находятся на стабильно высоком уровне.

Характерная особенность породы суффолк.

Для объективной оценки эффективности выращивания молодняка овец породы суффолк был проведен расчет основных экономических показателей за период от 8 до 12 месяцев – возрастного интервала, в котором, согласно биологическим особенностям породы, рост баранчиков еще продолжается, а ярок – уже практически затухает. В расчетах приняты следующие допущения: себестоимость 1 кг живой массы и цена реализации установлены на едином уровне для всех групп (по данным хозяйств за отчетный период), что позволяет вычленить влияние именно возрастного и полового фактора на итоговую прибыль. Затраты на корма рассчитаны исходя из фактических рационов и нормативов, принятых в условиях Республики Беларусь. Результаты расчетов сведены в таблицу 2, которая наглядно демонстрирует, как изменяются выручка, себестоимость головы, прибыль и рентабельность в зависимости от срока реализации и пола животных. Важно отметить, что при неизменной рентабельности продукции и продаж (обусловленной единой ценой и себестоимостью единицы массы) абсолютная прибыль на голову может существенно различаться – именно этот параметр становится определяющим для принятия управленческих решений при планировании убойной кампании.

Таблица 2 – Экономическая эффективность выращивания молодняка овец породы суффолк

Показатели	Баранчики	Баранчики	Ярочки	Ярочки
	8 мес.	12 мес.	8 мес.	12 мес.
Живая масса, кг	60,36	68,50	53,30	53,62
Себестоимость 1 кг живой массы, Br	6,85	6,85	6,85	6,85
Цена реализации 1 кг живой массы, Br	18,0	18,0	18,0	18,0
Затраты на корма на 1 голову, Br	176,40	285,60	168,00	256,20
Себестоимость 1 головы, Br	413,47	469,23	365,11	367,30
Выручка от реализации 1 головы, Br	1086,48	1233,00	959,40	965,16
Прибыль на 1 голову, Br	673,01	763,77	594,29	597,86
Рентабельность продукции (ROM), %	162,77	162,77	162,77	162,77
Рентабельность продаж (ROS), %	61,94	61,94	61,94	61,94

Установлено, что реализация животных в более старшем возрасте обеспечивает получение более высокой прибыли. Расчет доли кормов в общей себестоимости 1 головы показывает следующие значения:

- у баранчиков в 8-месячном возрасте: $172,20 / 298,80 \times 100\% = 57,6\%$;
- у баранчиков в 12-месячном возрасте: $277,20 / 433,33 \times 100\% = 64,0\%$;
- у ярок в 8-месячном возрасте: $163,80 / 285,10 \times 100\% = 57,5\%$;
- у ярок в 12-месячном возрасте: $252,00 / 360,86 \times 100\% = 69,8\%$.

Таким образом, доля кормов в себестоимости с увеличением срока выращивания закономерно возрастает (с 57,6 до 64,0% у баранчиков и с 57,5 до 69,8% у ярок), что обусловлено увеличением абсолютных затрат кормов на более длительный период откорма. При этом у ярок доля кормов выше, чем у баранчиков, особенно к 12 месяцам (69,8% против 64,0%), что связано с меньшей энергией роста и, соответственно, более высокими удельными затратами кормов на единицу прироста. В сравнении с породой иль-де-франс (таблица 1) у суффолка доля кормов в себестоимости несколько ниже на всех этапах выращивания, что указывает на лучшую конверсию корма и экономическую эффективность данной породы в условиях проведенного эксперимента.

Баранчики суффолк. При увеличении возраста реализации с 8 до 12 месяцев живая масса возрастает с 43,62 кг до 63,26 кг (+19,64 кг, или +45,0%). Выручка от реализации одной головы увеличивается с 785,16 Br до 1138,68 Br (+353,52 Br), а прибыль – с 486,36 Br до 705,35 Br (+218,99 Br). Показатели рентабельности остаются неизменными (ROM = 162,77%, ROS = 61,94%), что свидетельствует о пропорциональном увеличении затрат и выручки.

Ярочки суффолк. При увеличении возраста реализации с 8 до 12 месяцев живая масса возрастает с 41,62 кг до 52,68 кг (+11,06 кг, или +26,6%). Выручка увеличивается с 749,16 Br до 948,24 Br (+199,08 Br), прибыль – с 464,06 Br до 587,38 Br (+123,32 Br).

Баранчики во все возрастные периоды превосходят ярок по живой массе (в 12 месяцев: 63,26 кг против 52,68 кг, разница – 10,58 кг), выручке (1138,68 Br против 948,24 Br) и прибыли (705,35 Br против 587,38 Br). Разница в прибыли составляет 117,97 Br в пользу баранчиков.

Выращивание молодняка породы суффолк до 12-месячного возраста экономически целесообразно: прибыль на одну голову увеличивается на 218,99 Br у баранчиков и на 123,32 Br у ярок по сравнению с реализацией в 8 месяцев.

Сравнительный анализ. Он показал (таблица 3), что баранчики породы иль-де-франс превосходят суффолков по живой массе (68,50 кг против 63,26 кг), выручке (1233,00 Br против 1138,68 Br) и прибыли на одну голову (763,77 Br против 705,35 Br). Разница в прибыли составляет 58,42 Br в пользу иль-де-франс. Показатели рентабельности продукции (162,77%) и рентабельности продаж (61,94%) одинаковы для обеих пород.

В отличие от породы суффолк, где ярочки продолжают набирать массу до 12 месяцев (+11,06 кг), у породы иль-де-франс ярочки после 8 месяцев практически не растут (+0,32 кг), что требует дифференцированного подхода к определению сроков реализации молодняка.

Обе породы характеризуются высоким уровнем желательного генотипа AA по гену CAPN1, что положительно сказывается на мясной продуктивности. Однако порода суффолк имеет преимущество по доле AA среди баранчиков (66% против 56%) и меньшую долю нежелательного генотипа BB (6% против 14%). Экономическая эффективность породы иль-де-франс оценена как «очень высокая», суффолк – как «высокая».

Таблица 3 – Сравнительная оценка экономической эффективности пород (баранчики, 12 месяцев)

Показатель	Суффолк	Иль-де-франс
Живая масса, кг	63,26	68,50
Себестоимость 1 головы, Br	433,33	469,23
Выручка от реализации, Br	1138,68	1233,00
Прибыль на 1 голову, Br	705,35	763,77
Рентабельность продукции (ROM), %	162,77	162,77
Рентабельность продаж (ROS), %	61,94	61,94
Генотип AA по CAPN1(баранчики)	высокий	высокий
Доля нежелательного генотипа BB	6% (баранчики)	14% (баранчики)
Экономическая эффективность	высокая	высокая

Заключение. Проведенное исследование подтверждает, что мясное овцеводство в современных экономических условиях является высокоэффективной отраслью, а правильный выбор породы и сроков реализации молодняка служит ключевым резервом повышения рентабельности. На примере пород суффолк и иль-де-франс установлено, что каждая из них обладает собственными биологическими и экономическими особенностями, которые необходимо учитывать при планировании производственных циклов.

Для породы суффолк характерна высокая скороспелость и интенсивный прирост живой массы

в первые 8–9 месяцев, что делает ее привлекательной для получения ранней мясной продукции. При этом, в отличие от иль-де-франс, ярочки суффолка сохраняют удовлетворительные темпы роста до 12-месячного возраста, что позволяет применять единую стратегию реализации всего молодняка без значительных потерь прибыли. В то же время порода иль-де-франс демонстрирует более выраженный половой диморфизм в динамике роста: баранчиков экономически целесообразно содержать до года, тогда как ярок – реализовывать уже в 8 месяцев, поскольку дальнейшее их содержание приводит к неоправданному росту кормовых затрат.

Обе породы обеспечивают высокий уровень рентабельности продукции и продаж, что подтверждает их пригодность для интенсивного мясного овцеводства в условиях Республики Беларусь. При этом порода суффолк имеет дополнительное конкурентное преимущество – более благоприятный генотип по гену CAPN1, связанному с мясной продуктивностью, что может быть учтено при селекционной работе.

Практическая значимость работы заключается в обосновании дифференцированных рекомендаций по срокам реализации, которые позволяют хозяйствам снизить кормовые расходы и увеличить прибыль на голову без дополнительных капитальных вложений. Полученные результаты создают основу для оптимизации технологических карт и могут быть использованы при выборе породной стратегии в зависимости от специализации предприятия.

Conclusions. The conducted research confirms that meat sheep breeding in modern economic conditions is a highly efficient industry, and the proper choice of breed and timing of young stock sales serves as a key reserve for increasing profitability. Using the Suffolk and Ile-de-France breeds as examples, it has been established that each possesses its own biological and economic characteristics that must be taken into account when planning production cycles.

The Suffolk breed is characterised by high early maturity and intensive live-weight gain during the first 8–9 months, which makes it attractive for producing early lamb meat. At the same time, unlike the Ile-de-France, Suffolk ewe lambs maintain satisfactory growth rates up to 12 months of age, allowing the application of a unified sales strategy for all young stock without significant profit losses. In contrast, the Ile-de-France breed exhibits a more pronounced sexual dimorphism in growth dynamics: ram lambs are economically viable to keep until one year of age, whereas ewe lambs should be sold as early as 8 months, since further keeping leads to unjustified increases in feed costs.

Both breeds provide a high level of product profitability and return on sales, confirming their suitability for intensive meat sheep production under the conditions of the Republic of Belarus. Moreover, the Suffolk breed has an additional competitive advantage – a more favourable genotype at the CAPN1 gene associated with meat quality, which can be taken into account in breeding work.

The practical significance of the work lies in substantiating differentiated recommendations regarding sales timing, which enable farms to reduce feed expenses and increase profit per head without additional capital investments. The obtained results provide a basis for optimising production flowcharts and can be used when choosing a breed strategy depending on the enterprise's specialisation.

Список литературы.

1. Особенности обмена веществ у овец различных пород в осенне-зимний период / С. Н. Кузьменкова, В. А. Самсонович, А. И. Ятусевич, Н. С. Мотузко // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2017. – Т. 53, вып. 1. – С. 78–81.
2. Грекова, И. Е. Мясная продуктивность зарубежных пород овец в Республике Беларусь / И. Е. Грекова // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2022. – Т. 58, вып. 2. – С. 40–43. – DOI: 10.52368/2078-0109-2022-58-2-40-43.
3. Mihailova-Toneva, M. Economic efficiency of raising Ile de France sheep at one insemination per year / M. Mihailova-Toneva, E. Achkakanova, Ts. Harizanova // Agricultural Economics and Management. – 2019. – Vol. 64, No. 3. – P. 123–132.
4. Подкорытов, Н. А. Мясная продуктивность молодняка овец прикатунского мясошерстного типа разного возраста / Н. А. Подкорытов, А. А. Подкорытов, А. Т. Подкорытов // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2020. – № 2. – С. 15–19.
5. Оценка роста и развития овец породы суффолк на этапе адаптации / И. В. Сучкова, О. В. Заяц, Л. М. Линник, Ю. И. Герман, И. Е. Грекова // Вестник АПК Верхневолжья. – 2022. – № 1 (57). – С. 56–61.
6. Грекова, И. Е. Влияние маркерных генов CAPN1 и RYR (HSP70) на мясную продуктивность и этнологические реакции овец пород суффолк и иль-де-франс / И. Е. Грекова // Сельскохозяйственный журнал. – 2025. – № 1 (18). – С. 108–117.
7. Герман, Ю. И. Овцеводство Беларуси: состояние, итоги, перспективы / Ю. И. Герман // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – С. 42–48.
8. Герман, Ю. И. Овцеводство республики Беларусь / Ю. И. Герман, Н. П. Коптик, И. В. Сучкова // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2016. – № 3. – С. 31–35.

References.

1. Osobennosti obmena veshchestv u ovec razlichnykh porod v osenne-zimnij period / S. N. Kuz'menkova, V. A. Samsonovich, A. I. YAtusevich, N. S. Motuzko // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». – 2017. – T. 53, vyp. 1. – S. 78–81.

2. Grekova, I. E. *Myasnaya produktivnost' zarubezhnyh porod ovec v Respublike Belarus' / I. E. Grekova // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny». – 2022. – Т. 58, вып. 2. – С. 40–43. – DOI: 10.52368/2078-0109-2022-58-2-40-43.*

3. Mihailova-Toneva, M. *Economic efficiency of raising Ile de France sheep at one insemination per year / M. Mihailova-Toneva, E. Achkanova, Ts. Harizanov // Agricultural Economics and Management. – 2019. – Vol. 64, No. 3. – P. 123–132.*

4. Podkorytov, N. A. *Myasnaya produktivnost' molodnyaka ovec prikatunskogo myasosherstnogo tipa raznogo vozrasta / N. A. Podkorytov, A. A. Podkorytov, A. T. Podkorytov // Ovcy, kozy, sherstyanoe delo. – 2020. – № 2. – С. 15–19.*

5. Ocenka rosta i razvitiya ovec породы suffolk na etape adaptacii / I. V. Suchkova, O. V. Zayac, L. M. Linnik, YU. I. German, I. E. Grekova // *Vestnik APK Verhnevolzh'ya. – 2022. – № 1 (57). – С. 56–61.*

6. Grekova, I. E. *Vliyanie markernykh genov CAPN1 i RYR (HSP70) na myasnuyu produktivnost' i etologicheskie reakcii ovec porod suffolk i il'-de-frans / I. E. Grekova // Sel'skohozyajstvennyy zhurnal. – 2025. – № 1 (18). – С. 108–117.*

7. German, YU. I. *Ovcevodstvo Belarusi: sostoyanie, itogi, perspektivy / YU. I. German // Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. – 2015. – № 1. – С. 42–48.*

8. German, YU. I. *Ovcevodstvo respubliky Belarus' / YU. I. German, N. P. Koptik, I. V. Suchkova // Ovcy, kozy, sherstyanoe delo. – 2016. – № 3. – С. 31–35.*

Поступила в редакцию 10.07.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-3-96-102

УДК 636.4.082

ВЛИЯНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА ДНК-МАРКЕРОВ LIF (rs322167972) И BF (rs339261793) НА ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА ДВУХПОРОДНЫХ МАТЕРИНСКИХ ФОРМ Y × L В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО СВИНОКОМПЛЕКСА

***Дойлидов В.А., **Михайлова М.Е., **Романишко Е.Л.**

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

***Государственное научное учреждение «Институт генетики и цитологии Национальной академии наук
Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь*

Впервые проведен анализ влияния потенциально значимых для селекции свиней по воспроизводительным качествам полиморфизмов генов LIF (rs322167972) и BF (rs339261793) на двухпородных свиноматках ($n = 70$) от сочетания пород йоркшир и ландрас, используемых в качестве финальных материнских форм при осуществлении трехпородного промышленного скрещивания в условиях свиноводческого комплекса. Установлено достоверное ($P \leq 0,05$; $P \leq 0,001$) превосходство проверяемых и основных маток, носительниц генотипа LIF^{BB}, над матками с генотипом LIF^{AA} по общему количеству поросят в гнезде на 2,4 гол. и 2,0 гол., а по многоплодию – на 2,2 гол. и 1,9 гол. соответственно, а также заметное превосходство гомозиготных маток с генотипом BF^{AA} над животными с генотипом BF^{BB} по общему количеству поросят – на 2,2 гол. и 1,8 гол. без достоверной разницы и по многоплодию – на 3,1 гол., и достоверное – на 2,8 гол. ($P \leq 0,05$) соответственно. Выявлено снижение массы гнезда к отъему у проверяемых и основных маток с генотипом LIF^{BB} в сравнении с носительницами генотипов LIF^{AA} и LIF^{AB} на 5,1 кг и 4,2 кг без достоверной разницы, и достоверно – на 5,6 кг и 4,7 кг ($P \leq 0,05$) соответственно, а также лидерство свиноматок с генотипом BF^{AA} по этому показателю, но без достоверного превосходства. Таким образом, свиноматки с генотипами LIF^{BB} и BF^{AA} являются предпочтительными для ведения отбора по таким показателям, как общее количество рожденных поросят на опорос и количество рожденных живых поросят (многоплодие); предпочтительными для отбора по показателям количества поросят к отъему и массы гнезда при отъеме являются свиноматки с генотипами LIF^{AA/AB} и BF^{AA}. **Ключевые слова:** свиноматки, ДНК-тестирование, SNP, LIF, BF, воспроизводительные качества.

INFLUENCE OF LIF (rs322167972) AND BF (rs339261793) DNA MARKER POLYMORPHISM ON THE REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF TWO-BREED MATERNAL FORMS Y × L IN AN INDUSTRIAL PIG FARM

***Doylidov V.A., **Mikhailova M.E., **Romanishko E.L.**

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

***State Scientific Institution "Institute of Genetics and Cytology of the National Academy of Sciences of Belarus",
Minsk, Republic of Belarus*

For the first time, an analysis was carried out of the influence of polymorphisms of the LIF (rs322167972) and BF (rs339261793) genes, which are potentially significant for the selection of pigs for reproductive qualities, on two-breed sows ($n = 70$) from a combination of the Yorkshire and Landrace breeds, used as final maternal forms in the implementation of three-breed industrial crossing in the conditions of a pig-breeding complex. A reliable ($P \leq 0.05$; $P \leq 0.001$) superiority of the tested and main sows carrying the LIF^{BB} genotype over sows with the LIF^{AA} genotype was established in the total number of piglets in a litter by 2.4 heads and 2.0 heads, and in terms of multiple pregnancy – by 2.2 heads and 1.9 heads, respectively, as well as a noticeable superiority of homozygous sows with the BF^{AA} genotype

*over animals with the BF^{BB} genotype in the total number of piglets – by 2.2 heads and 1.8 heads, without a reliable difference, and in terms of multiple pregnancy by 3.1 heads and a reliable – by 2.8 heads ($P \leq 0.05$), respectively. A decrease in the weight of the litter at weaning was revealed in the tested and main sows with the LIF^{BB} genotype in comparison with carriers of the LIF^{AA} and LIF^{AB} genotypes by 5.1 kg and 4.2 kg without a reliable difference, and reliably by 5.6 kg and 4.7 kg ($P \leq 0.05$), respectively, as well as the leadership of sows with the BF^{AA} genotype in this indicator, but without a reliable superiority. Thus, sows with the LIF^{BB} and BF^{AA} genotypes are preferred for selection based on such parameters as the total number of piglets born per farrowing and the number of live piglets born (prolificacy); sows with the $LIF^{AA/AB}$ and BF^{AA} genotypes are preferred for selection based on the number of piglets at weaning and litter weight at weaning. **Keywords:** sows, DNA testing, SNP, LIF, BF, reproductive performance.*

Введение. При организации воспроизводства поголовья и в племенных, и в товарных свиноводческих хозяйствах важно в каждом новом поколении свиноматок и в каждом возрастном периоде вести контроль за уровнем их воспроизводительных качеств. Это в конечном итоге отражается на получении необходимого количества молодняка для откорма и обеспечении проектных мощностей промышленных комплексов [7].

Дальнейшему интенсивному развитию свиноводства Республики Беларусь в направлении повышения конечного выхода получаемой мясной продукции должно способствовать повышение важнейшего показателя воспроизводительных качеств – многоплодия, которое у свиноматок пород отечественной селекции отстает, к сожалению, от показателей материнских пород, используемых в странах с развитым свиноводством [2].

В настоящее время в свиноводстве республики осуществлен переход с массового использования в качестве материнских форм представителей отечественных пород – белорусской крупной белой и белорусской мясной – на использование более продуктивных в отношении выраженности воспроизводительных качеств, самых распространенных мировых специализированных материнских пород – йоркшир и ландрас. Животные этих пород были завезены в прошлом десятилетии из-за рубежа в созданные в республике племенные репродукторы и разводятся уже в течении ряда лет. Средний уровень показателей многоплодия, которые они демонстрируют, находится на уровне 14-16 гол., тогда как у лучших представительниц отечественных пород – на уровне 11-12 гол., что естественно не позволяет достигать планируемых высоких показателей производства мяса, требуемых в настоящее время.

С участием специализированных пород организовано получение двухпородных свинок $Й \times Л$ с потенциально той же повышенной продуктивностью, что и их чистопородные родительницы. Свинки закупаются промышленными комплексами и используются, став свиноматками, в качестве финальных материнских форм для осуществления заключительного этапа трехпородного промышленного скрещивания. А в хозяйствах, применяющих саморемонт маточного поголовья, матки от сочетания пород $Й$ и $Л$ с разной кровностью используются уже в нескольких поколениях.

В то же время в последние 3-4 года вновь отмечается повышение показателей воспроизводительных качеств, в частности, среднего уровня многоплодия – до 17-19 гол. на опорос в европейских популяциях пород йоркшир и ландрас (Голландия, Дания), а также у приобретенных в 2020-2021 гг. в Европе и разводимых в России представителей этих пород. Поэтому используемые в настоящее время на промышленных комплексах республики двухпородные свиноматки $Й \times Л$, имея уровень многоплодия нормальный для прошлого десятилетия, при отсутствии направленной селекционной работы по его повышению, снова начинают отставать от возросших мировых показателей.

Для совершенствования в данном направлении маточных стад свиноводческих хозяйств, использующих саморемонт, важно правильно организовать оценку продуктивности имеющихся свиноматок с последующим выделением для дальнейшего разведения лучших по уровню воспроизводительных качеств животных в селекционные группы [4, 7].

Воспроизводительные качества свиней зависят как от генетических, так и от паратипических факторов воздействия. Носителем первых является генотип особи, а ко вторым относятся условия содержания и кормления животных. При этом максимальное проявление этих соответствующих продуктивных признаков может обеспечить правильное сочетание этих факторов. Однако первичной по своему воздействию остается все же заложенная в животных наследственность [5].

С разработкой молекулярно-генетических методов для ДНК-диагностики стало возможным генетическое тестирование, которое может дать наиболее достоверную оценку продуктивного потенциала животных [3].

В последнее десятилетие отмечается выявление все новых генетических маркеров, поразному контролирующих воспроизводительные качества свиноматок, определенные полиморфные варианты которых связывают с повышенной вероятностью развития у них желательного в продуктивном отношении фенотипа. Такими ДНК-маркерами, представляющими интерес для осуществления селекции свиноматок на многоплодие, являются ген лейкомиа-ингибирующего фактора (LIF) и ген фактора комплемента В (BF).

Ген LIF находится на 14-й хромосоме. Он кодирует цитокин, влияющий на синтез ряда белковых маркеров в слизистой оболочке матки, что в итоге обеспечивает ее готовность принять и прикрепить зародыши в период имплантации на ранних сроках супоросности, детерминируя таким образом потенциальное многоплодие [1].

Ген BF, локализованный на 7-й хромосоме, в свою очередь кодирует белок пропердин, отвечающий за активацию «системы комплемента» – комплекса белков, играющего важнейшую роль в формировании иммунитета, а также отвечает за рост и регуляцию иммунологической толерантности эпителия матки, помогая предотвратить на ранней стадии супоросности отторжение и гибель зародышей после их имплантации [1, 10, 11].

Белорусскими учеными с начала нынешнего десятилетия ведется работа по разработке отечественных методов идентификации полиморфизма новых генов, предположительно влияющих на воспроизводительные качества свиней. В ходе тестирования, проведенного в 2023 г., определен, а затем исследован на возможность детерминации многоплодия у чистопородных свиноматок пород йоркшир и ландрас полиморфизм A/G в потенциально значимом локусе (rs322167972) в 3-м экзоне гена LIF с выделением аллелей A и B. Тогда же определен и исследован на том же поголовье полиморфизм A/G в локусе (rs339261793) гена BF с выделением аллелей A и B [1, 6].

В то же время на двухпородных свиноматках, полученных с участием пород йоркшир и ландрас и используемых в подавляющем большинстве хозяйств, применяющих саморемонт, а значит имеющих возможность вести селекцию по повышению многоплодия, подобные исследования пока не проводились.

Цель работы состояла в выявлении у двухпородных свиноматок, полученных с участием пород йоркшир и ландрас, предпочтительных полиморфных вариантов генотипов по ДНК-маркерам LIF (rs322167972) и BF (rs339261793), оказывающих как по отдельности, так и в комплексе влияние на повышение важнейшего селекционируемого показателя, характеризующего воспроизводительные качества, – многоплодия.

Материалы и методы исследований. Объектом исследования служили племенные двухпородные свиноматки от скрещивания зарубежных пород ландрас и йоркшир (n = 70 гол.), используемые на промышленном свиноводческом комплексе СПК «Маяк Браславский» Браславского района Витебской области.

В качестве предмета исследования служила ДНК, выделенная из биологического материала – проб ушной ткани (выщипов). Биологический материал свиней был взят в хозяйстве от животных при помощи щипцов для постановки номеров выщипами и представлен в лабораторию Института генетики и цитологии НАНБ. Данные по результатам опросов изучаемых свиноматок предоставлялись зоотехником-селекционером СПК «Маяк Браславский». Выделение ДНК проводилось в лаборатории набором реагентов «Нуклеосорб» («Праймтех», Беларусь). Анализ последовательности исследуемых генов проводился при помощи базы данных Ensembl и NSBI в форматах FASTA. ПЦР проводилась на приборе C1000 (Bio-Rad, США). Предметом исследования явились также показатели воспроизводительных качеств свиноматок: общее количество рожденных в ходе опороса поросят (гол.), многоплодие (гол.), количество поросят к отъему (гол.), масса гнезда при отъеме в 30 дн. (кг), масса 1 гол. при отъеме (кг). Были вычислены показатели удельного веса живорожденных поросят (%) и среднесуточного прироста живой массы поросят за подсосный период (г).

Расчеты проводились при помощи программы Microsoft Excel (Microsoft Corporation, США). Материалы исследования обработаны статистически по Е. К. Меркурьевой. Достоверность разницы определена по критерию Стьюдента при трех уровнях значимости: $P \leq 0,05$, $P \leq 0,01$ и $P \leq 0,001$.

Результаты исследований. В ходе исследований был проведен мониторинг уровня многоплодия и других показателей воспроизводительных качеств у двухпородных свиноматок И x Л, используемых на промышленном свиноводческом комплексе, по достижении ими разного возраста, с установлением влияния полиморфизма изучаемых ДНК-маркеров.

Средние показатели воспроизводительных качеств первоопоросок и основных свиноматок в зависимости от их генотипа по ДНК-маркерам LIF и BF представлены в таблицах 1 и 2.

При анализе таблицы 1 установлено достоверное ($P \leq 0,05$) превосходство маток носительниц генотипа LIF^{BB} над матками с генотипом LIF^{AA} по общему количеству поросят в гнезде на 2,4 гол., а по многоплодию – на 2,2 гол.

Наши результаты согласуются с результатами Spötter с соавторами, которые установили, что от свиноматок, имеющих генотип LIF^{BB}, получают на опорос в среднем больше живых поросят [9].

Что касается полиморфизма гена BF, то там также установлено заметное превосходство гомозиготных маток с генотипом BF^{AA} над животными с генотипом BF^{BB} по общему количеству поросят – на 2,2 гол. и по многоплодию на – 3,1 гол., хотя и без достоверной разницы.

В данном случае полученные нами данные противопоставляются данным А. Marantidis с соавторами, согласно которым исследованные ими свиноматки – носительницы генотипа BF^{BB} – рожают в среднем больше живых поросят на опорос [8].

Таблица 1 – Воспроизводительные качества проверяемых свиноматок в зависимости от их генотипа по ДНК-маркерам LIF (rs322167972) и BF (rs339261793)

Показатели	ДНК-маркеры и генотипы					
	LIF (rs322167972)			BF (rs339261793)		
	AA	AB	BB	AA	AB	BB
n	5	37	21	3	32	31
Родилось всего, гол.	13,0 ±0,65*	14,6 ±0,52	15,4 ±0,63	16,7 ±2,03	14,7 ±0,55	14,5 ±0,49
Многоплодие, гол.	12,3 ±0,82*	13,6 ±0,47	14,5 ±0,67	16,7 ±2,03	13,6 ±0,50	13,6 ±0,52
Удельный вес живорожденных, %	93,9 ±2,86	93,7 ±1,35	94,1 ±1,92	100,0 ±0,01	93,0 ±1,47***	94,1 ±1,37***
Отнято поросят, гол.	10,8 ±0,31	10,8 ±0,15	10,2 ±0,28	10,7 ±0,67	10,4 ±0,19	10,8 ±0,18
Масса гнезда в 30 дн., кг	92,5 ±2,69	91,6 ±1,73	87,4 ±3,16	93,3 ±0,87	90,1 ±2,27	91,1 ±1,99
Среднесуточный прирост поросят, г	254 ±3,9	250 ±3,5	250 ±4,2	258 ±6,8	254 ±3,5	248 ±3,8

Примечание. Здесь и далее достоверная разница между меньшим и наибольшим показателями: * - $P \leq 0,05$; ** - $P \leq 0,01$; *** - $P \leq 0,001$.

Удельный вес живорожденных поросят у маток всех генотипов, кроме гомозигот BF^{AA}, значительно отстает от идеальных 100%, колеблясь у животных с другими генотипами на уровне 93,0-94,1%. При этом, если матки всех генотипов по гену LIF по данному показателю существенно не различались, то гомозиготы BF^{BB} и гетерозиготы BF^{AB} имели выраженное отставание от гомозигот BF^{AA} на 5,9-7,0 п. п.

Количество поросят на свиноматку при отъеме оказалось у животных всех генотипов существенно низким для уровня, характерного для свиноматок Й х Л в свиноводческих хозяйствах Европы и России, и это при среднем количестве поросят, оставляемых в гнездах после их формирования, равном по исследуемому поголовью для первоопоросок 12,7 гол., а для взрослых маток – 13,4 гол. Это может свидетельствовать о погрешностях в содержании и ветеринарном обслуживании свиноматок с поросятами в хозяйстве. В то же время и в данном случае проявилась определенная закономерность в отношении животных с полиморфизмом гена LIF. Так, матки с генотипом LIF^{BB} уступали маткам с генотипами LIF^{AA} и LIF^{AB} на 0,6 гол., хотя и без достоверной разницы. У животных с разным полиморфизмом по гену BF лидировали по этому показателю матки с генотипом BF^{AA}, несколько превосходя маток с генотипами BF^{BB} и BF^{AB} – на 0,1 и 0,4 гол. соответственно.

Та же тенденция наметилась и в отношении массы гнезда к отъему, которая у маток с генотипом LIF^{BB} оказалась ниже, чем у маток с генотипами LIF^{AA} и LIF^{AB} на 5,1 кг и 4,2 кг соответственно, но без достоверных различий. Матки с генотипом BF^{AA} превосходили маток с генотипами BF^{BB} и BF^{AB} на 2,2 кг и 3,2 кг соответственно также без достоверной разницы.

По среднесуточным приростам поросят достоверных различий выявлено не было.

Таблица 2 – Воспроизводительные качества основных свиноматок в зависимости от их генотипа по ДНК-маркерам LIF (rs322167972) и BF (rs339261793)

Показатели	ДНК-маркеры и генотипы					
	LIF (rs322167972)			BF (rs339261793)		
	AA	AB	BB	AA	AB	BB
n	23	113	65	9	97	96
Родилось всего, гол.	14,4 ±0,56**	15,6 ±0,34	16,4 ±0,42	17,8 ±0,91	15,4 ±0,28	16,0 ±0,35
Многоплодие, гол.	13,3 ±0,61**	14,5 ±0,25	15,2 ±0,18	17,1 ±0,84**	14,4 ±0,26	14,7 ±0,30
Удельный вес живорожденных, %	92,4 ±1,74	93,6 ±0,82	93,5 ±0,94	96,5 ±1,57	94,2 ±0,87	92,2 ±0,82*
Отнято поросят, гол.	10,9 ±0,17	10,5 ±0,09	10,2** ±0,18	10,7 ±0,33	10,4 ±0,11	10,5 ±0,12
Масса гнезда в 30 дн., кг	95,0 ±1,64	94,1 ±0,79	89,4 ±1,86*	95,2 ±3,42	92,0 ±1,20	93,0 ±1,22
Среднесуточный прирост поросят, г	258 ±3,6	265 ±2,1	257 ±3,5	264 ±5,0	261 ±2,7	262 ±2,2

При анализе продуктивности взрослых маток (таблица 2) можно отметить повышение общего количества родившихся поросят и среднего многоплодия у всех генотипов в сравнении с результатами их первого опороса. В то же время тенденции в отношении превалирования показателей одних генотипов над другими в основном остались прежними. Так, подтверждается достоверное ($P \leq 0,001$) превосходство маток с генотипом LIF^{BB} над матками с генотипом LIF^{AA} по общему количеству поросят в гнезде на 2,0 гол., а по многоплодию – на 1,9 гол. Что касается полиморфизма гена BF, то там также установлено превосходство гомозиготных маток с генотипом BF^{AA} над животными с генотипом BF^{BB} по общему количеству поросят на 1,8 гол., хотя и без достоверной разницы, а по многоплодию превосходство было достоверным ($P \leq 0,001$) – на 2,9 гол.

Удельный вес живорожденных у маток всех генотипов по гену LIF, в сравнении с матками первого опороса, остался практически на том же уровне, имея незначительные колебания – 92,4-93,5%. Что касается гена BF, то взрослые матки с генотипом BF^{AA} , хотя и снизили показатель удельного веса живорожденных на 3,5 п. п. в сравнении с идеальным показателем первоопоросок, все же имели превосходство над матками с другими генотипами по данному гену на 2,3-4,3 п. п., причем превосходство над матками с генотипом BF^{BB} было достоверным ($P \leq 0,05$).

Количество отнятых поросят на свиноматку, в сравнении с матками первого опороса, осталось практически на том же уровне, с той же тенденцией, установленной ранее у животных с полиморфизмом гена LIF. Матки с генотипом LIF^{BB} так же уступали гомозиготам LIF^{AA} на 0,7 гол., теперь уже с достоверной разницей ($P \leq 0,001$). Лидерство животных с генотипом BF^{AA} по этому показателю также сохранилось. Они снова превосходили, хотя и незначительно, маток с генотипами BF^{BB} и BF^{AB} – на 0,2 и 0,3 гол. соответственно.

Масса гнезда к отъему у маток с генотипом LIF^{BB} , как и при первом опоросе, оказалась ниже, чем у маток с генотипами LIF^{AA} и LIF^{AB} , но уже достоверно ($P \leq 0,05$) на 5,6 кг и 4,7 кг соответственно. Матки с генотипом BF^{AA} по этому показателю превосходили маток с генотипами BF^{BB} и BF^{AB} на 2,2 кг и 3,2 кг соответственно, хотя и без достоверной разницы.

Несколько повысилась с возрастом скорость роста поросят, что естественно, ведь известно, что взрослые матки обладают большей молочностью, чем молодые. Значимая разница при этом между животными разных генотипов отсутствовала.

Заключение. Проведенный анализ позволил выявить у исследованных двухпородных свиноматок Й х Л генотипы по генам LIF (rs322167972) и BF (rs339261793) с предпочтительными экономически значимыми хозяйственно полезными признаками. Было установлено:

- достоверное ($P \leq 0,05$; $P \leq 0,001$) превосходство проверяемых и основных маток носительниц генотипа LIF^{BB} над матками с генотипом LIF^{AA} по общему количеству поросят в гнезде на 2,4 гол. и 2,0 гол., а по многоплодию – на 2,2 гол. и 1,9 гол. соответственно, а также заметное превосходство гомозиготных маток с генотипом BF^{AA} над животными с генотипом BF^{BB} по общему количеству поросят на 2,2 гол. и 1,8 гол. без достоверной разницы, и по многоплодию – на 3,1 гол., и достоверное – на 2,8 гол. ($P \leq 0,05$) соответственно;

- низкий уровень удельного веса живорожденных поросят у маток всех генотипов, кроме гомозигот BF^{AA} ;

- низкое количество поросят на свиноматку при отъеме у животных всех генотипов, не характерное для свиноматок Й х Л в свиноводческих хозяйствах Европы и России, что может свидетельствовать о погрешностях в содержании и ветеринарном обслуживании свиноматок с поросятами в хозяйстве; при этом выявлена закономерность в отношении животных с полиморфизмом гена LIF; первоопороски с генотипом LIF^{BB} уступали маткам с генотипами LIF^{AA} и LIF^{AB} на 0,6 гол., хотя и без достоверной разницы, а у основных маток с генотипом LIF^{BB} установлено достоверное ($P \leq 0,001$) снижение этого показателя на 0,7 гол. по отношению к гомозиготам LIF^{AA} . У животных разного возраста с разным полиморфизмом по гену BF лидировали по данному показателю матки с генотипом BF^{AA} , хотя и без достоверного превосходства;

- снижение массы гнезда к отъему у проверяемых и основных маток с генотипом LIF^{BB} в сравнении с носительницами генотипов LIF^{AA} и LIF^{AB} на 5,1 кг и 4,2 кг без достоверной разницы и достоверно – на 5,6 кг и 4,7 кг ($P \leq 0,05$) соответственно; матки с генотипом BF^{AA} лидировали по этому показателю, достоверно не превосходя животных с другими генотипами.

Таким образом, свиноматки с генотипами LIF^{BB} и BF^{AA} являются предпочтительными для ведения отбора по таким показателям, как общее количество рожденных поросят на опорос и количество рожденных живых поросят (многоплодие); предпочтительными для отбора по показателям количества поросят к отъему и массы гнезда при отъеме оказались матки с генотипами $LIF^{AA/AB}$ и BF^{AA} .

Conclusion. The analysis made it possible to identify genotypes for the LIF (rs322167972) and BF (rs339261793) genes associated with preferred, economically significant, and commercially valuable traits in the studied Yorkshire × Landrace crossbred sows. It was established that:

- a significant ($P \leq 0,05$; $P \leq 0,001$) superiority of the tested and primary sows carrying the LIF^{BB} genotype over sows with the LIF^{AA} genotype regarding the total number of piglets per litter (by 2,4 and 2,0

piglets, respectively) and litter size (by 2,2 and 1,9 piglets, respectively); as well as a notable superiority of homozygous sows with the BF^{AA} genotype over animals with the BF^{BB} genotype regarding the total number of piglets (by 2,2 and 1,8 piglets, respectively – the latter difference being non-significant) and litter size (by 3,1 piglets and a significant 2,8 piglets [$P \leq 0,05$], respectively);

- a low proportion of live-born piglets among sows of all genotypes, except for BF^{AA} homozygotes;

- a low number of piglets per sow at weaning across all genotypes – a figure uncharacteristic of Yorkshire × Landrace sows in European and Russian pig farms – which may indicate deficiencies in the husbandry and veterinary care of sows and piglets at the facility; at the same time, a specific pattern was observed regarding animals with the LIF gene polymorphism; first-parity sows with the LIF^{BB} genotype lagged behind sows with the LIF^{AA} and LIF^{AB} genotypes by 0,6 piglets – albeit without a statistically significant difference – whereas in mature sows with the LIF^{BB} genotype, a significant ($P \leq 0,001$) reduction of 0,7 piglets was observed compared to LIF^{AA} homozygotes; among animals of different ages and BF gene polymorphisms, sows with the BF^{AA} genotype led in this indicator, though without a statistically significant advantage;

- a reduction in litter weight at weaning for test and main ewes with the LIF^{BB} genotype compared to carriers of the LIF^{AA} and LIF^{AB} genotypes – by 5,1 kg and 4,2 kg (non-significant) and by 5,6 kg and 4,7 kg ($P \leq 0,05$), respectively; ewes with the BF^{AA} genotype led in this indicator, though without significantly outperforming animals with other genotypes.

Thus, sows with the LIF^{BB} and BF^{AA} genotypes are preferable for selection based on traits such as the total number of piglets born per litter and the number of live-born piglets (litter size); sows with the LIF^{AA/AB} and BF^{AA} genotypes proved preferable for selection based on the number of piglets at weaning and litter weight at weaning.

Список литературы.

1. Выявление ассоциаций аллельных вариантов генов BF, NCOA1, LIF с воспроизводительными качествами свиней / Е. Л. Романишко, М. Е. Михайлова, Р. И. Шейко, Е. С. Гридюшко // Молекулярная и прикладная генетика. – 2023. – Т. 35. – С. 75–88.
2. Ген эритропоэтинового рецептора (EPOR) - новый ген-маркер многоплодия свиноматок / В. А. Дойлидов, Д. А. Каспирович, Н. А. Лобан, А. Д. Банникова // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2009. – Т. 45, вып. 1, ч. 2. – С. 82–85.
3. Каспирович, Д. А. Влияние полиморфизма гена ECR F4 (MUC) на воспроизводительные способности хряков и репродуктивные качества свиноматок купной белой породы / Д. А. Каспирович, В. А. Дойлидов, Н. А. Лобан // Ученые записки учреждения образования «Витебская Ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2008. – Т. 44, вып. 2. – С. 200–203.
4. Комлацкий, В. Пути повышения воспроизводительной функции свиней: аналитическая зап. Бел. науч. центр информ. и маркетинга АПК / В. Комлацкий. – Минск, 2021. – 24 с.
5. Плясунов, Е. Д. Влияние генотипа на воспроизводительные качества свиноматок и показатели роста поросят / Е. Д. Плясунов, Ю. В. Матросова // Вестник Курганской ГСХА. – 2020. – № 1. – С. 45–47.
6. Романишко, Е. Л. ДНК диагностика полиморфизма генов, ассоциированных с репродуктивными качествами свиней / Е. Л. Романишко, М. Е. Михайлова, Р. И. Шейко // Тезисы докладов IX Международной школы по молекулярной генетике «Геномика 21 века – от исследования геномов к генетическим технологиям» (15–19 марта 2021 г.). – Москва, 2021. – Т. 39 (1-2, спецвыпуск). – С. 45.
7. Самсонова, О. Е. Воспроизводительные, откормочные и мясные качества свиней в зависимости от условий кормления и генотипа животных в условиях центрально-чернозёмной зоны: монография / О. Е. Самсонова, В. А. Бабушкин. – Тамбов, 2019. – 116 с.
8. Association of BF gene polymorphism with litter size in a commercial pig cross population / A. Marantidis [et al.] // Anim Reprod Sci. – 2013. – Vol. 141, iss. 1–2. – P. 75–79.
9. Evidence of a new leukemia inhibitory factor-associated genetic marker for litter size in a synthetic pig line / A. Spotter [et al.] // Journal Animal Science. – 2005. – Vol. 83. – P. 2264–2270.
10. Hormonal regulation of complement factor B in human endometrium / L. A. Hasty [et al.] // Am. J. Reprod. Immunol. – 1993. – Vol. 30. – P. 63–67.
11. Association and polymorphism study of seven candidate genes with reproductive traits in three pig breeds in Hungary / Á. Hunyadi-Bagi [et al.] // ABP. – Vol. 63, № 2. – 2016. – P. 359–364.

References.

1. Vyyavlenie associacij allel'nyh variantov genov BF, NCOA1, LIF s vosproizvoditel'nyimi kachestvami svinej / E. L. Romanishko, M. E. Mihajlova, R. I. Shejko, E. S. Gridyushko // Molekulyarnaya i prikladnaya genetika. – 2023. – T. 35. – S. 75–88.
2. Gen eritropoetinovogo receptora (EPOR) - novyj gen-marker mnogoplodiya svinomatok / V. A. Dojlidov, D. A. Kaspirovich, N. A. Loban, A. D. Bannikova // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny»: nauchno-prakticheskij zhurnal. – Vitebsk, 2009. – T. 45, vyp. 1, ch. 2. – S. 82–85.
3. Kaspirovich, D. A. Vliyanie polimorfizma gena ECR F4 (MUC) na vosproizvoditel'nye sposobnosti hryakov i reproduktivnye kachestva svinomatok kupnoj beloj породы / D. A. Kaspirovich, V. A. Dojlidov, N. A. Loban // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya Ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny»: nauchno-prakticheskij zhurnal. – Vitebsk, 2008. – T. 44, vyp. 2. – S. 200–203.

4. Komlackij, V. *Puti povysheniya vosproizvoditel'noj funkcii svinej : analiticheskaya zap. Bel. nauch. centr inform. i marketinga APK / V. Komlackij.* – Minsk, 2021. – 24 s.
5. Plyasunov, E. D. *Vliyaniye genotipa na vosproizvoditel'nye kachestva svinomatok i pokazateli rosta porosyat / E. D. Plyasunov, YU. V. Matrosova // Vestnik Kurganskoj GSKHA.* – 2020. – № 1. – S. 45–47.
6. Romanishko, E. L. *DNK diagnostika polimorfizma genov, associirovannyh s reproduktivnymi kachestvami svinej / E. L. Romanishko, M. E. Mihajlova, R. I. Shejko // Tezisy dokladov IX Mezhdunarodnoj shkoly po molekulyarnoj genetike «Genomika 21 veka – ot issledovaniya genomov k geneticheskim tekhnologiyam» (15–19 marta 2021 g.).* – Moskva, 2021. – T. 39 (1 2, specvypusk). – S. 45.
7. Samsonova, O. E. *Vosproizvoditel'nye, otkormochnye i myasnye kachestva svinej v zavisimosti ot uslovij kormleniya i genotipa zhivotnyh v usloviyah central'no-chernozymnoj zony : monografiya / O. E. Samsonova, V. A. Babushkin.* – Tambov, 2019. – 116 s.
8. Association of BF gene polymorphism with litter size in a commercial pig cross population / A. Marantidis [et al.] // *Anim Reprod Sci.* – 2013. – Vol. 141, iss. 1–2. – R. 75–79.
9. Evidence of a new leukemia inhibitory factor-associated genetic marker for litter size in a synthetic pig line / A. Spotter [et al.] // *Journal Animal Science.* – 2005. – Vol. 83. – R. 2264–2270.
10. Hormonal regulation of complement factor B in human endometrium / L. A. Hasty [et al.] // *Am. J. Reprod. Immunol.* – 1993. – Vol. 30. – P. 63–67.
11. Association and polymorphism study of seven candidate genes with reproductive traits in three pig breeds in Hungary / Á. Hunyadi-Bagi [et al.] // *ABP.* – Vol. 63, № 2. – 2016. – R. 359–364.

Поступила в редакцию 30.05.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-3-102-108
УДК 636.4.082

ПРИЖИЗНЕННАЯ ОЦЕНКА МЯСНЫХ КАЧЕСТВ МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ КАК РЕЗУЛЬТАТА ПОДБОРА МАТЕРИНСКИХ И ОТЦОВСКИХ ФОРМ ПРИ ПРОМЫШЛЕННОМ СКРЕЩИВАНИИ

Дойлидов В.А.

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

Оценена возможность использования индекса мясных качеств свиней для проведения комплексного прижизненного определения уровня мясных качеств молодняка, полученного от сочетания двухпородных материнских форм БКБ х БМ и Й х Л с хряками зарубежных пород йоркшир, ландрас и дюрок. При анализе результатов установлено, что лучшими мясными свойствами в пределах хозяйств, где проводился откорм, отличались потомки хряков пород немецкий дюрок и канадский дюрок, а также белорусского типа в породе дюрок, использовавшихся на двухпородном маточном поголовье, полученном от пород отечественной и зарубежной селекции. Разработанный селекционный индекс мясных качеств свиней показал свою эффективность при научном обосновании селекционного приема осуществления оптимального подбора родительских форм в финале трехпородного промышленного скрещивания для обеспечения максимального проявления мясности у получаемых потомков на каждом конкретном свиноводческом предприятии. **Ключевые слова:** свиньи, высота длиннейшей мышцы спины, толщина шпика, регрессия, селекционный индекс.

IN VIVO ASSESSMENT OF MEAT QUALITY IN YOUNG PIGS RESULTING FROM THE SELECTION OF MATERNAL AND PATERNAL FORMS IN COMMERCIAL CROSSBREEDING

Doylidov V.A.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Belarus

The feasibility of using a pig meat quality index for the comprehensive in vivo assessment of meat quality in young stock – derived from crossing two-breed maternal lines (BLW × BM and Y × L) with boars of foreign breeds (Yorkshire, Landrace, and Duroc) – was evaluated. Analysis of the results revealed that the best meat characteristics – within the farms where fattening took place – were exhibited by the offspring of boars of the German Duroc and Canadian Duroc breeds, as well as the Belarusian Duroc type, when used on a two-breed sow herd derived from domestic and foreign breeds. The developed selection index for pig meat traits has proven effective in scientifically substantiating a breeding strategy for the optimal selection of parental lines in the final stage of three-breed commercial crossing, ensuring maximum expression of meatiness in the resulting offspring at any specific pig farming enterprise. **Keywords:** pigs, height of the longissimus dorsi muscle, fat thickness, regression, selection index.

Введение. Удовлетворить растущую потребность населения в качественной свинине можно за счет введения в схемы скрещивания животных специализированных мясных пород и управления ростом получаемого молодняка. При этом наиболее важной становится правильная оценка особенностей формирования мясных качеств, которые могут в значительной степени зависеть от уровня специализации пород, используемых при получении помесного потомства, особенно в финале промышленного скрещивания [1, 5, 9].

В настоящее время в свиноводстве Республики Беларусь для использования в качестве материнских форм при осуществлении трехпородного промышленного скрещивания на свиноводческих комплексах утверждены две породы белорусской селекции – белорусская крупная белая (БКБ) и белорусская мясная (БМ), а также две породы зарубежной селекции – йоркшир (Й) и ландрас (Л) [2].

С их участием получают двухпородных свиноматок БКБ х БМ и Й х Л, которых затем рекомендовано осеменять спермой хряков специализированных пород, обладающих повышенными мясными качествами [9].

Решить проблему подбора лучших материнских и отцовских форм для использования в финале трехпородного скрещивания можно при проведении оценки мясных качеств откормленного молодняка, полученного от разных межпородных сочетаний, ведь на проявление признаков мясной продуктивности у молодняка свиней основное влияние оказывает генотип (принадлежность к определенным породам) родителей, вводимых в схему скрещивания [1, 8].

В то же время проведение такой оценки классическим способом (по целому ряду послеубойных показателей, характеризующих мясные качества животных по достижении ими предубойной живой массы 100 кг), помимо очень высокой трудоемкости данного процесса, не позволяет учесть все особенности динамики роста мышечной ткани и отложения жировой.

Точность и достоверность оценки мясных качеств возрастет при комплексном подходе к решению этой задачи, а именно при одновременном мониторинге динамики роста мышечной и жировой тканей с учетом увеличения живой массы у свиней испытываемых породных сочетаний. При этом вместо послеубойных показателей значительно проще оперировать прижизненными (промеры толщины подкожного шпика и высоты длиннейшей мышцы спины, давно официально используемые при оценке племенной ценности свиней), получить которые позволяет использование современных ультразвуковых измерительных приборов.

Чтобы выявить существующие закономерности и определить тенденции развития различных процессов, специалисты рекомендуют применять математические методы, которые существенно повышают эффективность научных исследований [4, 6].

Поскольку между процессом увеличения живой массы и связанными с этим ростом мышечной и накоплением жировой ткани в теле откармливаемого молодняка свиней существует причинно-следственная взаимосвязь. Установить вероятные значения одного показателя с помощью известных значений другого можно при помощи метода регрессионного анализа [3, 5, 7].

При этом на основании уравнений регрессии, выводимых при комплексном прижизненном мониторинге динамики изменений соотношения промеров мышечной и жировой тканей в теле растущего молодняка свиней, можно разрабатывать селекционные индексы, учитывающие подобные структурные изменения, и использовать их как критерий оценки мясных качеств, для последующего эффективного подбора лучшей финальной отцовской породы на соответствующем помесном маточном поголовье.

Цель исследования состояла в оценке возможности использования разработанного индекса мясных качеств свиней (ИМК) для проведения комплексного прижизненного определения уровня мясных качеств молодняка, полученного от сочетания двухпородных материнских форм БКБ х БМ и Й х Л с хряками зарубежных пород йоркшир, ландрас и дюрок.

Материалы и методы исследований. Показатели мясных качеств определяли по результатам оценки животных, выращенных в однотипных по условиям содержания и кормления комплексах мощностью каждый на 24 тыс. гол., расположенных в Витебской области: на 3-й ферме селекционно-гибридного центра «Заднепровский», в КУСХП «Городец» и в СТК им. Машерова.

Объектом исследования служил чистопородный молодняк отечественных пород белорусской мясной и белорусской крупной белой, трехпородные помеси, полученные при сочетании двухпородных маток (белорусская крупная белая х белорусская мясная) с хряками пород немецкий йоркшир, немецкий ландрас, немецкий дюрок, канадский йоркшир, канадский ландрас, канадский дюрок и производителями белорусского типа в породе дюрок, а также трехпородный молодняк от сочетания двухпородных свиноматок (канадский йоркшир х канадский ландрас) с хряками пород немецкий йоркшир, немецкий ландрас и немецкий дюрок.

Живая масса молодняка каждого из перечисленных породных сочетаний варьировала от 90 до 130 кг. Количество животных каждого из породных сочетаний колебалось в пределах от 32 до 71 головы.

Молодняк содержали согласно нормативам, разработанным учеными РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», кормили полнорационными комбикормами марки СК, приготовленными для поголовья соответствующих половозрастных групп по единым стандартным рецептурам.

В рамках исследования был проведен комплексный анализ формирования мясной продуктивности молодняка на заключительном этапе откорма с использованием метода

дисперсионного и регрессионного анализа. При этом учитывались различия между показателями, характеризующими динамику структурных изменений в соотношении мышечной и жировой тканей в теле растущих животных.

Для этого прижизненно с помощью прибора Piglog 105 измеряли толщину подкожного шпика и высоту длиннейшей мышцы спины во второй точке (на уровне третьего-четвертого ребер от задней части грудной клетки при отступе от середины спины на 7 см). С использованием этих показателей были выведены уравнения регрессии, отражающие динамику изменения толщины подкожного шпика и высоты длиннейшей мышцы спины при увеличении живой массы животных в заключительный период откорма.

На основе полученных данных были рассчитаны коэффициенты стабильности мясности и индексы мясных качеств свиней изучаемых породных сочетаний, отражающие динамику зависимости между повышающейся с 90 кг до 110 кг живой массой и значениями показателей процентной доли толщины шпика в сумме его толщины и высоты длиннейшей мышцы спины (в мм) в точке измерения, а также процентной доли высоты длиннейшей мышцы в этой же сумме.

Результаты исследований. Существенно облегчить процесс выявления лучших породных сочетаний свиней по проявлению у них мясных качеств позволяет прижизненное определение высоты длиннейшей мышцы спины и толщины подкожного шпика.

Доказано, что эти показатели напрямую связаны с содержанием в теле, а соответственно в последующем и в тушах животных, жировой и мышечной тканей [8, 9].

Результаты расчетов по изучаемым сочетаниям представлены в таблицах 1 и 2.

При анализе показателей, представленных в таблице 1, было установлено, что среди животных породных сочетаний, откормленных в СГЦ «Заднепровский», наибольшие процентные доли высоты длиннейшей мышцы спины (80,2% и 81,7%) при живой массе 90 кг были, соответственно, зафиксированы у чистопородных свиней белорусской мясной породы и их трехпородных сверстников генотипа (белорусская крупная белая × белорусская мясная) × белорусский тип в породе дюрок. А значит они изначально обладали более выраженными мясными качествами. Однако по достижении живой массы 110 кг у молодняка белорусской мясной породы отмечается значительное снижение процентной доли высоты длиннейшей мышцы спины – на 8,5 п. п., тогда как увеличение живой массы свиней генотипа (белорусская крупная белая × белорусская мясная) × белорусский тип в породе дюрок до 110 кг сопровождалось меньшим снижением значения изучаемого показателя – лишь на 6,3 п. п. Именно это свидетельствует о разной стабильности мясных качеств у свиней разных генотипов.

Среди исследованных животных из КУСХП «Городец» и СТК им. Машерова отмечалось лидерство по начальной величине процентной доли высоты длиннейшей мышцы спины у трехпородного молодняка генотипов (белорусская крупная белая × белорусская мясная) × немецкий дюрок, (белорусская крупная белая × белорусская мясная) × канадский дюрок, а также (канадский йоркшир × канадский ландрас) × немецкий дюрок, (канадский йоркшир × канадский ландрас) × немецкий йоркшир со значениями соответственно 80,2%, 79,9% и 80,1%, 80,0%. Соответствующее снижение данного показателя по достижении молодняком живой массы 110 кг – на 4,5 п. п., 2,8 п. п. и 5,9 п. п., 1,8 п. п. – также позволило выразить разницу в стабильности процесса роста мышечной ткани у свиней разных генотипов, которую нельзя учесть при изучении мясных качеств по классической методике.

Таблица 1 – Удельный вес толщины шпика и высоты длиннейшей мышцы спины в их сумме при разной живой массе животных разных породных сочетаний

Породные сочетания	n	Уравнения регрессии	Удельный вес, %			
			при живой массе 90 кг		при живой массе 110 кг	
			высоты длиннейшей мышцы	толщины шпика	высоты длиннейшей мышцы	толщины шпика
СГЦ «Заднепровский»						
Белорусская крупная белая × белорусская крупная белая	50	$Y_1 = 0,2628x + 93,718$ $Y_2 = 0,2628x + 6,2822$	70,1	29,9	64,8	35,2
Белорусская мясная × белорусская мясная	45	$Y_1 = -0,4262x + 118,77$ $Y_2 = 0,4262x - 18,771$	80,4	19,6	71,9	28,1
(Белорусская крупная белая × белорусская мясная) × белорусский тип в породе дюрок	49	$Y_1 = -0,3114x + 109,69$ $Y_2 = 0,3114x - 9,6893$	81,7	18,3	75,4	24,6

Продолжение таблицы 1

Породные сочетания	n	Уравнения регрессии	Удельный вес, %			
			при живой массе 90 кг		при живой массе 110 кг	
			высоты длиннейшей мышцы	толщины шпика	высоты длиннейшей мышцы	толщины шпика
КУСХП «Городец»						
(Белорусская крупная белая × белорусская мясная) × немецкий йоркшир	57	$Y_1 = -0,238x + 97,192$ $Y_2 = 0,238x + 2,8081$	75,8	24,2	71	29
(Белорусская крупная белая × белорусская мясная) × немецкий ландрас	71	$Y_1 = -0,2712x + 100,12$ $Y_2 = 0,2712x - 0,1234$	75,7	24,3	70,3	29,7
(Белорусская крупная белая × белорусская мясная) × немецкий дюрк	61	$Y_1 = -0,2268x + 100,63$ $Y_2 = 0,2268x - 0,6294$	80,2	19,8	75,7	24,3
(Белорусская крупная белая × белорусская мясная) × канадский йоршир	32	$Y_1 = -0,255x + 99,66$ $Y_2 = 0,255x + 0,35$	76,7	23,3	71,6	28,4
(Белорусская крупная белая × белорусская мясная) × канадский ландрас	32	$Y_1 = -0,2151x + 95,36$ $Y_2 = 0,2151x + 4,69$	76,0	24,0	71,7	28,4
(Белорусская крупная белая × белорусская мясная) × канадский дюрк	34	$Y_1 = -0,1401x + 92,502$ $Y_2 = 0,1401x + 7,501$	79,9	20,1	77,1	22,9
СТК им. Машерова						
(Канадский йоркшир × канадский ландрас) × немецкий йоркшир	38	$Y_1 = -0,2923x + 106,39$ $Y_2 = 0,2923x - 6,3918$	80,1	19,9	74,2	23,1
(Канадский йоркшир × канадский ландрас) × немецкий ландрас	49	$Y_1 = -0,19x + 95,976$ $Y_2 = 0,19x + 4,0237$	78,9	21,1	75,1	24,9
(Канадский йоркшир × канадский ландрас) × немецкий дюрк	44	$Y_1 = -0,093x + 88,39$ $Y_2 = 0,093x + 11,61$	80,0	20,0	78,2	21,8

Примечание. Y_1 – уравнение регрессии для высоты длиннейшей мышцы; Y_2 – уравнение регрессии для толщины шпика.

Таблица 2 – Коэффициенты стабильности мясности и индексы мясных качеств молодняка свиней разных породных сочетаний

Сочетание	n	Разница между высотой длиннейшей мышцы и толщиной шпика, %		Коэффициент стабильности мясности	Удельный вес высоты длиннейшей мышцы при живой массе 100 кг, %	Индекс мясных качеств
		при живой массе 90 кг	при живой массе 110 кг			
СГЦ «Заднепровский»						
Белорусская крупная белая × белорусская крупная белая	50	40,2	29,6	0,736	67,2	50
Белорусская мясная × белорусская мясная	45	60,8	43,8	0,720	76,2	55
(Белорусская крупная белая × белорусская мясная) × белорусский тип в породе дюрк	49	63,4	50,8	0,801	78,6	63
КУСХП «Городец»						
(Белорусская крупная белая × белорусская мясная) × немецкий йоркшир	57	51,6	42	0,813	73,4	60
(Белорусская крупная белая × белорусская мясная) × немецкий ландрас	71	51,4	40,6	0,790	73	58

Продолжение таблицы 2

Сочетание	n	Разница между высотой длиннейшей мышцы и толщиной шпика, %		Коэффициент стабильности мясности	Удельный вес высоты длиннейшей мышцы при живой массе 100 кг, %	Индекс мясных качеств
		при живой массе 90 кг	при живой массе 110 кг			
(Белорусская крупная белая × белорусская мясная) × немецкий дюрюк	61	60,4	51,4	0,851	78	66
(Белорусская крупная белая × белорусская мясная) × канадский йоркшир	32	53,4	43,2	0,809	74,2	60
(Белорусская крупная белая × белорусская мясная) × канадский ландрас	32	52,0	43,4	0,835	73,9	62
(Белорусская крупная белая × белорусская мясная) × канадский дюрюк	34	59,8	54,2	0,906	78,5	71
<i>СТК им. Машерова</i>						
(Канадский йоркшир × канадский ландрас) × немецкий йоркшир	38	60,2	51,1	0,849	77,2	66
(Канадский йоркшир × канадский ландрас) × немецкий ландрас	49	57,8	50,2	0,869	77,0	67
(Канадский йоркшир × канадский ландрас) × немецкий дюрюк	44	60,0	56,4	0,940	79,1	74

Из таблицы 2 видно, что трехпородный молодняк сочетания (белорусская крупная белая × белорусская мясная) × белорусский тип в породе дюрюк превосходил по стабильности мясности чистопородных сверстников, откормленных в СГЦ «Заднепровский», со значением коэффициента стабильности мясности, составившим 0,801. По величине индекса мясных качеств превосходство животных данного сочетания над молодняком белорусской крупной белой породы составило 13 пунктов. Вследствие значительного снижения коэффициента стабильности мясности свиней белорусской мясной породы, поначалу демонстрировавшей довольно высокий показатель процентной доли высоты длиннейшей мышцы спины, индекс их мясных качеств оказался на 8 пунктов ниже, чем у трехпородных помесей генотипа (белорусская крупная белая × белорусская мясная) × белорусский тип в породе дюрюк.

Среди свиней, откормленных в КУСХП «Городец» и в СТК им. Машерова, лучшей мясностью характеризовались трехпородные помеси генотипов (белорусская крупная белая × белорусская мясная) × канадский дюрюк, (белорусская крупная белая × белорусская мясная) × немецкий дюрюк, а также (канадский йоркшир × канадский ландрас) × немецкий дюрюк. Повышенные значения коэффициента стабильности мясности у них в пределах своих хозяйств соответственно 0,851, 0,906 и 0,940 свидетельствует о способности поголовья данных сочетаний в конкретных производственных условиях минимально снижать уровень своих мясных качеств по мере увеличения собственной живой массы на заключительном этапе откорма.

В свою очередь на фоне выраженности показателя, характеризующего стабильность мясности (0,940), показателя удельного веса высоты длиннейшей мышцы спины при живой массе 100 кг (79,1 %) и в конечном итоге по величине индекса мясных качеств (его значение составило 74) абсолютным лидером среди всех изученных сочетаний оказался трехпородный молодняк (канадский йоркшир × канадский ландрас) × немецкий дюрюк, откормленный в условиях СТК им. Машерова.

Заключение. Полученные в ходе проведенных исследований конечные результаты позволяют сделать выводы:

- использование индекса мясных качеств свиней, отражающего одновременно их выраженность и стабильность у животных на заключительной стадии откорма, позволяет выявить среди молодняка разных породных сочетаний наилучших представителей;
- в нашем исследовании лучшими мясными свойствами в пределах хозяйств, где они были откормлены, отличались потомки хряков пород немецкий дюрюк и канадский дюрюк, а также

белорусского типа в породе дюрок, использовавшихся на двухпородном маточном поголовье, полученном от пород отечественной и зарубежной селекции.

Таким образом, разработанный селекционный индекс мясных качеств свиней показал свою эффективность при научном обосновании селекционного приема осуществления оптимального подбора родительских форм в финале трехпородного промышленного скрещивания для обеспечения максимального проявления мясности у получаемых потомков в каждом конкретном свиноводческом предприятии.

Conclusion. The final results obtained from the study lead to the following conclusions:

- the use of swine meat quality index – reflecting both the expression and stability of these traits in animals at the final fattening stage – makes it possible to identify the best specimens among young stock of various breed combinations;

- in our study, the best meat characteristics – observed within the farms where the animals were fattened – were exhibited by the offspring of German Duroc and Canadian Duroc boars, as well as boars of the Belarusian Duroc type, used on a two-breed sow population derived from domestic and foreign breeds.

Thus, the developed selection index demonstrated its effectiveness in selecting the best terminal sire breed for a given crossbred sow herd, thereby facilitating the optimal selection of parental lines for three-breed commercial crossing to maximize meat traits in the offspring at any specific pig production facility.

Список литературы.

1. Волкова, Е. М. Влияние предубойной живой массы на мясные качества свиней разных генотипов / Е. М. Волкова, В. А. Дойлидов // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2013. – Т. 49, вып. 1, ч. 2. – С. 37–41.

2. Воспроизводительные качества свиней при использовании в системе скрещивания зарубежных специализированных пород / В. А. Дойлидов, Е. Н. Ляхова, Д. А. Каспирович, Е. М. Волкова // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2020. – Т. 56, вып. 3. – С. 81–86.

3. Зинченко, А. П. Сельскохозяйственная статистика с основами социально-экономической статистики / А. П. Зинченко. – Москва: МСХА, 2005. – 368 с.

4. Каспирович, Д. А. Влияние полиморфизма гена ECR F4 (MUC 4) на воспроизводительные способности хряков и репродуктивные качества свиноматок крупной белой породы / Д. А. Каспирович, В. А. Дойлидов, Н. А. Лобан // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»: научно-практический журнал. – Витебск, 2008. – Т. 44, вып. 1. – С. 200–203.

5. Коваленко, Б. П. К вопросу оценки убойных качеств свиней / Б. П. Коваленко // Пути интенсификации отрасли свиноводства в странах СНГ: тезисы докладов XII международной научно-практической конференции. – Жодино: Ин-т животноводства НАН Беларуси, 2006. – С. 57–59.

6. Осколков, М. Л. Основы научных исследований: учебное пособие / М. Л. Осколков. – Тюмень: ТГСХА, 2006. – 454 с.

7. Погодаев, В. А. Результаты анализа количественных и качественных показателей мясной продуктивности свиней / В. А. Погодаев, К. А. Катков, В. А. Боташева // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 12. – С. 94–99.

8. Продуктивность и качество свинины в зависимости от генотипа и технологии откорма свиней: монография / В. А. Погодаев, В. И. Комлацкий, Г. В. Комлацкий, В. А. Величко. – Ставрополь: Сервис-школа, 2021. – 208 с.

9. Шейко, И. П. Репродуктивные, откормочные и мясные качества свиней породы дюрок при различных вариантах подбора родительских пар / И. П. Шейко, Т. Н. Тимошенко, Т. Л. Шуман // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. аграрных навук. – 2011. – № 1. – С. 74–80.

References.

1. Volkova, E. M. Vliyanie predubojnoj zhivoj massy na myasnye kachestva svinej raznyh genotipov / E. M. Volkova, V. A. Dojlidov // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny»: nauchno-prakticheskij zhurnal. – Vitebsk, 2013. – T. 49, vyp. 1, ch. 2. – S. 37–41.

2. Vosproizvoditel'nye kachestva svinej pri ispol'zovanii v sisteme skreshchivaniya zarubezhnyh specializirovannyh porod / V. A. Dojlidov, E. N. Lyahova, D. A. Kaspirovich, E. M. Volkova // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». – 2020. – T. 56, vyp. 3. – S. 81–86.

3. Zinchenko, A. P. Sel'skohozyajstvennaya statistika s osnovami social'no-ekonomicheskoy statistiki / A. P. Zinchenko. – Moskva: MSKHA, 2005. – 368 s.

4. Kaspirovich, D. A. Vliyanie polimorfizma gena ECR F4 (MUC 4) na vosproizvoditel'nye sposobnosti hryakov i reproduktivnye kachestva svinomatok krupnoj beloj porody / D. A. Kaspirovich, V. A. Dojlidov, N. A. Loban // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny»: nauchno-prakticheskij zhurnal. – Vitebsk, 2008. – T. 44, vyp. 1. – S. 200–203.

5. Kovalenko, B. P. K voprosu ocenki ubojnyh kachestv svinej / B. P. Kovalenko // Puti intensivifikacii otrasli svinovodstva v stranah SNG: tezisy dokladov XII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Zhodino: In-t zhivotnovodstva NAN Belarusi, 2006. – S. 57–59.

6. Oskolkov, M. L. *Osnovy nauchnyh issledovanij : uchebnoe posobie* / M. L. Oskolkov. – Tyumen' : TGSKHA, 2006. – 454 s.
7. Pogodaev, V. A. *Rezultaty analiza kolichestvennyh i kachestvennyh pokazatelej myasnoj produktivnosti svinej* / V. A. Pogodaev, K. A. Katkov, V. A. Botasheva // *Agrarnyj nauchnyj zhurnal*. – 2021. – № 12. – S. 94–99.
8. *Produktivnost' i kachestvo sviny v zavisimosti ot genotipa i tekhnologii otkorma svinej : monografiya* / V. A. Pogodaev, V. I. Komlackij, G. V. Komlackij, V. A. Velichko. – Stavropol' : Servis-shkola, 2021. – 208 s.
9. Shejko, I. P. *Reproduktivnye, otkormochnye i myasnye kachestva svinej porody dyurok pri razlichnyh variantah podbora roditel'skih par* / I. P. Shejko, T. N. Timoshenko, T. L. SHiman // *Vesci Nacyyanal'naj akademii navuk Belarusi. Ser. agrarnyh navuk*. – 2011. – № 1. – S. 74–80.

Поступила в редакцию 08.07.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-3-108-116
УДК 637.5 (476)

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА КАЧЕСТВО СВИНИНЫ: ВЗАИМОСВЯЗЬ pH, ВЛАГИ, СДАТОЧНОЙ МАССЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОРОКОВ

Карпенко А.Ю. ORCID ID 0009-0002-8914-6315

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

Статья посвящена исследованию взаимосвязи между уровнем pH и содержанием влаги в свинине, а также их влиянию на формирование технологических пороков мяса (PSE и DFD). В работе проведен корреляционно-регрессионный анализ данных, полученных от 9 образцов свинины из различных сдаточных групп свиней. Исследование выявило сильную, статистически значимую обратную линейную зависимость между pH и влажностью мяса. Было установлено, что низкие значения pH ассоциируются с высоким содержанием влаги и развитием порока PSE, тогда как высокие значения pH связаны с низким содержанием влаги и пороком DFD. Анализ также подтвердил влияние сдаточной массы животного на химический состав мяса. Результаты исследования подчеркивают критическую роль pH в оценке качества свинины и служат основой для разработки научно обоснованных рекомендаций по оптимизации технологических процессов в свиноводстве и мясопереработке с целью минимизации пороков мяса и повышения его пищевой и потребительской ценности. **Ключевые слова:** свиноводство, pH, влага, корреляционный анализ, регрессионный анализ, технологические пороки мяса, PSE, DFD, качество мяса.

COMPREHENSIVE ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING PORK QUALITY: INTERRELATIONSHIP OF pH, MOISTURE, WEIGHT AT SLAUGHTER, AND TECHNOLOGICAL DEFECTS

Karpenko A.Y.

Grodno State Agrarian University, Grodno, Republic of Belarus

This article investigates the relationship between pH level and moisture content in pork and their influence on the formation of technological meat defects (PSE and DFD). A correlation and regression analysis was performed on data obtained from 9 pork samples belonging to different deliverable groups. The study revealed a strong, statistically significant inverse linear relationship between the meat pH and moisture. It was established that low pH values are associated with a high moisture content and the development of the PSE defect, whereas high pH values are linked to low moisture content and the DFD defect. The analysis also confirmed the influence of the animal slaughter weight on the meat chemical composition. The research findings emphasize the critical role of pH in assessing pork quality and serve as a basis for developing scientifically sound recommendations for optimizing technological processes in pig farming and meat processing to minimize meat defects and enhance its nutritional and consumer value. **Keywords:** pig farming, pH, moisture, correlation analysis, regression analysis, technological meat defects, PSE, DFD, meat quality.

Введение. Свиноводческая отрасль Республики Беларусь находится на этапе интенсивного развития, что подтверждается амбициозным планом по увеличению объемов производства свинины на 20% в течение предстоящего десятилетия. В условиях высоконасыщенного рынка и возрастающих требований потребителей к качеству продукции, успех столь масштабных планов напрямую зависит от способности отрасли поставлять не просто объемы, но и высококачественное сырье. Современный потребитель и переработчик нуждаются в мясе, обладающем высокой биологической ценностью, превосходными органолептическими свойствами и оптимальной пригодностью к технологической обработке. Однако интенсивные методы производства зачастую приводят к парадоксальному дефициту именно такого качественного сырья. В связи с этим особую актуальность приобретает разработка и внедрение системных подходов к оптимизации всех этапов производства свинины – от генетики до послеубойной обработки, – обеспечивающих поддержание и повышение ее исходной питательной ценности и функциональных свойств [1].

Ключевым направлением научного обеспечения отрасли является целенаправленное управление качеством мясной продукции. При этом качество свинины не может быть адекватно

охарактеризовано одним или несколькими параметрами; оно определяется десятками показателей, влияющих как на безопасность, так и на пищевую и технологическую ценность. Основными детерминантами качества мяса признаются генетический потенциал пород, физиологические особенности метаболизма животных, условия содержания, режимы кормления и технологические аспекты убоя [2].

Интенсивное развитие свиноводческой отрасли, обусловленное внедрением новых селекционных достижений и технологий выращивания, привело к увеличению доли мясной продукции с технологическими дефектами. Эти пороки туши существенно снижают биологическую и товарную ценность мяса, что диктует необходимость их системного анализа, а также разработки эффективных методов профилактики и коррекции.

Современная классификация пороков мяса включает как традиционные, хорошо изученные формы, так и недавно выявленные типы:

- PSE (Pale, Soft, Exudative – бледное, мягкое, экссудативное): характеризуется чрезмерной бледностью, мягкой консистенцией и значительными потерями мясного сока.
- DFD (Dark, Firm, Dry – темное, твердое, сухое): отличается неестественно темным цветом, плотной структурой и сухостью.
- PFN (Pale, Firm, Non-Exudative – бледное, твердое, неэкссудативное): мясо бледное, но не выделяет сок и имеет плотную текстуру.
- RSE (Red, Soft, Exudative – красное, мягкое, экссудативное): мясо красного цвета, мягкое, но с выделением сока.
- RFN (Red, Firm, Non-Exudative – красное, твердое, неэкссудативное): мясо стандартного красного цвета, твердое и неэкссудативное (считается оптимальным).

Пороки могут быть обусловлены взаимодействием генетических факторов, стрессовых реакций, условий содержания, кормления и технологических особенностей процесса убоя [3, 4].

Генетическая предрасположенность к порокам связана с мутациями в генах, регулирующих кальциевую регуляцию (например, RYR1), а также метаболическими и анатомо-физиологическими особенностями мышечной ткани. Нарушения в работе нервно-мышечного комплекса вызывают патологические изменения, влияющие на качество мяса.

Несмотря на обширные мировые исследования в этой области, характер и распространенность технологических пороков свинины могут значительно варьироваться в зависимости от региональных особенностей зоотехнических практик, генетического потенциала поголовья и специфики технологических процессов, применяемых на конкретных свиноводческих комплексах. В Гродненской области, являющейся одним из ведущих аграрных регионов Республики Беларусь, наблюдается активное развитие свиноводства с внедрением современных высокопродуктивных пород и технологий. Однако комплексный анализ влияния региональных зоотехнических и технологических условий на качество свинины и распространенность технологических пороков остается недостаточно изученным применительно к местным условиям. Отсутствие системных данных затрудняет разработку научно обоснованных рекомендаций по минимизации этих проблем [5, 6].

Цель исследований – комплексно проанализировать характер и распространенность технологических пороков свинины на современных свиноводческих комплексах Гродненской области, установить их связь с ключевыми зоотехническими и биохимическими параметрами. Исследование направлено на выявление основных факторов, влияющих на развитие пороков, что позволит научно обосновать рекомендации по совершенствованию технологических процессов, условий содержания и кормления для достижения оптимального качества и пищевой ценности свинины.

Материалы и методы исследований. Объектом данного исследования явились туши молодняка свиней, полученные на пяти крупных свиноводческих комплексах, расположенных в Гродненской области: ОАО «Василишки», ОАО «Гродненская птицефабрика», СПК «Нива-2003», СПК «Озёры Гродненского района», ПК им. В.И. Кремко. Для решения поставленных задач была сформирована репрезентативная выборка общим объемом 300 туш свиней. В целях изучения влияния технологических факторов и дифференциации качественных показателей, животные были разделены на три технологические группы с различной сдаточной массой: I группа – 95-105 кг, II группа – 110-120 кг, III группа – 130-150 кг.

Вся выборка молодняка свиней относилась к трехпородным ((ландрас×йоркшир)×дюрок) и возрасту 6-7 месяцев. Животные прошли стандартный цикл выращивания и откорма в условиях свиноводческих комплексов. Вариативность выборки по степени проявления различных технологических пороков мяса была целенаправленно сохранена, что обеспечивало репрезентативность и позволило выявить закономерности их возникновения и распространенности.

Процессы убоя животных, разделки туши, отбора необходимых образцов проводились в производственных условиях ОАО «Гродненский мясокомбинат». Особое внимание уделялось минимизации механических повреждений пучков мышечной ткани и излишних надразов, что

предотвращало избыточное бактериальное обсеменение и потери мясного сока. Отбор и подготовка проб мяса для последующих лабораторных испытаний производились в строгом соответствии с действующими межгосударственными и международными стандартами: ГОСТ ISO 7218, ГОСТ 7269, ГОСТ 26668, ГОСТ 26669, ГОСТ 26670, ГОСТ 26929, ИСО 17604:2003.

Отобранные образцы мяса упаковывались с использованием пергаментной бумаги согласно ГОСТ 1341 и целлюлозной пленки, обеспечивая герметичность и сохранение их физико-химических свойств до момента анализа. Отобранные и подготовленные образцы сопровождали в лабораторию с документом с обозначением: даты и места отбора образцов; вида скота; номера туши, присвоенного при приемке; причины и цели испытания; подписи отправителя.

1. Химический состав мяса свиней определяли по следующим показателям:

- массовая доля влаги – по ГОСТ 9793-2016;
- массовая доля жира – по ГОСТ 23042-2015;
- массовая доля золы – по ГОСТ 31727-2012;
- массовая доля белка – по ГОСТ 25011-2017.

2. Диагностика технологических пороков – определение признаков пороков PSE и DFD.

- Органолептическая оценка мяса (цвет, запах, консистенция визуальна) – по ГОСТ 9959-2015 [7, 8].

- Определение pH мышечной ткани в трех точках (передняя, средняя, задняя части туши) с помощью портативного pH-метра Testo через 1 час и через 24 часа после убоя.

3. Статистическая обработка данных.

Полученные данные были подвергнуты комплексной статистической обработке с использованием пакета Microsoft Excel и специализированного программного обеспечения. В процессе анализа были применены следующие методы:

- корреляционный анализ: для оценки тесноты и направления связи между изучаемыми количественными признаками (pH, влага, жир, белок) использовались коэффициенты линейной корреляции Пирсона (r) и ранговой корреляции Спирмена (r_s), а также Кендалла (τ);

- регрессионный анализ: для построения математической модели взаимосвязи между pH и влажностью была использована линейная регрессия с определением уравнения линии тренда и коэффициента детерминации (R^2);

- проверка статистической значимости: достоверность полученных коэффициентов корреляции оценивалась с помощью t-критерия Стьюдента при заданном уровне значимости $P < 0,05$.

Данные представлены в виде таблиц, графиков рассеяния и сопровождаются интерпретацией выявленных закономерностей [9, 10].

Результаты исследований. На следующем этапе исследования на ОАО «Гродненский мясокомбинат» проведен отбор образцов лопаточной части туши для технологических испытаний, зоотехнического анализа, а также дегустации. Достаточно полное представление о качестве получаемой продукции можно получить при проведении химического анализа образцов мяса с лопаточной части туши.

В отраслевой научно-исследовательской лаборатории «АгроВет» УО «Гродненский государственный аграрный университет» определен химический состав мяса свиней. Результаты химического состава образцов лопаточной части туши, отобранные со свиноводческого комплекса Гродненской области №1, представлены в таблице 1.

Выборка демонстрирует четкую связь между увеличением сдаточной массы и содержанием жира и сухого вещества при одновременном снижении процента влажности. Однако наличие в выборке как порока PSE, так и порока DFD туш свидетельствует о нестабильности качества, требующей системного вмешательства: улучшения предубойной подготовки животных, мониторинга pH и условий транспортировки/убоя, а также расширения лабораторного контроля и статистической обработки данных.

Между группами 95–105 и 110–120 кг существенных различий по средним значениям влаги и жира не выявляется (приблизительно одинаковые средние показатели), тогда как группа 130–150 кг отличается значительно. Наблюдается внутригрупповая вариабельность (например, влага 69,28–73,70%), что требует учета при подборе сырья для конкретных продуктов.

PSE-признаки (бледное, мягкое, водянистое, $pH_{24} \approx 5,7$) подтверждены у образцов №3 ($pH_{24} = 5,46$) и №7 ($pH_{24} = 5,35$). У этих образцов также выше влажность и меньше сухого вещества — типично для PSE. DFD-признаки (высокий pH, темное сухое мясо): образец №8 ($pH_{24} = 6,41$) соответствует DFD; у него низкая влажность и высокое содержание сухого вещества и жира. Образцы с пороком PSE (№3, №7) менее пригодны для многих технологических процессов из-за высокой влагоемкости и измененной структуры белка (особенно миозина и актина). В результате мясо теряет влагу, приобретает бледный цвет и мягкую консистенцию.

Таблица 1 – Химический состав мяса с лопаточной части туши молодняка свиней различных сдаточных масс со свиноводческого комплекса Гродненской области №1, %

Наименование	Показатель						pH через 24 ч
	Влага	Жир	Зола	Белок	Сухое вещество	Сдаточная масса, кг (группа)	
Образец №1	73,55	3,52	0,84	22,09	26,45	98,15	5,80
Образец №2	73,42	3,86	0,74	21,98	26,58	100,18	5,91
Образец №3	76,47	3,43	0,74	19,36	23,53	103,11	5,46 Порок PSE
Образец №4	73,83	4,21	0,77	21,19	26,17	115,76	5,84
Образец №5	71,07	2,82	0,81	19,57	23,20	118,60	5,85
Образец №6	73,74	3,40	0,82	22,04	26,26	119,40	5,91
Образец №7	76,80	4,49	0,81	23,63	28,93	146,80	5,35 Порок PSE
Образец №8	69,28	5,45	0,82	24,45	30,72	150,0	6,41 Порок DFD
Образец №9	73,70	4,10	0,82	21,38	26,30	142,0	6,01
Среднее значение	73,54	3,97	0,79	21,7	26,46	-	-
Лимиты (lim)	69,28-76,8	2,82-5,45	0,74-0,82	19,36-24,45	23,2-30,72	-	-
Коэффициент вариации, C_v, %	3	19	5	8	9	-	-
Стандартная ошибка средней рифметической	0,77	0,28	0,012	0,62	0,88	-	-

По итогу исследования наиболее стабильное и высокое качество мяса (по показателю pH и отсутствию пороков PSE/DFD) достигается у свиней со сдаточной массой в диапазоне от 115,76 до 119,40 кг. Среднее значение для этой оптимальной группы составляет 117,92 кг. Мясо этой категории характеризуется сбалансированным химическим составом. Целесообразно ориентироваться на сдаточную массу 110–120 кг. Это позволяет получить продукт с максимально стабильными физико-химическими характеристиками, избежать технологических потерь от пороков PSE/DFD и обеспечить высокую экономическую эффективность реализации свинины.

Для всесторонней оценки взаимосвязи между показателями pH мяса через 24 часа после убоя (pH, независимая переменная X) и его влажностью (Влага, зависимая переменная Y), а также для определения прогностической значимости этих связей был применен комплексный корреляционно-регрессионный анализ. Целью данного этапа является количественная характеристика тесноты и направления связи между изучаемыми признаками, а также статистическая проверка ее достоверности. Целью является не доказать причинность, а количественно оценить статистическую взаимосвязь. На основании представленных эмпирических данных (таблица 2) построена теоретическая линия регрессии, графически отображающая усредненную зависимость между признаками. Математическая интерпретация данной зависимости будет представлена в виде уравнения парной линейной регрессии, сопровождаемого расчетом показателей тесноты связи (корреляционный анализ) и оценкой адекватности модели (анализ значимости). В таблице 2 и диаграмме представлены рассеяния по результатам наблюдений.

В таблице 2 и диаграмме:

- X (pH) - уровень pH, лопаточной части туши свиней через 24 часа после убоя.
- Y (Влага) - содержание влаги в мясе, в процентах.

Точки на графике располагаются таким образом, что с увеличением pH (движение вправо по оси X) значения влаги (движение вниз по оси Y) имеют явную тенденцию к снижению. Это указывает на обратную связь между двумя показателями. Точки достаточно хорошо группируются вокруг воображаемой прямой линии, что подтверждает применимость линейных моделей для описания этой зависимости. Линия тренда (линейная регрессия): на график нанесена пунктирная линия тренда, которая наилучшим образом аппроксимирует общую линейную зависимость в данных.

Уравнение регрессии: $y = -6,3424x + 110,41$. Коэффициент наклона -6,3424: показывает, что при увеличении pH на 1 единицу содержание влаги в мясе в среднем уменьшается на 6,34 процентных пункта. Отрицательный знак подтверждает обратную зависимость.

Коэффициент детерминации (R^2) = 0,746 показывает, какая доля общей вариации (изменчивости) зависимой переменной (Влага) объясняется вариацией независимой переменной (pH) в построенной линейной модели, примерно 74,63% изменчивости содержания влаги в мясе объясняется изменениями уровня pH. Столь высокий коэффициент детерминации подтверждает надежность выявленной зависимости и позволяет использовать показатель pH в качестве значимого прогностического фактора при оценке влагосодержания мяса.

Таблица 2 - Результаты наблюдений

Х	У
pH	Влага
5,58	73,55
5,91	73,42
5,46	76,47
5,84	73,83
5,35	76,8
5,91	73,74
5,85	71,07
6,41	69,28
6,01	73,7

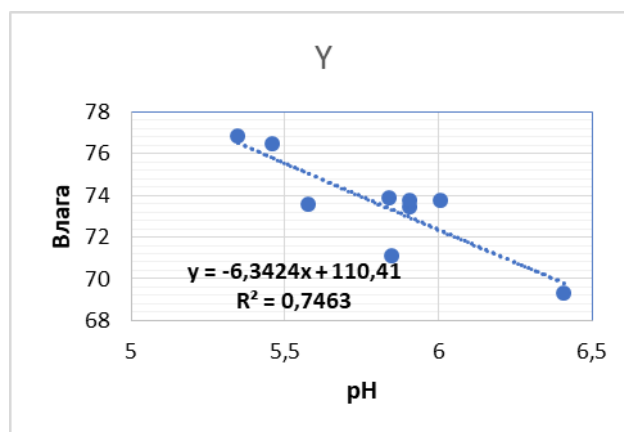


Диаграмма - Рассеяния по результатам наблюдений

Для глубокого понимания взаимосвязи между pH и влажностью мяса мы проанализировали три различных коэффициента. Каждый из них освещает определенный аспект статистической связи. Ниже представлен подробный разбор каждого показателя, уточнение расчетов и итоговый аналитический вывод.

В условиях данного исследования коэффициент корреляции Пирсона равен $r = -0,86$. Принято считать корреляционную зависимость обратной и сильной. Отрицательный знак указывает на инверсию: чем выше показатель pH через 24 часа после убоя, тем ниже содержание влаги в исследуемых образцах (и наоборот). Абсолютное значение (0,86) по шкале Чеддока относится к диапазону «высокой» тесноты связи (от 0,7 до 0,9). Это говорит о том, что переменные изменяются очень согласованно.

Важным этапом анализа является проверка того, не является ли полученная связь результатом случайного совпадения на малой выборке ($n = 9$). Далее, по формуле находим $t_{набл} = 2,66$. При $P < 0,05$ критическое значение $t_{кр} = 2,34$. Рассчитанное значение критерия Стьюдента ($t_{набл} = 2,66$) превышает критическое табличное значение ($t_{кр} = 2,34$) для уровня значимости $P < 0,05$. Это позволяет нам отвергнуть нулевую гипотезу об отсутствии связи. Выявленная зависимость признается статистически достоверной с надежностью 95%. Поскольку связь подтверждена критерием Стьюдента, результаты анализа можно считать репрезентативными для данной группы наблюдений.

Для оценки устойчивости выявленной связи и дополнения общей картины исследования проведен анализ с использованием рангового коэффициента корреляции Спирмена.

Коэффициент Спирмена (r_s).

В наших исследованиях коэффициент корреляции Спирмена $r_s = -0,704$. Полученное значение подтверждает ранее сделанные выводы.

Использование ранговой корреляции подтвердило наличие сильной обратной связи. Это означает, что выявленная зависимость — не случайный эффект отдельных экстремальных значений, а общая закономерность, характерная для всей выборки. Тот факт, что непараметрический тест (Спирмен) показал высокий результат, свидетельствует о том, что связь между pH и влажностью мяса проявляется на уровне устойчивой тенденции, которая не зависит от формы распределения признаков. Результаты ранжирования подтверждают, что образцы мяса с более низким уровнем pH стабильно занимают первые места по уровню влажности. Это подчеркивает важность контроля динамики pH для обеспечения нужных физико-химических свойств готового продукта.

Значение коэффициента Спирмена несколько ниже значения коэффициента Пирсона. Это указывает на то, что связь между pH и влажностью имеет ярко выраженный линейный характер, однако в данных присутствуют небольшие колебания в рангах, которые немного снижают непараметрический показатель. Тем не менее, оба коэффициента находятся в одной категории («высокая связь»), что говорит о достоверности обнаруженного тренда.

Коэффициент ранговой корреляции Кендалла (τ).

Вычисленное значение коэффициента ранговой корреляции Кендалла $\tau = -0,944$. Значение является чрезвычайно высоким. Это говорит о почти идеальной согласованности: практически в каждой паре образцов более высокому значению pH соответствует более низкое значение влажности. По шкале тесноты связи это соответствует «весьма высокой» степени зависимости.

Исследование математически доказало, что уровень pH является ключевым фактором, детерминирующим содержание влаги в мясе, а построенная корреляционная модель обладает высокой точностью и надежностью. Проведенный многофакторный корреляционный анализ позволил получить статистически достоверную картину качества мясного сырья. Использование трех различных методов оценки (параметрического и непараметрических) обеспечило высокую надежность выводов за счет их сходимости.

Исследуемые данные полностью подтверждают теоретические представления о механизмах формирования пороков PSE и DFD. Крайние значения pH напрямую коррелируют с отклонениями в содержании влаги и, как следствие, с проявлением этих пороков. Исследования подчеркивают критическую важность мониторинга pH мяса в ранние сроки после убоя. Это позволяет оперативно выявлять образцы с потенциальными пороками. Зная сильную корреляцию между pH и влажностью, можно использовать измерение pH как быстрый и точный индикатор для прогнозирования будущих технологических свойств мяса. Это особенно важно для предприятий, где необходимо мясное сырье с определенной влагоудерживающей способностью.

На основании результатов комплексного анализа химического состава и распространенности технологических пороков свинины (PSE и DFD), выявленных на ОАО «Гродненский мясокомбинат», нами были разработаны следующие научно обоснованные рекомендации, направленные на повышение технологической ценности сырья и стабильности качества готовой продукции.

Ключевым элементом повышения эффективности переработки является обязательное внедрение системы сортировки туш на основе измерения водородного показателя (pH) через 24 часа после убоя.

Внедрение системы дифференцированной сортировки мясного сырья по показателю pH представлено в таблице 3.

Таблица 3 - Система дифференцированной сортировки мясного сырья по показателю pH

Категория качества	Диапазон pH	Рекомендуемое технологическое назначение
PSE-порок	≤6,20 через 1 ч ≤5,79 через 24 ч	Использовать в строго ограниченных количествах, не превышающих 10-15%, исключительно для фаршевых изделий низшего сорта. Обязательным условием является применение фосфатов и гидроколлоидов для компенсации низкой влагоудерживающей способности и улучшения текстуры. Использование PSE-мяса в производстве сыровяленых и цельномышечных продуктов абсолютно исключено из-за высоких потерь, кислого вкуса и бледного цвета готового продукта.
DFD-порок	≥6,20 через 1 ч ≥6,20 через 24 ч	Приоритетное использование на производство вареных колбас, ветчин и сосисок. Его высокая влагоудерживающая способность обеспечивает максимальный выход продукции и плотную консистенцию. Однако необходимо учитывать повышенный микробиологический риск, обусловленный высоким pH, что требует ускоренной переработки такого мяса (в течение 24-48 часов после убоя) и строгого контроля температуры на всех этапах.
Стандартное	6,20-5,80	Универсальное сырье для всего ассортимента.

В итоге выявленных закономерностей и с целью оптимизации производственных процессов, повышения качества и экономической эффективности на ОАО «Гродненский мясокомбинат» были разработаны научно обоснованные рекомендации по корректировке технологических процессов. Эти рекомендации призваны учесть специфические характеристики каждой категории мяса, минимизировать негативное влияние дефектов и максимально использовать потенциал высококачественного сырья.

Представленная ниже таблица 4 детализирует необходимые корректировки технологических процессов для каждой категории мяса, идентифицированной в исследовании. В ней представлены конкретные цели коррекции, перечень рекомендованных функциональных ингредиентов и специфические изменения в технологических операциях, направленные на минимизацию недостатков дефектного сырья и максимальное использование потенциала высококачественной свинины. Эти меры являются ключевым шагом к обеспечению стабильного качества конечной продукции, снижению производственных потерь и повышению конкурентоспособности мясоперерабатывающего предприятия в условиях вариативности поступающего сырья.

Представленная в таблице 4 информация является прямым следствием выявленных в ходе исследования особенностей мясного сырья свиней с различными технологическими характеристиками. Анализ показал, что вариативность в составе и свойствах свинины, обусловленная как естественными процессами роста и развития животных, так и возникновением технологических пороков PSE и DFD, требует дифференцированного подхода к ее переработке.

Таблица 4 - Рекомендации по корректировке технологических процессов

Категория качества	Цель корректировки	Рекомендованные ингредиенты	Коррекция технологического процесса
PSE-порок	Повышение влагоудерживающей способности (ВУС), стабилизация структуры белка, снижение потерь при термообработке.	Фосфаты (E450-E452): в количестве 0,3-0,5% к массе сырья для повышения катионообменной емкости белков. Гидроколлоиды (каррагинаны, камеди): для создания гелевой структуры и связывания свободной влаги. Животные белки: повышают связывающую способность фарша.	Требуется усиленное куттерование с обязательным добавлением льда для предотвращения перегрева фарша и лучшей экстракции солерастворимых белков. Доля PSE-мяса в рецептурах фаршевых изделий должна быть строго ограничена (не более 10-15%). Данное сырье не подлежит использованию в производстве сыровяленых и цельномышечных продуктов.
DFD-порок	Снижение микробиологического риска, стабилизация цвета, оптимизация структуры.	Строгое соблюдение дозировок нитритной соли для подавления гнилостной микрофлоры. Рекомендуется введение антиокислителей (аскорбиновая или изоаскорбиновая кислоты в концентрации 0,05-0,1%) для ускорения реакций цветообразования и фиксации специфического темно-красного пигмента.	Необходима ускоренная переработка сырья (не позднее 24-48 часов после убоя) и жесткий температурный контроль (не выше 4°C) на всех этапах. При производстве эмульгированных продуктов следует применять интенсивное перемешивание для равномерного распределения посолочных веществ.

1. *Необходимость сегментации сырья.* Присутствие в сырьевых потоках мяса с пороками PSE и DFD, а также высокоупитанной свинины диктует невозможность применения унифицированных технологических схем. Отсутствие сегментации приводит к неоптимальному использованию сырья: PSE-мясо вызывает потери при термообработке и ухудшает качество, DFD-мясо создает риски микробиологической порчи и требует специфических условий переработки, а высокоупитанное мясо не всегда оптимально используется в стандартных рецептурах.

2. *Роль функциональных ингредиентов.* Применение специализированных ингредиентов, таких как фосфаты, гидроколлоиды и животные белки для PSE-мяса, а также нитритной соли и антиоксидантов для DFD- и высокоупитанного мяса соответственно позволяет компенсировать или минимизировать негативные свойства сырья. Эти добавки направлены на стабилизацию белковой матрицы, связывание влаги, предотвращение окисления и обеспечение микробиологической безопасности.

3. *Адаптация технологических операций.* Корректировка ключевых технологических операций, включая интенсивность куттерования, температурные режимы, время термообработки и сроки переработки, является критически важной. Например, усиленное куттерование с применением функциональных добавок позволяет улучшить свойства PSE-мяса, тогда как ускоренная переработка DFD-сырья снижает риски, а сокращение времени термообработки высокоупитанного мяса предотвращает потери.

4. *Экономическая целесообразность.* Реализация предложенных корректировок технологических процессов, основанных на дифференциации сырья, напрямую связана с повышением экономической эффективности производства. Это достигается за счет:

- снижения потерь – минимизации потерь влаги и белка при переработке PSE-мяса;
- увеличения выхода продукции за счет использования высокой ВУС DFD-мяса и низких потерь при термообработке высокоупитанного мяса;
- повышения качества – обеспечения стабильно высокого качества конечного продукта, соответствующего требованиям рынка, и возможности производства премиальных изделий из высококачественного сырья;
- снижения брака – предотвращения производства некондиционной продукции из-за неправильного использования дефектного сырья.

Таким образом, внедрение гибких, дифференцированных технологических подходов, основанных на глубоком понимании свойств мясного сырья, является необходимым условием для повышения конкурентоспособности мясоперерабатывающего предприятия Республики Беларусь и удовлетворения растущих требований рынка к качеству и безопасности продукции.

Заключение. Проведенное комплексное исследование факторов, влияющих на качественные показатели свинины в условиях Гродненской области, позволяет сформулировать итоговые выводы, имеющие как теоретическую, так и практическую значимость для агропромышленного сектора.

1. Установлено, что увеличение сдаточной массы молодняка свиней до 130–150 кг способствует направленному изменению химического состава мяса, выражающемуся в достоверном увеличении массовой доли сухого вещества и внутримышечного жира при закономерном снижении содержания влаги. Наиболее стабильное и высокое качество достигается у свиней со сдаточной массой в диапазоне от 110 до 120 кг. Среднее значение для этой оптимальной группы составляет 117,92 кг. Мясо данной категории обладает максимально сбалансированным химическим составом, это позволяет избежать технологических потерь от пороков PSE/DFD и обеспечить высокую экономическую эффективность реализации свинины.

2. Подтверждена фундаментальная взаимосвязь между уровнем pH через 24 часа после убоя и физико-химическим состоянием мясного сырья. Выявленная сильная обратная корреляционная зависимость между pH и влажностью позволяет использовать pH как надежный маркер для идентификации технологических пороков. Установлено, что критическое падение pH ниже 5,5 сопряжено с развитием эксудативности (порока PSE), в то время как стабилизация pH на уровне выше 6,2 свидетельствует о формировании порока DFD.

Проведенный многофакторный корреляционный анализ позволил получить статистически достоверную картину качества мясного сырья. Использование трех различных методов оценки (параметрического и непараметрических) обеспечило высокую надежность выводов за счет их сходимости. Все примененные коэффициенты — Пирсона ($r = -0,86$), Спирмена ($r_s = -0,704$) и Кендалла ($\tau = -0,944$) — подтвердили наличие сильной обратной зависимости. Тот факт, что наиболее строгий для малых выборок коэффициент Кендалла показал максимальную согласованность, доказывает, что выявленная связь является фундаментальной закономерностью, а не случайным распределением.

3. Мониторинг pH в ранние сроки после убоя должен быть внедрен как обязательный элемент системы контроля качества. Это позволит оперативно проводить сортировку сырья по его целевому назначению (производство цельнокусковых деликатесов, колбасных изделий или реализация в свежем виде), обеспечивая стабильность технологических процессов и снижая экономические риски, связанные с переработкой дефектного мяса.

4. Научно обоснована необходимость перехода от унифицированных режимов переработки свинины к дифференцированным технологическим схемам. Сортировка сырья по показателю pH24ч и последующая корректировка рецептур являются ключевыми инструментами управления качеством.

5. Предложенные рекомендации по корректировке технологических процессов позволяют мясоперерабатывающим предприятиям минимизировать производственные потери, оптимизировать расход функциональных ингредиентов и обеспечить стабильно высокие органолептические характеристики готовой продукции.

Таким образом, интеграция биохимического контроля (мониторинг pH) и зоотехнического учета (анализ сдаточной массы) в производственный цикл является необходимым условием для повышения конкурентоспособности мясной отрасли и рационального использования биологических ресурсов животноводства.

Conclusion. This comprehensive study of factors influencing pork quality in the Grodno region allows us to formulate final conclusions with both theoretical and practical significance for the agro-industrial sector.

1. It has been established that increasing the finishing weight of young pigs to 130–150 kg leads to a targeted change in the chemical composition of the meat, resulting in a significant increase in dry matter and intramuscular fat content with a consistent decrease in moisture content. The most consistent and high quality is achieved in pigs with weights at slaughter ranging from 110 to 120 kg. The average value for this optimal group is 117.92 kg. Meat in this category has the most balanced chemical composition, which helps prevent process losses due to PSE/DFD defects and ensures high economic efficiency in pork sales.

2. A fundamental relationship between pH 24 hours after slaughter and the physicochemical condition of meat raw materials was confirmed. The identified strong inverse correlation between pH and moisture content allows pH to be used as a reliable marker for identifying process defects. It was established that a critical drop in pH below 5.5 is associated with the development of exudative sludge (PSE defect), while stabilization of pH above 6.2 indicates the development of DFD defect.

2. A multivariate correlation analysis yielded a statistically reliable picture of meat raw material quality. The use of three different evaluation methods (parametric and nonparametric) ensured high reliability of the conclusions due to their convergence. All applied coefficients — Pearson ($r = -0.86$), Spearman ($r_s = -0.704$), and Kendall ($\tau = -0.944$)—confirmed the presence of a strong inverse relationship.

The fact that the most stringent Kendall coefficient for small samples demonstrated the highest consistency proves that the identified relationship is a fundamental pattern and not a random distribution.

3. pH monitoring early after slaughter should be implemented as a mandatory element of the quality control system. This will allow for the prompt sorting of raw materials according to their intended purpose (production of whole-piece delicacies, sausages, or fresh sale), ensuring the stability of technological processes and reducing the economic risks associated with the processing of defective meat.

4. The need to transition from standardized pork processing modes to differentiated technological schemes has been scientifically substantiated. Sorting raw materials by pH_{24h} and subsequent recipe adjustments are key quality management tools.

5. The proposed recommendations for adjusting technological processes allow meat processing plants to minimize production losses, optimize the consumption of functional ingredients, and ensure consistently high organoleptic characteristics of finished products. Thus, the integration of biochemical control (pH monitoring) and zootechnical records (analysis of deliverable meat) into the production cycle is a necessary condition for increasing the competitiveness of the meat industry and the rational use of biological resources in livestock farming.

Список литературы.

1. Алексеев, А. Л. Оценка качества свинины / А. Л. Алексеев, В. А. Бараников, О. Р. Барило // *Всё о мясе*. – 2009. – № 4. – С. 38–39.
2. Копейкина, Л. В. Исследование качества и безопасности свинины / Л. В. Копейкина, Е. В. Ходзицкая // *Вестник ТГЭУ*. – 2005. – № 2. – С. 54–60.
3. Качество мяса и мясных продуктов. Т. 1, ч. 1 / В. Бранштайд [и др.]. – 2-е изд., доп. – Москва : ДойчерФехферлаг, 2007. – 358 с.
4. Курдеко, А. П. Стресс у животных в условиях интенсификации и модернизации животноводства (обзор) / А. П. Курдеко, М. В. Богомольцева // *Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»*. – 2017. – Т. 53, вып. 2. – С. 84–88.
5. Гришина, Л. П. Физико-химические качества мяса чистопородных, помесных и гибридных свиней / Л. П. Гришина, А. А. Краснощок // *Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»*. – 2019. – Т. 55, вып. 3. – С. 112–116.
6. Дойлидов, В. А. Морфологический состав туш и качество мяса свиней различных генотипов / В. А. Дойлидов, Н. А. Лобан // *Ученые записки Витебской ордена «Знак Почета» государственной академии ветеринарной медицины*. – Витебск, 2000. – Т. 36, ч. 1. – С. 140–141.
7. ГОСТ 9959-2015. Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки : дата введения 01.01.2017. – Москва : Стандартинформ, 2018. – 19 с.
8. ГОСТ 31476- 2012. Свиньи для убоя. Свинина в тушах и полутушах : дата введения 01.07.2013. – Москва : Стандартинформ, 2013. – 20 с.
9. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Высшая школа, 1973. – 316 с.
10. Антипова, Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л. В. Антипова, И. А. Рогов. – Москва : Колос, 2001. – 376 с.

References.

1. Alekseev, A. L. Ocenka kachestva svininy / A. L. Alekseev, V. A. Baranikov, O. R. Barilo // *Vsyo o myase*. – 2009. – № 4. – S. 38–39.
2. Kopejkina, L. V. Issledovanie kachestva i bezopasnosti svininy / L. V. Kopejkina, E. V. Hodzickaya // *Vestnik TGEU*. – 2005. – № 2. – S. 54–60.
3. Kachestvo myasa i myasnyh produktov. T. 1, ch. 1 / V. Branshtajd [i dr.]. – 2-e izd., dop. – Moskva : DojcherFekhferlag, 2007. – 358 s.
4. Kurdeko, A. P. Stress u zhivotnyh v usloviyah intensifikacii i modernizacii zhivotnovodstva (obzor) / A. P. Kurdeko, M. V. Bogomol'ceva // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny»*. – 2017. – T. 53, vyp. 2. – S. 84–88.
5. Grishina, L. P. Fiziko-himicheskie kachestva myasa chistoporodnyh, pomesnyh i gibridnyh svinej / L. P. Grishina, A. A. Krasnoschok // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny»*. – 2019. – T. 55, vyp. 3. – S. 112–116.
6. Dojlidov, V. A. Morfologicheskij sostav tush i kachestvo myasa svinej razlichnyh genotipov / V. A. Dojlidov, N. A. Loban // *Uchenye zapiski Vitebskoj ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny*. – Vitebsk, 2000. – T. 36, ch. 1. – S. 140–141.
7. GOST 9959-2015. Myaso i myasnye produkty. Obshchie usloviya provedeniya organolepticheskoy ocenki : data vvedeniya 01.01.2017. – Moskva : Standartinform, 2018. – 19 s.
8. GOST 31476- 2012. Svin'i dlya uboya. Svinina v tushah i polutushah : data vvedeniya 01.07.2013. – Moskva : Standartinform, 2013. – 20 s.
9. Rokickij, P. F. Biologicheskaya statistika / P. F. Rokickij. – Minsk : Vysshaya shkola, 1973. – 316 s.
10. Antipova, L. V. Metody issledovaniya myasa i myasnyh produktov / L. V. Antipova, I. A. Rogov. – Moskva : Kolos, 2001. – 376 s.

Поступила в редакцию 26.03.2026.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНЦЕНТРАТА КОРМОВОГО УГЛЕВОДНОГО МЕЛАССИРОВАННОГО В КОРМЛЕНИИ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

*Карпеня М.М. ORCID ID 0000-0002-4762-676X, *Лукина И.Ю.,
**Козинец А.И. ORCID ID 0000-0001-8651-4827, *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 экономические показатели получения и реализации спермопродукции быков-производителей. Включение в состав рациона быков-производителей концентрата кормового углеводного мелассированного в дозе 472 г на голову в сутки способствует повышению количества полученных эякулятов на 9,5%, уменьшению их брака на 1,2 п.п., увеличению числа замороженных спермодоз на 10,2% при снижении их выбраковки на 0,3 п.п., что позволяет получить дополнительную прибыль – 542,50 руб. на одну голову за 60 дней опыта. **Ключевые слова:** быки-производители, рацион, углеводы, меласса, спермопродукция, эякулят, спермодоза, экономическая эффективность.*

EFFICIENCY OF USING MOLASSES FEED CARBOHYDRATE CONCENTRATE IN FEEDING SIRE BULLS

*Karpenia M.M., *Lukina I.Yu., **Kozinets A.I., *Karpenia S.L.
*Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus
**RUE "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 molasses feed carbohydrate concentrate on the economic indicators of obtaining and selling sperm products from sire bulls was established. The inclusion of molasses feed carbohydrate concentrate in the diet of sire bulls in a dose of 472 g per head per day contributes to an increase in the number of ejaculates obtained by 9.5%, a decrease in their culling by 1.2 percentage points, an increase in the number of frozen sperm doses by 10.2% with a decrease in their culling by 0.3 percentage points, which allows you to get an additional profit of 542.50 rubles. per head for 60 days of experience. **Keywords:** sire bulls, diet, carbohydrates, molasses, spermproduction, ejaculate, spermadosis, economic efficiency.*

Введение. В системе мероприятий по интенсификации молочного скотоводства Республики Беларусь ключевая роль отводится совершенствованию племенной базы. Успех селекционной программы в значительной степени определяется генетическим потенциалом быков-производителей, от качества спермопродукции которых зависит масштаб и эффективность искусственного осеменения [2, 3]. Многочисленными исследованиями, выполненными в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» и учреждении образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», доказано, что сроки хозяйственного использования производителей, объем и качество получаемой спермы находятся в прямой зависимости от полноценности их кормления, особенно в период интенсивного роста и становления репродуктивной функции. Кормление быков-производителей должно обеспечить получение от них высококачественной спермы для искусственного осеменения независимо от сезона года. Только нормированное кормление в сочетании с хорошими условиями содержания и рациональным использованием способны обеспечить долготелую половую активность производителей, высокое качество спермопродукции, хорошее состояние здоровья [1, 5].

Одним из лимитирующих факторов при составлении рационов для племенных быков в условиях Беларуси является дефицит легкодоступных углеводов (сахаров). Несбалансированность рационов по сахаропротеиновому отношению приводит к нарушению рубцового пищеварения, снижению синтеза микробного белка и, как следствие, ухудшению метаболизма и репродуктивной функции животных. В настоящее время при сложившемся типе кормления основным источником сахара являются высококачественные злаковые консервированные корма (сенаж). Однако снижение качества злакового сенажа влечет за собой снижение обеспеченности крупного рогатого скота простыми сахарами. Недостаток сахара в рационах различных половозрастных групп животных составляет от 40 до 70% [1, 4, 7].

Перспективным направлением решения данной проблемы является использование в кормлении жвачных животных концентрата кормового углеводного мелассированного, который является богатым источником сахарозы и микроэлементов. 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. Сахара мелассы в основном представлены сахарозой и только 2% из них – рафинозой (трисахарид, содержащий глюкозу, фруктозу и галактозу). При температуре 10-15°C меласса густеет и теряет свою текучесть, однако хорошо смешивается с водой во всех соотношениях. Из-за сладкого вкуса, который придает мелассе не только сахар, но и содержащийся в ней бетаин, она является хорошей добавкой, улучшающей вкус и поедаемость кормов животными [6, 8]. Однако, несмотря на широкое применение мелассных добавок в рационах дойного стада и молодняка на откорме, эффективность их использования в рационах племенных быков-производителей с целью оптимизации энергетического обмена остается изученной недостаточно.

Цель исследования – установить эффективность использования концентрата кормового углеводного мелассированного в кормлении быков-производителей.

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, живой массы и качества спермы. Продолжительность учетного периода опыта составила 60 дней. Различия в кормлении быков-производителей заключались в том, что животным 2-й опытной группы в состав основного рациона вводили концентрат кормовой углеводный мелассированный. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Количество 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 Республиканским унитарным предприятием «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» и выпускается в ОАО «Городейский сахарный комбинат». Он представляет собой брикет-лизунец на основе мелассы. Представляет собой плотную массу пластичной консистенции без посторонних запахов. Состав концентрата кормового углеводного мелассированного: 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%.

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».

Экономическую эффективность рассчитывали с учетом стоимости и себестоимости накопленных спермодоз и дополнительной стоимости рациона. В итоге определяли прибыль от реализованной спермопродукции и дополнительную прибыль, в том числе на одну голову за период опыта в сравнении с контролем.

Результаты исследований. В наших исследованиях фактическое потребление кормов животными всех подопытных групп было на сравнительно высоком уровне, рационы были практически равноценны по энергетической питательности в результате почти одинаковой поедаемости кормов бычками. Рацион быков-производителей (при средней нагрузке) установлен по фактически съеденным кормам в среднем за период опыта. Подопытные быки-производители в составе рациона получали сено злаково-бобовое – 6,4 кг, сенаж разнотравный – 5,6 кг и комбикорм-концентрат КД-К-66С – 4,2 кг (таблица 2).

В рационе быков применяли сено злаково-бобовое (люцерна – 30% и тимофеевка – 70%) и сенаж разнотравный (тимофеевка – 50%, райграс – 20%, овсяница луговая – 20% и люцерна – 10%). Состав комбикорма-концентрата для быков: шрот подсолнечный – 30,0%, пшеница – 29,50%, ячмень – 20,0%, овес – 16,50%, монокальцийфосфат – 1,40%, соль поваренная – 1,0%, премикс П60-1 – 1,0% и мел кормовой – 0,60%.

Таблица 2 – Среднесуточное потребление кормов быками в среднем за период опыта (по фактически съеденным кормам)

Показатели	Группа	
	1-я контрольная	2-я опытная
Сено злаково-бобовое, кг	6,4	
Сенаж разнотравный, кг	5,6	
Комбикорм КД-К-66С, кг	4,2	
Концентрат кормовой углеводный мелассированный, г	-	472
В рационе содержится:		
обменной энергии, мдж	127,9	128,5
сухого вещества, кг	14,27	14,68
сырого протеина, г	2463	2507
переваримого протеина, г	1392	1432
сырой клетчатки, г	3158	3159
крахмала, г	1637	1698
сахара, г	1367	1599
сырого жира, г	416,4	424,1
кальция, г	63,9	65,2
фосфора, г	57,6	58,2
магния, г	32,5	39,8
калия, г	98,1	98,4
натрия, г	21,4	21,9
серы, г	42,0	42,1
железа, мг	1471	1492
меди, мг	117,3	123,7
цинка, мг	442,7	507,2
марганца, мг	631,7	632,9
кобальта, мг	8,59	8,61
йода, мг	8,02	8,02
селена, мг	3,11	3,11
каротина, мг	602,8	604,3
витамина D, тыс. МЕ	14,2	14,2
витамина E, мг	318,3	327,1

В результате проведенного эксперимента установлено, что использование концентрата кормового углеводного мелассированного оказало положительное влияние на показатели спермопродукции быков-производителей. За опытный период от быков 2-й группы количество полученных эякулятов было больше на 9,5% по сравнению со сверстниками 1-й контрольной группы. Процент брака эякулятов у производителей 2-й опытной группы составил 5,7%, что ниже на 1,2 п.п. по сравнению с быками 1-й контрольной группы. Наибольшее число эякулятов за вычетом выбракованных получено во 2-й опытной группе (108 шт.), что выше по сравнению с 1-й контрольной группой на 10,2%.

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 у быков 2-й опытной группы был ниже по сравнению с быками 1-й контрольной группы соответственно на 0,3 п.п. Количество замороженных спермодоз за вычетом выбракованных у быков 2-й опытной группы было больше на 7,5% по сравнению с производителями 1-й контрольной группы.

Расчет экономических показателей указывает на то, что использование в составе рациона быков-производителей концентрата кормового углеводного мелассированного способствует получению дополнительной прибыли от реализации спермопродукции за счет повышения ее количества и качества (таблица 3). От быков-производителей 2-й опытной группы за период эксперимента было накоплено спермодоз больше по сравнению с животными 1-й контрольной группы. С учетом стоимости и себестоимости одной спермодозы, а также дополнительной стоимости рациона за счет использования концентрата кормового углеводного мелассированного, прибыль от реализации спермы во 2-й опытной группе была выше на 7,3% в сравнении с 1-й контрольной группой. Экономическая оценка результатов исследований показала, что использование в рационах быков-производителей концентрата кормового углеводного мелассированного позволило получить дополнительную прибыль во 2-й опытной группе – 542,50 руб. на 1 голову за 60 дней опыта.

Таблица 3 – Экономическая эффективность

Показатели	Группа	
	1-я контрольная	2-я опытная
Количество быков, гол.	8	8
Продолжительность опыта, дней	60	
Накоплено спермодоз за вычетом выбракованных, всего ед.	17637	18973
Разница с контролем, ед.	-	1336
Стоимость одной спермодозы, руб.	10,80	
Себестоимость полученной спермодозы, руб.	742	
Стоимость накопленных спермодоз, руб.	190179,60	204908,40
Себестоимость полученной продукции, руб.	130866,54	140779,66
Стоимость 1 кг добавки, руб.	-	2,10
Израсходовано добавки на период опыта, кг	-	226,5
Стоимость добавки, израсходованной за период опыта, руб.	-	475,65
Прибыль от реализации полученной продукции, руб.	59313,06	63653,09
В % к контролю	100	107,3
Дополнительная прибыль от реализации спермодоз, руб.	-	4340,03
Дополнительная прибыль в расчете на 1 голову, руб.	-	542,50

Заключение. Включение в состав рациона быков-производителей концентрата кормового углеводного мелассированного в количестве 472 г на голову в сутки способствует улучшению спермопродукции, что выразилось в увеличении количества полученных эякулятов на 9,5%, уменьшению их брака на 1,2 п.п., повышении количества замороженных спермодоз на 10,2% при снижении их выбраковки на 0,3 п.п. Экономическая эффективность применения концентрата кормового углеводного мелассированного для быков-производителей в количестве 472 г на голову в сутки оказалась выше на 7,3% и составила 542,50 рублей из расчета на одну голову за 60 дней опыта.

Conclusion. The inclusion in the diet of sire bulls of molasses feed carbohydrate concentrate in an amount of 472 g per head per day promotes the improvement in sperm production, which was expressed in an increase in the number of produced ejaculates by 9.5%, a decrease in their culling by 1.2 percentage points, an increase in the number of frozen spermodoses by 10.2% with a decrease in their culling by 0.3 percentage points. The economic efficiency of using feed carbohydrate melas concentrate for sire bulls in the amount of 472 g per head per day turned out to be 7.3% higher and amounted to 542.50 rubles per head for 60 days of the trial.

Список литературы.

- Боброва, О. П. Использование мелассы и мелассных добавок в кормлении жвачных животных / О. П. Боброва, В. К. Пестис // *Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сборник научных трудов / Гродненский государственный аграрный университет. – Гродно : ГГАУ, 2020. – Т. 48. – С. 25–31.*
- Добрук, Е. А. Кормовые добавки на основе патоки (мелассы) в рационах сельскохозяйственных животных / Е. А. Добрук, В. К. Пестис // *Вестник Барановичского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. – Барановичи : БарГУ, 2021. – № 1 (9). – С. 55–61.*
- Карпеня, С. Л. Качество спермы и естественная резистентность быков-производителей при использовании новых премиксов / С. Л. Карпеня // *Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» : научно-практический журнал. – Витебск, 2008. – Т. 44, вып. 2, ч. 1. – С. 69–73.*
- Пилук, Н. В. Оптимизация кормления быков-производителей путем усовершенствования премиксов / Н. В. Пилук, В. П. Цай, С. Л. Карпеня // *Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сборник научных трудов / Гродненский государственный аграрный университет. – Гродно, 2022. – Т. 56 : Зоотехния. – С. 161–169.*
- Рубина, М. В. Показатели рубцового пищеварения у бычков при включении в рацион энергетических добавок / М. В. Рубина // *Вестник Витебской государственной академии ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2023. – Т. 23, № 2. – С. 49–53.*
- Сарапкин, В. Комплексная оценка быков-производителей черно-пестрой породы / В. Сарапкин, Т. Бялькина // *Молочное и мясное скотоводство. – 2007. – № 5. – С. 4–9.*
- 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 / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. – Жодино, 2024. – Т. 59, ч. 1. – С. 175–183.*
- Цай, В. П. Эффективность применения комплексных кормовых добавок в рационах племенных бычков / В. П. Цай, Н. В. Пилук // *Зоотехническая наука Беларуси : сборник научных трудов / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. – Жодино, 2024. – Т. 59, ч. 1. – С. 168–174.*

References.

1. Bobrova, O. P. Ispol'zovanie melassy i melassnyh dobavok v kormlenii zhvachnyh zhivotnyh / O. P. Bobrova, V. K. Pestis // Sel'skoe hozyajstvo – problemy i perspektivy : sbornik nauchnyh trudov / Grodnenskiy gosudarstvennyy agrarny universitet. – Grodno : GGAU, 2020. – T. 48. – S. 25–31.
2. Dobruk, E. A. Kormovye dobavki na osnove patoki (melassy) v racionah sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh / E. A. Dobruk, V. K. Pestis // Vestnik Baranovichskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sel'skohozyajstvennye nauki. – Baranovichy : BarGU, 2021. – № 1 (9). – S. 55–61.
3. Karpenya, S. L. Kachestvo spermy i estestvennaya rezistentnost' bykov-proizvoditelej pri ispol'zovanii novyh premiksov / S. L. Karpenya // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny» : nauchno-prakticheskij zhurnal. – Vitebsk, 2008. – T. 44, vyp. 2, ch. 1. – S. 69–73.
4. Pilyuk, N. V. Optimizaciya kormleniya bykov-proizvoditelej putem usovershenstvovaniya premiksov / N. V. Pilyuk, V. P. Caj, S. L. Karpenya // Sel'skoe hozyajstvo – problemy i perspektivy : sbornik nauchnyh trudov / Grodnenskiy gosudarstvennyy agrarny universitet. – Grodno, 2022. – T. 56 : Zootekhniya. – S. 161–169.
5. Rubina, M. V. Pokazateli rubcovogo pishchevareniya u bychkov pri vkluchenii v racion energeticheskikh dobavok / M. V. Rubina // Vestnik Vitebskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny. – Vitebsk : VGAVM, 2023. – T. 23, № 2. – S. 49–53.
6. Sarapkin, V. Kompleksnaya ocenka bykov-proizvoditelej cherno-pestroj porody / V. Sarapkin, T. Byal'kina // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. – 2007. – № 5. – S. 4–9.
7. Formirovanie produktivnyh kachestv plemennyh bykov pri raznoj obespechennosti biologicheski aktivnymi veshchestvami / M. M. Karpenya, V. F. Radchikov, YU. V. SHamich [i dr.] // Zootekhnicheskaya nauka Belarusi : sbornik nauchnyh trudov / Nauchno-prakticheskij centr NAN Belarusi po zhivotnovodstvu. – ZHodino, 2024. – T. 59, ch. 1. – S. 175–183.
8. Caj, V. P. Effektivnost' primeneniya kompleksnyh kormovyh dobavok v racionah plemennyh bychkov / V. P. Caj, N. V. Pilyuk // Zootekhnicheskaya nauka Belarusi : sbornik nauchnyh trudov / Nauchno-prakticheskij centr NAN Belarusi po zhivotnovodstvu. – ZHodino, 2024. – T. 59, ch. 1. – S. 168–174.

Поступила в редакцию 10.06.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-3-121-125

УДК 637.334.2:636.22/28.087.7

КАЧЕСТВО И СЫЧУЖНАЯ СВЕРТЫВАЕМОСТЬ МОЛОКА КОРОВ В СЕРЕДИНЕ ЛАКТАЦИИ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В СОСТАВ РАЦИОНА БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНО-МИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКИ «АСПИК-М»

*Карпеня М.М. ORCID ID 0000-0002-4762-676X, **Мосько О.А.

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

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

По результатам исследований установлено, что применение в составе рациона для коров в середине лактации белково-углеводно-минеральной добавки «АСПИК-М» в количестве 1,0 и 1,5% на 1 кг сухого вещества рациона способствует повышению сыропригодности молока, увеличению массовой доли жира в молоке на 0,24 и 0,35 п.п., массовой доли белка – на 0,09 и 0,09 п.п., массовой доли лактозы – на 0,09 и 0,12 п.п., снижению количества соматических клеток на 13,1 и 22,5% и бактериальной обсемененности – на 7,5 и 11,8%. **Ключевые слова:** белково-углеводно-минеральная добавка, сыропригодность молока, сычужная свертываемость, жир, белок, лактоза, соматические клетки, бактериальная обсемененность.

MILK QUALITY AND RENNET COAGULATION OF COWS MILK DURING MID-LACTATION WITH PROTEIN-CARBOHYDRATE-MINERAL SUPPLEMENT "ASPIK-M" INCLUDED IN THE DIET

*Karpenia M.M., **Mosko O.A.

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

**Grodno State Agrarian University, Grodno, Republic of Belarus

The results of the research have shown that the use of the protein-carbohydrate-mineral supplement "ASPIK-M" in the diet for cows in the middle of lactation in the amount of 1.0 and 1.5% per 1 kg of dry matter of the diet contributes to an increase in the suitability of milk for cheese making, an increase in the mass fraction of fat in milk by 0.24 and 0.35 p.p., the mass fraction of protein by 0.09 and 0.09 p.p., the mass fraction of lactose by 0.09 and 0.12 p.p., a decrease in the number of somatic cells by 13.1 and 22.5% and bacterial contamination by 7.5 and 11.8%. **Keywords:** protein-carbohydrate-mineral additive, cheese suitability of milk, rennet coagulation, fat, protein, lactose, somatic cells, bacterial contamination.

Введение. Сегодня переработка цельного коровьего молока ориентирована на производство белково-молочных продуктов. Например, по объемам производства сыров Беларусь занимает четвертое место в мире после стран Евросоюза, США и Новой Зеландии. Учитывая, что производство сыров предъявляет повышенные требования к сыропригодности сырья, особую

значимость приобретает целенаправленное формирование качественных характеристик молока, которые смогут обеспечить его технологическую пригодность к сычужному свертыванию. Молочная промышленность нуждается в таких управленческих и технологических решениях, которые позволили бы одновременно наращивать объемы производства, гарантировать безопасность продукции и поддерживать ее стабильное качество [1, 2, 3].

Для нужд отрасли молоко-сырье должно соответствовать требованиям государственных стандартов и, в частности, обладать сыропригодностью. Среди внешних факторов наиболее выраженное влияние на физико-химические свойства молока оказывает кормление. Потребляемые рационы воздействуют не только на процесс синтеза молока и его конечные показатели, но и на функциональное состояние организма животного в целом. Именно сбалансированное и полноценное кормление способствует ускорению молокообразования и нормализации обменных процессов [4, 5].

В современном животноводстве существенная роль отводится включению в рационы лактирующих коров различных добавок. Их применение позволяет увеличивать молочную продуктивность, повышать массовую долю жира и содержание макро- и микроэлементов, а также улучшать переваримость основных кормов. Наибольший интерес среди подобных продуктов вызывают комплексные добавки, обладающие биологической активностью и способностью стимулировать метаболизм [6, 7, 8].

Таким образом, существует необходимость в улучшении качества молока-сырья не только через соблюдение санитарно-гигиенических нормативов на этапах получения и первичной обработки, но и посредством целенаправленной коррекции белкового, углеводного и минерального состава рационов. Указанные компоненты являются главными факторами, определяющими сыропригодность молока.

Цель исследований – определить качество и сычужную свертываемость молока коров в середине лактации при включении в состав рациона белково-углеводно-минеральной добавки «АСПИК-М».

Материалы и методы исследований. В соответствии с поставленной целью был проведен научно-хозяйственный опыт на коровах в середине лактационного периода (101–200 дней) в условиях СПК «Прогресс-Вертелишки» Гродненского района. Исследование выполнялось согласно схеме, приведенной в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Количество коров в группе	Продолжительность опыта, дней	Особенности кормления
1-я контрольная	10	80	Основной рацион (ОР) – потребление сухого вещества около 22 кг
2-я опытная	10		ОР + 0,5% кормовой добавки «АСПИК-М» на 1 кг сухого вещества рациона (или 110 г на голову в сутки)
3-я опытная	10		ОР + 1,0% кормовой добавки «АСПИК-М» на 1 кг сухого вещества рациона (или 220 г на голову в сутки)
4-я опытная	10		ОР + 1,5% кормовой добавки «АСПИК-М» на 1 кг сухого вещества рациона (или 330 г на голову в сутки)

Для реализации научно-хозяйственного опыта методом пар-аналогов были сформированы четыре группы коров на середине лактации: одна контрольная и три опытные, численностью по 10 голов в каждой. При формировании групп учитывались генотип, возраст, живая масса и уровень молочной продуктивности. Различия в рационах кормления заключались в следующем: животные 1-й контрольной группы получали основной рацион, принятый в хозяйстве; коровам 2-й, 3-й и 4-й опытных групп в состав основного рациона дополнительно вводилась кормовая добавка «АСПИК-М» в количестве соответственно 0,5%, 1,0% и 1,5% от массы сухого вещества рациона. Продолжительность исследований составила 80 дней. Подготовительный период перед началом эксперимента длился 7 дней. Условия содержания подопытных животных на протяжении всего эксперимента были идентичными для всех групп.

Компонентный состав кормовой добавки «АСПИК-М» представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Компонентный состав кормовой добавки «АСПИК-М»

Компонент	%
Рапсовый шрот	32,0
Соевый шрот	12,0
Подсолнечный шрот	10,0
Льняной шрот	8,0
Экструдированная кукуруза	22,0
Известняковая мука	16,0

Сыропригодность молока определяли по сычужной свертываемости в соответствии с ГОСТ 32901-2014 «Метод микробиологического анализа». Химический состав молока подопытных коров – согласно требованиям СТБ 1598-2006 «Молоко коровье сырое. Технические условия» с изменениями № 4 к указанному стандарту. Оценка качества молока проведена по следующим методикам: органолептические показатели молока – по ГОСТ 28283-2015 «Молоко коровье. Метод органолептической оценки вкуса и запаха»; содержание массовой доли жира и белка, СОМО, лактозы, плотность – на анализаторе качества молока «Лактан 1-4М исполнения 600 Ultra»; количество соматических клеток – по ГОСТ 23453-90 «Молоко. Методы определения количества соматических клеток» и на анализаторе соматических клеток «EcomilkScan»; бактериальную обсемененность молока – на приборе «Бактоскан».

Цифровой материал, полученный в научно-хозяйственном опыте, обработан методом биометрической статистики. Рассчитывали среднюю арифметическую величину (M), ошибку средней арифметической (m), коэффициент вариации (Cv) с определением степени достоверности разницы между группами (td). В работе приняты следующие обозначения уровня значимости: * – $P<0,05$; ** – $P<0,01$; *** – $P<0,001$.

Результаты исследований. Экспериментально установлено, что использование в рационах коров в середине лактации белково-углеводно-минеральной добавки «АСПИК-М» способствует повышению сыропригодности молока. В результате исследований в сравнении с контрольной группой у коров 2-й опытной группы время свертывания молока сычужным ферментом было ниже на 10,7 мин., или на 31,8%, у животных 3-й опытной группы – на 11,6 мин., или на 34,5%, и аналогов 4-й опытной группы – на 14,7 мин., или на 43,7%. Причем во всех случаях разница была статистически высокодостоверной при $P<0,001$ (таблица 3).

Таблица 3 – Сыропригодность молока коров по сычужной пробе ($n=10$)

Показатели		Группа			
		1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Время свертывания, мин.	$M \pm m$	33,6 $\pm$ 1,49	22,9 $\pm$ 0,87***	22,0 $\pm$ 0,88***	18,9 $\pm$ 0,82***
	Cv	14,11	12,08	12,67	13,76
В % к контролю		100	68,2	65,5	56,3
Тип молока по сычужной пробе		II	II	II	II
Характеристика сгустка		Сгусток нормальный, с гладкой поверхностью, упругий на ощупь, плавает в прозрачной сыворотке, которая не тянется			

Установлено, что молоко коров опытных групп, получавших в составе рациона кормовую добавку «АСПИК-М», обладает наиболее предпочтительными технологическими свойствами для сыроделия. Молоко соответствует второму типу по сычужной пробе с интервалом свертываемости от 16 до 40 минут, что признано оптимальным. Несмотря на то, что молоко 1-й контрольной группы также относится ко второму типу, его временные параметры коагуляции не являются идеальными, тогда как у опытных животных данный показатель гарантирует получение сыров наилучшего качества.

Результаты исследований также доказали, что использование в составе рациона коров в середине лактации белково-углеводно-минеральной добавки «АСПИК-М» позволяет повысить качество молока-сырья (таблица 4). Следует отметить, что на протяжении опыта показатели качества молока коров всех групп соответствовали сорту «экстра».

В начале научно-хозяйственного опыта существенных межгрупповых различий по показателям качества молока не было зафиксировано. В конце исследований установлено достоверное превосходство животных 3-й и 4-й опытных групп над аналогами 1-й контрольной группы. Так, у животных этих групп массовая доля жира увеличилась на 0,24 п.п. ($P<0,01$) и на 0,35 п.п. ($P<0,001$) соответственно, массовая доля белка – на 0,09 п.п. ($P<0,05$) и на 0,13 п.п. ($P<0,01$), массовая доля лактозы – на 0,09 п.п. ($P<0,05$) и на 0,12 п.п. ($P<0,001$) по сравнению с контролем. У

коров 3-й и 4-й групп отмечено снижение количества соматических клеток относительно контроля соответственно на 29,0 тыс./см³, или на 13,1 % ($P<0,05$), и на 50,0 тыс./см³, или на 22,5 % ($P<0,01$). Бактериальная обсемененность молока коров 1-й контрольной группы превысила значения 3-й опытной группы на 7,0 тыс. КОЕ/см³, или на 7,5 %, и 4-й опытной группы – на 11,0 тыс. КОЕ/см³, или на 11,8 %, различия не достигали уровня статистической значимости. У животных 2-й опытной группы наблюдалась тенденция к улучшению качественных характеристик молока по сравнению с контролем.

Таблица 4 – Качество молока коров (n=10)

Группа	Показатели					
	массовая доля жира, %	массовая доля белка, %	массовая доля лактозы, %	плотность, °А	количество соматических клеток, тыс./см ³	бактериальная обсемененность, тыс. КОЕ/см ³
В начале опыта						
1-я контрольная	3,80±0,03	3,24±0,02	4,50±0,04	27,80±0,68	229±12,12	88±4,55
2-я опытная	3,84±0,04	3,27±0,06	4,48±0,03	27,76±0,41	218±10,63	84±3,32
3-я опытная	3,83±0,06	3,23±0,02	4,52±0,02	27,62±0,36	231±14,42	86±5,87
4-я опытная	3,81±0,03	3,25±0,04	4,49±0,02	27,68±0,37	224±11,30	89±3,91
В конце опыта						
1-я контрольная	3,79±0,06	3,22±0,04	4,53±0,03	27,90±0,33	222±10,51	93±6,74
2-я опытная	3,93±0,08	3,28±0,06	4,57±0,01	27,98±0,27	206±16,01	94±4,67
3-я опытная	4,03±0,07 **	3,31±0,02 *	4,62±0,02 *	28,14±0,32	193±10,79 *	86±5,91
4-я опытная	4,14±0,05 ***	3,35±0,03 **	4,65±0,02 ***	28,90±0,29 *	172±14,03 **	82±4,04

Закключение. 1. В результате исследований установлено, что применение в составе рациона коров в середине лактации белково-углеводно-минеральной добавки «АСПИК-М» в количестве 1,0 и 1,5% на 1 кг сухого вещества рациона (или 220 и 330 г на голову в сутки) способствует повышению сыропригодности. Молоко коров данных опытных групп по сычужной пробе относится ко второму типу и является наиболее технологически пригодным для сыроделия, что выражается в уменьшении времени свертывания сычужным ферментом на 11,6-14,7 мин., или на 34,5-43,7%.

2. Включение в состав рационов коров в середине лактации разработанной добавки «АСПИК-М» в количестве 1,0 и 1,5% на 1 кг сухого вещества рациона способствует повышению качества молока, на что указывает увеличение массовой доли жира на 0,24 ($P<0,01$) и на 0,35 п.п. ($P<0,001$), массовой доли белка – на 0,09 ($P<0,05$) и 0,13 п.п. ($P<0,01$), массовой доли лактозы – на 0,09 ($P<0,05$) и 0,12 п.п. ($P<0,001$), снижение количества соматических клеток на 13,1% ($P<0,05$) и на 22,5% ($P<0,01$) и бактериальной обсемененности – на 7,5 и 11,8%.

Conclusion. 1. The study found that the use of the protein-carbohydrate-mineral supplement ASPIK-M in the diet of mid-lactation cows at levels of 1.0 and 1.5% per 1 kg of dry matter (or 220 and 330 g per head per day) improves cheesemaking suitability. Milk from cows in these groups, according to the rennet test, belongs to the second type and is the most technologically suitable for cheesemaking, as evidenced by a reduction in rennet coagulation time by 11.6-14.7 minutes, or 34.5-43.7%.

2. The inclusion of the developed additive "ASPIK-M" in the composition of the diets of cows in the middle of lactation in the amount of 1.0 and 1.5% per 1 kg of dry matter of the diet contributes to the improvement of milk quality, as indicated by the increase in the mass fraction of fat by 0.24 ($P<0.01$) and 0.35 percentage points ($P<0.001$), the mass fraction of protein - by 0.09 ($P<0.05$) and 0.13 percentage points ($P<0.01$), the mass fraction of lactose - by 0.09 ($P<0.05$) and 0.12 percentage points ($P<0.001$), a decrease in the number of somatic cells by 13.1% ($P<0.05$) and 22.5% ($P<0.01$) and bacterial contamination - by 7.5 and 11.8%.

Список литературы.

1. Карпеня, М. М. Молочное дело : учебник для студентов учреждений высшего образования по специальности «Зоотехния» / М. М. Карпеня, В. Н. Подрез, В. И. Шляхтунов. – Минск : ИВЦ Минфина, 2023. – 303 с.
2. Исследование качества коровьего молока с целью производства безопасных молочных продуктов / А. Х. Бейсембаева, Ж. К. Молдабаева, Ж. Х. Хамитович, А. Л. Касенов // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 6. – С. 148-155.
3. Базылев, С. Е. Молочная продуктивность коров в зависимости от типов белкомолочности / С. Е. Базылев, О. Л. Будревич, М. Д. Демешко // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2021. – № 1 (14). – С. 58–62.
4. Решение проблемы нарушения обмена веществ у высокопродуктивных коров / В. Г. Семенов, Е. П. Симурзина, Д. А. Никитин [и др.] // Ветеринарный врач. – 2022. – № 4. – С. 54–61.

5. Федорова, Е. Г. Влияние генотипических и паратипических факторов на качество и свойства молока коровьего сырого для отрасли сыроделия / Е. Г. Федорова, С. Г. Смолин // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 2. – С. 157–163.

6. Молочная продуктивность коров первого и второго периодов лактации при использовании в рационах комплексного энергетического корма / В. Н. Подрез, Е. С. Высочина, П. А. Красочко [и др.] // Ученые записки УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2023. – Т. 59, вып. 1. – С. 71–75. – DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-1-71-75.

7. Закирова, Р. Р. Молочная продуктивность и воспроизводительные качества коров-первотёлок при использовании белковых добавок / Р. Р. Закирова, Г. Ю. Берёзкина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4 (90). – С. 263–266.

8. 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. – Витебск, 2022. – 191 с.

References.

1. Karpenya, M. M. *Molochnoe delo : uchebnik dlya studentov uchrezhdenij vysshego obrazovaniya po special'nosti «Zootekhnika»* / M. M. Karpenya, V. N. Podrez, V. I. Shlyahunov. – Minsk : IVC Minfina, 2023. – 303 с.

2. Issledovanie kachestva korov'ego moloka s cel'yu proizvodstva bezopasnykh molochnykh produktov / A. H. Bejsembaeva, Zh. K. Moldabaeva, Zh. H. Hamitovich, A. L. Kasenov // Vestnik KrasGAU. – 2021. – № 6. – С. 148–155.

3. Bazylev, S. E. *Molochnaya produktivnost' korov v zavisimosti ot tipov belkovomolochnosti* / S. E. Bazylev, O. L. Budrevich, M. D. Demeshko // Veterinarnyj zhurnal Belarusi. – 2021. – № 1 (14). – С. 58–62.

4. Reshenie problemy narusheniya obmena veshchestv u vysokoproduktivnykh korov / V. G. Semenov, E. P. Simurzina, D. A. Nikitin [i dr.] // Veterinarnyj vrach. – 2022. – № 4. – С. 54–61.

5. Fedorova, E. G. Vliyanie genotipicheskikh i paratipicheskikh faktorov na kachestvo i svoystva moloka korov'ego syrogo dlya otrasli syrodelya / E. G. Fedorova, S. G. Smolin // Vestnik KrasGAU. – 2022. – № 2. – С. 157–163.

6. *Molochnaya produktivnost' korov pervogo i vtorogo periodov laktacii pri ispol'zovanii v racionah kompleksnogo energeticheskogo korma* / V. N. Podrez, E. S. Vysochina, P. A. Krasochko [i dr.] // Uchenye zapiski UO «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». – 2023. – Т. 59, vyp. 1. – С. 71–75. – DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-1-71-75.

7. Zakirova, R. R. *Molochnaya produktivnost' i vosproizvoditel'nye kachestva korov-pervotyolok pri ispol'zovanii belkovykh dobavok* / R. R. Zakirova, G. YU. Beryozkina // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – № 4 (90). – С. 263–266.

8. 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. – Vitebsk, 2022. – 191 s.

Поступила в редакцию 18.06.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-3-125-129

УДК612.1:631.22:628.8

КАЧЕСТВО МИКРОКЛИМАТА И МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРОВИ КОРОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ СОДЕРЖАНИЯ

Мазоло Н.В., Щебеток И.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 морфологический состав крови коров и качество микроклимата. Установлено, что коровы, содержащиеся в условиях беспривязного содержания, превосходили аналогов, которые содержались на привязи, по содержанию эритроцитов на 9,3%; по уровню гемоглобина на 5,87%. Качество микроклимата также было выше у животных данной группы. **Ключевые слова:** коровы, микроклимат, кровь, способы содержания.

QUALITY OF THE MICROCLIMATE AND MORPHOLOGICAL COMPOSITION OF COWS BLOOD UNDER DIFFERENT HOUSING CONDITIONS

Mazolo N.V., Schebetok I.V.

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

The article presents the results of a scientific and economic experiment studying the impact of the housing methods on the morphological composition of cows' blood and the quality of microclimate. It was found that cows with kept on loose housing had 9.3% more red blood cells and 5.87% more hemoglobin than those kept tethered. The quality of the microclimate was also higher in this group of animals. **Keywords:** cows, microclimate, blood, housing methods.

Введение. Большое влияние на эффективность скотоводства оказывают условия содержания и применяемая технология содержания крупного рогатого скота (привязное или беспривязное). Одна из главных предпосылок успешной интенсификации скотоводства – учет биологических требований животных к условиям содержания. Применяемые на фермах технологические решения не должны вступать в противоречия с биологическими потребностями животных. Поэтому задачи отечественного животноводства состоят в том, чтобы с помощью технических средств и применением рациональных технологических приемов создать оптимальные способы содержания крупного рогатого скота, способствующие проявлению их продуктивных задатков [1, 3, 4, 7, 9].

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.

Только при создании животным таких условий содержания, которые будут соответствовать биологическим особенностям их организма, можно рассчитывать на высокие показатели продуктивности и естественной резистентности организма [2, 5, 6, 7, 8].

Цель работы – изучить микроклимат помещений и морфологический состав крови коров при различных способах содержания в филиале СГЦ «Заднепровский» ОАО «Оршанский КХП» Оршанского района.

Материалы и методы исследований. В ходе наших исследований была дана гигиеническая оценка различным способам содержания коров.

Материалом для исследований явились коровы, выращиваемые в условиях привязного и беспривязного содержания. Предметом исследований являлись помещения с привязным и беспривязным содержанием коров, воздушная среда, кровь.

Нами были изучены животноводческие помещения с привязным и беспривязным содержанием коров. При проведении исследований было отобрано 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 опытная	Привязный способ	190	микроклимат помещений, морфологический состав крови
2 опытная	Беспривязный способ	196	

При выполнении работы использовали следующие методы:

1. Зоогигиенические:

Состояние микроклимата в животноводческих помещениях с привязным и беспривязным содержанием коров изучали по следующим показателям [3]:

- температура воздуха и относительная влажность воздуха с помощью психрометра Августа. Замеры проводились в трех точках по вертикали – на уровне лежания, стояния животных и на высоте роста обслуживающего персонала. Точки измерения по горизонтали брали следующие: середина помещения и два угла по диагонали на расстоянии 3 м от продольных стен и 1 м от торцовых. Температуру измеряли в каждой точке в течение 10 мин. с момента установки термометра. Относительную влажность высчитывали по таблице, пользуясь показаниями психрометра;

- концентрация в воздухе аммиака - при помощи универсального газоанализатора. Объем просасываемого воздуха составил 250 мл. Замеры проводились в трех точках помещения на высоте 0,5; 1,5 и 2 метра от пола;

- скорость движения воздуха - электронным анемометром;

- общая микробная обсемененность воздуха помещений - седиментационным методом. Данный метод заключается в следующем: в чашки Петри в стерильных условиях разлили по 15 мл мясопептонного агар. Затем чашки на 5 мин выставляли в исследуемом месте, закрывали их и помещали в термостат при температуре 37°C на 48 ч., после чего подсчитали количество выросших колоний на всей площади чашки Петри.

2. Морфологический состав крови определяли по количеству эритроцитов, лейкоцитов и содержанию гемоглобина.

Пробы крови для исследований брали у 5 животных от каждой группы из яремной вены рано утром до кормления. Кровь стабилизировали трилоном Б (2,0–2,5 ед./мл). Все исследования крови проводились в лаборатории.

Результаты исследований. Оценку состояния микроклимата в помещениях с привязным и беспривязным способами содержания проводили, включая физические свойства воздуха (температуру, влажность, скорость движения воздуха), газовый состав (концентрацию аммиака) и микробную обсемененность воздуха.

Результаты исследований микроклиматических условий содержания подопытных животных представлены в таблице 2.

Исследования проводились в весенний (май) и осенний (сентябрь) периоды года.

Таблица 2 – Показатели микроклимата в помещении с привязным и беспривязным способами содержания в осенне-весенний период года

Показатели микроклимата	Ед. изм.	Норматив	Способ содержания	
			привязный (МТФ 1)	беспривязный (МТФ 2)
ОСЕНЬ				
Температура	°С	+8-+12	8,4±0,36	10,4±0,37
Относительная влажность	%	50-75	65,5±0,51	70,5±0,49
Содержание аммиака	мг/м³	20	22,5±0,41	20,1±0,35
Скорость движения воздуха	м/с	0,5	0,18±0,09	0,22±0,11
Микробная обсемененность	тыс. КОЕ/м³	70-120	80545±6240	68420±5487
ВЕСНА				
Температура	°С	+1-+15	7,6±0,36	9,2±0,37
Относительная влажность	%	50-75	78,0±0,51	70,0±0,49
Содержание аммиака	мг/м³	20	15,0±0,41	10,0±0,35
Скорость движения воздуха	м/с	0,5	0,18±0,10	0,20±0,13
Микробная обсемененность	тыс. КОЕ/м³	70-120	65435±4218	59268±3627

Установлено, что температура воздуха в помещениях с привязным и беспривязным способами содержания в осенний период года соответствовала гигиеническим нормативам.

Однако, данный показатель был ниже в коровниках с привязным способом содержания на 2°С в весенний период года и на 1,6°С – в осенний период по сравнению с помещением с беспривязным способом содержания. Относительная влажность воздуха в помещении с привязным содержанием превышала норматив и была выше допустимых зоогигиенических требований на 3,0% в осенний период года, а в весенний - находилась в пределах нормы (норматив 50-75%). В помещении с беспривязным способом содержания данный показатель во все периоды года находился в пределах нормы. Концентрация аммиака была выше в помещении с привязным способом содержания коров на 2,4 мг/м³ по сравнению с помещением с беспривязным содержанием в осенний период года и на 5 мг/м³ в осенний период года. Аналогичная тенденция наблюдалась и по уровню микробной обсемененности воздуха. Данный показатель был выше в помещении с привязным способом содержания на 12125 тыс. КОЕ/м³ воздуха в осенний период года и на 6167 тыс. КОЕ/м³ воздуха в весенний период года. Скорость движения воздуха во все периоды была ниже гигиенических требований.

Известно, что кровь играет исключительно важную роль в процессах, протекающих в организме. По морфологическим и биохимическим свойствам крови можно судить о здоровье животного, обмене веществ и уровне продуктивности, следовательно, условия содержания являются одним из важнейших факторов внешней среды, влияющих на организм животных, в том числе и на его защитные механизмы.

При изучении морфологических показателей крови животных (таблица 3) установлено, что коровы, выращиваемые в условиях беспривязного содержания, характеризовались более высоким уровнем гемоглобина и содержанием эритроцитов.

Так, количество эритроцитов в крови коров, выращиваемых в условиях беспривязного содержания, было больше на 9,3% по сравнению с животными, содержащимися в помещении на привязи.

Таблица 3 – Морфологический состав крови коров при различных способах содержания

Способ содержания коров	п, гол	Лейкоциты, 10 ⁹ /л		Эритроциты, 10 ¹² /л		Гемоглобин, г/л	
		$\bar{X} \pm x$	Cv, %	$\bar{X} \pm x$	Cv, %	$\bar{X} \pm x$	Cv, %
Привязный	5	10,6±0,51	11,5	6,4±0,50	17,75	114,1±1,92	3,8
Беспривязный	5	9,55±0,30	7,1	7,0±0,33	8,2	120,8±2,25*	4,23

По уровню гемоглобина просматривается такая же закономерность, что и по количеству эритроцитов. Коровы, содержащиеся без привязи, по этому показателю превосходили аналогов на привязи на 5,87% ($P < 0,05$). Количество лейкоцитов было несколько выше у животных, содержащихся на привязи без достоверной разницы между группами. Повышение уровня гемоглобина и форменных элементов крови у коров, содержащихся в условиях беспривязного содержания, свидетельствует о большей насыщенности эритроцитов гемоглобином и, следовательно, о более интенсивных окислительно-восстановительных процессах в организме.

Заключение. Результаты проведенных исследований показывают, что содержание коров в условиях беспривязного содержания благоприятно отразилось на морфологическом составе крови животных и микроклимате помещений. Так, выявлено улучшение морфологических показателей крови у коров, выращиваемых в условиях беспривязного содержания. Уровень гемоглобина и количество эритроцитов в крови коров, выращиваемых в условиях беспривязного содержания, было выше на 5,87% и 9,3% соответственно по сравнению с животными, содержащимися в помещении на привязи. Оценка состояния микроклимата показала, что показатели микроклимата также были лучше в помещении с беспривязным способом содержания коров.

Conclusion. The results of the conducted studies show that keeping cows in loose housing conditions had a positive effect on the morphological composition of the blood of animals and the microclimate of the premises. Thus, an improvement in the morphological indicators of blood in cows grown in loose housing conditions was revealed. The level of hemoglobin and the number of red blood cells in the blood of cows grown in the conditions of loose housing was higher by 5.87% and 9.3%, respectively, compared to animals housed tethered. The assessment of the microclimate conditions showed that the microclimate indicators were better in barns with loose cows maintenance.

Список литературы.

1. Баланин, В. И. Микроклимат животноводческих зданий : монография / В. И. Баланин. – Санкт-Петербург : Профикс, 2003. – 136 с.
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 для студентов учреждений высшего образования по специальности «Производство продукции животного происхождения» / М. М. Карпеня, А. Н. Карташова, Н. А. Садовоев [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2025. – 430 с.
4. Гигиена животных : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности «Ветеринарная медицина» / В. А. Медведский, Н. А. Садовоев, Д. Г. Готовский [и др.]; ред. В. А. Медведский. – Минск : ИВЦ Минфина, 2020. – 591 с.
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. Мазоло, Н. В. Влияние условий содержания коров на их продуктивность и качество молока / Н. В. Мазоло, В. В. Гуйван // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2021. – Т. 57, вып. 1. – С. 94–98. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-1-94-98.
7. Влияние внешних факторов на организм животных / В. А. Медведский, М. В. Свистун, А. Ф. Железко [и др.]. – Бейрут, 2003. – 82 с.
8. 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, Кафедра гигиены животных. – Витебск : ВГАВМ, 2021. – 35 с.
9. Производство молока при привязном и беспривязном способах содержания дойного стада / Т. А. Ковалевская, Л. М. Линник, О. В. Заяц [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – Витебск, 2014. – Т. 50, вып. 2, ч. 1. – С. 287–291.

References.

1. Balanin, V. I. Mikroklimat zhivotnovodcheskih zdaniy : monografiya / V. I. Balanin. – Sankt-Peterburg : Profiks, 2003. – 136 s.
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 dlya studentov uchrezhdenij vysshego obrazovaniya po special'nosti «Proizvodstvo produkcii zhivotnogo proiskhozhdeniya»* / M. M. Karpenya, A. N. Kartashova, N. A. Sodomov [i dr.]. – Minsk : IVC Minfina, 2025. – 430 s.
4. *Gigiena zhivotnyh : uchebnoe posobie dlya studentov uchrezhdenij vysshego obrazovaniya po special'nosti «Veterinarnaya medicina»* / V. A. Medvedskij, N. A. Sodomov, D. G. Gotovskij [i dr.]; red. V. A. Medvedskij. – Minsk : IVC Minfina, 2020. – 591 s.
5. *Mazolo, N. V. Vliyanie uslovij soderzhaniya korov na ih produktivnost', fiziologicheskoe sostoyanie i morfologicheskij sostav krovi* / N. V. Mazolo, V. V. Gujvan // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny»*. – 2019. – T. 55, vyp. 4. – S. 192–195.
6. *Mazolo, N. V. Vliyanie uslovij soderzhaniya korov na ih produktivnost' i kachestvo moloka* / N. V. Mazolo, V. V. Gujvan // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny»*. – 2021. – T. 57, vyp. 1. – S. 94–98. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-1-94-98.
7. *Vliyanie vneshnih faktorov na organizm zhivotnyh* / V. A. Medvedskij, M. V. Svistun, A. F. ZHelezko [i dr.]. – Bejrut, 2003. – 82 s.
8. *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, Kafedra gigieny zhivotnyh. – Vitebsk : VGAVM, 2021. – 35 s.
9. *Proizvodstvo moloka pri privyaznom i besprivyaznom sposobah soderzhaniya dojnogo stada* / T. A. Kovalevskaya, L. M. Linnik, O. V. Zayac [i dr.] // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny»*. – Vitebsk, 2014. – T. 50, vyp. 2, ch. 1. – S. 287–291.

Поступила в редакцию 06.03.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-3-129-134
УДК 636.2.086.3:612.12

ПРИМЕНЕНИЕ ГРАНУЛИРОВАННОГО ЛЮПИНА В СОСТАВЕ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ

*Ногина Т.Н., **Козинец А.И. ORCID ID 0000-0001-8651-4827,

**Надаринская М.А. ORCID ID 0009-0008-3387-4333

*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 исследований установлена эффективность применения гранулированного люпина в количестве 30% в составе комбикорма-концентрата для лактирующих коров, что способствовало увеличению потребления сухого вещества в рационе на 1,8%, обменной энергии – на 1,4%, сырого протеина – на 3,7%, сырой клетчатки – на 7,0% и получению дополнительной прибыли на 1 голову 14,85 руб. за 75 дней опыта. **Ключевые слова:** лактирующие коровы, рацион, комбикорм-концентрат, гранулированный люпин, прибыль, обменная энергия, сухое вещество, сырой протеин, сырая клетчатка.*

USE OF GRANULATED LUPINE IN COMPOUND FEED FOR LACTATING COWS

*Nogina T.N., **Kozinets A.I., **Nadarinskaya M.A.

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

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

*The research has established the effectiveness of adding 30% of granulated lupine to the concentrated compound feed for lactating cows, which contributed to an increase in dry matter intake by 1.8%, metabolizable energy by 1.4%, crude protein by 3.7%, crude fiber by 7.0%, and an additional profit of 14.85 rubles per head over a 75-day trial. **Keywords:** lactating cows, diet, concentrated feed, granulated lupine, profit, metabolizable energy, dry matter, crude protein, crude fiber.*

Введение. Получение высокого экономического эффекта в животноводстве зависит от использования инновационных достижений науки в области генетики, селекции и кормления. Продуктивность сельскохозяйственных животных находится в основной зависимости от состояния в хозяйстве кормовой базы, а именно от способности обеспечить животных кормами с учетом их возраста и продуктивности. Являясь основным источником продуктивности животных, корма играют важную, решающую роль и в значительной степени характеризуют эффективность производственной отрасли, так как более 50% затрат ложится именно на кормление [3]. В настоящее время уровень развития кормовой базы не в полной мере отвечает физиологическим нормам кормления животных. Дефицит кормов, их низкое качество не позволяют реализовывать

генетический потенциал животных, что приводит к значительному снижению объемов производства продукции животноводства [4, 8,11].

Дефицит протеина является одной из причин, тормозящих дальнейшее повышение продуктивности животноводства. Поэтому он является основным нутриентом, влияющим на биологическую полноценность корма. Производство и использование белка в животноводстве с каждым годом становится все более острой проблемой. В рационах крупного рогатого скота недостаток протеина в количестве 15-20% от потребности приводит к снижению переваримости клетчатки, перерасходу кормов в 1,3-1,4 раза, замедлению роста и развития животных. Недостаток протеина в рационе может вызвать нарушения в работе нервной и эндокринной систем, отрицательно сказаться на воспроизводительной функции [1,10].

Интенсификация производства животноводческой продукции требует достаточного обеспечения рационов сельскохозяйственных животных белком и энергией. В практике животноводства и птицеводства 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 [6]. Для повышения конкурентоспособности животноводческой продукции необходимо собственное производство в достаточном объеме растительного белка, что можно достичь выращиванием высокобелковых сельскохозяйственных культур, в частности, люпина [2]. С помощью люпина можно решить проблему недостаточного количества растительного белка и не закупать добавки в виде шротов и жмыхов из сои и подсолнечника [5].

Возможное присутствие в семенах люпина алкалоидов сдерживает их применение в нативном виде. Решением данных проблем является применение технологии гранулирования, которая обеспечивает повышенную концентрацию питательных веществ в гранулах за счет воздействия избыточного давления на кормовую массу уплотняющих роликов. Гранулирование оказывает положительное влияние на механические качества готового корма: увеличивается удельный вес, что положительно сказывается при хранении и транспортировке; улучшается гигиена корма за счет воздействия температуры во время прессования массы и т. д. [9].

Цель исследований – определить эффективность применения гранулированного люпина в составе комбикормов для лактирующих 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 коровах голштинской породы в основной период лактации. Сформировали 3 группы лактирующих коров: одну контрольную и две опытные по 20 голов в каждой с учетом возраста, даты отела и средней продуктивности. Продолжительность учетного периода опыта составила 75 дней. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Количество коров в группе	Продолжительность опыта, дней	Условия кормления
1-я контрольная	20	75	Основной рацион (ОР): сенаж люцерновый (57%), силос кукурузный (43%) + комбикорм собственного производства без люпина
2-я опытная	20		ОР+ 25% гранулированного люпина от массы комбикорма
3-я опытная	20		ОР+ 30% гранулированного люпина от массы комбикорма

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

Гранулирование производилось в кормоцехе на пресс-грануляторе ПГ-520(660) ОАО «Агрокомбинат «Дзержинский». 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. 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 [7]. 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 гранулирование

Показатель	Группа					
	1-я контрольная		2-я опытная		3-я опытная	
	кг	%	кг	%	кг	%
1	2		3		4	
Сенаж люцерновый	21,00	28,6	21,50	29,0	21,83	29,1
Силос кукурузный	15,9	24,0	16,0	24,0	16,2	24,0
Комбикорм контрольный	11,0	47,4	-	-	-	-
Комбикорм с 25% гранулированного люпина	-	-	11,0	47,0	-	-
Комбикорм с 30% гранулированного люпина	-	-	-	-	11,0	46,9
Всего		100		100		100
В рационе содержится:						
кормовых единиц	26,5		26,6		26,9	
обменной энергии, МДж	249,5		251		253	
сухого вещества, кг	22,8		23,0		23,2	
сырого протеина, г	3608		3695		3741	
в т.ч. лизина, г	114,4		121,7		125,6	
сырого жира, г	973		981		967	
сырой клетчатки, г	3389		3563		3627	
сахара, г	866		751		734	
кальция, г	186		188		190	
фосфора, г	86		80		79	
магния, г	52		48		47	
калия, г	351		350		354	
железа, мг	5384		4610		4460	
меди, мг	265,4		259,6		261,6	
цинка, мг	1347		1325		1321	
кобальта, мг	26,5		25,3		25,0	
марганца, мг	882		924		937	
йода, мг	34,2		33,8		33,8	
каротина, мг	824,2		838,2		850,1	
витамина Е, мг	1676,4		1736,5		1764,3	

Кормление дойных коров осуществлялось общесмешанными рационами, приготовленными в следующих пропорциях по объемистым кормам по массе: 57% сенажа люцернового, 43% силоса кукурузного. Дополнительно каждой группе животных скармливали 11 кг комбикорма-концентрата на одну голову. При использовании гранулированного люпина потребление кормовой смеси коровами 2-й и 3-й опытных групп повысилось соответственно на 0,6 и 1,1 кг, что способствовало увеличению потребления сухого вещества в рационе на 0,9 и 1,8%, обменной энергии – на 0,6 и 1,4%, сырого протеина – на 2,4 и 3,7% и содержания сырой клетчатки – на 5,1 и 7,0%.

Исследования на высокопродуктивных молочных коровах с включением 25 и 30% гранулированного люпина проводили с использованием рецептов опытных комбикормов, которые представлены в таблице 3.

Различия в кормлении между тремя группами заключались в том, что коровам 1-й контрольной группы в комбикорм вводили 23% жмыха рапсового и 5% соевого шрота, животным 2-й опытной группы – 25% гранулированного люпина и 12% жмыха рапсового и коровам 3-й опытной группы – 30% гранулированного люпина и 9% жмыха рапсового.

Таблица 3 – Питательный состав концентрированных комбикормов для дойных коров с включением зерна люпина, прошедшего гранулирование

Показатель	Комбикорм-концентрат для 1-й контрольной группы	Комбикорм- концентрат для 2-й опытной группы	Комбикорм- концентрат для 3-й опытной группы
	%	%	%
Пшеница	26,0	21,8	20,8
Ячмень	12,0	14,7	16,0
Тритикале	30,5	23,0	20,7
Жмых рапсовый	23,0	12,0	9,0
Шрот соевый	5,0	-	-
Зерно люпина гранулированное	-	25,0	30,0
Соль кормовая	1,5	1,5	1,5
Мел кормовой	1,0	1,0	1,0
Премикс П 60-3	1,0	1,0	1,0

Применение в составе рационов высокопродуктивных коров гранулированного 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 4). Расчет экономического эффекта проводили с учетом стоимости кормов, стоимости и себестоимости полученного молока.

Таблица 4 – Экономическая эффективность кормления высокопродуктивных коров при скормлении люпина гранулированного с частичной заменой рапсового жмыха и соевого шрота

Показатель	Группа		
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная
Стоимость среднесуточного рациона, руб.	17,75	17,87	17,99
Расход кормов за опыт на 1 голову, ц.корм. ед.	19,88	19,95	20,18
Стоимость кормов, затраченных на 1 кг молока, руб.	1331	1340	1349
Стоимость 1 корм. ед.	0,67	0,672	0,669
Среднесуточный удой: натурального молока	33,16	34,00	34,97
3,6%-ной жирности, кг	33,07	33,53	33,90
Стоимость кормов, затраченных на производство 1 кг молока, руб.:			
натурального молока	0,54	0,53	0,51
3,6%-ной жирности	0,54	0,53	0,53
Затраты кормов на 1 кг молока (3,6%-ной жирности), корм. ед.	0,80	0,79	0,77
Закупочная цена 1 кг молока базисной жирности, руб.	1,10	1,10	1,10
Стоимость кормов от цены реализации молока, %	49	48	48
Изменения среднесуточного удоя молока 3,6%-ной жирности за период проведения опыта от одной коровы к началу исследований, кг	-1,25	-1,09	-1,07
Изменения 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	-	+0,16	+0,18
Дополнительно получено молока за 75 дней опыта от одной коровы в сравнении с контролем, кг	-	12,0	13,5
Реализационная стоимость молока за период опыта от одной коровы (дополнительная прибыль), руб.	-	13,2	14,85
Превышение стоимости израсходованных кормов на 1 голову в сутки (75 дней исследований) над контрольной группой, руб.	-	9	18
Получено дополнительной прибыли в расчете на 1 рубль затрат за счет дополнительного молока, руб.	-	1,5	0,80

Установлено, что замена рапсового жмыха на гранулированный 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% гранулированного люпина позволило получить дополнительную прибыль на 1 голову во 2-й опытной группе – 13,2 руб. и в 3-й опытной группе – 14,85 руб. Это способствовало получению максимальной дополнительной прибыли в расчете на 1 рубль затрат соответственно на 1,5 и на 0,80 рублей.

Заключение. В результате проведенного научно-хозяйственного опыта установлена эффективная доза применения люпина, прошедшего гранулирование, в кормлении коров в основной период лактации, которая составила 30%. Использование в рационах коров гранулированного люпина способствует увеличению потребления сухого вещества в рационе на 1,8%, обменной энергии – на 1,4%, сырого протеина – на 3,7%, сырой клетчатки – на 7,0% и получению дополнительной прибыли на 1 голову – 14,85 руб. за 75 дней опыта.

Conclusion. As a result of the conducted scientific and economic experiment, the effective dose of pelleted lupine in feeding cows during the main period of lactation was established: 30%. The use of pelleted lupine in cow diets contributes to an increase in dry matter intake in the diet by 1.8%, metabolizable energy by 1.4%, crude protein by 3.7%, crude fiber by 7.0% and an additional profit per head of 14.85 rubles over 75 days of the experiment.

Список литературы.

1. Адаптивные технологии кормления лактирующих коров / С. Ю. Агапов, Е. А. Липова, С. В. Чехранова, П. А. Шевченко // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2019. – № 1. – С. 112–114.
2. 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. – Жодино : НПЦ НАН Беларуси по животноводству, 2018. – Т. 1. – С. 197–207.
3. Использование шнековых пресс-экструдеров в кормопроизводстве / С. А. Макаров, А. В. Данилин, А. С. Паницков [и др.] // Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники : материалы XXXVII Международной научно-технической конференции имени В.В. Михайлова, Саратов, 15–16 мая 2024 года. – Саратов : Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова, 2024. – С. 216–222.
4. Карпеня, М. М. Молочное дело : учебник для студентов учреждений высшего образования по специальности «Зоотехния» / М. М. Карпеня, В. Н. Подрез, В. И. Шляхтун. – Минск : ИВЦ Минфина, 2023. – 303 с.
5. Малышкина, Ю. С. Сравнительная экономическая оценка перспективных сортообразцов белого и желтого люпина / Ю. С. Малышкина, Т. Л. Хроменкова // Земледелие и растениеводство. – 2022. – № 1. – С. 6–10.
6. Местные источники кормового белка в кормлении дойных коров / В. К. Пестис, А. А. Сехин, В. Н. Сурмач, В. Г. Гурский // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сборник научных статей по материалам XX Международной научно-практической конференции (Гродно, 19,11 мая 2017 года) : ветеринария, зоотехния / Гродненский государственный аграрный университет. – Гродно, 2017. – С. 219–220.
7. Обмен веществ и продуктивность ремонтных телок при скормливании зерна рапса и люпина / В. Ф. Радчиков, В. К. Гуринов, В. А. Трокоз [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. – 2016. – Т. 51, № 2. – С. 30–39.
8. Пресс-грануляторы, технические особенности, влияние гранулирования на качественные показатели корма / Д. А. Благоев, С. В. Митрофанов, Н. С. Панферов [и др.] // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2020. – Т. 9. – С. 57–66.
9. Сорокин, А. Е. Влияние люпина на биохимические показатели крови животных / А. Е. Сорокин, В. И. Руцкая // Эффективное животноводство. – 2021. – № 1 (167). – С. 100–102.
10. Эффективность использования премикса в рационе высокопродуктивных коров в период раздоя / М. М. Карпеня, В. Н. Подрез, Д. А. Орехов [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2024. – Т. 60, вып. 2. – С. 82–85. – DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-82-85.
11. 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. – 272 с.

References.

1. Adaptivnye tekhnologii kormleniya laktiruyushchih korov / S. YU. Agapov, E. A. Lipova, S. V. ChEkhranova, P. A. Shevchenko // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – № 1. – S. 112–114.
2. Besarab, G. V. Ekstrudirovannyj lyupin v kormlenii molodnyaka krupnogo rogatogo skota / G. V. Besarab, V. F. Radchikov, A. M. Antonovich // Zootekhnicheskaya nauka Belarusi : sbornik nauchnyh trudov. – ZHodino : NPC NAN Belarusi po zhivotnovodstvu, 2018. – T. 1. – S. 197–207.
3. Ispol'zovanie shnekovyh press-ekstruderov v kormoproizvodstve / S. A. Makarov, A. V. Danilin, A. S. Panickov [i dr.] // Problemy ekonomichnosti i ekspluatatsii avtotraktornoj tekhniki : materialy XXXVII Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii imeni V.V. Mihajlova, Saratov, 15–16 maya 2024 goda. – Saratov : Saratovskij gosudarstvennyj universitet genetiki, biotekhnologii i inzhenerii im. N.I. Vavilova, 2024. – S. 216–222.
4. Karpenya, M. M. Molochnoe delo : uchebnik dlya studentov uchrezhdenij vysshego obrazovaniya po special'nosti «Zootekhnika» / M. M. Karpenya, V. N. Podrez, V. I. Shlyahyunov. – Minsk : IVC Minfina, 2023. – 303 s.
5. Malyshkina, YU. S. Sravnitel'naya ekonomicheskaya ocenka perspektivnyh sortoobrazcov belogo i zhyol'togo lyupina / YU. S. Malyshkina, T. L. Hromenkova // Zemledelie i rastenievodstvo. – 2022. – № 1. – S. 6–10.
6. Mestnye istochniki kormovogo belka v kormlenii dojnyh korov / V. K. Pestis, A. A. Sekhin, V. N. Surmach, V. G. Gurskij // Sovremennye tekhnologii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva : sbornik nauchnyh statej po materialam

XX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (Grodno, 19,11 maya 2017 goda) : veterinariya, zootekhnika / Grodnenskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. – Grodno, 2017. – S. 219–220.

7. Obmen veshchestv i produktivnost' remontnykh telok pri skarmivanii zerna rapsa i lyupina / V. F. Radchikov, V. K. Gurin, V. A. Trokoz [i dr.] // Zootehnicheskaya nauka Belarusi. – 2016. – T. 51, № 2. – S. 30–39.

8. Press-granulyatory, tekhnicheskie osobennosti, vliyaniye granulirovaniya na kachestvennyye pokazateli korma / D. A. Blagov, S. V. Mitrofanov, N. S. Panferov [i dr.] // Kormleniye sel'skokozyajstvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo. – 2020. – T. 9. – S. 57–66.

9. Sorokin, A. E. Vliyaniye lyupina na biokhimicheskiye pokazateli krovi zhivotnykh / A. E. Sorokin, V. I. Ruckaya // Effektivnoye zhivotnovodstvo. – 2021. – № 1 (167). – S. 100–102.

10. Effektivnost' ispol'zovaniya premiksa v racione vysokoproduktivnykh korov v period razdoya / M. M. Karpenya, V. N. Podrez, D. A. Orekhov [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny». – 2024. – T. 60, vyp. 2. – S. 82–85. – DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-82-85.

11. Effektivnost' ispol'zovaniya essentsial'nykh mineral'nykh elementov i vitaminov v kormlenii krupnogo rogatogo skota i molochnykh koz : monografiya / I. V. Brylo, N. S. YAKOVCHIK, M. M. Karpenya [i dr.] ; Belorusskiy gosudarstvennyy agrarnyy tekhnicheskii universitet. – Minsk : BGATU, 2023. – 272 s.

Поступила в редакцию 10.06.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-3-134-139

УДК 638.124.2

УРОВЕНЬ ЭКСПРЕССИИ ВАРРОА-ЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ ГИГИЕНЫ (VSH) КАК ФАКТОР ЕСТЕСТВЕННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПЧЕЛ К КЛЕЩУ И ИХ ЭКСТЕРЬЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

*Рудак А.Н. ORCID ID 0009-0002-9971-8794, *Зяц О.В. ORCID ID 0000-0002-6591-0553, **Никитенко М.М.

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

**Пчеловод, Могилевская область, д. Медведовка, Республика Беларусь

В статье изучен поведенческий механизм устойчивости к варроатозу - гигиена, чувствительная к варроа (VSH). Ключевым практическим результатом исследования стало установление прямой сопряженности между экспрессией данного признака и естественной устойчивостью пчел к паразиту. Обнаружена выраженная обратная зависимость: максимальный уровень заклещеванности зафиксирован в группе с низким уровнем гигиенического поведения (1,00%), тогда как у высокогигиенических пчелосемей пораженность клещом Varroa оказалась минимальной и составила 0,14%. В свою очередь, пчелы с высоким уровнем варроа-чувствительной гигиены являются крупными рабочими особями с достоверно большей шириной 3-го тергита брюшка и правого переднего крыла, что может служить дополнительным маркером при селекционном отборе. **Ключевые слова:** гигиеническое поведение, варроа-чувствительная гигиена (VSH), морфометрические признаки, устойчивость.

THE LEVEL OF EXPRESSION OF VARROA-SENSITIVE HYGIENE (VSH) AS A FACTOR OF NATURAL RESISTANCE OF BEES TO THE MITES AND THEIR EXTERIOR FEATURES

*Rudak A.N., *Zayats O.V., **Nikitenko M.M.

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

**Beekeeper, Mogilev region, Medvedovka village, Republic of Belarus

This article examines a behavioral trait for Varroa resistance—varroa-sensitive hygiene (VSH). The key practical result of the study was the establishment of a direct correlation between the expression of the Varroa-sensitive hygiene (VSH) trait and the natural resistance of bees to the parasite. A pronounced inverse relationship was found: the highest mite infestation rate was recorded in the group with low hygiene behavior (1.00%), while in highly hygienic colonies, Varroa mite infestation was minimal, at 0.14%. Bees with high Varroa-sensitive hygiene are larger workers with a significantly larger width of the third abdominal tergite and right forewing, which can serve as an additional marker for selection. **Keywords:** hygiene behavior, Varroa-sensitive hygiene (VSH), morphometric traits, resistance.

Введение. Западная медоносная пчела *Apis mellifera* является одним из наиболее ценных опылителей в мире. В последние несколько десятилетий отмечается увеличение гибели пчелиных семей, в основном в Северном полушарии, возможно, в результате растущего числа взаимодействующих угроз, таких как пестициды, вредители и патогены. Среди паразитарных угроз инвазивный клещ *Varroa destructor* часто определяется как основная макробиотическая причина гибели колоний *A. mellifera* во многих регионах. Этот паразит происходит из Юго-Восточной Азии и переместился со своего первоначального хозяина, *Apis cerana*, на *A. mellifera* в начале двадцатого века, когда последний был занесен на российский Дальний Восток. Паразит быстро распространился по всему миру благодаря глобализированной торговле матками и роями

A. mellifera. В глобальном масштабе лишь немногие районы, включая Австралию, некоторые регионы Северной Европы до сих пор считаются свободными от клещей *V. destructor* и, следовательно, защищенными от пагубного воздействия паразита. Клещ *V. destructor* не смертелен для *A. cerana* из-за козволюции хозяина и паразита. В отличие от этого, у *A. mellifera* паразит поражает как трутневый расплод, так и более устойчивый расплод рабочих особей (нерепродуктивных самок), что впоследствии приводит к высокому уровню заражения. Таким образом, значительная часть пчелосемей ослабляется из-за питания и переноса патогенов материнского клеща и его потомства. После выхода из ячеек инвазированные особи не способны к полноценной жизнедеятельности или они погибают преждевременно, что препятствует нормальному функционированию и росту пчелосемьи [1, 2].

Пчеловоды используют различные подходы для снижения заражения своих пчел клещами варроа. Наиболее часто рекомендуемым методом лечения является использование лечебных полосок, покрытых синтетическими акарицидами. К сожалению, во всем мире наблюдается развитие устойчивости к этим препаратам у популяций клещей варроа, а остатки акарицидов, как было установлено, загрязняют продукты пчеловодства. Кроме того, действие этих пестицидов негативно сказывается на здоровье пчел, а также устраняет селективное давление естественного заражения клещами, предотвращая козволюционные процессы, ведущие к стабильным взаимоотношениям хозяин-паразит.

Альтернативная стратегия, разрабатываемая в рамках программ разведения, основанных на количественной генетике, заключается в отборе наследственных признаков, обеспечивающих устойчивость или толерантность к варроатозу. Признаки, представляющие интерес для генетического отбора, – это, прежде всего, поведенческие защитные механизмы [3].

Чувствительная к Варроа гигиена (VSH) – это биологическая защита, при которой пчелы обнаруживают зараженные ячейки расплода, открывают их и удаляют зараженную куколку вместе с клещами.

Фенотипическое проявление признака варроа-чувствительной гигиены основано на сложном взаимодействии обоняния, механического тестирования и генетической предрасположенности пчелы. Основным механизмом распознавания реализуется через восприятие химических сигналов. Улавливая микроконцентрации летучих органических соединений (ЛОС), диффундирующих через пористую восковую крышку, используя свои антенны, рабочие особи формируют специфический «хемосенсорный профиль» каждой сотовой ячейки. Это позволяет им осуществлять неинвазивный скрининг запечатанного расплода в темноте ульевого пространства. Трофическая активность клеща варроа на куколке, который перфорирует ее кутикулу, питаясь гемолимфой и жировым телом, вызывает у нее системный иммунный ответ. В результате высвобождается гормон стресса β -оцимен. В открытом расплоде данное вещество выполняет функцию алломона, регулирующего частоту кормления личинок, однако в герметично закрытой ячейке оно воспринимается как маркер острого физиологического стресса [4].

Пчелы с фенотипом VSH обладают повышенной хеморецепторной чувствительностью не только к метаболитам пораженной куколки, но и к химическим следам самого клеща. В ограниченном пространстве ячейки накапливаются продукты жизнедеятельности клеща и летучие фракции его кутикулярных углеводов. Кроме того, специфические летучие соединения, образующиеся при спаривании клещей (в частности, фракции жирных кислот и их эфиров), эффективно распознаются пчелами, обладающими варроа-чувствительностью [5].

Понимание этих механизмов открывает широкие возможности для направленной селекции. Актуальным вопросом является поиск фенотипических маркеров, сопряженных с экспрессией поведенческих признаков. Совместное изучение этологических реакций и экстерьерных параметров может помочь выявить корреляционные связи между морфометрическими признаками рабочих особей и их способностью к эффективному очищению от паразита. В связи с этим возникает необходимость оценки проявления признака VSH и экстерьерных особенностей пчелиных семей для выявления возможных морфологических индикаторов их устойчивости.

Цель исследований - фенотипическая оценка варроа-чувствительной гигиены и изучение морфометрических признаков пчелиных семей локальных популяций как критериев их устойчивости к варроатозу.

Материалы и методы исследований. Экспериментальная часть работы была выполнена летом 2025 года на пасеке пчеловода Никитенко М.М., расположенной в деревне Медведовка Могилевской области.

Гигиенические испытания проводились двукратно, вне периода главного медосбора (в июле - августе 2025 года). Объектом исследований служили 26 пчелиных семей породы Бакфаст, содержащихся в одинаковых условиях ухода, содержания и кормления.

Гигиеническое поведение пчел, чувствительное к клещу Варроа (Varroa Sensitive Hygiene - VSH), оценивали по интенсивности удаления рабочими особями печатного расплода, предварительно замороженного жидким азотом. Оценка проводилась путем учета изменения

количества запечатанных ячеек до и после пребывания соторамок в пчелосемьях на каждом этапе исследования. В связи с биологическими особенностями размещения расплода, площадь тестовых участков варьировала от 130 до 166 ячеек, что обеспечило объем выборки (не менее 100 ячеек на семью), гарантирующий высокую достоверность индивидуальных показателей гигиенического поведения. Подсчет количества удаленных мертвых личинок в каждой исследуемой области осуществляли путем анализа парных фотографий, фиксирующих состояние сота в нулевой момент времени и через 24 часа. Эффективность удаления оценивали по числу очищенных ячеек на итоговом снимке, выражая данный показатель в процентах от общего количества расплода на исходной фотографии по формуле:

$$X = ((N \text{ всего} - N \text{ неочищ}) / N \text{ всего}) \times 100, \text{ где} \quad (1)$$

$N \text{ всего}$ – общее количество запечатанных ячеек на участке в исходный момент времени

$N \text{ неочищ}$ – количество оставшихся неочищенных ячеек через 24 часа.

На основе полученных результатов экспериментальные колонии были классифицированы по степени выраженности признака на 3 группы. К группе с высоким уровнем гигиенического поведения относили семьи, у которых показатели удаления убитого расплода превышали 80,0%, к группе со средним уровнем – от 60,0% до 79,9%, а к группе с низким уровнем – те, у которых за 24 часа удалялось менее 59,9% расплода.

На следующем этапе работы, после проведения этологических тестов и дифференциации пчелосемей, осуществляли оценку морфометрических признаков пчел по методу, предложенному Г.А. Кожевниковым, доработанному В.В. Алпатовым в современном изложении НИИ пчеловодства [6].

Исследование степени заклещеванности пчелиных семей эктопаразитом *Varroa destructor* проводили по общепринятым в пчеловодстве стандартным методикам с использованием метода смыва паразитов моющим средством [7]. Пробы рабочих пчел в количестве 200 штук отбирали из центральной расплодной зоны гнезда. Степень инвазии рассчитывали по формуле:

$$X = (N \text{ кл} / N \text{ пч}) \times 100, \text{ где} \quad (2)$$

$N \text{ кл}$ – общее количество обнаруженных в пробе клещей, шт.

$N \text{ пч}$ – общее количество пчел в исследуемой пробе, шт.

Статистическую обработку результатов исследований проводили методами вариационной статистики с построением вариационных рядов по общепринятым методикам биометрического анализа [8]. Для характеристики исследуемых признаков рассчитывали среднее арифметическое значение (M), ошибку средней арифметической (m) и коэффициент вариации (C_v , %). Достоверность различий между экспериментальными группами пчелиных семей оценивали с помощью t – критерия Стьюдента. Вычисления выполняли в программе MS Excel.

Результаты исследований. По результатам проведенного исследования экспериментальная популяция пчелиных семей была дифференцирована на три группы по уровню экспрессии гигиенического поведения (таблица 1).

Таблица 1 - Распределение исследованных пчелиных семей по уровню гигиенического поведения (N=26)

Уровень гигиенического поведения	Границы интервала (% очистки)	Среднее значение, %	Кол-во, шт.	%
Низкий	40,0-59,9	50,0	4	15,4
Средний	60,0-79,9	70,0	4	15,4
Высокий	80,0-100,0	90,0	18	69,2
Итого:			26	100,0

Согласно построенному вариационному ряду, к группе с низким уровнем гигиены (в пределах интервала от 40,0% до 59,9%) были отнесены 4 пчелосемьи, что составило 15,4% от общей выборки. К семьям со средним уровнем - от 60,0% до 79,9% (4 семьи, или 15,4%). Абсолютное большинство исследованных пчелиных семей (18 колоний, или 69,2%) продемонстрировало высокий уровень гигиенического поведения, удалив от 80,0% до 100,0% замороженного расплода за 24-часовой интервал экспозиции.

Количественная оценка эффективности очистки и сопутствующий уровень пораженности пчелосемей клещом *Varroa* в разрезе выделенных групп представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Эффективность очистки ячеек и заклещеванность пчелосемей с различным уровнем варроа-чувствительной гигиены

Группа пчелосемей по уровню гигиенического поведения	Количество семей (n)	Средняя эффективность очистки в тесте №1, %	Средняя эффективность очистки в тесте №2, %	Средний процент очистки ячеек через 24 ч., %	Заклещеванность, %
Низкий (40-59,9%)	4	52,25±4,31*	44,00±2,68**	48,25±3,50**	1,00
Средний (60-79,9%)	4	70,75±3,09	66,25±3,33	68,25±2,43*	0,75
Высокий (80-100%)	18	93,89±1,43*	94,50±1,27*	94,28±1,23*	0,14
По всей популяции	26	83,92±3,46	82,38±4,08	83,23±3,64	0,37

Примечания: здесь и далее различия достоверны при * – $P \leq 0,05$, ** – $P \leq 0,01$, *** – $P \leq 0,001$.

Средняя эффективность очистки ячеек по всей популяции в тесте №1 составила 83,92±3,46%, в тесте №2 – 82,38±4,08%. Проведенный статистический анализ выявил достоверные различия между экспериментальными группами. Пчелосемьи с высоким уровнем варроа-чувствительной гигиены достоверно превосходили средние показатели по всей популяции как в тесте №1 (93,89±1,43% при $P \leq 0,05$), так и в тесте №2 (94,50±1,27% при $P \leq 0,05$), а пчелосемьи с низким уровнем имели достоверно более низкие показатели очистки в тесте №1 (52,25±4,31% при $P \leq 0,05$) и в тесте №2 (44,00±2,68% при $P \leq 0,01$). Итоговый средний процент очистки ячеек за 24 часа составил 83,23±3,64%. Группа с низким уровнем показала статистически значимое снижение эффективности очистки до 48,25±3,50% ($P \leq 0,01$), в то время как группа с высоким уровнем гигиенического поведения очистила 94,28±1,23% ячеек ($P \leq 0,05$) по сравнению со средними показателями по всей популяции. Полученные результаты доказывают, что экспрессия варроа-чувствительного гигиенического поведения является стабильным этологическим признаком пчелиной семьи, а используемая схема тестирования обладает высокой степенью надежности и воспроизводимости результатов.

В ходе исследования была проанализирована взаимосвязь между гигиеническим поведением пчел (VSH) и степенью их поражения клещом *Varroa destructor*. Установлена строгая обратная зависимость инвазированности пчелосемей клещом *Varroa destructor* и интенсивности очистки ячеек. В группе с максимальным уровнем очистки зафиксировано минимальное поражение паразитом – 0,14% по сравнению с низко- и среднегигиеничными группами, где процент заклещеванности составил 1,00% и 0,75% соответственно. Расчет линейного коэффициента корреляции показал значение $r = -0,44$ ($P < 0,05$), что указывает на статистически значимую умеренную обратную связь. Отрицательный характер зависимости доказывает биологическую эффективность очистительного поведения: интенсивность очищения гнезда пчелиной семьей напрямую способствует снижению уровня заклещеванности.

На следующем этапе исследований был проведен комплексный анализ, направленный на выявление взаимосвязи между уровнем VSH пчелиных семей и морфометрическими признаками рабочих особей, позволяющий оценить влияние экстерьерного профиля на проявление этого компонента социального иммунитета пчелосемьи. Оценка экстерьерных особенностей исследуемых групп пчел по основным показателям представлена в таблице 3.

Таблица 3 - Морфометрические показатели хоботка, брюшка и крыла рабочих пчел в группах с различным уровнем гигиенического поведения

Группа пчелосемей по уровню гигиенического поведения	Кол-во семей / кол-во пчел, n	Длина хоботка, мм		Длина 3-го тергита брюшка, мм		Ширина 3-го тергита брюшка, мм		Длина переднего крыла, мм		Ширина переднего крыла, мм	
		M±m	Cv	M±m	Cv	M±m	Cv	M±m	Cv	M±m	Cv
Низкий (40-59,9%)	4/120	6,42±0,012	1,99	2,27±0,006	2,67	4,89±0,012	2,57	9,33±0,013	1,49	3,18±0,006	1,96
Средний (60-79,9%)	4/120	6,38±0,012	1,89	2,24±0,008	3,42	4,83±0,014*	2,94	9,29±0,014	1,56	3,20±0,006	2,08
Высокий (80-100%)	18/540	6,39±0,007	2,43	2,26±0,003	2,95	4,93±0,008*	3,51	9,34±0,010	2,31	3,20±0,003*	2,37
По всей популяции	26/780	6,40±0,006	2,22	2,26±0,003	2,92	4,90±0,007	3,28	9,33±0,008	1,93	3,19±0,003	2,24

Сопоставление полученных данных показало, что рабочие особи всех исследованных групп характеризуются высокой однородностью и стабильностью основных морфометрических признаков. При оценке длины хоботка установлено, что максимальные значения данного признака характерны для особей из группы с низким уровнем варроа-чувствительной гигиены ($6,42 \pm 0,012$ мм). У пчел со средним уровнем зафиксировано снижение длины хоботка до минимальных значений - $6,38 \pm 0,012$ мм, в то время как у высокогигиеничных семей показатель установился на уровне $6,39 \pm 0,007$ мм (различия между группами не имеют статистической достоверности). Необходимо отметить, что длина хоботка характеризуется минимальным коэффициентом вариации ($C_v = 1,89-2,43\%$), что указывает на высокую консолидацию данного признака в исследуемой популяции.

При анализе длины 3-го тергита брюшка установлено, что показатели высокогигиеничных пчел ($2,26 \pm 0,003$ мм) полностью соответствуют среднему значению по популяции ($2,26 \pm 0,003$ мм). Максимальные значения признака отмечены в группе с низким уровнем гигиены ($2,27 \pm 0,006$), а минимальные – в группе со средним уровнем ($2,24 \pm 0,008$ мм). Данные отклонения не имеют статистической значимости, однако указывают на определенную биологическую тенденцию. Коэффициент вариации во всех группах оставался низким ($C_v = 2,67-3,42\%$).

Характерно, что по ширине 3-го тергита рабочие особи со средним уровнем гигиенического поведения уступали остальным группам, демонстрируя минимальное значение $4,83 \pm 0,014$ мм, разница со средним значением по популяции достоверна на первом уровне значимости ($P \leq 0,05$). Напротив, пчелы из группы с высоким проявлением VSH-поведения (80-100%) характеризовались наиболее развитым брюшком, достоверно превосходя средние популяционные значения по ширине 3-го тергита $4,93 \pm 0,008$ мм ($P \leq 0,05$). Коэффициент вариации размеров тергита оставался на уровне $2,57-3,51\%$.

Средняя длина переднего крыла варьировала от $9,29 \pm 0,014$ мм (в группе со средним уровнем VSH) до $9,34 \pm 0,010$ мм (в группе с высоким уровнем VSH) при среднем популяционном значении $9,33 \pm 0,008$ мм, коэффициент вариации - $1,49-2,31\%$. При анализе ширины переднего крыла, установлено, что у пчел из высокогигиеничных семей (80,0-100,0%) зафиксировано достоверное увеличение ширины крыла до $3,20 \pm 0,003$ мм ($P \leq 0,05$) по сравнению со средним значением по всей популяции ($3,19 \pm 0,003$ мм). Наряду с установленным ранее увеличением ширины 3-го тергита брюшка это указывает на то, что высокий уровень варроа-чувствительной гигиены характерен для более крупных и физически развитых рабочих особей.

Для более детального анализа было проведено изучение линейных параметров переднего крыла рабочих особей (таблица 4).

Таблица 4 – Линейные параметры переднего крыла рабочих пчел в группах с различным уровнем гигиенического поведения

Группа пчелосемей по уровню гигиенического поведения	Кол-во семей / кол-во пчел, n	Кубитальный индекс, %		Гантельный индекс, усл. ед.		Дискоидальное смещение, %		
		M $\pm$ m	Cv	M $\pm$ m	Cv	отрицательное	нулевое	положительное
Низкий (40-59,9%)	4/120	40,27 $\pm$ 0,577	14,96	0,99 $\pm$ 0,006	6,54	8,30	24,2	67,50
Средний (60-79,9%)	4/120	41,27 $\pm$ 0,736	18,62	1,02 $\pm$ 0,006	6,61	0,80	7,50	91,70
Высокий (80-100%)	18/540	40,87 $\pm$ 0,293	16,09	1,00 $\pm$ 0,003*	7,65	2,21	21,80	75,90
По всей популяции	26/780	40,84 $\pm$ 0,284	16,04	1,01 $\pm$ 0,003	6,50	2,90	20,00	77,10

Анализ индексных характеристик переднего крыла показал неоднозначные результаты. Так, кубитальный индекс во всех опытных группах находился в пределах 40,27-41,27%. Отсутствие статистически значимых различий и высокая степень изменчивости признака ($C_v = 14,96-18,62\%$) указывают на отсутствие взаимосвязи данного параметра с проявлением варроа-чувствительной гигиены у пчелиных семей.

В исследуемой популяции отмечено доминирование положительного дискоидального смещения, частота встречаемости которого составила 77,10%. Пчелы с низким уровнем VSH-поведения имели максимальную долю отрицательного (8,30%) и минимальную долю положительного дискоидального смещения (67,50%). В группе со средним уровнем гигиенического поведения зафиксирован сдвиг в сторону положительного дискоидального смещения, частота встречаемости которого достигла 91,70%, при минимальных значениях нулевого (7,50%) и отрицательного (0,80%). Высокогигиеничная группа оказалась наиболее сбалансированной и близкой к общим показателям по популяции (75,9% положительного и 21,80% нулевого смещения),

что указывает на сохранение адаптивного оптимума у пчел с максимальным уровнем варроа-чувствительной гигиены.

Заключение. Рабочие пчелы из высокогигиеничных пчелосемей (80,0-100,0%) характеризуются наилучшим развитием морфометрических параметров тела. Для них характерно достоверное увеличение ширины 3-го тергита брюшка до $4,93 \pm 0,008$ мм ($P \leq 0,05$) и ширины правого переднего крыла до $3,20 \pm 0,003$ мм ($P \leq 0,05$). Данные показатели могут служить косвенными маркерными ориентирами при селекции.

Пчелосемьи с высоким уровнем VSH-активности (80,0-100,0%) показали снижение уровня заклещеванности до минимального значения 0,14%, что ниже в 7 раз показателя низкогигиеничной группы (1,00%).

Таким образом, высокая экспрессия варроа-чувствительной гигиены (более 80,0% очистки за сутки) является эффективным механизмом сдерживания численности популяции паразита *Varroa destructor*.

Conclusion. Worker bees from high-hygiene colonies (80,0-100,0%) exhibit the best development of body morphometric parameters. They exhibit a significant increase in the width of the third abdominal tergite to 4.93 ± 0.008 mm ($P \leq 0.05$) and the width of the right forewing to 3.20 ± 0.003 mm ($P \leq 0.05$). These parameters can serve as indirect markers for selection.

Columbias with high levels of VSH activity (80,0-100,0%) showed a reduction in mite infestation to a minimum of 0.14%, which is seven times lower than the low-hygiene group (1.00%).

Thus, high levels of Varroa-sensitive hygiene (more than 80,0% cleaning per day) are effective in controlling the *Varroa destructor* parasite population.

Список литературы.

1. Guichard, M. Advances and perspectives in selecting resistance traits against the parasitic mite *Varroa destructor* in honey bees / M. Guichard // *Genetics Selection Evolution*. – 2020. – Vol. 52, № 1. – P. 1–22.
2. Lefebvre, R. Population-wide modelling reveals prospects of marker-assisted selection for parasitic mite resistance in honey bees / R. Lefebvre // *Scientific reports*. – 2024. – Vol. 14, № 1. – Art. 7866. – P. 1–13. – DOI: 10.1038/s41598-024-58596-5.
3. Morin, M.-L. Mite non-reproduction, recapping behavior, and hygienic behavior (freeze-kill method) linked to *Varroa destructor* infestation levels in selected *Apis mellifera* colonies / M.-L. Morin, P. Giovenazzo // *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. – 2023. – Vol. 35, № 6. – P. 655–663.
4. Maisonnasse, A. E-b-Ocimene, a Volatile Brood Pheromone Involved in Social Regulation in the Honey Bee Colony (*Apis mellifera*) / A. Maisonnass // *PLoS ONE*. – 2010. – Vol. 5, № 10. – P. 1–6. – doi:10.1371/journal.pone.0013531.
5. Zhao, Q. Varroa Volatiles Offer Chemical Cues to Honey Bees for Initial Parasitic Recognition / Q. Zhao // *Biomolecules*. – 2025. – Vol. 15, № 1. – P. 1–12. – doi.org/10.3390/biom15010066.
6. Морфометрическая и молекулярно-генетическая характеристика популяций медоносных пчел Витебской области / А. Н. Рудак, О. В. Заяц, Ан. Н. Рудак, А. А. Галиновский // *Ученые записки учреждения образования Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины*. – 2026. – Т. 62, № 1. – С. 71–76. – DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-1-71-76. – EDN SILJRS.
7. Standard methods for varroa research / V. Dietemann [et al.] // *Journal of Apicultural Research*. – 2013. – Vol. 52, № 1. – P. 1–54. – doi.org/10.3896/IBRA.1.52.1.09.
8. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – 3-е изд., испр. и доп. – Минск : Высшая школа, 1973. – 320 с.

References.

1. Guichard, M. Advances and perspectives in selecting resistance traits against the parasitic mite *Varroa destructor* in honey bees / M. Guichard // *Genetics Selection Evolution*. – 2020. – Vol. 52, № 1. – P. 1–22.
2. Lefebvre, R. Population-wide modelling reveals prospects of marker-assisted selection for parasitic mite resistance in honey bees / R. Lefebvre // *Scientific reports*. – 2024. – Vol. 14, № 1. – Art. 7866. – P. 1–13. – DOI: 10.1038/s41598-024-58596-5.
3. Morin, M.-L. Mite non-reproduction, recapping behavior, and hygienic behavior (freeze-kill method) linked to *Varroa destructor* infestation levels in selected *Apis mellifera* colonies / M.-L. Morin, P. Giovenazzo // *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. – 2023. – Vol. 35, № 6. – P. 655–663.
4. Maisonnasse, A. E-b-Ocimene, a Volatile Brood Pheromone Involved in Social Regulation in the Honey Bee Colony (*Apis mellifera*) / A. Maisonnass // *PLoS ONE*. – 2010. – Vol. 5, № 10. – P. 1–6. – e13531. doi:10.1371/journal.pone.0013531.
5. Zhao, Q. Varroa Volatiles Offer Chemical Cues to Honey Bees for Initial Parasitic Recognition / Q. Zhao [et al.] // *Biomolecules*. – 2025. – Vol. 15, № 1. – P. 1–12. – doi.org/10.3390/biom15010066.
6. Морфометрическая и молекулярно-генетическая характеристика популяций медоносных пчел Витебской области / А. Н. Рудак, О. В. Заяц, Ан. Н. Рудак, А. А. Галиновский // *Ученые записки учреждения образования Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины*. – 2026. – Т. 62, № 1. – С. 71–76. – DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-1-71-76. – EDN SILJRS.
7. Standard methods for varroa research / V. Dietemann [et al.] // *Journal of Apicultural Research*. – 2013. – Vol. 52, № 1. – P. 1–54. – doi.org/10.3896/IBRA.1.52.1.09.
8. Rokickij, P. F. Biologicheskaya statistika / P. F. Rokickij. – 3-e izd., ispr. i dop. – Minsk : Vyshejschaya shkola, 1973. – 320 s.

Поступила в редакцию 17.07.2026.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИФИДОБАКТЕРИЙ (ШТАММ МС-42) ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ТЕЛЯТ В МОЛОЧНЫЙ ПЕРИОД

*Токарев В.С., **Жучаев К.В.

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

**Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск, Российская Федерация

Обогащение рационов комплексом биологически активных веществ является простой и в то же время эффективной возможностью повысить продуктивность сельскохозяйственных животных в целом и молодняка крупного рогатого скота в частности.

*В связи с этим была проведена оценка влияния пробиотической кормовой добавки штамма *Bifidobacterium adolescentis* МС-42 на физиологическое состояние и продуктивность молодняка крупного рогатого скота в молочный период.*

*Установлено, что использование жидкого концентрата бифидобактерий штамма МС-42 способствует нормализации процессов пищеварения телят в первые декады молочного периода, повышает переваримость органического вещества рациона на 4,48% ($P<0,05$), увеличивает среднесуточный прирост телят на 13,9% ($P<0,05$) и снижает на 12,42% расхода энергии на 1 кг прироста, что составляет 37,4 МДж. **Ключевые слова:** телята, молочный период, физиологическое состояние, продуктивность, концентрат бифидобактерий.*

USE OF BIFIDOBACTERIA (STRAIN MS-42) WHEN RAISING CALVES DURING THE MILK PERIOD

*Tokarev V.S., **Zhuchayev K.V.

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

**Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russian Federation

Enriching diets with a complex of biologically active substances is a simple and at the same time effective opportunity to increase the productivity of farm animals in general, and young cattle in particular.

*In this regard, the influence of the probiotic feed additive *Bifidobacterium adolescentis* strain MS-42 on the physiological state and productivity of young cattle during the milk period was assessed.*

*It has been established that the use of a liquid concentrate of bifidobacterium strain MS-42 helps to normalize the digestive processes of calves in the first decades of the dairy period, increases the digestibility of organic matter in the diet by 4.48% ($P<0.05$), increases the average daily gain of calves by 13.9% ($P<0.05$) and reduces energy consumption per 1 kg of gain by 12.42%, which is 37.4 MJ. **Keywords:** calves, milk period, physiological state, productivity, bifidobacterium concentrate.*

Введение. В условиях высокоинтенсивного животноводства, независимо от конкретной отрасли, применение разнообразных балансирующих добавок становится практически незаменимым. Эти факторы благотворно влияют на поддержание здоровья и повышение устойчивости животных к заболеваниям, а также обеспечивают более эффективную реализацию их генетической обусловленной продуктивности. Неадекватное и несбалансированное питание скота приводит к ряду негативных последствий, включая снижение их продуктивности, рост затрат корма на единицу продукции, а также повышенную уязвимость к различным заболеваниям. Реализация принципов научно обоснованного кормления предполагает наличие в рационе животных исключительно высококачественных, полноценных кормов и соответствующих кормовых добавок, корректирующих баланс питательных веществ [5].

Метабиотики представляют собой инновационные кормовые добавки, которые являются продуктами метаболизма микроорганизмов, полученными в процессе ферментации. Их применение в животноводстве имеет множество преимуществ, оказывая положительное воздействие на организм животных. Одним из ключевых аспектов использования метабиотиков является их способность улучшать пищеварение и усвоение питательных веществ. Они стимулируют рост полезных микроорганизмов в кишечнике, что способствует лучшему расщеплению кормов и более полному усвоению белков, жиров и углеводов. Это, в свою очередь, приводит к повышению продуктивности животных [10].

С помощью микробных препаратов в животноводстве повышается качество и использование кормов, ускоряется рост животных. Применение бактериальных препаратов экономически выгодно, так как повышается продуктивность животных, снижается себестоимость продукции и резко уменьшается число случаев заболеваний и падежа [12].

Пробиотические препараты нормализуют микробиоценоз желудочно-кишечного тракта, предотвращают развитие иммунного дефицита, оказывают положительное влияние на гематологические показатели крови и повышают общую резистентность организма животных [6].

Включение биоактивной добавки «Криптолайф-С» в рацион молодняка крупного рогатого скота повышает интенсивность роста (увеличение среднесуточных приростов) и улучшает конверсию корма. Добавка способствует лучшему усвоению питательных веществ, что приводит к повышению продуктивности (массы тела) при снижении затрат кормовых единиц на единицу продукции [4].

Скармливание бактериальных препаратов способствует развитию микробов-антагонистов патогенной кишечной микрофлоры, в результате чего кишечная микрофлора снижает свою вирулентность, повышается жизнестойкость и устойчивость телят к заболеваниям, улучшается общее развитие телят и увеличивается прирост их живой массы [9, 11]

Гамко Л.Н. с сотрудниками утверждают, что скармливание телятам до шестимесячного возраста пробиотических добавок «Басулифор» в сухой и жидкой формах, содержащих штаммы *Bacillus subtilis* и *Bacillus Licheniformis* при 14,7-10,7 МДж обменной энергии в 1 кг сухого вещества кормосмесей, входящих в состав рациона, оказало положительное влияние на продуктивность и морфобиохимические показатели крови [3].

Вербицкий А.А., Соболева Е.Р. и Велева Ю.Г. подтверждают, что применение в ветеринарии для профилактики и лечения при дисбиотических состояниях организма животных препарата «Биотерм», который содержит в своем составе метаболиты бифидобактерий, основными из которых являются аминокислоты и короткоцепочечные жирные кислоты, обеспечивает необходимые условия для формирования нормобиоценоза кишечника, здоровье животных и экономические выгоды [1].

Обогащение рационов комплексом биологически активных веществ является простой и в то же время эффективной возможностью повысить продуктивность сельскохозяйственных животных в целом и молодняка крупного рогатого скота в частности.

Одной из перспективных, на наш взгляд, пробиотических добавок является штамм *Bifidobacterium adolescentis* MC-42 – (грамотрицательная, анаэробная, не спорообразующая палочка), которая представляет собой живую культуру бифидобактерий, широко используемая в пробиотиках для коррекции дисбиозов. Он продуцирует ферменты (арабинофураногидролазу, α -галактозу, протеиназу) и белково-полисахаридный комплекс, обеспечивающие бифидогенный эффект. Кроме того, штамм MC-42 восстанавливает микрофлору, синтезирует витамины группы В и К, способствует усвоению кальция.

В связи с вышеприведенной проблемой мы провели исследования по скармливанию пробиотической добавки штамма MC-42 при выращивании молодняка крупного рогатого скота на мясо.

Целью исследований было изучение влияния жидкого концентрата бифидобактерий (штамм MC-42) на физиологическое состояние и продуктивность молодняка крупного рогатого скота в молочный период.

Для решения поставленной цели были определены следующие задачи:

- изучить переваримость питательных веществ рациона в связи с использованием концентрата бифидобактерий (штамм MC-42);
- определить влияние скармливания жидкого концентрата бифидобактерий на биохимический состав крови телят;
- установить влияние скармливания концентрата бифидобактерий на весовой рост молодняка крупного рогатого скота в молочный период;
- определить затраты кормов на 1 кг прироста при скармливании жидкого концентрата бифидобактерий.

Материалы и методы исследований. Для выполнения поставленных задач нами в производственных условиях проведен научно-хозяйственный опыт по скармливанию жидкого концентрата бифидобактерий (штамм MC-42) телятам черно-пестрой породы.

Для проведения научно-хозяйственного опыта по принципу пар-аналогов было подобрано 18 телят 11-дневного возраста со средней живой массой 34,9 кг, из которых сформировали 2 группы.

Опытом предусматривалось выращивание телят с 11-дневного до 6-месячного возраста по схеме кормления, обеспечивающей получение среднесуточного прироста на уровне 750–800 граммов, что соответствует нормам кормления молодняка крупного рогатого скота при выращивании на мясо.

Животные контрольной группы получали основной рацион и балансирующие минеральные подкормки, а телята опытной группы на фоне основного рациона вместе с молочными кормами получали по 3,5 мл препарата бифидобактерий в течение 21 дня.

Данные, характеризующие весовой рост животных, получали систематическим взвешиванием [7].

В основу опыта по переваримости питательных веществ рационов, баланса азота, кальция и фосфора положена методика М.Ф. Томмэ [13].

Проводя гематологические исследования, руководствовались методиками, изложенными в книге «Методы исследования кормов, органов и тканей животных» [8].

Биометрическую обработку цифрового материала проводили с помощью программного средства Microsoft Excel. Для выражения достоверности использовали среднюю арифметическую, стандартную ошибку средней арифметической ($M \pm m$), уровни значимости критерия достоверности, которые выражали $*$ – $P < 0,05$; $**$ – $P < 0,01$; $***$ – $P < 0,001$ [2].

Результаты исследований.

Кормление и содержание подопытных бычков. При проведении научно-хозяйственного опыта для всего подопытного поголовья были созданы одинаковые условия кормления, содержания и ухода. Телята содержались в типовом телятнике с оборудованной выгульной площадкой, которая была разделена на две части по числу групп животных.

В весенний период кормление осуществлялось в помещении, а в летний – на выгульной площадке. Содержание молодняка групповое, кормление трехкратное. Все работы по обслуживанию животных выполняли по установленному распорядку дня, принятому в хозяйстве.

Рационы животных уточнялись ежемесячно с учетом прироста живой массы и потребления кормов.

Выращивание животных приходилось на весенне-летний период, и кормление было организовано следующим образом: телята контрольной группы в весенний период (в течение 2-х месяцев) получали основной рацион, состоящий из цельного и снятого молока, комбикорма и сена, а в летний период (в течение 4-х месяцев) соответственно – снятое молоко, комбикорм и зеленую массу. Телята опытной группы на фоне основного рациона вместе с молочными кормами получали препарат бифидобактерий.

Суточную норму поваренной соли и минеральной подкормки телята получали дозированно в смеси с комбикормом. Кроме этого, в специально оборудованных кормушках находилась рассыпная поваренная соль, и телята имели свободный доступ к ней.

Дополнительно к рациону через день вместе с молочными кормами на протяжении 2-х мес. телята получали по 1 мл тривитамина (А, D, Е).

В наших исследованиях задаваемые рационы содержали необходимое количество питательных веществ для получения среднесуточного прироста на уровне 750-800 граммов. Однако, включение жидкого концентрата бифидобактерий в рацион телят опытной группы несколько повышало поедаемость животными сена, зеленой массы, концентратов и, как результат, повышалось общее потребление основных питательных веществ.

Использование жидкого концентрата бифидобактерий в рационе телят опытной группы не оказывало существенного влияния на концентрацию протеина, жира, клетчатки и БЭВ в единице сухого вещества. По энергетической ценности сухое вещество рационов контрольной и опытных групп было равноценно.

Переваримость и использование питательных веществ. С целью изучения влияния жидкого концентрата бифидобактерий на усвоение питательных веществ рационов 3-месячными телятами был проведен физиологический опыт (таблица 1).

Таблица 1 - Переваримость питательных веществ рационов подопытным молодняком ($M \pm m, \%$)

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Сухое вещество	78,56 $\pm$ 1,03	82,45 $\pm$ 0,98 *
Органическое вещество	80,33 $\pm$ 1,15	84,81 $\pm$ 1,14 *
Протеин	80,12 $\pm$ 1,62	82,11 $\pm$ 1,56
Жир	91,22 $\pm$ 1,94	93,05 $\pm$ 1,64
Клетчатка	58,73 $\pm$ 1,28	63,81 $\pm$ 1,23*
БЭВ	82,92 $\pm$ 1,44	88,66 $\pm$ 1,30 *

Результаты физиологического опыта свидетельствуют о том, что нормализация пищеварительных процессов, за счет использования препарата бифидобактерий, способствует повышению переваримости органического вещества на 4,48% ($P < 0,05$), в том числе протеина – на 1,99% ($P > 0,05$), жира – на 1,83 ($P > 0,05$), клетчатки – на 5,08 ($P < 0,05$) и БЭВ – на 5,74% ($P < 0,05$). Баланс азота, кальция и фосфора был положительным в контрольной и опытной группах.

Более эффективное использование азота корма отмечено у телят опытной группы. В их организме на 8,0% больше откладывалось азота по сравнению с контрольной группой, кроме того, у них не только больше откладывался, но и лучше, чем у контрольных животных, использовался азот: на 2,56% от принятого и на 2,07% от переваренного.

Повышенное отложение азота в организме телят опытной группы привело к увеличению их живой массы, что подтверждается повышенным приростом. За период физиологического опыта среднесуточный прирост телят контрольной группы равнялся 618 г, а опытной – 805 г.

Физиологическое состояние животных. На начало научно-хозяйственного опыта в опытной группе 9 телят имели случаи нарушения функции желудочно-кишечного тракта – диарея. Через 11 дней применения жидкого концентрата бифидобактерий в опытной группе удалось нормализовать микрофлору кишечника, а еще через три дня стало возможным прекратить использование препарата телятам.

Однако, через 6 дней у 3-х телят опытной группы снова отметились явления расстройств пищеварения. После повторного применения жидкого концентрата бифидобактерий всем телятам опытной группы в течение 7 дней (возраст 38 дней) случаев нарушения функции желудочно-кишечного тракта не наблюдалось до конца научно-хозяйственного опыта.

В контрольной группе на начало опыта было также 9 телят, неблагополучных по диарее, и только к 80-дневному возрасту не наблюдалось случаев нарушения функции желудочно-кишечного тракта.

Наблюдения за температурой тела, частотой пульса и количеством дыхательных движений, проведенные в начале научно-хозяйственного опыта, а затем в 2- и 6-месячном возрасте, показали отсутствие у телят отклонений от физиологической нормы по этим показателям во все возрастные периоды.

Различий по содержанию кальция и фосфора в сыворотке крови подопытных телят не обнаружено ($P>0,05$) (таблица 2).

Содержание общего белка в сыворотке крови телят опытной группы было несколько выше ($P>0,05$), чем в контрольной, и согласуется с его уровнем в рационе.

Таблица 2 – Биохимический состав крови телят (М + m)

Показатель	Г р у п п а	
	контрольная	опытная
Гемоглобин, мкмоль/л	5,07±0,21	5,19±0,29
Эритроциты, млн/мм ³	5,83 ± 0,29	5,94 ± 0,32
В сыворотке крови: белок общий, г/л	57,5± 0,37	58,9± 0,43
кальций, ммоль/л	2,29±0,11	2,28±0,09
фосфор,	1,65±0,12	1,60±0,13
щелочной резерв, ммоль/л	22,60 ± 0,11	23,65 ± 0,14

У телят, получавших жидкий концентрат бифидобактерий, щелочной резерв повысился на 1,05 ммоль/л ($P>0,05$) и составил 23,65 против 20,60 ммоль/л в контрольной группе.

Качественные исследования мочи на содержание в ней белка показали его отсутствие, что свидетельствует о нормальном течении белкового обмена в организме подопытных телят.

Весовой рост. Сбалансированное по основным питательным веществам кормление животных и нормализация пищеварительных процессов в организме телят опытной группы, за счет включения жидкого концентрата бифидобактерий, обеспечило получение среднесуточного прироста живой массы на уровне 815 г против 702 г в контрольной (таблица 3).

Таблица 3 – Изменение среднесуточного прироста живой массы подопытных групп животных

ЖИВОТНЫХ										
Группа	Живая масса в начале опыта, кг	Возраст в мес.						Живая масса в конце опыта, кг	Прирост живой массы	
		1	2	3	4	5	6		за период, кг	средне суточный, г
		Среднесуточный прирост, г								
Контрольная	36,82± 0,87	527	534	618	768	834	867	155,46± 2,31	118,64	702
Опытная	36,12± 0,78	737	767	805	832	859	861	173,84±2,86 **	137,72	815

В конце опыта средняя живая масса телят в контрольной группе составила 155,46 кг, а в опытной – на 18,38 кг больше ($P<0,05$). Среднесуточный прирост соответственно был выше у телят опытной группы на 13,9% по отношению к контрольной.

Полученные данные свидетельствуют о том, что использование жидкого концентрата бифидобактерий в молочный период в рационе молодняка крупного рогатого скота способствует нормализации пищеварительных процессов и повышению прироста живой массы.

Экономическая эффективность. Оплата корма приростом, как показателя эффективности выращивания молодняка, была наиболее высокой в опытной группе. Затраты кормов на 1 кг

прироста составили в контрольной группе 42,7 МДж, а в опытной – на 5,3 МДж меньше. Следовательно, использование жидкого концентрата бифидобактерий в рационах телят молочного периода способствует снижению на 12,42 % расхода энергии на 1 кг прироста. Включение в рацион телят бактериального препарата увеличивает стоимость суточного рациона, однако стоимость затраченных кормов на 100 кг прироста была в пользу опытной группы на 2,44%.

Заключение. Использование жидкого концентрата бифидобактерий штамма MS-42 способствует:

- нормализации процессов пищеварения телят в первые декады молочного периода, повышает переваримость органического вещества рациона на 4,48% ($P<0,05$) и увеличивает среднесуточный прирост телят на 13,9% ($P<0,05$);

- снижению на 12,42% расхода энергии на 1 кг прироста и составляет 37,4 МДж.

Conclusion. The use of liquid concentrate of Bifidobacterium strain MS-42 contributes to:

- normalization of the digestive processes of calves in the first decades of the dairy period, increases the digestibility of organic matter in the diet by 4.48 % ($P<0.05$) and increases the average daily gain of calves by 13.9% ($P<0.05$);

- decrease by 12.42% reduction in energy consumption per 1 kg of increase and amounts to 37.4 MJ.

Список литературы.

1. Вербицкий, А. А. Физико-химические свойства метаболита «Биотерм» / А. А. Вербицкий, Е. Р. Велева, Ю. Г. Соболева // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2021. – Т. 57, вып. 2. – С. 15–19. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-2-15-19.

2. Вишневец, А. В. Биометрия в животноводстве : учебно-методическое пособие для студентов, магистрантов по специальностям «Зоотехния» и «Ветеринария», аспирантов и соискателей / А. В. Вишневец, В. Ф. Соболева, Т. В. Видасова. – Витебск : УО ВГАВМ, 2017. – 42 с.

3. Гамко, Л. Н. Эффективность применения разных форм пробиотической добавки «Басулифор» телятам в молочный период / Л. Н. Гамко, Т. Л. Талызина, Д. Р. Вафина // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2023. – Т. 59, вып. 4. – С. 64–69. – DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-4-64-69.

4. Интенсивность роста и использование кормов молодняком крупного рогатого скота при включении в рацион биоактивной добавки «КРИПТОЛАЙФ-С» / Е. А. Долженкова, Н. А. Шарейко, Н. П. Разумовский, Д. Т. Соболев // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2020. – Т. 56, вып. 4. – С. 93–95.

5. Капитонова, Е. А. Использование кормовой добавки «PRODUCTIV» в кормлении высокопродуктивных коров / Е. А. Капитонова, А. Ю. Бородин, П. А. Красочко // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2024. – Т. 60, вып. 1. – С. 79–83. – DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-1-79-83.

6. Кипцевич, Л. С. Использование пробиотических препаратов в животноводстве / Л. С. Кипцевич, М. А. Маеврус // Зоотехническая наука Беларуси. – 2004. – № 39. – С. 225–228.

7. Основы разведения сельскохозяйственных животных / В. П. Колесень, С. В. Юращик, И. А. Дешко, М. И. Дюба. – Гродно : ГГАУ, 2008. – 111 с.

8. Лебедев, П. Т. Методы исследования кормов, органов и тканей животных / П. Т. Лебедев, А. Т. Усович. – 3-изд. перераб. и доп. – Москва : Россельхозиздат, 1976. – С. 260–323.

9. Ленков, В. И. Анаэробные желудочно-кишечные заболевания молодняка сельскохозяйственных животных / В. И. Ленков, В. А. Ленкова. – Минск : Урожай, 1974. – 80 с.

10. Овсеец, В. Ю. Эффективность использования кормовой добавки «Металактитм» при выращивании молодняка крупного рогатого скота / В. Ю. Овсеец, А. Н. Михалюк // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2025. – Т. 61, вып. 1. – С. 63–69. – DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-1-63-69.

11. Овчарова, А. Н. Новые пробиотические препараты на основе и перспективы использования их в животноводстве / А. Н. Овчарова, Е. С. Петраков // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2018. – № 2. – С. 5–18.

12. Тимошко, М. А. Микрофлора пищеварительного тракта молодняка сельскохозяйственных животных / М. А. Тимошко. – Кишинева : Штиинца, 1990. – 189 с.

13. Томмэ, М. Ф. Методика определения переваримости кормов и рационов / М. Ф. Томмэ. – Москва, 1969. – С. 3–34.

References.

1. Verbickij, A. A. Fiziko-himicheskie svojstva metabiotika «Bioterm» / A. A. Verbickij, E. R. Veleva, YU. G. Soboleva // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». – 2021. – T. 57, vyp. 2. – S. 15–19. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-2-15-19.

2. Vishnevec, A. V. Biometriya v zhivotnovodstve : uchebno-metodicheskoe posobie dlya studentov, magistrantov po special'nostyam «Zootekhnika» i «Veterinariya», aspirantov i soiskatelej / A. V. Vishnevec, V. F. Soboleva, T. V. Vidasova. – Vitebsk : UO VGAVM, 2017. – 42 s.

3. Gamko, L. N. Effektivnost' primeneniya raznyh form probioticheskoy dobavki «Basulifor» telyatam v molochnyj period / L. N. Gamko, T. L. Talyzina, D. R. Vafina // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». – 2023. – T. 59, vyp. 4. – S. 64–69. – DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-4-64-69.

4. *Intensivnost' rosta i ispol'zovanie kormov molodnyakom krupnogo rogatogo skota pri vklyuchenii v racion bioaktivnoj dobavki «KRIPTOLAJF-S»* / E. A. Dolzhenkova, N. A. SHarejko, N. P. Razumovskij, D. T. Sobolev // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny»*. – 2020. – Т. 56, вып. 4. – С. 93–95.
5. *Kapitonova, E. A. Ispol'zovanie kormovoj dobavki «PRODUCTIV» v kormlenii vysokoproduktivnyh korov* / E. A. Kapitonova, A. YU. Borodin, P. A. Krasochko // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny»*. – 2024. – Т. 60, вып. 1. – С. 79–83. – DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-1-79-83.
6. *Kipceвич, L. S. Ispol'zovanie probioticheskikh preparatov v zhivotnovodstve* / L. S. Kipceвич, M. A. Mavrus // *Zootekhnicheskaya nauka Belarusi*. – 2004. – № 39. – С. 225–228.
7. *Osnovy razvedeniya sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh* / V. P. Kolesen', S. V. YUrashchik, I. A. Deshko, M. I. Dyuba. – Grodno : GGAU, 2008. – 111 s.
8. *Lebedev, P. T. Metody issledovaniya kormov, organov i tkanej zhivotnyh* / P. T. Lebedev, A. T. Usovich. – 3-izd. pererab. i dop. – Moskva : Rossel'hozizdat, 1976. – С. 260–323.
9. *Len'kov, V. I. Anaerobnye zheludочно-kishechnye zabolevaniya molodnyaka sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh* / V. I. Len'kov, V. A. Len'kova. – Minsk : Urozhaj, 1974. – 80 s.
10. *Ovseec, V. YU. Effektivnost' ispol'zovaniya kormovoj dobavki «Metalaktim» pri vyrashchivanii molodnyaka krupnogo rogatogo skota* / V. YU. Ovseec, A. N. Mihalyuk // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny»*. – 2025. – Т. 61, вып. 1. – С. 63–69. – DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-1-63-69.
11. *Ovcharova, A. N. Novye probioticheskie preparaty na osnove i perspektivy ispol'zovaniya ih v zhivotnovodstve* / A. N. Ovcharova, E. S. Petrakov // *Problemy biologii produktivnyh zhivotnyh*. – 2018. – № 2. – С. 5–18.
12. *Timoshko, M. A. Mikroflora pishchevaritel'nogo trakta molodnyaka sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh* / M. A. Timoshko. – Kishenev : SHTiinca, 1990. – 189 s.
13. *Tomme, M. F. Metodika opredeleniya perevarimosti kormov i racionov* / M. F. Tomme. – Moskva, 1969. – С. 3–34.

Поступила в редакцию 19.05.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-3-146-150
УДК 595.771:591.15(476)

**ВИДОВОЙ И КАРИОТИПИЧЕСКИЙ СОСТАВ МАЛЯРИЙНЫХ КОМАРОВ (*DIPTERA, CULICIAE*)
ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*Логинов Д.Н. ORCID ID 0009-0000-8148-0314, **, ***Гордеев М.И. ORCID ID 0000-0001-9031-6655,
Темников А.А. ORCID ID 0009-0006-7543-8607, **, *Конради А.А., *Волкова Т.В.,
*Гайдученко Е.С. ORCID ID 0000-0001-5648-6028, **, ***Москаев А.В. ORCID ID 0000-0003-0592-3691
*ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», г. Минск, Республика Беларусь
**Государственный университет просвещения, г. Москва, Российская Федерация
***Российский государственный университет народного хозяйства имени В. И. Вернадского,
г. Балашиха, Российская Федерация

В работе предоставлены данные по видовому составу кровососущих комаров рода *Anopheles* на территории Витебской области. Обнаружено 4 вида малярийных комаров: *Anopheles maculipennis* s. s. Meigen, 1818; *An. messeae* Falleroni, 1926; *An. hyrcanus* (Pallas, 1771); *An. daciae* Linton, Nicolescu & Harbach, 2004. Во всех исследованных местообитаниях доминировал *An. messeae* sensu lato (96,5±0,9%), который включает в себя 2 криптических вида: *An. messeae* sensu stricto и *An. daciae*. Цитогенетический состав этих двух видов в 7 выборках представлен 27 кариотипами. Кариотип $XL_{12}R_{00}3R_{00}3L_{00}$ (49,7±3,7%) у самцов и его аналог у самок $XL_{11}2R_{00}3R_{00}3L_{00}$ (40,7±3,3%) являются наиболее распространенными вариантами. **Ключевые слова:** малярийные комары, видовой состав, кариотип, инверсия, хромосомный полиморфизм, переносчики, *Anopheles*.

**SPECIES AND KARYOTYPIC COMPOSITION OF MALARIA MOSQUITOS (*DIPTERA, CULICIDAE*)
IN THE VITEBSK REGION OF BELARUS**

*Loginov D.N., **, ***Gordeev M.I., Temnikov A.A., **, ***Conradi A.A., *Volkova T.V.,
*Gajduchenko E.S., **, ***Moskaev A.V.
*SNPO "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources",
Minsk, Republic of Belarus
**Federal State University of Education, Moscow, Russian Federation
***Vernadsky Russian State University of National Economy, Balashikha, Russian Federation

This study presents data on the species composition of blood-sucking mosquitoes of the genus *Anopheles* in the Vitebsk Region, Belarus. Four malaria mosquito species were identified: *Anopheles maculipennis* s. s. Meigen, 1818; *An. messeae* Falleroni, 1926; *An. hyrcanus* (Pallas, 1771); and *An. daciae* Linton, Nicolescu & Harbach, 2004. In all investigated habitats, *An. messeae* sensu lato predominated (96.5 ± 0.9%), comprising two cryptic species, *An. messeae* sensu stricto and *An. daciae*. The cytogenetic structure of these two species was represented by 27 karyotypes identified in seven samples. Among males, the karyotype $XL_{12}R_{00}3R_{00}3L_{00}$ was the most common (49.7±3.7%), while among females its corresponding variant $XL_{11}2R_{00}3R_{00}3L_{00}$ predominated (40.7±3.3%). **Keywords:** malaria mosquitoes, species composition, karyotype, inversion, chromosomal polymorphism, vectors, *Anopheles*.

Введение. Кровососущие комары рода *Anopheles* являются переносчиками возбудителей не только малярийного плазмодия, но и ряда трансмиссивных заболеваний различной природы. На территории Беларуси из малярийных комаров были выделены дирофилярии двух видов *Dirofilaria repens* Railliet & Henry, 1911 и *Dirofilaria immitis* Leidy, 1856; возбудитель туляремии *Francisella tularensis* (McCoy and Chapin 1912) Dorofeev, 1947, а также арбовирусные инфекции: вирусы Западного Нила, Батаи, Инко, Зайца-беляка, Тягиня [1, 2, 3]. Кроме того, актуальность изучения комаров рода *Anopheles* обусловлена расширением границ их ареалов и освоением новых экологических ниш, происходящих вслед за изменением климата. Эти процессы повышают риск возникновения новых эндемичных очагов трансмиссивных заболеваний, а также могут привести к возвращению автохтонной малярии на территорию Беларуси. Точная видовая идентификация переносчиков возбудителей трансмиссивных инфекций и инвазий необходима в определении эпидемической значимости вида, поскольку все противоэпидемические мероприятия выстраиваются на основе знаний о биологии и экологии конкретного переносчика.

Целью исследования являлось изучение видового состава и структуры доминирования кровососущих комаров рода *Anopheles*, а также кариотипического состава полиморфных видов на территории Витебской области Беларуси.

Материалы и методы исследований. С 2021 по 2025 г. на территории Витебской области изучено 7 выборок малярийных комаров на личиночной стадии развития. Сборы проводились в местообитаниях: г. Лепель (54.8855063, 28.7326531); д. Бельчица Полоцкого района (55.453439,

28.761776); Альбрехтовском сельсовете Россонского района (55.898908, 28.754326); д. Рудня Городокского района (55.761196, 30.299685); г. Браслав (55.638484, 27.039404); д. Лужесно Витебского района (55.243079, 30.115993); г. Орша (54.492166, 30.420215).

Личинки малярийных комаров III-IV возраста собирали в типичных постоянных анофелогенных водоемах, заросших растительностью, со стоячей водой. Для полного представления о видовом составе малярийных комаров сборы осуществляли в водоемах, различающихся по затененности, характеру растительности, занимаемой площади и физико-химическому составу воды (рН, ррт, соленость, температура). Личинок собирали с поверхности воды стандартной кюветой 21,5х26,5 см. Фиксация проводилась в растворе Кларка (3 части 96%-ного этилового спирта и 1 часть ледяной уксусной кислоты).

Первичная идентификация видов осуществлялась морфологическим методом при помощи стандартных ключей и определителей [4]. После морфологического анализа проводили кариотипирование, в рамках которого определяли видовой состав и хромосомную изменчивость. Из слюнных желез личинок готовили препараты политенных хромосом по стандартной лактоацеторсеиновой методике с авторскими дополнениями [5]. Цитогенетическое исследование проводили с использованием микроскопов Nikon Eclipse E200 и Olympus SZX7 по фотокартам политенных хромосом. Всего было прокариотипировано 411 экземпляров личинок комаров (185 самцов и 226 самок).

Результаты исследований. Из 7 видов малярийных комаров, обитающих в Беларуси, нами было установлено распространение 4 видов: *Anopheles maculipennis* s. s. Meigen, 1818; *An. messeae* Falleroni, 1926; *An. hyrcanus* (Pallas, 1771) и *An. daciae* Linton, Nicolescu & Harbach, 2004. Среди них наиболее многочисленным являлся *An. messeae* s. l. (96,5±0,9%), разделенный на основании цитогенетических маркеров на *An. messeae* s. s. и *An. daciae*. В выборках из г. Орша и д. Бельчица данные виды являются единственными представителями кровососущих комаров рода *Anopheles*. В местообитаниях г. Лепель, Альбрехтовском сельсовете, д. Рудня, г. Браслав, а также д. Лужесно совместно с *An. messeae* s. l. развивались личинки вида *An. maculipennis*, доля которых варьировала от 1,3±1,3% до 9,0±3,2%. Кроме того, в единственном местообитании Витебской области (г. Браслав) нам удалось обнаружить 3 особи (0,7±0,4%) камышового комара *An. hyrcanus*.

По литературным данным, в Беларуси, помимо выявленных нами видов малярийных комаров, зарегистрированы *An. atroparvus*, *An. claviger* и *An. plumbeus* [6]. Отсутствие данных видов в изученных местообитаниях обусловлено их приуроченностью к специфическим местам выплода, а также к определенным экологическим характеристикам биотопов. Так, личинки *An. atroparvus* развиваются преимущественно в водоемах с повышенной соленостью воды, которые достаточно редко встречаются на территории Беларуси. Тем не менее, ранее данный вид был обнаружен в Минской (Минский район) и Гомельской (Калинковичский и Житковичский районы) областях. Вид *An. claviger*, или родниковый комар, достаточно распространен на территории Беларуси, однако, в связи с его строгой приуроченностью к водоемам со слабым течением, относится к группе редких и локальных видов [7]. Как правило, места выплода *An. claviger* представляют собой выходы грунтовых вод, родники, ключи и др.

Отдельного внимания заслуживает еще один вид – *An. plumbeus* (дупляной комар). Это единственный вид малярийного комара, откладывающий яйца в дуплах деревьев. Однако в последнее время отмечается появление синантропных популяций данного вида в Европе и на юге Российской Федерации [8]. Наблюдается существенное изменение экологической ниши этого важнейшего переносчика малярии. Несмотря на свою редкость и малочисленность, *An. plumbeus* является эпидемически значимым видом. Это единственный в Европейском регионе переносчик возбудителя тропической малярии. Экологическая специализация *An. plumbeus*, включающая ранее только природные места выплода: развилки деревьев, дупла, пни – в результате синантропизации вида претерпела существенные изменения. Помимо природных микробиотопов, вид освоил такие места выплода, как автомобильные покрышки, вазоны, черные пластиковые пакеты и резиновые фрагменты в скоплениях мусора [8]. В Беларуси *An. plumbeus* обнаружен всего несколько раз в Могилевской и Гомельской областях. В 2024 году дупляной комар был обнаружен нами в автомобильной крышке на территории лесопарковой зоны г. Могилева [9].

Одним из способов адаптации насекомых к условиям обитания является хромосомная изменчивость, формирующая кариотипический состав популяций. Благодаря наличию гигантских политенных хромосом, малярийные комары являются удобными объектами цитогенетических исследований. На препаратах политенных хромосом можно локализовать внутривхромосомные мутации – фиксированные и флуктуирующие инверсионные перестройки. В настоящей работе изучали состав и наборы кариотипов в популяциях комаров Витебской области. Кариотип малярийных комаров представлен постоянным диплоидным числом хромосом и включает половую хромосому и две пары субметацентрических аутосом, объединенных общим хромоцентром. Каждая аутосома состоит из короткого левого (2L и 3L) и длинного правого плеч (2R и 3R). Половая хромосома представлена только коротким левым плечом XL, длинное правое плечо (XR) состоит из гетерохроматина и не политенизируется. У самцов половая хромосома представлена одним гомологом (XL) и на препаратах выглядит значительно тоньше, чем у самок. Политенная Y-

хромосома самцов характеризуется маленьким диффузным плечом. Таким образом, самцы имеют одну половую X-хромосому (гемизиготны), гетерозиготные варианты половой хромосомы встречаются только у самок.

Среди всех обнаруженных видов малярийных комаров только вид *An. messeae* s. l. характеризуется высоким уровнем хромосомного полиморфизма. Эволюционно исходными приняты последовательности XL₁, 2R₀, 2L₀, 3R₀ и 3L₀. Нами были выявлены инверсии *An. messeae* s. l. в популяциях Витебской области: половой хромосомы XL₀, XL₄, XL₈, XL₉, и аутосом 2R₁, 3R₁ и 3L₁. Данные инверсионные и эволюционно исходные варианты в различных сочетаниях составили кариотипы особей в популяциях малярийных комаров. Зарегистрировано 27 вариантов кариотипов, из которых 11 выявлено у самцов и 16 – у самок (таблица).

Таблица – Кариотипический состав популяций полиморфного вида *An. messeae* s. l. на территории Витебской области

Кариотип	Частота кариотипов, f±sf, %						
	г. Лепель	д. Бельчица	Альбрех- товский с-т	д. Рудня	г. Браслав	д. Лужесно	г. Орша
<i>Самцы</i>							
XL ₀ 2R ₀₀ 3R ₀₀ 3L ₀₀	13,3±8,8	12,1±5,7	21,1±6,6	31,5±10,7	11,8±5,5	20,8±8,3	9,1±6,1
XL ₀ 2R ₀₁ 3R ₀₀ 3L ₀₀	–	3,0±3,0	–	–	–	–	–
XL ₀ 2R ₁₁ 3R ₀₀ 3L ₀₀	–	3,0±3,0	–	5,3±5,1	–	–	–
XL ₀ 2R ₀₀ 3R ₀₁ 3L ₀₀	–	3,0±3,0	–	–	–	4,2±4,1	–
XL ₁ 2R ₀₀ 3R ₀₀ 3L ₀₀	66,7±12,2	60,6±8,5	39,5±7,9	42,1±11,3	58,8±8,4	41,7±10,1	40,9±10,5
XL ₁ 2R ₀₁ 3R ₀₀ 3L ₀₀	13,3±8,8	6,2±4,2	28,9±7,4	5,3±5,1	14,7±6,1	20,8±8,3	27,3±9,5
XL ₁ 2R ₁₁ 3R ₀₀ 3L ₀₀	–	–	–	5,3±5,1	–	–	–
XL ₁ 2R ₀₀ 3R ₀₁ 3L ₀₀	6,7±6,4	9,1±5,0	7,9±4,4	10,5±7,0	5,9±4,0	8,3±5,6	13,6±7,3
XL ₁ 2R ₀₁ 3R ₀₁ 3L ₀₀	–	3,0±3,0	2,6±2,6	–	5,9±4,0	–	9,1±6,1
XL ₁ 2R ₁₁ 3R ₀₁ 3L ₀₀	–	–	–	–	2,9±2,9	–	–
XL ₁ 2R ₀₀ 3R ₀₀ 3L ₀₁	–	–	–	–	–	4,2±4,1	–
<i>Самки</i>							
XL ₀₀ 2R ₀₀ 3R ₀₀ 3L ₀₀	12,4±8,3	8,7±4,7	11,1±5,2	15,0±8,0	8,8±4,9	2,9±1,7	3,9±2,7
XL ₀₀ 2R ₀₁ 3R ₀₀ 3L ₀₀	–	–	–	5,0±4,9	–	5,9±2,4	–
XL ₀₁ 2R ₀₀ 3R ₀₀ 3L ₀₀	12,4±8,3	5,7±3,9	16,7±6,2	5,0±4,9	8,8±4,9	20,6±4,4	3,9±2,7
XL ₀₁ 2R ₀₀ 3R ₀₁ 3L ₀₀	6,3±6,1	–	–	–	–	–	3,9±2,7
XL ₀₈ 2R ₀₀ 3R ₀₀ 3L ₀₀	6,3±6,1	5,7±3,9	5,6±3,8	5,0±4,9	5,9±4,0	5,9±2,4	2,0±1,9
XL ₀₉ 2R ₀₀ 3R ₀₀ 3L ₀₀	–	11,4±5,4	5,6±3,8	10,0±6,7	–	–	–
XL ₀₉ 2R ₀₁ 3R ₀₀ 3L ₀₀	–	–	2,8±2,7	–	–	–	–
XL ₁₁ 2R ₀₀ 3R ₀₀ 3L ₀₀	50,0±12,5	51,4±8,4	30,6±7,7	15,0±8,0	50,0±8,6	32,4±5,4	47,0±7,0
XL ₁₁ 2R ₀₁ 3R ₀₀ 3L ₀₀	6,3±6,1	5,7±3,9	13,9±5,8	15,0±8,0	11,8±5,5	11,8±3,4	15,7±5,1
XL ₁₁ 2R ₀₁ 3R ₀₁ 3L ₀₀	–	5,7±3,9	–	–	2,9±2,9	5,9±2,4	3,9±2,7
XL ₁₁ 2R ₁₁ 3R ₀₀ 3L ₀₀	–	–	–	–	–	2,9±1,7	–
XL ₁₁ 2R ₁₁ 3R ₀₁ 3L ₀₀	–	5,7±3,9	–	5,0±4,9	–	–	2,0±1,9
XL ₁₁ 2R ₀₀ 3R ₀₁ 3L ₀₀	6,3±6,1	–	13,9±5,8	20,0±8,9	11,8±5,5	8,8±2,9	15,7±5,1
XL ₁₄ 2R ₁₁ 3R ₀₀ 3L ₀₀	–	–	–	–	–	–	2,0±1,9
XL ₁₈ 2R ₀₀ 3R ₀₀ 3L ₀₀	–	–	–	–	–	2,9±1,7	–
XL ₁₉ 2R ₁₁ 3R ₀₀ 3L ₀₀	–	–	–	5,0±4,9	–	–	–

В популяциях *An. messeae* s. l. из изученных местообитаний состав кариотипов варьирует от 4 (г. Лепель) до 8 (д. Бельчица) у самцов и от 7 (г. Лепель и г. Браслав) до 10 (д. Рудня, Городокского района) у самок. Наиболее распространенными кариотипами является эволюционно исходная форма XL₁2R₀₀3R₀₀3L₀₀ (49,7±3,7%) у самцов и XL₁₁2R₀₀3R₀₀3L₀₀ (40,7±3,3%) у самок. Следует отметить, что по кариотипической структуре популяции малярийных комаров Витебской области имеют явные отличия от таковых, расположенных на территории Минской, Брестской и Гомельской областей [10]. Данные местообитания характеризуются меньшим (от 4 до 8) количеством вариантов кариотипов, а также повышенной частотой встречаемости кариотипов XL₀2R₀₀3R₀₀3L₀₀ (37,2±3,8%) у самцов, и вариантов XL₀₀2R₀₀3R₀₀3L₀₀ (12,3±3,1%) и XL₀₁2R₀₀3R₀₀3L₀₀ (34,4±3,9%) у самок.

Для самцов, помимо основного варианта кариотипа, часто встречаются формы с гетерозиготными инверсионными вариантами по аутосомам 2R и 3R: XL₁2R₀₁3R₀₀3L₀₀ (17,3±2,8%), XL₁2R₀₀3R₀₁3L₀₀ (8,6±2,1%), а также с инверсией XL₀ половой хромосомы – XL₀2R₀₀3R₀₀3L₀₀ (16,8±2,7%), доля остальных кариотипов не превышает 1,1±0,8%. Кариотипический состав самок отражает аналогичное самцам распределение кариотипов: XL₁₁2R₀₁3R₀₀3L₀₀ (11,9±2,2%), XL₁₁2R₀₀3R₀₁3L₀₀ (11,1±2,1%). В кариотипах самок инверсия по половой хромосоме XL₀ представлена в гомо- (XL₀₀2R₀₀3R₀₀3L₀₀ - 8,0±1,8%) и гетерозиготном (XL₀₁2R₀₀3R₀₀3L₀₀ - 10,2±2,0%) состоянии.

Выборка из д. Рудня, выделяется среди остальных высокой долей кариотипа XL₀2R₀₀3R₀₀3L₀₀

(31,5±10,7%) у самцов, а также отсутствием четко выраженной доминантной формы у самок. Кроме того, в данной популяции были обнаружены уникальные кариотипические формы XL₁₂R₁₁3R₀₀3L₀₀ (5,3±5,1%) и XL₁₉2R₁₁3R₀₀3L₀₀ (5,0±4,9%).

Кариотипы самцов XL₀2R₁₁3R₀₀3L₀₀, XL₀2R₀₁3R₀₀3L₀₀ и самок XL₀₀2R₀₁3R₀₀3L₀₀, XL₀₉2R₀₁3R₀₀3L₀₀ являются гибридными формами, которые возникли в результате скрещивания двух филогенетически близких криптических видов *An. messeae* s. s. и *An. daciae*. Данные виды характеризуются неполной репродуктивной изоляцией.

Заключение. Таким образом, видовой состав малярийных комаров Витебской области представлен 4 видами: *An. maculipennis*, *An. messeae*, *An. hyrcanus* и *An. daciae*. Во всех исследованных местообитаниях доминировал *An. messeae* s. l. (*An. messeae* s. s. и *An. daciae*). Кроме того, изученные популяции полиморфного вида *An. messeae* s. l. характеризуются высоким кариотипическим разнообразием в сравнении с популяциями из центральных и южных областей Беларуси. Выявлено 19 форм кариотипов, представленных сочетаниями хромосомных вариантов XL₀, XL₁, XL₄, XL₈, XL₉, 2R₀, 2R₁, 2L₀, 3R₀, 3R₁, 3L₀, 3L₁.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (РНФ) № 24-44-10003, <https://rscf.ru/project/24-44-10003/> «Генетический и экологический анализ популяций малярийного комара *Anopheles plumbeus* как важного потенциального переносчика трансмиссивных заболеваний в Российской Федерации и Республики Беларусь» (проект реализуется научным коллективом совместно с зарубежным научным коллективом, отобранным Белорусским республиканским фондом фундаментальных исследований (БРФФИ), грант № Б23РНФМ-068).

Conclusion. The species composition of malaria mosquitoes in the Vitebsk Region is represented by four species: *An. maculipennis*, *An. messeae*, *An. hyrcanus*, and *An. daciae*. In all studied habitats, *An. messeae* s. l. (*An. messeae* s. s. and *An. daciae*) was the dominant species. In addition, the investigated populations of the polymorphic species *An. messeae* s. l. exhibited a high level of karyotypic diversity compared with populations from the central and southern regions of Belarus. A total of 19 karyotypic forms were identified, represented by combinations of the chromosomal variants XL₀, XL₁, XL₄, XL₈, XL₉, 2R₀, 2R₁, 2L₀, 3R₀, 3R₁, 3L₀, and 3L₁.

The study was funded by the Russian Science Foundation grant (RSF) No. 24-44-10003, <https://rscf.ru/en/project/24-44-10003/> "Genetic and ecological analysis of populations of the malaria mosquito *Anopheles plumbeus* as an important potential vector of vector-borne diseases in the Russian Federation and the Republic of Belarus" (the project is implemented by a scientific team together with a foreign scientific team selected by the Belarusian Republican Foundation for Basic Research (BRFBR), grant No. B23RNFM-068).

Список литературы.

1. Энтомологический надзор за акаро-энтомофауной, имеющей медицинское значение в Республике Беларусь : информационно-аналитический бюллетень / под общ. ред. С. Е. Яшковой. – Минск : ГУ «РЦГЭиОЗ», 2000–2022.
2. Рубанова, Ф. Г. Некоторые особенности эпидемиологии туляремии в БССР / Ф. Г. Рубанова, Т. Т. Сенчук // Сборник научных трудов Белорусского института эпидемиологии микробиологии и гигиены / под ред. В. И. Вотякова [и др.]. – Минск, 1957. – С. 224–229.
3. Самойлова, Т. И. Арбовирусы Беларуси и особенности их циркуляции в южной ландшафтно-климатической зоне республики / Т. И. Самойлова // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2017. – № 6 (105). – С. 44–50.
4. Becker, N. Mosquitoes and Their Control / N. Becker, D. Petrić, M. Zgomba [et al.]. – Second Edition. – Berlin : Springer, 2010. – 577 p.
5. Москаев, А. В. Хромосомный состав популяций малярийного комара *Anopheles messeae* в центре и на периферии видового ареала / А. В. Москаев, М. И. Гордеев, О. В. Кузьмин // Вестник МГОУ. Серия: Естественные науки. – 2015. – № 1. – С. 29–35.
6. Суло, Д. С. Фауна кровососущих комаров (Diptera, Culicidae) Беларуси / Д. С. Суло // Паразитология. – 2019. – Т. 53, № 5. – С. 399–415 – DOI: 10.1134/S0031184719050041.
7. Кровососущие членистоногие (Acari: Ixodidae; Diptera: Culicidae, Simuliidae) в населенных пунктах различной категории на территории Могилевской области Беларуси / Е. И. Бычкова, М. М. Якович, Д. С. Суло, Д. В. Довнар // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знака Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2023. – № 59 (2). – С. 124–129. – DOI: 10.52368/2078-0109-2023-59-2-124-129.
8. О расширении экологической ниши дупляного малярийного комара *Anopheles plumbeus* Stephens, 1828 на территории России и Белоруссии / А. Г. Бега, Д. Н. Логинов, М. И. Гордеев [и др.] // Вестник Томского государственного университета. Серия: Биология. – 2025. – № 69. – С. 9–19. – DOI: 10.17223/19988591/69/2.
9. Видовой состав и биотопическая приуроченность малярийных комаров (Diptera, Culicidae) Беларуси / Д. Н. Логинов, Е. Ю. Ли, А. Г. Бега [и др.] // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2025. – № 1. – С. 3–11. – DOI: 10.33092/0025-8326mp2025.1.3-11.
10. Хромосомный состав популяций малярийного комара *Anopheles messeae* s. l. центра и юга Республики Беларусь / Д. Н. Логинов, Е. Ю. Ли, В. И. Панов, А. А. Темников // Экология и животный мир. – 2023. – № 1. – С. 33–38.

References.

1. Entomologicheskij nadzor za akaro-entomofaunoj, imeyushchej medicinskoe znachenie v Respublike

Belarus' : informacionno-analiticheskij byulleten' / pod obshch. red. S. E. YAshkovej. – Minsk : GU «RCGEiOZ», 2000–2022.

2. Rubanova, F. G. *Nekotorye osobennosti epidemiologii tulyaremii v BSSR / F. G. Rubanova, T. T. Senchuk // Sbornik nauchnyh trudov Belorusskogo instituta epidemiologii i mikrobiologii i gigeny / pod red. V. I. Votyakova [i dr.]. – Minsk, 1957. – С. 224–229.*

3. Samojlova, T. I. *Arbovirusy Belarusi i osobennosti ih cirkulyacii v yuzhnoj landshaftno-klimaticheskoy zone respubliky / T. I. Samojlova // Izvestiya Gomel'skogo gosudarstvennogo universiteta imeni F. Skoriny. – 2017. – № 6 (105). – С. 44–50.*

4. Becker, N. *Mosquitoes and Their Control / N. Becker, D. Petrić, M. Zgomba [et al.]. – Second Edition. – Berlin : Springer, 2010. – 577 p.*

5. Moskaev, A. V. *Hromosomnyj sostav populyacij malyarijnogo komara Anopheles messeae v centre i na periferii vidovogo areala / A. V. Moskaev, M. I. Gordeev, O. V. Kuz'min // Vestnik MGOU. Seriya: Estestvennye nauki. – 2015. – № 1. – С. 29–35.*

6. Suslo, D. S. *Fauna krovososushchih komarov (Diptera, Culicidae) Belarusi / D. S. Suslo // Parazitologiya. – 2019, – Т. 53, № 5. – С. 399–415 – DOI: 10.1134/S0031184719050041.*

7. *Krovososushchie chlenistonogie (Acari: Ixodidae; Diptera: Culicidae, Simuliidae) v naselennykh punktakh razlichnoj kategorii na territorii Mogilevskoy oblasti Belarusi / E. I. Bychkova, M. M. YAkovich, D. S. Suslo, D. V. Dovnar // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znaka Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny». – 2023. – № 59 (2). – С. 124–129. – DOI: 10.52368/2078-0109-2023-59-2-124-129.*

8. *O rasshirenii ekologicheskoy nishi duplyanogo malyarijnogo komara Anopheles plumbeus Stephens, 1828 na territorii Rossii i Belorussii / A. G. Bega, D. N. Loginov, M. I. Gordeev [i dr.] // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya. – 2025. – № 69. – С. 9–19. – DOI: 10.17223/19988591/69/2.*

9. *Vidovoj sostav i biotopicheskaya priurochennost' malyarijnykh komarov (Diptera, Culicidae) Belarusi / D. N. Loginov, E. YU. Li, A. G. Bega [i dr.] // Medicinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni. – 2025. – № 1. – С. 3–11. – DOI: 10.33092/0025-8326mp2025.1.3-11.*

10. *Hromosomnyj sostav populyacij malyarijnogo komara Anopheles messeae s. l. centra i yuga Respubliki Belarus' / D. N. Loginov, E. YU. Li, V. I. Panov, A. A. Temnikov // Ekologiya i zhivotnyj mir. – 2023. – № 1. – С. 33–38.*

Поступила в редакцию 01.06.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-3-150-154

УДК 663.973.4:57.084

АРОМАТИЗИРОВАННЫЕ НИКОТИНСОДЕРЖАЩИЕ КУРИТЕЛЬНЫЕ СМЕСИ КАК ФАКТОР ИЗМЕНЕНИЯ СИЛЫ ЭКСПРЕССИИ *BRCA1* И *KRAS* В ТКАНЯХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ

Пашинская Е.С. ORCID ID 0000-0002-5473-4240, Соболевская И.С. ORCID ID 0000-0001-8300-7547, Хныков А.М. ORCID ID 0009-0006-5832-2602, Гулина А.К. ORCID ID 0009-0001-7397-7993, Кужель Д.К. ORCID ID 0000-0001-9687-7963, Матвеев Д.С. ORCID ID 0009-0006-7977-8641, Пахом З.Р. ORCID ID 0009-0006-2485-1231

УО «Витебский государственный орден Дружбы народов медицинский университет»,
г. Витебск, Республика Беларусь

Для воспроизведения эксперимента создана модель симуляции курения по механическому типу для забора/выдува аэрозоля курительной смеси из электронной сигареты (вейпа) в условиях стеклянного куба объемом 96 литров. Эксперимент выполнен на 50 самках крыс линии Wistar. Воздействие курительной смесью (содержание никотина 6, VG/PG 50/50, ароматизированная) на экспериментальных животных проводили 5-кратным забором/выдувом смеси из электронной сигареты (вейпа), что суммарно соответствовало 3,5 л аэрозоля. Экспозиция животных после воздействия смеси составляла 5 минут.

После воздействия курительной смеси осуществляли забор материала (печени, легких, головного мозга, плазмы крови) в соответствии с протоколом-дизайном эксперимента. Для достижения поставленной цели проводили определение экспрессии протоонкогенов *Brca1* и *Kras* в сравнении с генами-референсами β -актином (*Actb*) и *Gapdh* путем ПЦР-анализа в тканях интактных и экспериментальных крыс.

Проведенное нами исследование показало, что курительные смеси могут воздействовать на генетический аппарат клеток за счет изменения силы экспрессии генов. Такие процессы могут привести к блокировке экспрессии генов-супрессоров опухолевого роста, что станет основой для активации протоонкогенов (нестабильности генома) и дальнейшему процессу опухолевого роста. **Ключевые слова:** *Brca1*, *Kras*, крыса, курительная смесь, экспрессия.

AROMATIZED NICOTINE-CONTAINING SMOKING MIXTURES AS A FACTOR IN CHANGING THE EXPRESSION OF *BRCA1* AND *KRAS* IN TISSUES OF EXPERIMENTAL ANIMAL

Pashinskaya E.S., Sobolevskaya I.S., Khnykav A.M., Hulina A.K., Kuzhel D.K., Matveev D.S., Pahom Z.R.
Educational institution "Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University",
Vitebsk, Republic of Belarus

To simulate the experiment, a mechanical smoking simulation model was created for aspirating and expelling aerosolized smoking mixture from an e-cigarette (vape) in a 96-liter glass cube. The experiment was conducted on 50

female Wistar rats. The experimental animals were exposed to the smoking mixture (6% nicotine content, 50/50 VG/PG, flavored) by aspirating and expelling the mixture from the e-cigarette (vape) five times, totaling 3.5 liters of aerosol. The animals were exposed to the mixture for 5 minutes.

Following exposure to the smoking mixture, samples (liver, lungs, brain, and blood plasma) were collected in accordance with the experimental design protocol. To achieve this goal, we determined the expression of the Brca1 and Kras proto-oncogenes in comparison with the reference genes β -actin (Actb) and Gapdh using PCR analysis in tissues from intact and experimental rats.

*Our study demonstrated that smoking mixtures can affect the genetic machinery of cells by altering the strength of gene expression. These processes can lead to the blocking of tumor suppressor gene expression, which will serve as the basis for proto-oncogene activation (genomic instability) and subsequent tumor growth. **Keywords:** Brca1, Kras, rat, smoking mixture, expression.*

Введение. В последние годы отмечается рост популярности электронных сигарет и вейпинговых продуктов. Однако с ростом их популярности возрастает и риск для здоровья людей. Повреждения легких, связанные с использованием таких продуктов («Болезнь вейперов», EVALI), - это серьезное состояние, которое вызывает обеспокоенность ученых и медиков всего мира. Вместе с тем опасность вейпинга включает в себя не только вред органам дыхания, сердечно-сосудистой и нервной системам, но и вызывает более глубокие эпигенетические эффекты, которые затрагивают геном клеток и способствует канцерогенезу.

Электронные сигареты состоят из трех основных частей: аккумулятор (батарея), нагревательный элемент (атомайзер или спираль) и картридж (резервуар для жидкости). Аккумулятор питает нагревательный элемент, который повышает температуру жидкости, что способствует ее испарению и превращению в аэрозоль для вдыхания пользователем [1]. Большинство жидкостей для электронных сигарет имеют следующий состав: пропиленгликоль или растительный глицерин, никотин, ароматизаторы и различные добавки. При исследовании химической структуры аэрозолей во время нагрева было установлено содержание разнообразных органических веществ (альдегиды, кетоны и углеводороды). Кроме того, металлы, содержащиеся в нагревательных элементах и корпусах картриджей, могут выщелачивать алюминий, хром, железо, свинец, марганец, никель и олово. Каждый из этих компонентов жидкостей для электронных сигарет может оказывать воздействие на организм. Так, пропиленгликоль и растительный глицерин хоть и считают относительно безопасными при употреблении (водоудерживающие и вспомогательные вещества), но их длительное воздействие на дыхательную систему остается до конца неизученным [2]. Установлено, что пропиленгликоль может генерировать канцерогенные соединения, повреждать слизистую оболочку дыхательных путей и препятствовать регенерации клеток, а растительный глицерин нарушать нормальную секреторную функцию бокаловидных клеток эпителия дыхательных путей и способствовать загустению слизи, что увеличивает риск воспалительных заболеваний [3]. Никотин – мощный стимулятор с сильным аддитивным потенциалом, который может приводить к никотиновой зависимости. Помимо своих аддитивных свойств он способен оказывать воздействие на сердечно-сосудистую систему. В целом использование электронных сигарет связывают с повышением окислительного стресса и воспалением, которые играют ключевую роль в патогенезе сердечно-сосудистых заболеваний [4]. Кроме того, при сушке табака часто используют нитрит натрия в качестве консерванта, предотвращающего рост микроорганизмов. В результате происходит реакция нитрозирования (между никотином и нитритом) с образованием нитрозаминов. Многие из этих составляющих (4-метилнитрозамино-1-3-пиридил-1-бутанон и *N*-нитрозонорникотин), являются мощными канцерогенами как для людей, так и для животных [5]. Ароматизирующие ингредиенты сами по себе считаются безопасными для приема внутрь, но некоторые из них (диацетил, циннамальдегид, ванилин, ментол) обладают прямой цитотоксичностью. Различные тяжелые металлы, образующиеся в результате деградации компонентов электронных сигарет, таких как нити и спирали, при воздействии кислых жидкостей усиливают окислительный стресс. Формальдегид и акролеин, которые высвобождаются при нагревании курительной смеси, являются сильнейшими канцерогенами и тератогенами. Таким образом, состав жидкостей для электронных сигарет значительно разнообразен, но долгосрочные последствия его многочисленных компонентов остаются неустановленными. Кроме того, сам процесс нагревания может способствовать образованию новых токсических химических соединений, которые могут оказывать неблагоприятное воздействие на различных уровнях организации, в том числе и на молекулярно-генетическом.

Brca1 кодирует одноименный белок, который в основном участвует в репарации двуцепочечных разрывов ДНК (путем регуляции гомологичной рекомбинации), ремоделировании хроматина, регуляции транскрипции и клеточного цикла, поддержании стабильности генома. BRCA1 выступает также в качестве стабилизатора генома и белков во время окислительного стресса, вызванного активными формами кислорода. Учитывая такие многочисленные функции BRCA1, изменение его активности под влиянием экзогенных факторов (например, курения) может приводить к геномной нестабильности, которая в конечном итоге приводит к онкогенной трансформации клеток [6].

Kras - это протоонкоген, который принимает участие в синтезе небольшого одноименного

белка-трансдуктора ГТФазы - KRAS, который функционирует как молекулярный переключатель. Он контролирует множество сигнальных каскадов путем циклического перехода между активированной и неактивированной формами. Белки KRAS играют важную роль в пролиферации клеток, клеточной дифференцировке и процессе апоптоза.

Kras считается наиболее распространенным онкогенным геном-драйвером при раковых заболеваниях. Почти 25% всех злокачественных новообразований имеют мутации в гене *Kras*. Кроме того, установлена зависимость между частотой и профилем мутаций *Kras* у курильщиков (от 25 до 35%) и некурящих (5%) [7, 8]

Цель исследований — изучить ароматизированные никотинсодержащие курительные смеси как фактор, влияющий на изменение силы экспрессии *Brca1* и *Kras* в тканях экспериментальных животных.

Материалы и методы исследований. Для выполнения эксперимента была создана модель симуляции курения по механическому типу для забора/выдува аэрозоля курительной смеси из электронной сигареты (вейпа) в условиях стеклянного куба объемом 96 литров.

В соответствии с протоколом-дизайном исследования выполнялись на 50 самках крыс линии *Wistar* массой тела 180-200 г, 10 из которых были интактными, а 40 — экспериментальными. Воздействие курительной смесью (содержание никотина 6, VG/PG 50/50, ароматизированная) на экспериментальных животных проводили 5-кратным забором-выдувом смеси из электронной сигареты (вейпа), что суммарно соответствовало 3,5 л аэрозоля. Экспозиция животных после воздействия смеси составляла 5 минут.

Забор материала у контрольных групп (печени, легких, головного мозга, плазмы крови) проводили однократно, а у животных экспериментальной группы - на 14-е, 28-е, 42-е, 56-е сутки симуляции курения соответственно. Манипуляции с животными осуществлялись в соответствии с рекомендациями Конвенции Совета Европы по охране позвоночных животных, используемых в экспериментальных и других научных целях, нормативной документацией УО ВГМУ, требованиями биомедицинской этики.

Для анализа изменения экспрессии протоонкогенов *Brca1* и *Kras* путем ПЦР-анализа в тканях интактных и экспериментальных крыс были разработаны праймеры, специфичные к перечисленным генам, проведен подбор и оптимизация условий ПЦР. Общий ход работы включал ультразвуковую гомогенизацию тканей, выделение общей РНК колоночным методом, обратную транскрипцию, ПЦР в реальном времени с подобранными праймерами и условиями, оценку и сравнение экспрессии после нормализации по уровню референсных генов *Gapdh* и *Actin-β*. Поиск нуклеотидных последовательностей производился в банке аннотированных нуклеотидных последовательностей GenBank Национального Центра Биотехнологической Информации США (NCBI). Расчет наборов праймеров для найденных последовательностей проводили с помощью программ Primer3 и FastPCR. При подборе праймеров для ПЦР учитывались следующие параметры: длина праймера, температура плавления (T_m) и температура отжига, специфичность, комплементарная последовательность праймера, G/C содержание и полипиримидиновые или полипуриновые протяженные участки, вторичная структура сайта-мишени, вторичная структура праймера, гомо- и гетеродимеризация.

Проверка полученных последовательностей праймеров на специфичность отжига выполнялась с помощью NCBI Primer BLAST. Оценивалось локальное попарное выравнивание каждого из праймеров со всеми нуклеотидными последовательностями баз данных Refseq.

Амплификация проводилась на термоциклере Real-Time PCR Detection System CFX96 (Bio-Rad, США). Далее выполнялась ПЦР в режиме реального времени образцов ДНК с использованием ПЦР-смеси qPCRMix-HS SYBR. Учет результатов амплификации и первичный анализ проводился программой CFX Maestro, входящей в комплект амплификатора. Анализ экспрессии проводился программой qbase+.

Статистическое сравнение результатов опытной группы проводили с данными серии «контроль» (печень, легкие, головной мозг, плазма крови), а также осуществляли внутригрупповое сравнение. Статистическую обработку полученных данных осуществляли с помощью программы Statistica 10.0. Для получения достоверного результата использовали U-тест Манна-Уитни (Mann-Whitney) или дисперсионный анализ Краскела-Уоллиса (Kruskal-Wallis ANOVA). Различия считали достоверными при уровне значимости менее 0,05 ($p < 0,05$).

Результаты исследований. У контрольных животных (самок) в тканях головного мозга экспрессия *Brca1* составила 2,11 относительных единиц (95% ДИ: 1,49-2,73), в легких — 0,85 (95% ДИ: 0,39-1,32), в печени - 1,14 (95% ДИ: 0,75-1,53), в плазме крови - 1,64 (95% ДИ: 0,54-2,74) относительных единиц.

При оценке относительной экспрессии генов в тканях головного мозга самок крыс экспериментальной группы выявлено, что на 14-е сутки воздействия курительной смеси активность *Brca1* составляла 11,88 (95% ДИ: 9,19-14,57) относительных единиц, на 28-е - 23,87 (95% ДИ: 22,28-25,48) относительных единиц, на 42-е сутки — 68,05 (95% ДИ: 54,21-81,83), на 56-е сутки - 80,05 (95% ДИ: 70,12-86,98) относительных единиц, что превышало контрольные показатели в 5,63-37,9 раза ($p = 0,0002$). Внутригрупповое сравнение показало достоверный рост силы экспрессии прямо

пропорционально времени воздействия курительной смеси.

В легких самок экспрессия *Brcal* составляла на 14-е сутки 6,03 (95% ДИ: 4,56-7,50) относительных единиц, на 28-е сутки – 16,03 (95% ДИ: 14,56-17,50), на 42-е сутки – 53,35 (95% ДИ: 40,94-65,75), на 56-е сутки – 79,35 (95% ДИ: 68,67-90,03) относительных единиц ($p=0,0002$), что выше контрольных показателей в 7,09-93,35 раза ($p=0,0002$).

В печени экспрессия *Brcal* составляла: на 14-е сутки – 5,48 (95% ДИ: 4,13-6,82) относительных единиц, на 28-е сутки – 15,48 (95% ДИ: 14,13-16,82), на 42-е сутки – 33,48 (95% ДИ: 28,69-38,26), на 56-е сутки – 69,18 (95% ДИ: 59,60-78,76) относительных единиц. Сравнение с данными интактной группы выявило рост силы экспрессии изучаемого гена в 4,80-47,38 раза ($p=0,0002$).

У животных экспериментальной группы (самок) в плазме крови сила экспрессии гена *Brcal* зафиксирована на следующих уровнях: на 14-е сутки – 15,94 (95% ДИ: 14,49-17,39) относительных единиц, на 28-е сутки – 32,94 (95% ДИ: 29,33-36,55), на 42-е сутки – 69,42 (95% ДИ: 60,03-78,81), на 56-е сутки – 87,42 (95% ДИ: 79,38-95,36) относительных единиц, что достоверно отличалось от силы экспрессии, выявленной в плазме интактных самок ($p=0,0002$).

У контрольных животных (самок) в тканях головного мозга экспрессия гена *Kras* составила 4,10 относительных единиц (95% ДИ: 2,31-5,88), в легких – 1,19 (95% ДИ: 0,74-1,64), в печени – 2,78 (95% ДИ: 1,41-4,16), в плазме крови – 1,28 (95% ДИ: 0,33-2,24) относительных единиц.

Результат анализа экспрессии *Kras* в тканях головного мозга самцов крыс показал, что на 14-е сутки после воздействия курительной смесью она составила 8,98 (95% ДИ: 7,28-10,68), на 28-е сутки – 27,98 (95% ДИ: 24,83-31,14), на 42-е сутки – 67,40 (95% ДИ: 55,71-79,08), на 56-е сутки – 41,40 (95% ДИ: 34,61-48,18) относительных единиц с достоверным отличием от данных контроля в сторону повышения в 2,19-16,43 раза с максимальной выраженностью на 42-е сутки ($p=0,002$).

В свою очередь, в тканях легких экспрессия изучаемого протоонкогена составляла: на 14-е сутки – 5,61 (95% ДИ: 4,31-6,91), на 28-е сутки – 15,61 (95% ДИ: 14,31-16,91), на 42-е сутки – 68,51 (95% ДИ: 59,22-77,80), на 56-е сутки – 34,60 (95% ДИ: 26,99-42,22) относительных единиц, что превышало контроль в 4,46-57,57 раза ($p=0,002$).

В биоптатах печени активность *Kras* на 14-е сутки была зафиксирована на уровне 5,92 (95% ДИ: 4,86-6,99), на 28-е сутки – 15,92 (95% ДИ: 14,86-16,99), на 42-е сутки – 35,68 (95% ДИ: 29,88-48,47), на 56-е сутки – 40,01 (95% ДИ: 34,07-45,94) относительных единиц, а в плазме крови – 25,00 (95% ДИ: 23,89-26,13) на 14-е сутки, на 28-е сутки – 35,01 (95% ДИ: 31,63-38,38), на 42-е сутки – 48,84 (95% ДИ: 36,46-61,22), на 56-е сутки – 15,64 (95% ДИ: 14,45-16,82) относительных единиц, что выше контроля в 2,12-40,71 раза.

Таким образом, в результате проведенного эксперимента выявлено, что экспрессия *Brcal* и *Kras* в тканях экспериментальных животных достоверно превышает результаты, зафиксированные у группы контроля на всех сроках наблюдения, и зависит от длительности воздействия курительной смеси.

Заключение. В настоящее время вейпинг - парение или вдыхание аэрозолей – считается весьма распространенным и позиционируется как безопасный процесс. Наличие в ароматизированной смеси для курения различных добавок и их вдыхание в любом случае не является полезным. Каким образом может повлиять тот или иной компонент в отдельности или сочетанно на организм, не изучено. Проведенное нами исследование показало, что курительные смеси могут воздействовать на генетический аппарат клеток за счет изменения силы экспрессии генов. Такие процессы могут привести к блокировке экспрессии генов-супрессоров опухолевого роста, что станет основой для активации протоонкогенов (нестабильности генома) и дальнейшему процессу опухолевого роста [9, 10].

Conclusion. Currently, vaping or inhalation of aerosols is considered quite common and is positioned as a safe process. The presence of various additives in the flavored smoking mixture and their inhalation in any case is not useful. How one or another component can affect the body separately or in combination has not been studied. Our study showed that smoking mixtures can affect the genetic apparatus of cells by changing the strength of gene expression. Such processes can lead to blocking the expression of tumor growth suppressor genes, which will become the basis for the activation of proto-oncogenes (genome instability) and the further process of tumor growth [9, 10].

Список литературы.

1. The Chemical Complexity of E-Cigarette Aerosols Compared with the Smoke from a Tobacco Burning Cigarette / J. Margham [et al.] // *Front. Chem.* – 2021. – Vol. 9. – PMID: 743060.
2. Propylene Glycol, a Component of Electronic Cigarette Liquid, Damages Epithelial Cells in Human Small Airways / M. Komura [et al.] // *Respir. Res.* – 2022. – Vol. 23. – P. 216.
3. Ko, T.-J. Effect of Heating on Physicochemical Property of Aerosols during Vaping / T.-J. Ko, S.A. Kim // *Int. J. Environ. Res. Public Health.* – 2022. – Vol. 19. – P. 1892.
4. E-Cigarette or Vaping Product Use-Associated Lung Injury: A Comprehensive Review / M.A. Amjad [et al.] // *Int J Environ Res Public Health.* – 2025. – Vol. 22 (5). – P. 792.
5. Tang, M.-S. Can electronic-cigarette vaping cause cancer? / M.-S. Tang, Y.-L. Tang // *J. Cancer Biol.* – 2021. – Vol. 2 (3). – P. 68–70.

6. Gorodetska, I. *BRCA Genes: The Role in Genome Stability, Cancer Stemness and Therapy Resistance* / I. Gorodetska, I. Kozeretska, A.J. Dubrovskaya // *Cancer*. – 2019. – Vol. 10 (9). – P. 2109–2127.
7. *KRAS mutation: from undruggable to druggable in cancer* / L. Huang [et al.] // *Sig Transduct Target Ther.* – 2021. – Vol. 6. – P. 386.
8. Basu, AK. *Chemically-Induced DNA Damage, Mutagenesis, and Cancer* / AK. Basu, T. Nohmi // *Int J Mol Sci.* – 2018. – Vol. 19 (6). – P. 1767.
9. Chatterjee, N. *Mechanisms of DNA damage, repair, and mutagenesis* / N. Chatterjee, GC. Walker // *Environ Mol Mutagen.* – 2017. – Vol. 58 (5). – P. 235–263.
10. Litvinov, SV. *The main repair pathways of double-strand breaks in the genomic DNA and interaction between them* / SV. Litvinov // *Cytology and Genetics.* – 2014. – Vol. 48 (3). – P. 64–77.

References.

1. *The Chemical Complexity of E-Cigarette Aerosols Compared with the Smoke from a Tobacco Burning Cigarette* / J. Margham [et al.] // *Front. Chem.* – 2021. – Vol. 9. – PMID: 743060.
2. *Propylene Glycol, a Component of Electronic Cigarette Liquid, Damages Epithelial Cells in Human Small Airways* / M. Komura [et al.] // *Respir. Res.* – 2022. – Vol. 23. – P. 216.
3. Ko, T.-J. *Effect of Heating on Physicochemical Property of Aerosols during Vaping* / T.-J. Ko, S.A. Kim // *Int. J. Environ. Res. Public Health.* – 2022. – Vol. 19. – P. 1892.
4. *E-Cigarette or Vaping Product Use-Associated Lung Injury: A Comprehensive Review* / M.A. Amjad [et al.] // *Int J Environ Res Public Health.* – 2025. – Vol. 22 (5). – P. 792.
5. Tang, M.-S. *Can electronic-cigarette vaping cause cancer?* / M.-S. Tang, Y.-L. Tang // *J. Cancer Biol.* – 2021. – Vol. 2 (3). – P. 68–70.
6. Gorodetska, I. *BRCA Genes: The Role in Genome Stability, Cancer Stemness and Therapy Resistance* / I. Gorodetska, I. Kozeretska, A.J. Dubrovskaya // *Cancer*. – 2019. – Vol. 10 (9). – P. 2109–2127.
7. *KRAS mutation: from undruggable to druggable in cancer* / L. Huang [et al.] // *Sig Transduct Target Ther.* – 2021. – Vol. 6. – P. 386.
8. Basu, AK. *Chemically-Induced DNA Damage, Mutagenesis, and Cancer* / AK. Basu, T. Nohmi // *Int J Mol Sci.* – 2018. – Vol. 19 (6). – P. 1767.
9. Chatterjee, N. *Mechanisms of DNA damage, repair, and mutagenesis* / N. Chatterjee, GC. Walker // *Environ Mol Mutagen.* – 2017. – Vol. 58 (5). – P. 235–263.
10. Litvinov, SV. *The main repair pathways of double-strand breaks in the genomic DNA and interaction between them* / SV. Litvinov // *Cytology and Genetics.* – 2014. – Vol. 48 (3). – P. 64–77.

Поступила в редакцию 13.04.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-3-154-159

УДК 576.89:639

СЛОЖНЫЕ ПАРАЗИТОЦЕНОЗЫ РЫБ В АКВАКУЛЬТУРЕ БЕЛАРУСИ

*Полоз С.В. ORCID ID 0000-0001-6722-3573, **Бекиш В.Я. ORCID ID 0000-0002-1670-7049,

*Дегтярик С.М. ORCID ID 0000-0002-3589-1670

*Республиканское дочернее унитарное предприятие «Институт рыбного хозяйства» Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр

Национальной академии наук по животноводству», г. Минск, Республика Беларусь

**УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», г. Витебск, Республика Беларусь

В результате исследований было установлено, что в условиях аквакультуры эктопаразиты рыб образуют сложные паразитоценозы с участием комплексов паразитов, сформированных представителями паразитических инфузорий разных родов и видов и моногенетических сосальщиков разных родов. Формирование паразитоценозов может происходить в течение всего периода выращивания. При этом наибольшему риску подвержена молодь до года. Анализ структуры паразитокомплексов рыб свидетельствует о том, что во всех паразитокомплексах с участием *Chilodonella cyprini*, *Dactylogyrus* sp., *Gyrodactylus* sp., *Trichodina* sp. доминирующая роль принадлежит *Chilodonella cyprini*. **Ключевые слова:** паразитоценозы, эктопаразиты, *Chilodonella cyprini*, *Dactylogyrus* sp., *Gyrodactylus* sp., *Trichodina* sp.

COMPLEX PARASITOCENOSSES OF FISH IN THE AQUACULTURE OF BELARUS

*Poloz S.V., **Bekish V.Y., *Dziahtsiaryk S.M.

*Republican Subsidiary Unitary Enterprise "Fish Industry Institute" of Republican Unitary Enterprise "Scientific and practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry", Minsk, Republic of Belarus

**Vitebsk State Order of People's Friendship Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus

Our research has established that, under aquaculture conditions, fish ectoparasites form complex parasitocenoses involving parasite complexes formed by representatives of parasitic ciliates of various genera and species and monogenetic flukes of various genera. These parasitocenoses can develop throughout the entire rearing period. Young fish under one year of age are at greatest risk. Analysis of the structure of fish parasitocenoses indicates that *Chilodonella cyprini* plays a dominant role in all parasitocenoses involving *Chilodonella cyprini*, *Dactylogyrus* sp., *Gyrodactylus* sp., *Trichodina* sp.

Dactylogyrus sp., *Gyrodactylus* sp., and *Trichodina* sp. **Keywords:** *parasitocenoses, ectoparasites, Chilodonella cyprini, Dactylogyrus* sp., *Gyrodactylus* sp., *Trichodina* sp.

Введение. Паразиты являются частью среды обитания каждого организма. Некоторые паразиты развиваются непосредственно на хозяине или внутри него, другие имеют чрезвычайно сложные жизненные циклы, требующие нескольких последовательных облигатных хозяев для завершения своего развития. С экологической точки зрения, организмы-хозяева можно рассматривать как среду обитания для паразита, предоставляющую ряд различных местообитаний для колонизации паразитами [8]. Большинство видов паразитов занимают определенные ткани или органы на своем хозяине или внутри него, и часто целое сообщество различных видов паразитов колонизирует одного и того же хозяина. Однако паразитарная популяция одного вида-хозяина может различаться в зависимости от местности и географического региона, поскольку, помимо организма хозяина, на паразитов также влияют абиотические параметры окружающей среды, такие как температура, соленость или pH среды, в которой обитает хозяин [9]. Кроме того, многие виды паразитов имеют свободноживущие стадии или зависят от наличия специфических промежуточных хозяев или переносчиков, численность или встречаемость которых могут варьировать от места к месту.

В последнее время в области паразитологии, как биологической, так и ветеринарной, на первый план выходят вопросы формирования и структуры паразитокомплексов. Это имеет важное значение в установлении этиологической роли компонентов, формирующих сложный паразитокомплекс, обуславливающий тяжесть патологических состояний, с ними сопряженных.

Паразитарные болезни животных, продукция которых потребляется человеком в пищу, имеют важное значение в социально-экономической сфере [7]. При этом особое значение должно уделяться ассоциативным болезням и их возбудителям, т.к. при ассоциативном течении регистрируются тяжело протекающие клинические формы заболевания, усугубляющие негативное влияние паразитов и патогенов [5, 6].

У прудовых рыб зарегистрировано более 40 видов паразитов, многие из которых вызывают эпизоотии, приносящие значительный ущерб рыбному хозяйству [2], поэтому важным является установление взаимосвязи между отдельными сочленами при формировании паразитоценоза.

Возбудители эктопаразитарных заболеваний – ресничные инфузории *pp. Trichodina, Ichthyophthirius, Chilodonella* и моногенеи *pp. Dactylogyrus, Gyrodactylus* – широко распространены у рыб как в естественных водоемах, так и в прудовых хозяйствах Республики Беларусь. Эктопаразиты относятся к наиболее распространенным и опасным заболеваниям, наносят значительный ущерб рыбному хозяйству и являются причиной значительного снижения темпа роста рыбы, развития различных аномалий, ухудшения качества рыбопродукции, массовой гибели рыб.

Паразитические инфузории являются наиболее распространенными этиологическими агентами у рыб. В большинстве паразитирование их связано с паразитами других экологических групп, например, моногенетическими сосальщиками.

Цель – установление структуры паразитоценозов рыб в условиях аквакультуры Беларуси.

Материалы и методы исследований. Проводили паразитологическое исследование ресурсных видов рыб в условиях аквакультуры и естественных водоемов с преобладанием *Cyprinus carpio*. Данный вид является наиболее значимым объектом аквакультуры Беларуси. Определяли экстенсивность (ЭИ) и интенсивность (ИИ) паразитарной инвазии, а также встречаемость видов с учетом тропизма к органам и тканям. Использовали метод компрессионной микроскопии соскобов с поверхности тела, жабр, ротовой полости [1]. Видовую принадлежность устанавливали согласно определителю паразитов пресноводных рыб [4].

Статистическую обработку осуществляли при распределении, отличном от нормального, по критерию Шапиро-Уилка ($p < 0,05$) с оценкой значимости различий средних величин по критерию Манна-Уитни [3].

Результаты исследований. Паразитологическую ситуацию и структуру комплексов эктопаразитов рыб в условиях аквакультуры оценивали в различные сезоны года: в период зимовки (февраль-март), во время разгрузки зимовальных прудов (апрель), в вегетационный период (май-сентябрь) и перед зимовкой (октябрь).

Анализируя полученные данные (таблица 1), следует отметить, что зимой, перед разгрузкой зимовалов, практически во всех обследованных организациях для рыбы установлено наличие эктопаразитов – инфузорий (*Trichodina* sp., *Apiosoma* sp., *Ichthyophthirius multifiliis*) и моногенетических сосальщиков (*Dactylogyrus* sp., *Gyrodactylus* sp.).

Эктопаразитофауна рыб естественного водоема (оз. Червоное) более разнообразна и представлена 4 видами эктопаразитов в то время, как эктопаразитофауна рыб в прудах представлена, как правило, одним-двумя видами. Рыбы, обитающие в водоисточнике, являются переносчиками инвазионного начала и представляют собой опасность при проникновении в прудовые хозяйства. В пруды возбудители эктопаразитарных заболеваний попадают с водой или сорной рыбой.

Таблица 1 – Эктопаразитофауна рыб в аквакультуре Беларуси в феврале-марте

Водоемы организаций	Вид рыб	Возраст рыб	Количество обследованных, особь	Эктопаразиты	ЭИ, %	ИИ, экз. в п.з.м.
«Вилейка»	каrp	годовик	20	<i>Trichodina</i> sp.	35	1-2
«Волма»	каrp	годовик	25	<i>Trichodina</i> sp.	20	1-3
	ПТ	годовик	25	-	-	-
«Белое»	каrp	годовик двухгодовик	140	<i>Trichodina</i> sp.	30-100	1-3
				<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	един.	един.
				<i>Apiosoma</i> sp.	един.	един.
				<i>Dactylogyrus</i> sp.	един.	един.
«Новинки»	каrp	годовик	25	<i>Dactylogyrus</i> sp.	60	1-2
«Любань»	каrp	годовик	20	<i>Trichodina</i> sp.	100	1-15
				<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	10	един.
				<i>Dactylogyrus</i> sp.	10	един.
«Селец»	каrp	годовик	50	<i>Trichodina</i> sp.	20-60	1-7
				<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	20	един.
«Красная Слобода»	каrp	годовик	30	<i>Trichodina</i> sp.	50-100	1-4
				<i>Chilodonella</i> sp.	20	1-2
Оз. Червоное	каrp	6-годовик	3	<i>Trichodina</i> sp.	33	1-2
				<i>Apiosoma</i> sp.	33	един.
				<i>Gyrodactylus</i> sp.	66	4-6
	карась	3-го-довик	10	<i>Gyrodactylus</i> sp.	10	1
				<i>Dactylogyrus</i> sp.	40	1-2
				<i>Apiosoma</i> sp.	10	един.
	ПТ	4-го-довик	2	-	-	-

Примечание: ПТ – пестрый толстолобик, п.з.м. – поле зрения микроскопа.

Результаты исследований показали, что в период разгрузки зимовалов установлена смешанная инвазия простейших (*Trichodina* sp., *Ichthyophthirius multifiliis*) и моногенетических сосальщиков (дактилогирусы, гиродактилюсы). При этом ЭИ составила от 5 до 30%, ИИ – 1-3 экз. в п.з.м. (таблица 2).

Анализ данных таблицы 3 показал наличие практически во всех обследованных организациях заражение рыб паразитическими инфузориями (*Trichodina* sp., *Ichthyophthirius multifiliis*) и моногенетическими сосальщиками (*Dactylogyrus* sp., *Gyrodactylus* sp.). В оз. Лукомльское зарегистрировано два вида эктопаразитов, обнаруженных у красноперки: *Trichodina* sp. (ЭИ – 10%, ИИ – 1 экз. в п.з.м.) и дактилогирусы (ЭИ – 10%, ИИ – 2 экз. в п.з.м.). Таким образом, рыбы естественных водоемов могут являться источником инвазионного начала и представлять непосредственную опасность для рыб в аквакультуре.

Важным моментом в течение вегетационного сезона для аквакультуры является проведение паразитологического мониторинга рыбы в прудах с целью своевременного выявления эктопаразитов и применения мер минимизации их негативного влияния.

Таблица 2 – Эктопаразитофауна рыб при разгрузке зимовалов

Водоемы организаций	Вид рыб	Возраст рыб	Количество обследованных, особь	Паразиты	ЭИ, %	ИИ, экз. в п.з.м.
«Новинки»	каrp	двухгодовик	40	<i>Trichodina</i> sp.	10	1-2
				<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	5	1-2
				<i>Dactylogyrus</i> sp.	15	1
		годовик	112	<i>Trichodina</i> sp.	20	1-5
				<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	15	1-3
				<i>Dactylogyrus</i> sp.	25	1-2
«Вилейка»	каrp	годовик	20	<i>Trichodina</i> sp.	30	1-3
				<i>Dactylogyrus</i> sp.	10	1-3
				<i>Gyrodactylus</i> sp.	30	1-2
	трехгодовик	15	15	<i>Trichodina</i> sp.	20	1-2
				<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	6	1
				<i>Gyrodactylus</i> sp.	13	1-2

Таблица 3 – Эктопаразитофауна рыб во время вегетационного сезона

Водоемы организаций	Вид рыб	Возраст рыб	Количество обследованных, особь	Эктопаразиты	ЭИ, %	ИИ, экз.в п.з.м.
«Вилейка»	карп	трехлеток	15	<i>Trichodina</i> sp.	13	1-2
		молодь	25	<i>Trichodina</i> sp.	15	1-2
	БА	молодь	10	-	-	-
«Красная Слобода»	карп	молодь	125	<i>Dactylogyrus</i> sp.	20-30	1-3
				<i>Trichodina</i> sp.	12-20	1-4
				<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	10-30	2-5
		двухлеток	50	<i>Trichodina</i> sp.	30	2-4
				<i>Dactylogyrus</i> sp.	10	1-2
		трехлеток	60	<i>Trichodina</i> sp.	20	3-4
				<i>Dactylogyrus</i> sp.	20	1-2
«Белое»	карп	двухлеток	40	<i>Dactylogyrus</i> sp.	10-20	1-3
		трехлеток	10	<i>Gyrodactylus</i> sp.	20	1
				---	---	---
«Ляхва»	карп	двухлеток	85	<i>Dactylogyrus</i> sp.	7,5-20	1-2
				<i>Trichodina</i> sp.	10-30	1-2
				<i>Diplozoon paradoxum</i>	1 – 2	1
				<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	7,5-10	1-2
Оз. Лукомльское	лещ	2-6 леток	30	<i>Dactylogyrus</i> sp.	10	2
	Красноперка	2-5 леток	10	<i>Dactylogyrus</i> sp.	10	2
				<i>Trichodina</i> sp.	10	1

Таблица 4 – Эктопаразитофауна рыб в период посадки на зимовку

Водоемы организаций	Вид рыб	Возраст рыб	Количество обследованных, особь	Эктопаразиты	ЭИ, %	ИИ, экз. в п.з.м.
«Белое»	карп	молодь	80	<i>Dactylogyrus</i> sp.	един.	един.
				<i>Trichodina</i> sp.	един.	един.
«Вилейка»	карп	молодь	50	<i>Trichodina</i> sp.	20	1-2
	карась серебряный	молодь	10	<i>Dactylogyrus</i> sp.	12	1
				<i>Chilodonella cyprini</i>	30	3-5
«Селец»	карп	двухлеток	30	<i>Trichodina</i> sp.	един.	един.
		РМС	15	<i>Trichodina</i> sp.	един.	един.

В результате исследований в осенний период, перед посадкой рыбы на зимовку, в водоемах обследуемых организаций установлено заражение эктопаразитами (таблица 4). При этом у молоди карпа до года из водоемов рыбоводной организации «Белое» обнаружены единичные *Trichodina* sp. на поверхности тела, на жабрах – единичные *Dactylogyrus* sp.; у молоди карпа до года в водоемах РУ «Вилейка» – на поверхности тела и жабрах – *Trichodina* sp., ЭИ – 20%, ИИ – 1-2 экз. в п.з.м., у молоди карася серебряного до года на жабрах – *Dactylogyrus* sp., ЭИ – 12%, ИИ – 1 экз. в п.з.м., *Chilodonella cyprini* ЭИ – 30%, ИИ – 3-5 экз. в п.з.м.; у двухлетков и РМС карпа «Опытный рыбхоз «Селец» – единичные *Trichodina* sp. на поверхности тела и жабрах.

Наиболее показательным в отношении формирования сложных паразитокомплексов явилось изучение паразитофауны молоди карпа (до года) в условиях аквакультуры одной из региональных организаций Минской области в апреле 2026 года (таблица 5).

Таблица 5 – Эктопаразитофауна рыб (апрель 2026)

Вид рыб	Возраст рыб	Количество обследованных, особь	Эктопаразиты	ЭИ, %	ИИ, экз. в п.з.м. (min-max)
карп	молодь	42	<i>Dactylogyrus</i> sp.	71,4	1-14
			<i>Trichodina</i> sp.	21,4	1-2
			<i>Chilodonella cyprini</i>	83,3	1-420
			<i>Gyrodactylus</i> sp.	19,0	1-10

Так, у молоди карпа до года паразиты обнаружены на поверхности тела, жабрах, ротовой полости. При этом у многих рыб представителей одних и тех же паразитов регистрировали и на поверхности тела, и на жабрах, и в ротовой полости. ЭИ *Dactylogyrus* sp. составила 71,4%, ИИ – 1-

14 в п.з.м. При этом встречаемость *Dactylogyrus* sp. на поверхности тела составила 54,8%, на жабрах – 26,2 %, в ротовой полости – 2,4% (3 ов. в п.з.м.). ЭИ *Trichodina* sp. составила 21,4%, ИИ – 1-2 в п.з.м. При этом встречаемость *Trichodina* sp. на поверхности тела составила 19 %, на жабрах и в ротовой полости – по 2,4%; ЭИ *Chilodonella cyprini* составила 83,3%, ИИ – 1-420 в п.з.м. При этом встречаемость *Chilodonella cyprini* на поверхности тела составила 85,7%, на жабрах – 33,3 %, в ротовой полости – 2,4%. ЭИ *Gyrodactylus* sp. составила 19%, ИИ – 1-10 экз. в п.з.м. При этом встречаемость *Gyrodactylus* sp. на поверхности тела составила 21,4%, на жабрах – 7,1%

Формирование паразитокомплексов может происходить как на поверхности тела, жабрах, так и в ротовой полости. Было зарегистрировано шесть паразитокомплексов с одинаковой локализацией и/или различной локализацией: 1) *Chilodonella cyprini* + *Dactylogyrus* sp. (встречаемость – 23,8%), 2) *Chilodonella cyprini* + *Gyrodactylus* sp. (встречаемость – 9,5%); 3) *Chilodonella cyprini* + *Dactylogyrus* sp. + *Gyrodactylus* sp. (встречаемость – 9,5%); *Chilodonella cyprini* + *Dactylogyrus* sp. + *Trichodina* sp. (встречаемость – 23,8%); *Chilodonella cyprini* + *Gyrodactylus* sp. + *Trichodina* sp. (встречаемость – 11,9%); *Chilodonella cyprini* + *Dactylogyrus* sp. + *Gyrodactylus* sp. + *Trichodina* sp. (встречаемость – 9,5%).

Установлено, что во всех паразитокомплексах доминирующая роль принадлежала *Chilodonella cyprini* с различной интенсивностью паразитарной инвазии. Так, ИИ в первом паразитокомплексе составила 6-420 экз. в п.з.м., во втором – 12-158 экз. в п.з.м., в третьем – 2-39 экз. в п.з.м., в четвертом – 11-149 экз. в п.з.м., в пятом – 2-91 экз. в п.з.м., в шестом – 31-149 экз. в п.з.м.

Закключение. Установлено, что формирование сложных паразитоценозов, включающих представителей паразитических инфузорий разных родов и видов и моногенетических сосальщиков разных родов, в условиях аквакультуры может происходить в течение всего периода выращивания. При этом наибольшему риску подвержена молодь до года. Анализ структуры паразитокомплексов рыб свидетельствует о том, что во всех паразитокомплексах с участием *Chilodonella cyprini*, *Dactylogyrus* sp., *Gyrodactylus* sp., *Trichodina* sp. доминирующая роль принадлежит *Chilodonella cyprini*.

В условиях аквакультуры пик зараженности эктопаразитами приходится на конец зимы-начало весны. Это связано с ухудшением гидрохимического режима в прудах и ослаблением иммунной защиты рыб в данный период и объясняется тем, что в аквакультуре эктопаразиты, попадая в благоприятные для их развития условия (высокая скученность рыбы, низкое содержание кислорода, большое количество органики в воде), быстро размножаются и могут вызывать вспышки заболеваний. Поэтому меры контроля над распространением эктопаразитов является необходимой составляющей противоэпизоотических мероприятий.

Conclusion. We have established that the formation of complex parasitocenoses, including representatives of parasitic ciliates of various genera and species and monogenetic flukes of various genera, can occur throughout the entire rearing period in aquaculture. Young fish under one year of age are at greatest risk. Analysis of the structure of fish parasite complexes indicates that *Chilodonella cyprini* plays a dominant role in all parasite assemblages involving *Chilodonella cyprini*, *Dactylogyrus* sp., *Gyrodactylus* sp., and *Trichodina* sp.

In aquaculture, peak ectoparasite infestations occur in late winter and early spring. This is due to the deterioration of the hydrochemical conditions in ponds and the weakening of the fish immune defenses during this period. This is explained by the fact that in aquaculture, ectoparasites, when exposed to favorable conditions for their development (high fish density, low oxygen levels, and high organic matter in the water), multiply rapidly and can cause disease outbreaks. Therefore, controlling the spread of ectoparasites are a necessary component of anti-epidemic measures.

Список литературы.

1. Быховская-Павловская, И. Е. Паразиты рыб / И. Е. Быховская-Павловская. – Москва : Наука, 1985. – С. 16, 45, 63.
2. Кончиц, В. В. Анализ состояния рыбководства и рыболовства республики Беларусь / В. В. Кончиц // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – 2001. – Вып. 17. – С. 5–21.
3. Онлайн калькуляторы для расчета статистических критериев // Медицинская статистика [официальный сайт]. – URL: <https://medstatistic.ru/> (дата обращения: 25.05.2026).
4. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР : в 3 т. / Академия наук СССР, Зоологический институт ; [редкол.: О. Н. Бауер (отв. ред.) и др.]. – Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1984. – Т. 1: Паразитические простейшие / [Н. Н. Банина, В. Н. Воронин, З. С. Донец и др.] ; отв. ред. тома С. С. Шульман. – С. 258–261.
5. Патоморфологические изменения у индеек под влиянием паразитоценоза гетеракисов и гистомонад / А. И. Жуков, А. И. Ятусевич, А. М. Сарока, И. П. Захарченко // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2021. – Т. 57, вып. 1. – С. 28–34. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-1-28-34.
6. Патоморфологические изменения у поросят при ассоциативном течении сальмонеллеза и эймериоза / А. А. Миронова, Л. П. Миронова, О. Б. Павленко, О. А. Манжурина // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2022. – Т. 58, вып. 1. – С. 34–39. – DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-1-34-39.

7. Эпизоотическая ситуация в Волгоградской области по основным паразитарным болезням сельскохозяйственных животных / С. А. Акимова, А. А. Ряднов, Д. А. Злепкин [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2024. – Т. 60, вып. 1. – С. 4–9. – DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-1-4-9.

8. Parasitology Meets Ecology on Its Own Terms: Margolis et al. Revisited / A. O. Bush, K. D. Lafferty, J. M. Lotz, Al. W. Shostak // The Journal of Parasitology, 1997. – № 83 (4). – P. 575–583.

9. Segner, H. Moving beyond a descriptive aquatic toxicology: the value of biological process and trait information / H. Segner // Aquat. Toxicol. – 2011. – № 105. – P. 50–55.

References.

1. Byhovskaya-Pavlovskaya, I. E. Parazity ryb / I. E. Byhovskaya-Pavlovskaya. – Moskva : Nauka, 1985. – S. 16, 45, 63.

2. Konchic, V. V. Analiz sostoyaniya rybovodstva i rybolovstva respubliki Belarus' / V. V. Konchic // Voprosy rybnogo hozyajstva Belarusi. – 2001. – Vyp. 17. – S. 5–21.

3. Onlajn kal'kulyatory dlya rascheta statisticheskikh kriteriev // Medicinskaya statistika [oficial'nyj sayt]. – URL: <https://medstatistic.ru/> (data obrashcheniya: 25.05.2026).

4. Opredelitel' parazitov presnovodnyh ryb fauny SSSR : v 3 t. / Akademiya nauk SSSR, Zoologicheskij institut ; [redkol.: O. N. Bauer (otv. red.) i dr.]. – L. : Nauka, Leningr. otd-nie, 1984. – T. 1: Paraziticheskie prostejshie / [N. N. Banina, V. N. Voronin, Z. S. Donec i dr.]; otv. red. toma S. S. SHul'man. – S. 258–261.

5. Patomorfologicheskie izmeneniya u indeek pod vliyaniem parazitocenoza geterakisov i gistomonad / A. I. ZHukov, A. I. YAtusevich, A. M. Saroka, I. P. Zaharchenko // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». – 2021. – T. 57, vyp. 1. – S. 28–34. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-1-28-34.

6. Patomorfologicheskie izmeneniya u porosyat pri associativnom techenii sal'monelleza i ejmerioza / A. A. Mironova, L. P. Mironova, O. B. Pavlenko, O. A. Manzhurina // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». – 2022. – T. 58, vyp. 1. – S. 34–39. – DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-1-34-39.

7. Epizooticheskaya situatsiya v Volgogradskoj oblasti po osnovnym parazitarnym boleznyam sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh / S. A. Aкимова, A. A. Ryadnov, D. A. Zlepkin [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». – 2024. – T. 60, vyp. 1. – S. 4–9. – DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-1-4-9.

8. Parasitology Meets Ecology on Its Own Terms: Margolis et al. Revisited / A. O. Bush, K. D. Lafferty, J. M. Lotz, Al. W. Shostak // The Journal of Parasitology, 1997. – № 83 (4). – R. 575–583.

9. Segner, H. Moving beyond a descriptive aquatic toxicology: the value of biological process and trait information / H. Segner // Aquat. Toxicol. – 2011. – № 105. – P. 50–55.

Поступила в редакцию 01.06.2026.

DOI 10.52368/2078-0109-2026-62-3-159-163

УДК 574.24:576.89:639

РОЛЬ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ ИНФУЗОРИЙ *CHILODONELLA PISCICOLA* И БАКТЕРИЙ *PSEUDOMONAS PROTEGENS* В ФОРМИРОВАНИИ ПАРАЗИТОЦЕНОТИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ У *CYPRINUS CARPIO*

*Полоз С.В. ORCID ID 0000-0001-6722-3573, **Бекиш В.Я. ORCID ID 0000-0002-1670-7049,

*Максимьюк Е.В.

*Республиканское дочернее унитарное предприятие «Институт рыбного хозяйства» Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук по животноводству», г. Минск, Республика Беларусь

**УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», г. Витебск, Республика Беларусь

В результате исследований установлено, что ответная реакция со стороны организма *Cyprinus carpio* на смешанную инвазию зависит от структуры паразитокомплекса и очередности проникновения его компонентов в организм. При последовательном инвазировании *Chilodonella piscicola* и *Pseudomonas protegens* главенствующую роль на начальном этапе играют паразитические простейшие, но постепенно бактерии начинают доминировать. При одновременном совместном заражении *Chilodonella piscicola* и *Pseudomonas protegens* негативное воздействие их усиливается и проявляется быстрее. **Ключевые слова:** паразитические инфузории *Chilodonella piscicola*, бактерии *Pseudomonas protegens*, влияние паразитов и патогенов, показатели устойчивости, *Cyprinus carpio*.

THE ROLE OF PARASITIC *CILODONELLA PISCICOLA* AND *PSEUDOMONAS PROTEGENS* BACTERIA IN THE FORMATION OF PARASITOCENOTIC RELATIONSHIPS IN *CYPRINUS CARPIO*

*Poloz S.V., **Bekish V.Y., *Maksimiyuk Y.V.

*Republican Subsidiary Unitary Enterprise "Fish Industry Institute" of Republican Unitary Enterprise "Scientific and practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry", Minsk, Republic of Belarus

** Vitebsk State Order of People's Friendship Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus

*Research has shown that the response of *Cyprinus carpio* to a mixed infestation depends on the structure of the parasite complex and the order in which its components enter the body. During sequential infestations with *Chilodonella piscicola* and *Pseudomonas protegens*, the parasitic protozoa play a dominant role initially, but bacteria gradually become dominant. During simultaneous infestations with *Chilodonella piscicola* and *Pseudomonas protegens*, their negative impact increases and manifests itself more rapidly. **Keywords:** *Chilodonella piscicola* parasitic ciliates, *Pseudomonas protegens* bacteria, impact of parasites and pathogens, resistance indicators, *Cyprinus carpio*.*

Введение. Механизмы, определяющие устойчивость хозяина, являются одним из главных вопросов паразитологии, занимающих умы паразитологов на протяжении десятилетий. В отношении паразитов, поражающих рыб, этот вопрос становится еще более актуальным. Например, выбор определенного вида хозяина паразитическим паразитом должен определяться главным образом факторами, связанными с поверхностью хозяина. Паразит, в свою очередь, должен быть способен противостоять различным иммунологическим реакциям, вызываемым хозяином против вторгшегося организма. Так, иммунологические реакции (как врожденные, так и приобретенные) являются важными факторами хозяина в системе «паразит-рыба» [8]. Патогенность считается наиболее важной проблемой при рассмотрении взаимоотношений между паразитом и организмом-хозяином. Патогенность паразита варьируется и влияет на организм хозяина в целом [5, 6]. Успех микроорганизмов в качестве патогенов также частично обусловлен их способностью избегать распознавания и/или уничтожения комплементом и другими естественными и приобретенными механизмами защиты [7].

Следовательно, концепция устойчивости хозяина может рассматриваться как реакция на проникновение, фиксацию и размножение паразитов и патогенов на рыбе-хозяине. При этом для реализации цикла развития паразиту и/или патогену необходимо избегать или использовать различные механизмы, применяемые рыбами-хозяевами.

Иммунная система имеет решающее значение для выживания и жизнеспособности любого организма, защищая его от инфекционных агентов, токсического воздействия, повреждения тканей и вызываемых ими нарушений. Такая защита основана на иммунных ответах на конкретную угрозу. Первый ответ можно охарактеризовать как врожденный иммунитет, самый ранний барьер против инфекции и повреждения. Результат врожденного иммунитета основан на общем распознавании группы патогенов или сигналов повреждения, а не на конкретном микроорганизме или молекуле, и не представляет собой долговременный иммунитет. Второй ответ включает более специфические реакции и в совокупности называется адаптивным (или приобретенным) иммунитетом. Адаптивный иммунный ответ развивается в течение жизни организма как адаптация к инфекции любым конкретным патогеном. Защитное действие обеспечивается В- и Т-лимфоцитами и во многих случаях приводит к формированию иммунологической памяти, обеспечивая длительную защиту от конкретных патогенов, с которыми столкнулась иммунная система [10].

Взаимодействия между рыбами-хозяевами и их паразитами и патогенами разнообразны и могут значительно различаться. Результаты проведенных нами исследований улучшат понимание этих вопросов.

Цель исследования – установить роль паразитических инфузорий *Chilodonella piscicola* и бактерий *Pseudomonas protegens* в формировании паразитоценоотических комплексов и возникновении патологических состояний у *Cyprinus carpio*.

Материалы и методы исследований. Исследование проводили на *Cyprinus carpio*. Данный вид является наиболее значимым объектом аквакультуры Беларуси. Интенсивность инвазии эктопаразитами определяли на поверхности тела и жабрах. Использовали паразитологические методы с применением компрессионной микроскопии соскобов с поверхности тела и жабр. Видовую принадлежность устанавливали согласно определителю паразитов пресноводных рыб [3].

Для определения иммунобиологических показателей проведен отбор проб крови из хвостовой артерии; в крови определяли эритроциты, гемоглобин, фагоцитарную активность лейкоцитов, в сыворотке крови – общий белок, лизоцимную и бактерицидную активность, уровень бета-лизинов [9];

Методы бактериологии включали проведение первичного посева, выделение чистой культуры и идентификацию микроорганизмов с использованием микроскопии окрашенных мазков и биохимических тестов.

Схема опыта. По принципу случайных аналогов были сформированы четыре группы рыб (группа №1-3 – опытные и группа №4 – контрольная). Группа №1 – рыбы, инвазированные паразитическими инфузориями *Chilodonella piscicola*. Группа №2 – рыбы, поочередно зараженные *Chilodonella piscicola* и через 3 дня – штаммом бактерий *Pseudomonas protegens* БИМ В-1903 Д. Группа №3 – рыбы, одновременно инвазированные *Chilodonella piscicola* и штаммом бактерий *Pseudomonas protegens* БИМ В-1903 Д. Рыбы контрольной группы являлись интактными.

Заражение *Chilodonella piscicola* проводили методом, имитирующим естественное заражение: совместного содержания с зараженными рыбами.

Штамм бактерий *Pseudomonas protegens* БИМ В-1903 Д также выделен нами от больных рыб [4]. Заражение проводили в дозе 1×10^9 микробных тел (мк.т.)/1 см³ интрацеломически.

Наблюдение вели в течение 6 дней, на 7-й день провели отбор проб крови опытных и контрольной групп.

Исследования повторяли в трехкратной последовательности. В каждой группе было по 10 рыб. Количество рыб в эксперименте – 120.

Исследования проводили в условиях аквариальной лаборатории болезней рыб РУП «Институт рыбного хозяйства». Температура воды в аквариумах составляла 12°C при постоянном аэрировании. Кормление отсутствовало.

Статистическую обработку осуществляли при распределении, отличном от нормального, по критерию Шапиро-Уилка ($p < 0,05$) с оценкой значимости различий средних величин по критерию Манна-Уитни [2].

Результаты исследований. Для изучения характера взаимоотношений в системе «паразит–хозяин» использовали культуру паразитических простейших *Chilodonella piscicola* и штамм бактерий *Pseudomonas protegens*, выделенные нами от больных рыб.

Культура паразитических простейших *Chilodonella piscicola* представляла собой простейших достаточно крупных для данного рода. Тело листовидной формы с вырезкой на наиболее расширенном конце и типичным ресничным аппаратом.

Интенсивность паразитарной инвазии у рыб-доноров составляла (min-max) 25-128 экз. в п.з.м.

Выделенный в результате исследований штамм *Pseudomonas protegens* БИМ В-1903 Д по культурально-морфологическим признакам отнесен к грамотрицательным неподвижным палочкам. На МПА образует мелкие, круглые колонии полупрозрачного цвета с гладкой блестящей поверхностью, тянущиеся за петлей. Край колоний ровный, форма – выпуклая. По биохимическим свойствам является строгим аэробом, способен разжижать желатин, продуцировать ацетоин. Не сбраживает углеводы и мочевины, не образует сероводород. Реакция на индол отрицательная, реакция на оксидазу – положительная. Видовая принадлежность подтверждена молекулярно-генетическими методами (Институт микробиологии НАН Беларуси). Штамм является условно-патогенным для рыб. При длительном культивировании (10 пассажей) не теряет вирулентных свойств.

Результаты исследований показали, что после заражения происходят изменения в поведении рыб опытных групп. Во всех опытных группах отмечали изменение двигательной активности, которая в основном характеризовалась усилением, однако в группах №2 и №3 некоторые рыбы будто «зависали» в толще воды с опущенной вниз головой.

С увеличением времени эксперимента рыбы опытных групп активно группировались у аэратора. Отмечали усиление активности движений жаберных крышек.

При внешнем осмотре рыб группы №1 отмечали впалость глазных яблок, наличие голубовато-серого налета на поверхности тела. У рыб групп №2 и №3 отмечали развитие экзофтальма. Ерошение чешуи и обильное наличие слизи на поверхности тела регистрировали во всех группах. В группах №2 и 3 в области грудных и брюшных плавников регистрировали наличие точечных кровоизлияний, а также участков зеленой пигментации на кожных покровах.

Результаты исследований показали, что заражение паразитическими инфузориями *Chilodonella piscicola* и штаммом *Pseudomonas protegens* негативно сказывается на устойчивости организма рыб (таблица).

В результате изучения влияния паразитических инфузорий установлено, что в группе №1 при развитии *Chilodonella piscicola* происходит достоверное увеличение уровня гемоглобина до $114,2 \pm 8,28$ г/л, что на 23,1% выше, чем в контрольной группе ($92,8 \pm 8,54$ г/л). В группе №2 дополнительное введение штамма *Pseudomonas protegens* приводит к снижению уровня гемоглобина до $85,3 \pm 8,37$ г/л. В группе №3 при одновременном заражении паразитическими инфузориями и бактериями наблюдается максимальное снижение содержания гемоглобина в крови рыб до $74,7 \pm 9,87$ г/л.

Инвазирование рыб группы №1 *Chilodonella piscicola* приводит к увеличению уровня эритроцитов до $1,78 \pm 0,46 \times 10^{12}$ /л, что на 33,3% выше, чем у рыб контрольной группы ($1,2 \pm 0,1$). На фоне дополнительного влияния штамма бактерий *Pseudomonas protegens* уровень эритроцитов в группах №2 и №3 имел тенденцию к снижению по сравнению с рыбами контрольной группы и составлял соответственно $1,09 \pm 0,34 \times 10^{12}$ /л и $1,12 \pm 0,25 \times 10^{12}$ /л.

Результаты исследований показали, что при заражении рыб как монокультурой *Chilodonella piscicola*, так и в комплексе с *Pseudomonas protegens* независимо от периода введения уровень белка сыворотки крови снижался. В группе №1 данный показатель составил $7,37 \pm 0,59$ г/л, что на 33,6% ниже по сравнению с контрольной, в которой этот показатель составил $11,1 \pm 1,27$ г/л, в группах №2 и №3 данный показатель составил соответственно $7,05 \pm 0,57$ и $6,92 \pm 0,44$ г/л.

Фагоцитарная активность лейкоцитов крови, характеризующая клеточную резистентность, у рыб опытной группы №1 находилась на уровне $18,67 \pm 4,24\%$, что на 13,7 процентных пункта (п.п.) ниже, чем у рыб контрольной группы. В группе №2 данный показатель имел тенденцию к увеличению и составлял $37,82 \pm 16,61\%$, а в группе №3 был выше на 14,4 п.п. по сравнению с контрольной группой.

В результате исследований крови и сыворотки крови рыб опытных и контрольной групп наблюдали реакцию организма на заражение со стороны лизоцимной активности сыворотки крови. Так, в сыворотке крови рыб группы №1 активность лизоцима в опытной группе была ниже на 7 п.п., чем в контрольной, и составила соответственно $12,03 \pm 3,13\%$. В группе №2 снижение составило 5,6 п.п., а в группе №3 – 4,2 п.п.

Показатель активности β -лизинов у рыб опытной группы №1 по сравнению с контрольной группой имел тенденцию к увеличению и составил $21,36 \pm 2,31\%$. В группах №2 и №3 увеличение данного показателя составило 7,8 и 10,1 п.п. соответственно.

Таблица – Иммунобиологические показатели *Cyprinus carpio* при экспериментальном заражении *Chilodonella piscicola* и *Pseudomonas protegens*

Показатели	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4
	M $\pm$ SD			
Гемоглобин, г/л	$114,2 \pm 8,28^*$	$85,3 \pm 8,37^*$	$74,7 \pm 9,87^*$	$92,8 \pm 8,54$
Эритроциты, $10^{12}/л$	$1,78 \pm 0,46^*$	$1,09 \pm 0,34$	$1,12 \pm 0,25$	$1,2 \pm 0,42$
Общий белок, г/л	$7,37 \pm 0,59^*$	$7,05 \pm 0,57^*$	$6,92 \pm 0,44^*$	$11,1 \pm 1,27$
ФА, %	$18,67 \pm 4,24^*$	$37,82 \pm 16,61$	$46,7 \pm 16,33^*$	$32,33 \pm 6,85$
ЛАСК, %	$12,03 \pm 3,13^*$	$13,5 \pm 3,71^*$	$14,82 \pm 2,65^*$	$19,06 \pm 5,01$
β -лизины, %	$21,36 \pm 2,31$	$23,62 \pm 6,36^*$	$25,92 \pm 9,04^*$	$15,84 \pm 2,17$

Примечания: группа 1 – рыбы, инвазированные паразитическими инфузориями *Chilodonella piscicola*; группа 2 – рыбы, поочередно зараженные *Chilodonella piscicola* и штаммом бактерий *Pseudomonas protegens*; группа 3 – рыбы, совместно зараженные *Chilodonella piscicola* и штаммом бактерий *Pseudomonas protegens*; группа 4 – контрольная; M – среднее значение, SD – стандартное отклонение; * – разница статистически значима.

В процессе экспериментальных исследований на 5-й день зарегистрирована гибель 10% рыб опытной группы №3, а на 6-й день – по 10 % рыб групп №2 и №3, т.е. сохранность в группе №2 была выше на 3,3 п.п. по сравнению с группой №3.

Патологоанатомическим исследованием при внешнем осмотре установлено западение глазных яблок или экзофтальм, наличие обильного количества слизи на поверхности и жабрах, наличие выступающих жаберных крышек, ерошение чешуи, вздутие, наличие точечных кровоизлияний на жаберных крышках, в области грудных и брюшных плавников, наличие участков зеленой пигментации на пораженных кожных покровах. Цвет жабр – бледно-розовый, иногда с сероватым налетом. При аутопсии установлены наличие небольшого количества светло-желтой жидкости в полости тела, дряблость печени, увеличение селезенки, гидремия почек.

Заключение. Ответная реакция со стороны организма рыб на смешанную инвазию зависит от структуры паразитокомплекса и очередности проникновения его компонентов в организм. При сочетании паразитических инфузорий *Chilodonella piscicola* и бактерий *Pseudomonas protegens* при последовательном инвазировании главенствующую роль на начальном этапе играют паразитические простейшие, снижая защитные функции организма. Дополнительное заражение бактериями приводит к их последующему доминированию, усиливая и растягивая во времени негативное воздействие, что отражается на сохранности и физиологическом статусе. При совместном заражении паразитическими инфузориями *Chilodonella piscicola* и бактериями *Pseudomonas protegens* негативное воздействие кумулируется и проявляется в течение более короткого времени.

Conclusion. The fish response to a mixed infestation depends on the structure of the parasite complex and the order in which its components enter the body. When the parasitic ciliates *Chilodonella piscicola* and the bacteria *Pseudomonas protegens* are present in a sequential infestation, the parasitic protozoa play a dominant role initially, weakening the body's defenses. Additional bacterial infestation leads to their subsequent dominance, intensifying and prolonging the negative impact, which affects survival and physiological status. When the parasitic ciliates *Chilodonella piscicola* and *Pseudomonas protegens* are simultaneously infested, the negative impact is cumulative and manifests itself over a shorter period of time.

Список литературы.

1. Динамика естественной резистентности цыплят-бройлеров при применении пробиотика «Ветлактофлор» / А. А. Гласкович, Е. А. Капитонова, А. В. Притыченко, Аамер Аль-Акаби // Ученые записки учреждения образования «Витебская государственная академия ветеринарной медицины» : научно-практический журнал. – Витебск : ВГАВМ, 2012. – Т. 48, вып. 2, ч. 1. – С. 56–61.

2. Онлайн калькуляторы для расчета статистических критериев // Медицинская статистика [официальный сайт]. – URL: https://www.psychol-ok.ru/statistics/mann-whitney/mann-whitney_02.html (дата обращения: 25.05.2026).

3. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР : в 3 т. / Академия наук СССР, Зоологический институт ; [редкол.: О. Н. Байер (отв. ред.) и др.]. – Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1984. – Т. 1: Паразитические простейшие / [Н. Н. Банина, В. Н. Воронин, З. С. Донец и др.] ; отв. ред. тома С. С. Шульман. – С. 258–261.

4. Патент ВУ 24920, МПК С12Н 1/120 (2006.01). Штамм бактерий *Pseudomonas protegens* БИМ В-1903 Д, вирулентный для рыб : № а 20240287 : заявлено 19.12.2024 : опубликовано 05.05.2026 / Максимьюк Е. В., Сидоренко А. В., Леонович С. И., Говор Т. А., Полоз С. В., Беспалый А. В. ; заявитель РУП «Институт рыбного хозяйства», РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – URL: <https://publish.ncip.by/index.php?bul=inv&pref=inv&page=2&year=2026&publ=2026-05-05T00:00:00Z&num=3> (дата обращения: 11.05.2026).

5. Субботин, А. М. Профилактика гельминтозов желудочно-кишечного тракта крупного рогатого скота северной зоны Республики Беларусь / А. М. Субботин, М. В. Горovenko // Ученые записки учреждения образования «Витебская государственная академия ветеринарной медицины». – Витебск : УО ВГАВМ, 2014. – Т. 50, вып. 1, ч. 1. – С. 65–68.

6. Субботин, А. М. Эпизоотологическая ситуация по паразитозам крупного рогатого скота в северной зоне Республики Беларусь / А. М. Субботин, М. В. Горovenko // Ученые записки учреждения образования «Витебская государственная академия ветеринарной медицины». – Витебск, 2014. – Т. 50, вып. 2, ч. 1. – С. 113–116.

7. Cooper, N. R. Complement evasion strategies of microorganisms / N. R. Cooper // Immunology Today. – 1991. – № 12 (9). – P. 327–331.

8. Interactions between monogenean parasites and their fish hosts // International Journal for Parasitology. – 2002. – № 32 (3). – P. 309–319.

9. Kurbanov, A. Resistant Capabilities of the Sterlet (*Acipenser ruthenus*) In Modeling the Impact of Stress Factors in the form of Increasing the Temperature of the Aquatic Environment, Decreasing Oxygen in the Aquatic Environment and Crowding / A. Kurbanov, J. Nomonov, N. Titova, S. Polaz, S. Dziahtsiaryk, Y. Maksimuk // Naturalista campano. – 2024. – № 28 (1). – P. 1066–1076.

10. Vera-Jimenez, N. I. The Carp Immune System and Immune Responses to Pathogens / N. I. Vera-Jimenez, G. F. Wiegertjes, M. E. Nielsen // Biology and Ecology of Carp. – 2015. – CRC Press. – P. 27.

References.

1. Dinamika estestvennoj rezistentnosti cyplyat-brojljerov pri primenenii probiotika «Vetlaktoflor» / A. A. Glaskovich, E. A. Kapitonova, A. V. Pritychenko, Aamer Al-Akabi // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny» : nauchno-prakticheskij zhurnal. – Vitebsk : VGAVM, 2012. – Т. 48, вып. 2, ч. 1. – С. 56–61.

2. Onlajn kal'kulyatory dlya rascheta statisticheskikh kriteriev // Medicinskaya statistika [oficial'nyj sajtl]. – URL: https://www.psychol-ok.ru/statistics/mann-whitney/mann-whitney_02.html (data obrashcheniya: 25.05.2026).

3. Opredelitel' parazitov presnovodnyh ryb fauny SSSR : v 3 t. / Akademiya nauk SSSR, Zoologicheskij institut ; [redkol.: O. N. Bauer (otv. red.) i dr.]. – L. : Nauka, Leningr. otd-nie, 1984. – Т. 1: Paraziticheskie prostejshie / [N. N. Banina, V. N. Voronin, Z. S. Donec i dr.]; otv. red. тома S. S. SHul'man. – С. 258–261.

4. Patent BY 24920, МПК S12N 1/120 (2006.01). SHtamm bakterij *Pseudomonas protegens* BIM V-1903 D, virulentnyj dlya ryb : № а 20240287 : zayavleno 19.12.2024 : opublikovano 05.05.2026 / Maksim'yuk E. V., Sidorenko A. V., Leonovich S. I., Govor T. A., Poloz S. V., Bepalyj A. V. ; zayavitel' RUP «Institut rybnogo hozyajstva», RUP «Nauchno-prakticheskij centr Nacional'noj akademii nauk Belarusi po zhivotnovodstvu». – URL: <https://publish.ncip.by/index.php?bul=inv&pref=inv&page=2&year=2026&publ=2026-05-05T00:00:00Z&num=3> (data obrashcheniya: 11.05.2026).

5. Subbotin, A. M. Profilaktika gel'mintozov zheludochno-kishechnogo trakta krupnogo rogatogo skota severnoj zony Respubliki Belarus' / A. M. Subbotin, M. V. Gorovenko // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». – Vitebsk : UO VGAVM, 2014. – Т. 50, вып. 1, ч. 1. – С. 65–68.

6. Subbotin, A. M. Epizootologicheskaya situaciya po parazitozam krupnogo rogatogo skota v severnoj zone Respubliki Belarus' / A. M. Subbotin, M. V. Gorovenko // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». – Vitebsk, 2014. – Т. 50, вып. 2, ч. 1. – С. 113–116.

7. Cooper, N. R. Complement evasion strategies of microorganisms / N. R. Cooper // Immunology Today. – 1991. – № 12 (9). – P. 327–331.

8. Interactions between monogenean parasites and their fish hosts // International Journal for Parasitology. – 2002. – № 32 (3). – P. 309–319.

9. Kurbanov, A. Resistant Capabilities of the Sterlet (*Acipenser ruthenus*) In Modeling the Impact of Stress Factors in the form of Increasing the Temperature of the Aquatic Environment, Decreasing Oxygen in the Aquatic Environment and Crowding / A. Kurbanov, J. Nomonov, N. Titova, S. Polaz, S. Dziahtsiaryk, Y. Maksimuk // Naturalista campano. – 2024. – № 28 (1). – P. 1066–1076.

10. Vera-Jimenez, N. I. The Carp Immune System and Immune Responses to Pathogens / N. I. Vera-Jimenez, G. F. Wiegertjes, M. E. Nielsen // Biology and Ecology of Carp. – 2015. – CRC Press. – P. 27.

Поступила в редакцию 01.06.2026.

СОДЕРЖАНИЕ

Ветеринария

1. **ОСТРАЯ ТОКСИЧНОСТЬ НОВОГО ПРОТИВОАКАРИЦИДНОГО ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ АЗОМЕТИНА** 4
Гиззатуллин Р.Р., Гиззатуллина Р.Р.
ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет» Институт «Казанская академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана», г. Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация
2. **ПРИЖИЗНЕННАЯ ДИАГНОСТИКА СТРОНГИЛЯТОЗОВ ЖЕЛУДОЧНО–КИШЕЧНОГО ТРАКТА ЖВАЧНЫХ ЖИВОТНЫХ** 8
Гиззатуллин Р.Р., Гиззатуллина Р.Р.
ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет» Институт «Казанская академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана», г. Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация
3. **ДИНАМИКА НЕКОТОРЫХ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ КОШЕК ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПРЕПАРАТА «ТИКСФЛИ»** 12
Захарченко И.П., Богомольцев А.В., Сарока А.М., Сарока Д.Д.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
4. **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЕТЕРИНАРНОГО ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ *BACILLUS SUBTILIS* ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА У СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ И ПТИЦЫ** 20
Иванов В.Н., Петров В.В., Романова Е.В.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
5. **ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ ПО ДИРОФИЛЯРИОЗУ ПЛОТОЯДНЫХ НА СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ КАВКАЗЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ** 23
Кравченко В.М., Сиренко В.В., Кравченко Г.А., Итин Г.С., Катаева Т.С.
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», г. Краснодар, Российская Федерация
6. **КОПРОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НА ПАРАЗИТАРНЫЕ БОЛЕЗНИ ЖИВОТНЫХ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В УЛЬЯНОВСКОМ ЗООПАРКЕ** 28
Макарова Д.А., Забровская А.В.
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
7. **СПОСОБЫ АКТУАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА БИОЛОГИИ МУХ НА ПТИЦЕФАБРИКАХ** 32
Миклашевская Е.В.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
8. **ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВРЕМЕННОГО КОНТРОЛЯ ДЕРМАНИССИОЗА КУРИНЫХ ПТИЦ** 41
Миклашевская Е.В.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
9. **ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СЕЛЕЗЕНКЕ, ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНОЙ И ТОЩЕЙ КИШКЕ КРЫС ПОД ДЕЙСТВИЕМ АФЛАТОКСИНА В₁** 48
Панковец Е.М., Лях А.Л.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
10. **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА В ФАРМАКОПЕЙНЫХ ПРЕПАРАТАХ МЕТОДАМИ ПЕРМАНГАНАТОМЕТРИИ И АТОМНО-МОЛЕКУЛЯРНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ** 54
Пипкина Т.В., Петров В.В.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

11. **УТРИМАННЕ КЕТОНАВЫХ ЦЕЛАЎ І СВАБОДНЫХ ТЛУШЧАВЫХ КІСЛОТ У СЫВАРАТЦЫ КРЫВІ СВІНАМАТАК ПРЫ ГЕПАТАПАТЫЯХ** 58
***Пятроўскі С.У., **Катовіч І.В.**
 *УА «Віцебская ордэна «Знак Пашаны» дзяржаўная акадэмія ветэрынарнай медыцыны»,
 г. Віцебск, Рэспубліка Беларусь
 **УА «Віцебскі дзяржаўны ордэна Дружбы народаў медыцынскі ўніверсітэт»,
 г. Віцебск, Рэспубліка Беларусь
12. **ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКТОВ УБОЯ ИНДЕЕК ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ГЕТЕРАКИДОЗЕ** 63
Сарока А.М., Захарченко И.П., Гурский П.Д., Сарока Д.Д.
 УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
 г. Витебск, Республика Беларусь
13. **ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЧЕТАННОГО ПРИМЕНЕНИЯ ТОЛТРАЗУРИЛА И ХВОЙНО-ФИТОГЕННОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ЭЙМЕРИОЗА КОЗ** 67
***Скорнякова О.О., **Зайцева К.С.**
 *ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет», г. Киров, Российская Федерация
 **Акционерное общество «Красное Знамя», Кировская область, Кумёнский район, Российская Федерация
14. **КАЧЕСТВО МЯСА ДИКОГО КАБАНА ПРИ СПАРГАНОЗЕ** 73
Смычник П.И., Чирич Е.Г., Бондарь Т.В.
 УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
 г. Витебск, Республика Беларусь
15. **ДИНАМИКА ИНДИКАТОРНЫХ МЕТАБОЛИТОВ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ** 77
Соболев Д.Т., Сандул П.А., Горидовец Е.В., Шепилевич А.А., Дрозд Н.Б.
 УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
 г. Витебск, Республика Беларусь
16. **ЗАЩИТНОЕ ДЕЙСТВИЕ ФЛАВОНОИДОВ ИЗ ПОЧЕК ИВЫ ПРИ ОСТРОМ ПАНКРЕАТИТЕ МЫШЕЙ** 81
***Чжан Пэн, **Короткова И.П., **Кожушко А.А., **Капралов Д.В.**
 *Шэньянский технологический институт, колледж биоинженерии, провинция Ляонин,
 г. Фушунь, Китай
 **Приморский государственный аграрно-технологический университет, Уссурийск, Российская Федерация
17. **РАЗРАБОТКА ВИДОСПЕЦИФИЧНЫХ ОЛИГОНУКЛЕОТИДНЫХ ПРАЙМЕРОВ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ *ANAPLASMA MARGINALE*** 86
Шангараев Р.И., Усольцев К.В., Горбунова М.Е., Хаертынов К.С., Додонова Е.А., Сальманова Г.Р.
 ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности»,
 г. Казань, Российская Федерация

Зоотехния

18. **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗВЕДЕНИЯ ОВЕЦ ПОРОДЫ СУФФОЛК И ИЛЬ-ДЕ-ФРАНС ПРИ РАЗНЫХ СРОКАХ РЕАЛИЗАЦИИ** 91
Грекова И.Е.
 ГПУ «Национальный парк «Беловежская пуща», аг. Каменюки, Республика Беларусь
19. **ВЛИЯНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА ДНК-МАРКЕРОВ LIF (rs322167972) И BF (rs339261793) НА ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА ДВУХПОРОДНЫХ МАТЕРИНСКИХ ФОРМ Й × Л В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО СВИНОКОМПЛЕКСА** 96
***Дойлидов В.А., **Михайлова М.Е., **Романишко Е.Л.**
 *УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
 г. Витебск, Республика Беларусь
 **Государственное научное учреждение «Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь

- 20. ПРИЖИЗНЕННАЯ ОЦЕНКА МЯСНЫХ КАЧЕСТВ МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ КАК РЕЗУЛЬТАТА ПОДБОРА МАТЕРИНСКИХ И ОТЦОВСКИХ ФОРМ ПРИ ПРОМЫШЛЕННОМ СКРЕЩИВАНИИ**
Дойлидов В.А.
 УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
 г. Витебск, Республика Беларусь

102
- 21. КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА КАЧЕСТВО СВИНИНЫ: ВЗАИМОСВЯЗЬ рН, ВЛАГИ, СДАТОЧНОЙ МАССЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОРОКОВ**
Карпенко А.Ю.
 УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно, Республика Беларусь

108
- 22. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНЦЕНТРАТА КОРМОВОГО УГЛЕВОДНОГО МЕЛАССИРОВАННОГО В КОРМЛЕНИИ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ**
***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

117
- 23. КАЧЕСТВО И СЫЧУЖНАЯ СВЕРТЫВАЕМОСТЬ МОЛОКА КОРОВ В СЕРЕДИНЕ ЛАКТАЦИИ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В СОСТАВ РАЦИОНА БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНО-МИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКИ «АСПИК-М»**
***Карпеня М.М., **Мосько О.А.**
 *УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
 г. Витебск, Республика Беларусь
 **УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно, Республика Беларусь

121
- 24. КАЧЕСТВО МИКРОКЛИМАТА И МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРОВИ КОРОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ СОДЕРЖАНИЯ**
Мазоло Н.В., Щебеток И.В.
 УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
 г. Витебск, Республика Беларусь

125
- 25. ПРИМЕНЕНИЕ ГРАНУЛИРОВАННОГО ЛЮПИНА В СОСТАВЕ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ**
***Ногина Т.Н., **Козинец А.И., **Надаринская М.А.**
 *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

129
- 26. УРОВЕНЬ ЭКСПРЕССИИ ВАРРОА-ЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ ГИГИЕНЫ (VSH) КАК ФАКТОР ЕСТЕСТВЕННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПЧЕЛ К КЛЕЩУ И ИХ ЭКСТЕРЬЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ**
***Рудак А.Н., *Заяц О.В., **Никитенко М.М.**
 *УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
 г. Витебск, Республика Беларусь
 **Пчеловод, Могилёвская область, д. Медведовка, Республика Беларусь

134
- 27. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИФИДОБАКТЕРИЙ (ШТАММ МС-42) ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ТЕЛЯТ В МОЛОЧНЫЙ ПЕРИОД**
***Токарев В.С., **Жучаев К.В.**
 *УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
 г. Витебск, Республика Беларусь
 **Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск, Российская Федерация

140

Биология

- 28. ВИДОВОЙ И КАРИОТИПИЧЕСКИЙ СОСТАВ МАЛЯРИЙНЫХ КОМАРОВ (*DIPTERA, CULICIADE*) ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**
***Логинов Д.Н., **, ***Гордеев М.И., **Темников А.А., **, ***Конради А.А., *Волкова Т.В., *Гайдученко Е.С., **, ***Москаев А.В.**
 *ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», г. Минск, Республика Беларусь
 **Государственный университет просвещения, г. Москва, Российская Федерация
 ***Российский государственный университет народного хозяйства имени В. И. Вернадского,
 г. Балашиха, Российская Федерация

146

29. **АРОМАТИЗИРОВАННЫЕ НИКОТИНСОДЕРЖАЩИЕ КУРИТЕЛЬНЫЕ СМЕСИ КАК ФАКТОР ИЗМЕНЕНИЯ СИЛЫ ЭКСПРЕССИИ *BRCA1* И *KRAS* В ТКАНЯХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ**

Пашинская Е.С., Соболевская И.С., Хныков А.М., Гулина А.К., Кужель Д.К., Матвеев Д.С., Пахом З.Р.

УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», г. Витебск, Республика Беларусь

150
30. **СЛОЖНЫЕ ПАРАЗИТОЦЕНОЗЫ РЫБ В АКВАКУЛЬТУРЕ БЕЛАРУСИ**

***Полоз С.В., **Бекиш В.Я., *Дегтярик С.М.**

*Республиканское дочернее унитарное предприятие «Институт рыбного хозяйства» Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук по животноводству», г. Минск, Республика Беларусь

**УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», г. Витебск, Республика Беларусь

154
31. **РОЛЬ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ ИНФУЗОРИЙ *CHILODONELLA PISCICOLA* И БАКТЕРИЙ *PSEUDOMONAS PROTEGENS* В ФОРМИРОВАНИИ ПАРАЗИТОЦЕНОТИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ У *CYPRINUS CARPIO***

***Полоз С.В., **Бекиш В.Я., *Максимьюк Е.В.**

*Республиканское дочернее унитарное предприятие «Институт рыбного хозяйства» Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук по животноводству», г. Минск, Республика Беларусь

**УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», г. Витебск, Республика Беларусь

159

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 09.09.2026 г. Формат 60×84 1/8.
Бумага офсетная. Печать ризографическая.
Усл. п. л. 19,53. Уч.-изд. л. 18,97. Тираж 50 экз. Заказ 451.

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