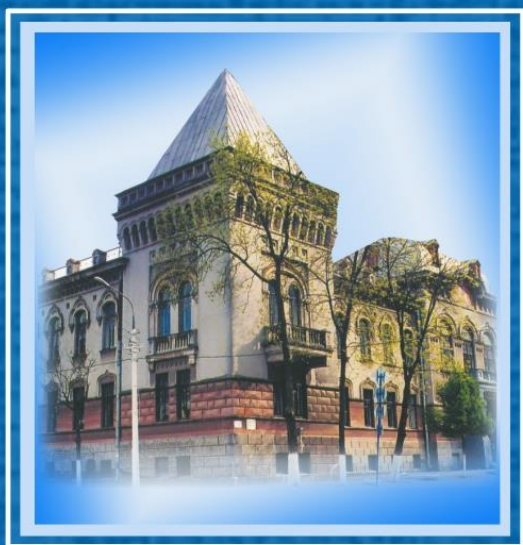


ISSN 2078-0109

Ученые Записки



Том 59
Выпуск 4
2023 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 59, выпуск 4
(октябрь – декабрь) 2023 г.**

Редакционная коллегия:

Гавриченко Н.И. – доктор сельскохозяйственных наук,
доцент (главный редактор);
Ятусевич А.И. – доктор ветеринарных наук, профессор,
академик РАН (зам. главного редактора);
Горлова О.С. – кандидат ветеринарных наук, доцент,
ученый секретарь (ответственный секретарь);

Бабина М.П. – доктор ветеринарных наук, профессор;
Белко А.А. – кандидат ветеринарных наук, доцент;
Белова Л.М. – доктор биологических наук, профессор;
Бычкова Е.И. – доктор биологических наук, профессор;
Герасимчик В.А. – доктор ветеринарных наук, профессор;
Гнедов А.А. – доктор технических наук, профессор;
Громов И.Н. – доктор ветеринарных наук, профессор;
Карпеня М.М. – доктор сельскохозяйственных наук,
профессор;
Ковалёнок Ю.К. – доктор ветеринарных наук, профессор;
Котарев В.И. – доктор сельскохозяйственных наук,
профессор;
Красочко П.А. – доктор ветеринарных наук, профессор;
Кузьмич Р.Г. – доктор ветеринарных наук, профессор;
Лысенко А.П. – доктор ветеринарных наук, профессор;
Малашко В.В. – доктор ветеринарных наук, профессор;
Мотузко Н.С. – кандидат биологических наук, доцент;
Павлова Т.В. – кандидат биологических наук, доцент;
Паршин П.А. – доктор ветеринарных наук, профессор;
Прищепа И.М. – доктор биологических наук, профессор;
Субботин А.М. – доктор биологических наук, профессор;
Холод В.М. – доктор биологических наук, профессор;
Шабунин С.В. – доктор ветеринарных наук, профессор,
академик РАН;
Шахов А.Г. – доктор ветеринарных наук, профессор;
Юнусов Х.Б. – доктор биологических наук, профессор;
Ятусевич И.А. – доктор ветеринарных 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, личный идентификатор ORCID 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.

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. 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 в научный отдел УО ВГАВМ (olg92439442@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, не включая выходные данные на английском языке – 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.

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

Пример оформления:

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

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

**Шахов А.Г. ORCID ID 0000-0002-6177-8858, Сашнина Л.Ю. ORCID ID 000-0001-6477-6156,
Тараканова К.В. ORCID ID 0000-0001-5093-5590, Карманова К.В. ORCID ID 0000-0003-0336-4734,
Владимирова Ю.Ю. ORCID ID 0000-0001-8888-7264**
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии
и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

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

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

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

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

Введение.....

Цель исследований.....

Материалы и методы исследований.....

Результаты исследований.....

Заключение.....

Conclusion.....

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

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

E.mail: Olga12@mail.ru.

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

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-4-4-8
УДК 619:615.282

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЕТЕРИНАРНОГО ПРЕПАРАТА «ТЕРБИНАЗОЛ»

Авдаченко В.Д. ORCID ID 0000-0002-9709-3746, Туминец О.А. ORCID ID 0009-0004-6659-6529
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

*В статье приведены данные по токсикологической оценке противогрибкового ветеринарного препарата «Тербиназол» на белых лабораторных мышах. Среднесмертельная доза (LD_{50}) препарата для белых лабораторных мышей составила $12393,87 \pm 1258,57$ мг/кг м.т.ж., LD_{16} – 7800 мг/кг м.т.ж., LD_{84} – 17400 мг/кг м.т.ж. Согласно проведенным исследованиям тербиназол не оказывает токсического влияния на организм животных и не обладает кумулятивными свойствами. **Ключевые слова:** ветеринарный препарат, тербиназол, острая токсичность, хроническая токсичность, белые мыши, дерматомикозы.*

TOXICOLOGICAL ASSESSMENT OF THE VETERINARY DRUG TERBINAZOLE

Avdachenok V.D., Tuminets O.A.
Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine,
Vitebsk, Republic of Belarus

*The article provides data on the toxicological assessment of the fungicidal veterinary drug Terbinazole on white laboratory mice. The median lethal dose (LD_{50}) of the drug for white laboratory mice was 12393.87 ± 1258.57 mg/kg b.w., LD_{16} – 7800 mg/kg b.w., LD_{84} – 17400 mg/kg b.w. According to studies, Terbinazole does not have a toxic effect on the body of animals and does not have cumulative properties. **Keywords:** veterinary drug, Terbinazole, acute toxicity, chronic toxicity, white mice, dermatomycoses.*

Введение. Успешное развитие животноводства в значительной степени зависит от благополучия хозяйств по многим заболеваниям. В настоящее время кожные болезни животных достаточно распространены и составляют около 20-30% среди остальных заболеваний. Среди них особое значение имеют грибковые инфекции. Дерматофитозы (трихофития) по-прежнему остаются проблемой для животноводства нашей республики и других стран мира, о чем свидетельствуют литературные данные последних лет. Дерматомикозы - инфекционные болезни кожи и ее производных, вызываемые патогенными грибами родов *Trichophyton* и *Microsporum*. Наблюдаются у всех видов домашних и диких животных, а также у людей [1, 2, 4, 6].

В ветеринарной практике часто применяются различные лекарственные препараты для проведения местной терапии как поверхностных, так и глубоких грибковых инфекций. В настоящее время появилось значительное количество новых специфических лечебно-профилактических средств как отечественного, так и зарубежного производства для борьбы с дерматомикозами. Часто противогрибковые препараты имеют высокую стоимость, рассчитаны на длительный период применения и имеют ряд противопоказаний, что делает их малодоступными для использования ветеринарными специалистами и владельцами животных. Большинство противогрибковых препаратов, используемых ветеринарными специалистами Беларуси, относятся к импортным препаратам. Поэтому внедрение в практику отечественных противогрибковых препаратов представляет исключительную важность [3, 4].

Оценка токсикологических свойств ветеринарных препаратов является неотъемлемым этапом при создании нового ветеринарного препарата. Определение острой токсичности препаратов проводят для первичной токсиметрической оценки и изучения симптомокомплекса отравления при ее однократном поступлении в организм [6].

Цель исследований – провести оценку токсикологических свойств ветеринарного препарата «Тербиназол» на организм белых мышей.

Материалы и методы исследований. Ветеринарный препарат «Тербиназол» относится к комбинированным противогрибковым лекарственным препаратам. Его применяют для лечения сельскохозяйственных, мелких и экзотических животных, пораженных дерматомикозами. Активными веществами препарата являются тербинафина гидрохлорид и энилконазол. Терапевтический эффект препарата усиливается благодаря синергической комбинации тербинафина и энилконазола в лекарственном препарате.

Изучение острой и хронической оральной токсичности ветеринарного препарата «Тербиназол» проводили в условиях вивария УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» на клинически здоровых белых нелинейных мышах в соответствии с методическими указаниями по токсикологической оценке химических веществ и фармакологических препаратов, применяемых в ветеринарии [5].

Острую токсичность ветеринарного препарата «Тербиназол» изучали на 60 половозрелых белых нелинейных мышах, массой 19-21 г обоего пола. Подопытные мыши ранее не подвергались токсическому воздействию. Животные содержались в условиях вивария УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» на стандартном рационе. В ходе исследований животные содержались в индивидуальных поликарбонатных клетках в отдельном помещении. Во время этого периода контролировали клинические показатели здоровья животных. По истечении карантинного режима животных осматривали, проводили оценку состояния организма и распределяли по группам «опыт» и «контроль». При проведении эксперимента белые мыши были разделены на 5 опытных и 1 контрольную группы, по 10 мышей в каждой. Исследуемый препарат «Тербиназол» вводили внутривентрикулярно с помощью стеклянного инсулинового шприца с обрезанной и отшлифованной инъекционной иглой после 12-часовой голодной выдержки в следующих дозах: 1 группе - 0,5 мл препарата (25000 мг/кг ж.м.), 2 группе - 0,4 мл препарата (20000 мг/кг ж.м.), 3 группе - 0,3 мл препарата (15000 мг/кг ж.м.), 4 группе - 0,2 мл препарата (10000 мг/кг ж.м.), 5 группе - 0,1 мл препарата (5000 мг/кг ж.м.), 6 группе (контрольная) - 0,5 мл воды очищенной, что составляет 25000 мг/кг м. т. ж. Наблюдение за подопытными мышами проводили в течение 14 суток.

Целью хронического эксперимента является выявление отдаленных последствий применения химических веществ (препаратов) на животных.

Хроническую токсичность ветеринарного препарата «Тербиназол» изучали на 40 половозрелых белых нелинейных мышах, массой 18-20 г обоего пола. Подопытные мыши также ранее не подвергались токсическому воздействию. Животные содержались в условиях вивария УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» на стандартном рационе. В ходе исследований белые мыши содержались в индивидуальных поликарбонатных клетках в отдельном помещении.

Для проведения эксперимента были сформированы 4 группы белых мышей (3 опытных и 1 контрольная) с массой 20-25 г, по 10 животных в каждой. Исследуемый препарат вводили внутривентрикулярно с помощью стеклянного инсулинового шприца с обрезанной и отшлифованной инъекционной иглы после 12-часовой голодной выдержки. После определения LD_{50} в остром опыте были установлены дозы для хронического эксперимента.

Мышам первой опытной группы внутривентрикулярно ежедневно вводили $1/10 LD_{50}$ 1240 мг/кг м.т.ж. по препарату, в разведении $1/10$ с водой в объеме 0,25 мл в течение 10 дней.

Мышам второй опытной группы внутривентрикулярно ежедневно с водой вводили $1/20 LD_{50}$ 620 мг/кг м.т.ж. по препарату, в разведении $1/10$ с водой в объеме 0,25 мл в течение 10 дней. Наблюдение за подопытными мышами вели в течение 10 дней.

Мышам третьей опытной группы ежедневно внутривентрикулярно с водой вводили $1/50$ от дозы LD_{50} , т.е. 250 мг/кг м.т.ж. по препарату в разведении $1/10$ с водой в объеме 0,25 мл в течение 10 дней.

Мышам четвертой контрольной группы ежедневно внутривентрикулярно вводили 0,5 см³ воды очищенной.

Результаты исследований. Во время проведения эксперимента по изучению острой токсичности на белых мышах за период наблюдения в первой подопытной группе мышей в течение первых 2 часов после введения препарата пали все животные (100%). Клинические признаки отравления характеризовались возбуждением с последующим угнетением. В дальнейшем у мышей снижалась чувствительность к тактильным и звуковым раздражителям, слабой реакцией на внешние раздражители. Регистрировалось учащенное дыхание, далее тахипноэ, судороги, коматозное состояние и смерть.

Во второй подопытной группе мышей в течение первых 4 часов после введения препарата пало 9 животных (90%). Клинические признаки отравления характеризовались резким возбуждением с последующим угнетением, частым поверхностным дыханием, тахикардией, слабой реакцией на внешние раздражители, боковым положением опытных животных, судорогами, коматозным состоянием и смертью. Мышь, оставшаяся в живых, в течение суток была угнетена, не принимала корм и воду. По истечении первых суток после введения препарата общее состояние постепенно нормализовалось, животное охотно принимало корм и воду.

В ходе опыта в третьей группе мышей в течение первых 12 часов после введения препарата пало 7 животных (70%). Клинические признаки отравления характеризовались сильным беспокойством, возбуждением с последующим угнетением, нарушением координации движений, учащенным дыханием, тахикардией, слабой реакцией на внешние раздражители, взъерошенным шерстным по-

кровом, судорогами и смертью. Мыши, оставшиеся в живых, в течение суток были угнетены, неохотно принимали корм и воду. Через 24 часа наблюдения после введения препарата мыши адекватно реагировали на внешние раздражители, охотно принимали корм и воду. Далее общее состояние животных постепенно нормализовалось.

При наблюдении в четвертой подопытной группе мышей в течение первых 24 часов после введения препарата пало 4 животных (40%). Клинические признаки отравления характеризовались угнетенным состоянием, атаксией, частым поверхностным дыханием, судорогами и смертью. У мышей, оставшихся в живых, отмечалось слабое угнетение, они неохотно принимали корм и воду. Далее общее состояние животных постепенно нормализовалось и внешне они ничем не отличались от животных контрольной группы.

В пятой подопытной группе мышей падежа не отмечено. Клинические признаки отравления характеризовались слабым угнетением, снижением двигательной активности, ослаблением реакций на внешние раздражители, корм и воду мыши принимали неохотно. К концу первых суток общее состояние животных нормализовалось. Мыши были подвижны, адекватно реагировали на внешние раздражители, охотно принимали корм и воду. В контрольной группе мышей падежа не наблюдалось. В период проведения исследований общее состояние животных не изменялось. Они были подвижны, реагировали на внешние раздражители. Охотно принимали корм и воду.

При вскрытии трупов павших мышей наблюдали отек легких, застойные явления в паренхиматозных органах, гиперемия слизистой оболочки желудка и кишечника, местами катарально-геморрагический гастроэнтерит, отмечали специфический запах содержимого желудка, связанный с введением препарата.

Расчет среднесмертельной дозы (LD_{50}) для мышей ветеринарного препарата «Тербиназол» проводили методом Беренса. Расчет производили на основании первичных данных (таблица 1).

Таблица 1 - Обработка первичных данных по изучению острой пероральной токсичности ветеринарного препарата «Тербиназол» для белых лабораторных мышей

Испытанные дозы, мг/кг	Погибло/Выжило	«Накопленные частоты», погибло/выжило	% смертности
5000	0/10	0/20	0
10000	4/6	4/10	28,57
15000	7/3	11/4	73,33
20000	9/1	20/1	95,23
25000	10/0	30/0	100,0

Среднесмертельная доза (LD_{50}) при однократном введении в желудок белым лабораторным мышам составила 12393,87 мг/кг м.т.ж.

Так как метод Беренса без построения графика не дает возможности вычислить наряду со значением LD_{50} точное значение стандартной ошибки, то для уточнения данных мы воспользовались методом Беренса с построением графика и методикой вычисления стандартной ошибки. Расчет этим методом пригоден не только для вычисления LD_{50} , но и для нахождения доз, вызывающих другие частоты смертельных исходов (LD_{16} и LD_{84}). Величины LD_{16} и LD_{84} находят из графика характеристической кривой. Для оценки величины стандартной ошибки по методу Беренса использовали методику ее вычисления с применением формулы Гэддама. На основании полученных данных при построении графика по методу Беренса установлены следующие параметры острой токсичности ветеринарного препарата «Тербиназол» для мышей: LD_{16} – 7800 мг/кг м.т.ж., LD_{84} – 17400 мг/кг м.т.ж. (рисунок 1). Стандартная ошибка при вычислении составила 1258,57 мг/кг м.т.ж.

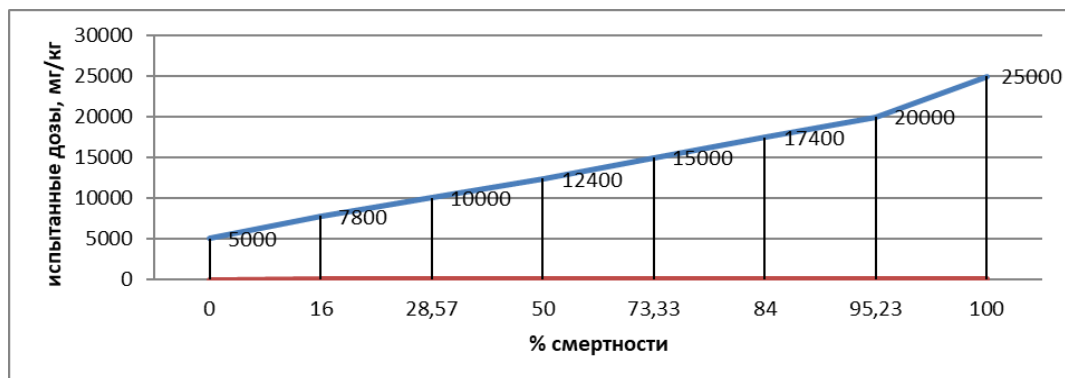


Рисунок 1 - График расчета LD_{16} и LD_{84} для белых лабораторных мышей ветеринарного препарата «Тербиназол» при использовании метода Беренса

Следовательно, среднесмертельная доза (LD_{50}) препарата «Тербиназол» по методу Беренса при однократном введении в желудок белым лабораторным мышам составила $12393,87 \pm 1258,57$ мг/кг м.т.ж.

В результате хронического опыта было установлено, что гибели в опытных группах у животных не наступало. Животные после введения препарата были активны и подвижны, корм и воду принимали активно. На 5-е сутки эксперимента отмечался незначительный отвес в группах, что, по нашему мнению, связано с введением препарата, как в опытных, так и в контрольной группе. К концу эксперимента эта тенденция прекратилась и отвеса практически не наблюдалось (таблица 2).

Таблица 2 - Динамика изменения массы тела белых лабораторных мышей в хроническом опыте в группах

Масса животных в группе, г	1-е сутки опыта	5-е сутки опыта	10-е сутки опыта
1-я опытная группа	$24,07 \pm 0,38$	$23,24 \pm 0,15$	$24,27 \pm 0,22$
2-я опытная группа	$24,47 \pm 0,18$	$23,37 \pm 0,15$	$23,70 \pm 0,27$
3-я опытная группа	$24,31 \pm 0,23$	$23,32 \pm 0,25$	$24,34 \pm 0,22$
контроль	$23,81 \pm 0,40$	$23,46 \pm 0,21$	$23,75 \pm 0,21$

По полученным результатам установлено, что ветеринарный препарат «Тербиназол» не обладает кумулятивными свойствами, в опыте не выявлено отдаленных последствий применения препарата на организм животных.

При вскрытии трупов вынужденно убитых животных (по 3 из каждой группы) изменений в группах опыта и контроля не наблюдалось.

Закключение. Ветеринарный препарат «Тербиназол» при однократном пероральном введении не обладает токсическим действием. LD_{50} препарата для белых лабораторных мышей по методу Беренса составляет $12393,87 \pm 1258,57$ мг/кг м.т.ж. и по классификации ГОСТ 12.1.007-76 относится к IV классу опасности – вещества малоопасные (LD_{50} свыше 5000 мг/кг). LD_{16} для белых лабораторных мышей составляет 7800 мг/кг, LD_{84} – 17400 мг/кг соответственно. При изучении хронической токсичности ветеринарного препарата «Тербиназол» установлено, что препарат при внутрижелудочном введении в выбранных дозах не обладает кумулятивными свойствами, в опыте не выявлено отдаленных последствий применения препарата на организм животных.

Conclusion. The veterinary drug Terbinazole does not possess a toxic effect when administered as a single dosing orally. The LD_{50} of the drug for white laboratory mice is 12393.87 ± 1258.57 mg/kg b.w. and according to the GOST 12.1.007-76 classification it belongs to hazard class IV - low-hazard substances (LD_{50} over 5000 mg/kg). LD_{16} for white laboratory mice is 7800 mg/kg, LD_{84} is 17400 mg/kg, respectively. When studying the chronic toxicity of the veterinary drug Terbinazole, it was established that the drug administered intragastrically in the selected doses, does not have cumulative properties; the experiment did not reveal long-term effect of using the drug on the animal body.

Список литературы. 1. Авдаченко, В. Д. Применение препаратов зверобоя продырявленного при смешанных инвазиях у жвачных животных : методические рекомендации / В. Д. Авдаченко, О. А. Туминец. – Витебск : ВГАВМ, 2017. – С. 4. 2. Клинико-эпизоотическое проявление трихофитии крупного рогатого скота в Республике Беларусь / В. Н. Алешкевич [и др.] // Ветеринарная медицина Беларуси. – 2005. – № 2. – С. 4–5. 3. Костенко, Т. С. Практикум по ветеринарной микробиологии и иммунологии / Т. С. Костенко, Е. И. Скаршевская, С. С. Гительсон. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 272 с. 4. Морозова, В. В. Эффективная схема применения раствора для наружного применения «Нихлобен» при дерматомикозах собак и кошек в г. Харькове / В. В. Морозова, Р. В. Северин, В. А. Головки // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2016. – Т. 52, вып. 2. – С. 57–60. 5. Методические указания по токсикологической оценке химических веществ и фармакологических препаратов, применяемых в ветеринарии / НАН Беларуси, Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского ; сост.: А. Э. Высоцкий [и др.]. – Минск, 2007. – 156 с. 6. Саркисов, К. А. Профилактика и терапия дерматомикозов животных / К. А. Саркисов, И. В. Дмитриева // Успехи медицинской микологии статья. – 2016. – Т. 16. – С. 220–224. 6. Оробец, В. А. Отравления животных : учебное пособие / В. А. Оробец, В. А. Беляев, И. В. Куреев. – Ставрополь, 2011. – 36 с.

References. 1. Avdachenok, V. D. *Primenenie preparatov zveroboya prodyryavlennogo pri smeshannykh invaziyaх u zhvachnykh zhivotnykh : metodicheskie rekomendatsii* / V. D. Avdachenok, O. A. Tuminec. – Vitebsk : VGAVM, 2017. – S. 4. 2. *Kliniko-epizooticheskoye proyavleniye trihofitii krupnogo rogatogo skota v Respublike Belarus* / V. N. Aleshkevich [i dr.] // *Veterinarnaya medicina Belarusi*. – 2005. – № 2. – S. 4–5. 3. Kostenko, T. S. *Praktikum po veterinarnoy mikrobiologii i immunologii* / T. S. Kostenko, E. I. Skarshevskaya, S. S. Gitel'son. – Moskva : Agropromizdat, 1989. – 272 s. 4. Morozova, V. V. *Effektivnaya skhema primeneniya rastvora dlya naruzhnogo primeneniya «Nihloben» pri dermatomikozah sobak i koshek v g. Har'kove* / V. V. Morozova, R. V. Severin, V. A. Golovko // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny»*. – 2016. – T. 52, vyp. 2. – S. 57–60. 5. *Metodicheskie ukazaniya po toksikologicheskoy ocenke himicheskikh veshchestv i farmakologicheskikh preparatov, primenyaemykh v veterinarii* / NAN Belarusi, Institut eksperimental'noy veterinarii im. S. N. Vyshellesskogo ; sost.: A. E. Vysockij [i dr.]. – Minsk, 2007. – 156 s. 6. Sarkisov, K. A.

Profilaktika i terapiya dermatomikozov zhivotnyh / K. A. Sarkisov, I. V. Dmitrieva // Uspekhi medicinskoj mikologii stat'ya. – 2016. – Т. 16. – S. 220–224. 6. Orobec, V. A. Otravleniya zhivotnyh : uchebnoe posobie / V. A. Orobec, V. A. Belyaev, I. V. Kireev. – Stavropol', 2011. – 36 s.

Поступила в редакцию 05.10.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-4-8-12
УДК 598.115.11:591.4

АНАТОМИЧЕСКОЕ И ГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ПОЧЕК УЖА ОБЫКНОВЕННОГО (*Natrix natrix*)

Журов Д.О. ORCID ID 0000-0003-1438-4183, Старс К.В.

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

При проведении исследований установлено, что почки обыкновенного ужа (*Natrix natrix*) вытянутой уплощенной формы, отсутствует разграниченность коркового и мозгового вещества, снаружи орган защищен прослойкой из жировой ткани. Как особенность гистологического строения почек обыкновенного ужа можно отметить групповые скопления сосудистых клубочков в корковом веществе, клеточную полиморфность в строении стенок проксимального и дистального извитых канальцев, а также их расширение и переполнение просвета уратами. Данная особенность, на наш взгляд, может иметь приспособительное значение, характеризующееся способностью почек при отсутствии мочевого пузыря превращать отработанные азотистые соединения в мочевую кислоту, которая является трудно растворимым веществом, поэтому выводится с использованием небольшого количества воды. При изучении собирательных канальцев почек уже отмечалось наличие сильно мутной цитоплазмы с неразличимым ядром внутри клетки. Полученные результаты исследований дополняют и систематизируют сведения о топографии и структурной организации органов мочевого выделения змей, которые рекомендуется учитывать заводчикам и ветеринарным специалистам при проведении диагностических и хирургических манипуляций у данного вида пресмыкающихся. **Ключевые слова:** уж обыкновенный, почки, мочеиспускание, синтопия, гистологическое исследование, морфометрия, фауна Беларуси, пресмыкающиеся.

ANATOMICAL AND HISTOLOGICAL STRUCTURE OF THE KIDNEYS OF THE GRASS SNAKE (*Natrix natrix*)

Zhurov D.O., Stars K.V.

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

The research findings show that the kidneys of the grass snake (*Natrix natrix*) are elongated flattened, there is no differentiation between the cortex and medulla, from the outside the organ is protected by a layer of adipose tissue. As a feature of the histological structure of the common grass snake kidneys, one can distinguish group accumulations of vascular glomeruli in the cortical substance, cellular polymorphism in the structure of the walls of the proximal and distal convoluted tubules, as well as their expansion and overflow of the lumen with urates. This feature, in our opinion, may also have an adaptive value, characterized by the ability of the kidneys, in the absence of a bladder, to convert waste nitrogenous compounds into uric acid, which is a hardly soluble substance, therefore, it is excreted using a small amount of water. When studying the collecting ducts of the common snake kidneys, the presence of a highly turbid cytoplasm with an indistinguishable nucleus inside the cell was noted. The obtained results of the research complement and systematize the information about the topography and structural organization of the urinary organs of snakes, which is recommended for breeders and veterinarians to take into account when performing diagnostic and surgical procedures in this species of reptiles. **Keywords:** grass snake, kidneys, urination, syntopy, histological examination, morphometry, fauna of Belarus, reptiles.

Введение. Обыкновенный уж (*Natrix natrix*) – наиболее распространенный в умеренных широтах евразийского континента вид неядовитых змей из семейства ужеобразных. Для этих змей характерно широкое разнообразие биотопов [10]. Внешне обыкновенные ужи обычно легко отличаются от других змей «желтыми ушками» – ярко выраженными отметинами на голове, чаще желтыми, а иногда белыми или оранжевыми. Обитают они в местах, так или иначе связанных с водой, по берегам рек, озер, прудов, на пойменных лугах, в тростниковых зарослях, болотах, горных ручьях, у родников, на морском побережье и островах. Эта неядовитая змея может жить в непосредственной близости от человека, в черте городов и поселков, на полях с сельскохозяйственными культурами, в садах, парках, на огородах, в подвалах, сараях, стогах сена, кучах мусора [6]. Уж прекрасно плавает и ныряет, в том числе и в морской воде. Он ведет наземный образ жизни, активен днем и в сумерки. В качестве укрытий ужи обычно используют норы грызунов, валежник, груды камней [8]. Охотится на разную мелкую живность, отдавая особое предпочтение лягушкам и жабам. В редких случаях

может полакомиться рыбой, мелкими теплокровными, в основном мышевидными грызунами. Поймав жертву, уж заглатывает ее целиком.

Поскольку в отечественной ветеринарной медицине практически отсутствует специальная литература по морфологии органов и тканей пресмыкающихся животных, а имеющиеся данные зачастую разрозненные, описывающие только или макроскопическое, или гистологическое строение без учета всех факторов (кормление, физиологическое состояние, содержание, место обитания и др.) [1, 3, 4, 5, 11], то в связи с этим нами поставлена **цель** – систематизировать данные по синтопии, макро- и микроскопическим особенностям строения почек ужа обыкновенного (*Natrix natrix*) как наиболее встречаемого представителя класса Пресмыкающиеся на территории Витебской области (Республика Беларусь).

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в условиях секционного зала и лаборатории кафедры патологической анатомии и гистологии УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». Объектом исследования служили трупы половозрелых ужей обыкновенных (n=6). Опыты проведены в соответствии с Европейской конвенцией о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (1986). Предметом исследования являлся методологический комплекс, включающий топографические, анатомические и гистологические показатели почек [2].

Для проведения гистологического исследования кусочки органа фиксировали в 10% растворе нейтрального формалина [7]. Зафиксированный материал подвергали уплотнению путем заливки в парафин по общепринятой методике [9]. Обезвоживание и парафинирование кусочков органа проводили с помощью автомата для гистологической обработки тканей «MICROM STP 120» (Германия) типа «Карусель». Для заливки кусочков и подготовки парафиновых блоков использовали автоматическую станцию «MICROM EC 350». Гистологические срезы кусочков органов, залитых в парафин, готовили на роторном микротоме «MICROM HM 340 E». Депарафинирование и окрашивание гистосрезов проводили с использованием автоматической станции «MICROM HMS 70». Для обзорного изучения общей структуры органа срезы окрашивали гематоксилином и эозином. Гистологические исследования проводили с помощью светового микроскопа «Биомед-6». Полученные данные документировали микрофотографированием с использованием цифровой системы считывания и ввода видеоизображения «ДСМ-510», а также программы «ScopePhoto».

Результаты исследований. При вскрытии трупов ужей установлено, что почки расположены в каудальной трети тела позади гонад, при этом правая чуть смещена вперед. Мочевой пузырь отсутствует. Почки серо-розового цвета, удлинненной формы, уплощенные, упругой консистенции, имеющие слабо выраженное дольчатое строение, треугольные на поперечном сечении. Сверху и по бокам почки окружала своеобразная «подушка» из жировой ткани, защищающая орган от механических повреждений (рисунок 1).

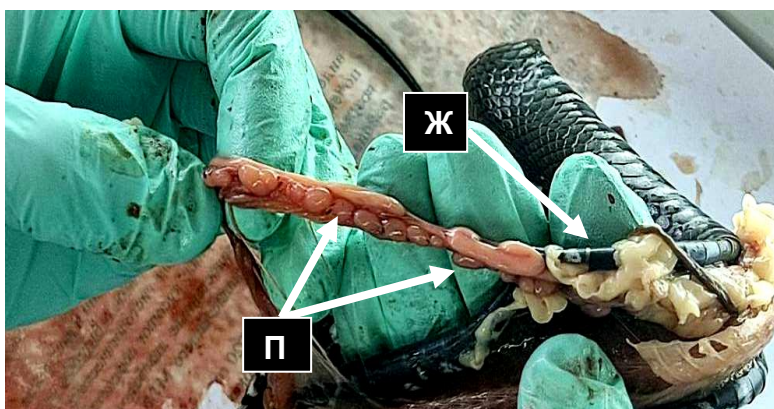


Рисунок 1 - Макрофото. Макроскопическое строение почек ужа обыкновенного (П), Ж – жировые отложения

При гистологическом исследовании установлено, что снаружи почка окружена тонкой капсулой из волокнистой соединительной ткани. Волокна в капсуле располагались рыхло, между ними находились единичные клеточные элементы (фиброциты и фибробласты).

Внутри орган состоит из двух зон: коркового вещества (лежащего на периферии), содержащего почечные тельца (нефроны), которые представлены проксимальными и дистальными извитыми канальцами, сосудистыми канальцами с капсулой нефрона (капсула Шумлянско-Боумана) и мозгового (располагающегося внутри органа), содержащего петли нефрона и собирательные трубки. Области коркового и мозгового вещества не разделены четкой границей.

Нефроны в почках обыкновенного ужа располагались на поверхности коркового вещества и представляли собой небольшие округло-овальные структуры, состоящие из сосудистого клубочка и двухслойной капсулы. Сосудистые клубочки были различных размеров. Внутренний листок капсулы клубочков образован отростчатыми плоскими, вытянутыми, уплощенной формы эпителиальными клетками – подоцитами. Между наружным и внутренним листками капсулы имеется щелевидная полость. Расположение сосудистых клубочков в почках ужей групповое – в определенных местах на гистологическом срезе выявлялось несколько (до 5-6) структур (рисунок 2).

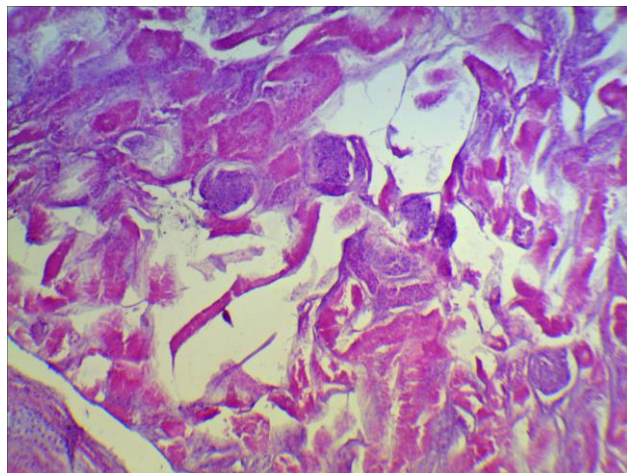


Рисунок 2 - Микрофото. Почка ужа обыкновенного. Стрелками указаны сосудистые клубочки. Гематоксилин-эозин. Ув. × 100

Проксимальный извитой отдел почек формирует крупные канальцы с широким просветом. Для клеток данного отдела характерна кубическая форма, сменяющаяся в определенных местах неправильной. На апикальном полюсе располагается щеточная каемка, а на базальной – исчерченность, что характеризует их высокую функциональную активность. Между дистальными извитыми канальцами залегали многочисленные эритроциты. Особенностью дистального извитого отдела является то, что диаметр канальцев небольшой, а просвет немного шире, чем у проксимальных канальцев. Стенка этого отдела построена из призматического эпителия. В большинстве вышеперечисленных отделов коркового вещества отмечалось наличие окрашенных в розовый цвет отложений, напоминающих внешне соли мочевой кислоты (ураты).

Мозговое вещество почек обыкновенного ужа неоднородное, состоящее из петель нефронов и собирательных трубок, последние из которых являются продолжением дистальных отделов нефронов, располагающихся в корковом веществе почек. Стенка собирательных трубок сформирована однослойным кубическим эпителием, который на некоторых участках приобретает полиморфное строение. У клеток очень мутная цитоплазма, вследствие чего ядро практически не просматривается. При этом границы клеток выражены хорошо.

У некоторых особей в корковом и мозговом веществе отмечались процессы организации и фибротизации – массивный разrost соединительной волокнистой ткани с атрофией клеточных компонентов и сосудов, в просвете которых отсутствовали эритроциты (рисунок 3).

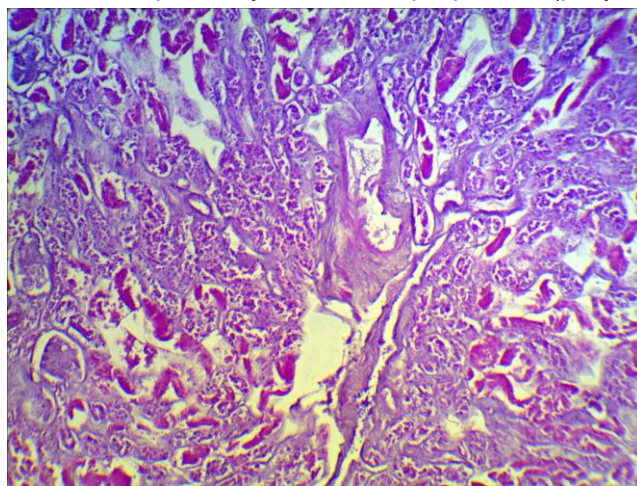


Рисунок 3 - Микрофото. Разрастание соединительной ткани в паренхиме почек ужа обыкновенного. Гематоксилин-эозин. Ув. × 40

Заключение. Таким образом, почки у змей – полноценно функционирующий орган, который в полной мере выполняет функцию выделения излишков жидкости, органических, неорганических и токсичных веществ, продуктов азотистого обмена.

При исследовании почек обыкновенного ужа установлено, что макроскопически орган отличается от таковых у других животных и связан с формой тела змей – он вытянутой уплощенной формы, на разрезе отсутствует разграниченность на корковое и мозговое вещество. Также орган снаружи защищен прослойкой из жировой ткани, что имеет защитно-приспособительную особенность, связанную с образом жизни животного.

Как особенность гистологического строения почек обыкновенного ужа можно выделить групповые скопления сосудистых клубочков в корковом веществе, клеточную полиморфность в строении стенок проксимального и дистального извитых канальцев, а также их расширение и переполнение просвета уратами. Данная особенность, на наш взгляд, может иметь приспособительное значение, характеризующееся способностью почек при отсутствии мочевого пузыря превращать отработанные азотистые соединения в мочевую кислоту, которая является трудно растворимым веществом, поэтому выводится с использованием небольшого количества воды. При изучении собираемых канальцев почек ужа обыкновенного отмечалось наличие сильно мутной цитоплазмы с неразличимым ядром внутри клетки.

Полученные результаты исследований дополняют и систематизируют сведения о топографии и структурной организации органов мочевого выделения змей, которые рекомендуется учитывать заводчикам и ветеринарным специалистам при проведении диагностических и хирургических манипуляций у данного вида пресмыкающихся.

Conclusion. Thus, the kidneys of snakes are a fully functioning organ that fully performs the function of excreting excess fluid, organic, inorganic and toxic substances, products of nitrogen metabolism.

When examining the kidneys of the grass snake, it was found that macroscopically the organ differs from those of other animals and is associated with the shape of the body of snakes – an organ is of an elongated flattened shape, there is no differentiation between the cortex and the medulla. Also, the organ is protected from the outside by a layer of adipose tissue, which has a protective and adaptive feature associated with the lifestyle of the animal.

As a feature of the histological structure of the common grass snake kidneys, one can distinguish group accumulations of vascular glomeruli in the cortical substance, cellular polymorphism in the structure of the walls of the proximal and distal convoluted tubules, as well as their expansion and overflow of the lumen with urates. This feature, in our opinion, may have an adaptive value, characterized by the ability of the kidneys, in the absence of a bladder, to convert waste nitrogenous compounds into uric acid, which is a hardly soluble substance, therefore, it is excreted using a small amount of water. When studying the collecting ducts of the common snake kidneys, the presence of a highly turbid cytoplasm with an indistinguishable nucleus inside the cell was noted.

The obtained results of the research complement and systematize the information about the topography and structural organization of the urinary organs of snakes, which is recommended for breeders and veterinarians to take into account when performing diagnostic and surgical procedures in this species of reptiles.

Список литературы. 1. *Анатомия органов размножения экзотических животных* / К. В. Шубина [и др.] // *Актуальные вопросы морфологии : материалы XIX научной конференции студентов, молодых ученых и специалистов, Ростов-на-Дону, 24 марта 2022 года.* – Ростов-на-Дону : Ростовский государственный медицинский университет, 2022. – С. 80–85. 2. *Журов, Д. О. Патоморфология и дифференциальная диагностика мочекишечного диатеза и нефропатий у кур : автореф. дис. ... канд. ветеринарных наук : 06.02.01* / Д. О. Журов. – Витебск, 2021. – 23 с. 3. *Кудрявцева, В. А. Изучение гистологического строения почек западного удавчика* / В. А. Кудрявцева // *Современные научные тенденции в ветеринарии : сборник статей Международной научно-практической конференции, Пенза, 01–02 декабря 2022 года.* – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 47–50. 4. *Моднов, А. С. Особенности экологии обыкновенного ужа *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758) Цнинского лесного массива (Тамбовская область)* / А. С. Моднов // *Вестник Тамбовского университета. Серия : Естественные и технические науки.* – 2010. – Т. 15, № 2. – С. 660–664. 5. *Мурашов, А. Г. Особенности анатомического строения Маисового полоза* / А. Г. Мурашов // *Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи : материалы VII Всероссийской научно-практической заочной конференции молодых ученых, Лесниково, 10 ноября 2015 года.* – Лесниково : Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т. С. Мальцева, 2015. – С. 173–174. 6. *Обыкновенный уж – *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758)* // *Красная книга Томской области* / Администрация Томской области, Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, Областной комитет охраны окружающей среды и природопользования, Национальный исследовательский Томский государственный университет. – 2-е изд., перераб. и доп. – Томск : Печатная мануфактура, 2013. – С. 130–131. 7. *Отбор образцов для лабораторной диагностики бактериальных и вирусных болезней животных : учебно-методическое пособие* / И. Н. Громов [и др.] ; УО ВГАВМ. – Витебск, 2020. – 64 с. 8. *Савельева, А. Ю. Прак-*

тикум по анатомии декоративных и экзотических животных / А. Ю. Савельева ; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2018. – 284 с. 9. Саркисов, Д. С. Микроскопическая техника : руководство для врачей и лаборантов / Д. С. Саркисов ; под ред.: Д. С. Саркисова, Ю. Л. Петрова. – Москва : Медицина, 1996. – 544 с. 10. Стаценко, М. И. Особенности анатомического строения самцов питонов различных пород / М. И. Стаценко, С. В. Воробьевская, Е. В. Алеиник // Морфология в XXI веке : теория, методология, практика : сборник трудов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Москва, 05–07 апреля 2023 года / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К. И. Скрябина». – Москва, 2023. – С. 160–163. 11. Kuo, E. Snake Skeletonizing Manual / E. Kuo. – Museum of Vertebrate Zoology, 2020. – 27 p.

References. 1. Anatomiya organov razmnzheniya ekzoticheskikh zhivotnyh / K. V. SHubina [i dr.] // Aktual'nye voprosy morfologii : materialy XIX nauchnoj konferencii studentov, molodyh uchenykh i specialistov, Rostov-na-Donu, 24 marta 2022 goda. – Rostov-na-Donu : Rostovskij gosudarstvennyj medicinskij universitet, 2022. – S. 80–85. 2. ZHurov, D. O. Patomorfologiya i differencial'naya diagnostika mocheekislogo diateza i nefropatij u kur : avtoref. dis. ... kand. veterinarnykh nauk : 06.02.01 / D. O. ZHurov. – Vitebsk, 2021. – 23 s. 3. Kudryavceva, V. A. Izuchenie gistologicheskogo stroeniya pochek zapadnogo udavchika / V. A. Kudryavceva // Sovremennye nauchnye tendencii v veterinarii : sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Penza, 01–02 dekabrya 2022 goda. – Penza : Penzenskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2023. – S. 47–50. 4. Modnov, A. S. Osobennosti ekologii obyknovennogo uzha *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758) *Cninskogo lesnogo massiva (Tambovskaya oblast)* / A. S. Modnov // Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya : Estestvennye i tekhnicheskie nauki. – 2010. – T. 15, № 2. – S. 660–664. 5. Murashov, A. G. Osobennosti anatomicheskogo stroeniya Maisovogo poloza / A. G. Murashov // Razvitie nauchnoj, tvorcheskoy i innovacionnoj deyatel'nosti molodezhi : materialy VII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy zaochnoj konferencii molodyh uchenykh, Lesnikovo, 10 noyabrya 2015 goda. – Lesnikovo : Kurganskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya im. T. S. Mal'ceva, 2015. – S. 173–174. 6. Obyknovennyy uzch – *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758) // Krasnaya kniga Tomskoj oblasti / Administraciya Tomskoj oblasti, Departament prirodnih resursov i ohrany okruzhayushchej sredy Tomskoj oblasti, Oblastnoj komitet ohrany okruzhayushchej sredy i prirodopol'zovaniya, Nacional'nyj issledovatel'skij Tomskij gosudarstvennyj universitet. – 2-e izd., pererab. i dop. – Tomsk : Pechatnaya manufaktura, 2013. – S. 130–131. 7. Otkor obrazcov dlya laboratornoj diagnostiki bakterial'nyh i virusnyh boleznej zhivotnyh : uchebno-metodicheskoe posobie / I. N. Gromov [i dr.] ; UO VGAVM. – Vitebsk, 2020. – 64 s. 8. Savel'eva, A. YU. Praktikum po anatomii dekorativnyh i ekzoticheskikh zhivotnyh / A. YU. Savel'eva ; Krasnoyarskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – Krasnoyarsk, 2018. – 284 s. 9. Sarkisov, D. S. Mikroskopicheskaya tekhnika : rukovodstvo dlya vrachej i laborantov / D. S. Sarkisov ; pod red.: D. S. Sarkisova, YU. L. Petrova. – Moskva : Medicina, 1996. – 544 s. 10. Stacenko, M. I. Osobennosti anatomicheskogo stroeniya samcov pitonov razlichnyh porod / M. I. Stacenko, S. V. Vorobievskaya, E. V. Alejnik // Morfologiya v XXI veke : teoriya, metodologiya, praktika : sbornik trudov Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoy konferencii, Moskva, 05–07 aprelya 2023 goda / Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Moskovskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny i biotekhnologii – MVA im. K. I. Skryabina». – Moskva, 2023. – S. 160–163. 11. Kuo, E. Snake Skeletonizing Manual / E. Kuo. – Museum of Vertebrate Zoology, 2020. – 27 p.

Поступила в редакцию 02.08.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-4-12-17
УДК 619:618.19-002:636.2

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ МОРФО-ИММУНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕКРЕТА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПРИ РАЗВИТИИ СУБКЛИНИЧЕСКОГО МАСТИТА У КОРОВ

Зимников В.И. ORCID ID 0000-0002-6371-7143, Павленко О.Б. ORCID ID 0000-0001-9086-9241, Манжурина О.А. ORCID ID 0000-0003-0147-8965, Каширина Л.Н. ORCID ID 0000-0002-1614-0169, Тюрина Е.В. ORCID ID 0000-0003-0385-6050

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

В статье отражены результаты проведенных исследований по изучению изменений морфо-иммунологических показателей секрета молочной железы больных субклиническим маститом коров в динамике его развития. Так, при заболевании коров субклиническим маститом и его дальнейшем развитии происходят значительные изменения в иммунном статусе и гомеостазе больных животных, характеризующиеся возникновением сильной воспалительной реакции в молочной железе на фоне ослабления общей неспецифической резистентности вымени больных животных. Уже на третий день заболевания количество лейкоцитов молока составляло 0,974, общих иммуноглобулинов – 2,99 г/л, циркулирующих иммунных комплексов – 0,163, количество соматических клеток возросло на 25,7% и составило 2,3 тыс/мл, нейтрофилов – 77,2% в сравнении с первым днем заболевания, что говорит об активизации защитной функции молочной железы. Таким образом, при дальнейшем развитии субклинического мастита происходят значительные изменения в иммунном статусе и гомеостазе больных животных, характеризующиеся возникновением сильной воспалительной реакции в молочной железе на фоне ослабления общей неспецифической резистентности вымени больных животных. **Ключевые слова:** мастит, молочная железа, секрет вымени, морфо-иммунологические показатели.

DYNAMICS OF CHANGES IN MORPHOIMMUNOLOGICAL INDICATORS OF THE MAMMARY GLAND SECRETION DURING THE DEVELOPMENT OF SUBCLINICAL MASTITIS IN COWS

Zimnikov V.I., Pavlenko O.B., Manzhurina O.A., Kashirina L.N., Tyurina E.V.
FSBSI "All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy",
Voronezh, Russian Federation

The article reflects the results of researches conducted on studying the changes in the morphoimmunological indicators of the mammary gland secretion in cows with subclinical mastitis in the dynamics of its development. Thus, in the initial stages of the subclinical mastitis in cows and its further development, significant changes occur in the immune status and homeostasis of sick animals, characterized by the occurrence of a strong inflammatory reaction in the mammary gland against the background of a weakening of the general nonspecific resistance in the udder of sick animals. Already on the third day of the disease, the amount of milk lysozyme was 0.974, total immunoglobulins – 2.99 g/L, circulating immune complexes – 0.163, the number of somatic cells increased by 25.7% and amounted to 2.3 ths/ml, neutrophils – 77.2%, in comparison with the first day of the disease, which indicates the activation of the protective function of the mammary gland. Thus, with the further subclinical mastitis development, significant changes occur in the immune status and homeostasis of sick animals, characterized by the occurrence of a strong inflammatory reaction in the mammary gland against the background of a weakening of the general nonspecific resistance in the udder of sick animals.
Keywords: mastitis, mammary gland, udder secretion, morphoimmunological indicators.

Введение. Получение высококачественного молока напрямую зависит от эффективности хозяйственного ведения скотоводства и продуктивного здоровья молочных коров. Одной из основных причин недополучения молока высокого санитарно-технологического качества, преждевременной выбраковки высокомолочных коров, возникновения заболеваний желудочно-кишечного тракта у молодняка сельскохозяйственных животных является воспаление молочной железы (мастит). Скрыто протекающее воспаление молочной железы (субклинический мастит), встречающееся в разы чаще, чем клинически выраженное, является наиболее опасным заболеванием, так как наносит огромный экономический и хозяйственный ущерб животноводческим хозяйствам. Скрытое воспаление молочной железы, переходя в клинически выраженное, без своевременного лечения может привести к атрофии одной или нескольких долей вымени [8].

На сегодняшний день разработано и представлено на рынке ветеринарных препаратов множество средств для лечения и профилактики мастита у сельскохозяйственных животных. Но практически все они содержат в своем составе антимикробные компоненты, которые при их беспорядочном применении оказывают негативное воздействие на качество молочной продукции и организм животных в целом [2, 5].

В настоящее время мнения ученых разделяются в дискуссиях о сроках и времени лечения субклинического мастита у молочных коров. Некоторые авторы [6] считают, что терапию субклинического мастита нужно начинать непосредственно после его обнаружения. Другие [10] предлагают проводить лечение после повторного исследования через 24 часа и получения положительных результатов бактериологических исследований. Также многие авторы [9] считают, что субклинический мастит необходимо лечить в период запуска. Однако небезызвестным фактом является то, что без надлежащего лечения скрыто протекающего воспаления молочной железы у больных коров снижается молочная продуктивность более чем на 15%, а также питательная ценность и качество молока из-за повышенного содержания в нем соматических клеток, патогенных и условно-патогенных микроорганизмов [1].

Развитие субклинического мастита характеризуется морфо-иммунологическими изменениями в молочной железе коров, что проявляется увеличением количества соматических клеток в молоке, полученном от больных коров. В секрете, полученном от клинически здоровых коров, количество соматических клеток варьирует от 50 до 250 тыс./мл., а в секрете больных животных их количество может увеличиваться до 1 миллиона и выше [7].

Неспецифическая резистентность вымени играет важную роль в иммунном ответе при возникновении субклинического мастита и его дальнейшем развитии у молочных коров. Изменение иммунологических показателей секрета молочной железы в ту или иную сторону может являться маркером развития или угасания воспалительного процесса в вымени [3, 9].

В связи с этим остается актуальным вопрос изучения изменений морфо-иммунологических показателей секрета молочной железы в динамике развития субклинического мастита у коров.

Цель исследований. Изучить изменение морфо-иммунологических показателей секрета молочной железы в динамике развития субклинического мастита у коров.

Материалы и методы исследований. Во время проведения исследований в опытную группу были подобраны 40 клинически здоровых лактирующих коров черно-пестрой голштинской породы с годовой молочной продуктивностью 6738-7845 тыс. За животными ежедневно проводили клиническое наблюдение, включая проверку на заболеваемость субклиническим маститом. При выявлении больных субклиническим маститом коров от них в первый, третий, пятый, седьмой и четырнадцатый

дни заболевания были отобраны пробы секрета вымени для проведения иммуно-биохимических и микробиологических исследований.

Диагноз на субклинический и клинически выраженный катаральный мастит ставили на основании результатов клинического осмотра животных с применением пальпации молочной железы, пробного сдаивания, с последующей органолептической оценкой секрета и подсчетом соматических клеток, а также с помощью проверки секрета средством для экспресс-диагностики «Кенотест» в соответствии с «Наставлением по диагностике, терапии и профилактике мастита у коров» (М., 2000).

Пробы секрета молочной железы у коров отбирали согласно «Методическим указаниям по бактериологическому исследованию молока и секрета вымени коров» (М., 1983) [3]. Морфологический состав секрета определяли в мазках-отпечатках, которые готовили по методике определения клеточного состава секрета вымени коров. Количество соматических клеток определяли на счетчике соматических клеток фирмы De Laval. Бактериологические и иммунологические исследования секрета вымени проведены общепринятыми классическими методами согласно утвержденным методикам [4].

Результаты исследований. За период проведения исследований из 40 клинически здоровых животных субклиническим маститом заболело 9 коров. Установлено, что на третий день течения скрытого воспалительного процесса в молочной железе коров (таблица 1) значительных изменений морфо-иммунологических показателей, в сравнении с первым днем заболевания, не наблюдалось. Так, количество лизоцима молока составляло 0,974, общих иммуноглобулинов – 2,99 г/л, циркулирующих иммунных комплексов – 0,163, количество соматических клеток возросло на 25,7% и составило 2,3 тыс/мл, нейтрофилов – 77,2%.

На 5-й день заболевания в секрете молочной железы отмечено возрастание общих иммуноглобулинов – на 57,2% ($P<0,002$), циркулирующих иммунных комплексов – на 87,4% ($P<0,001$), содержания соматических клеток – в 2,5 раза ($P<0,001$), нейтрофилов – на 30,5% ($P<0,01$), моноцитов – на 64,3% ($P<0,05$), на фоне снижения уровня лимфоцитов – на 59,4% ($P<0,001$) и лизоцима – на 33,8% ($P<0,001$) у больных коров в сравнении с первым днем заболевания.

Таким образом, проведенные исследования показали, что при заболевании лактирующих коров субклиническим маститом и его дальнейшем развитии происходят значительные изменения в иммунном статусе и гомеостазе больных животных, характеризующиеся возникновением сильной воспалительной реакции в молочной железе на фоне ослабления общей неспецифической резистентности вымени больных животных.

Таблица 1 – Морфо-иммунологические показатели больных субклиническим маститом коров при переходе его в клинически выраженный катаральный

Показатели	День заболевания				
	1	3	5	7	14
Лизоцим	0,973±0,02	0,974±0,03	0,644±0,03***	0,554±0,02***	1,142±0,04
Общие Ig, г/л	2,27±0,2	2,99±0,2	3,49±0,4**	4,53±0,2***	1,97±0,3
ЦИК	0,135±0,01	0,163±0,008	0,253±0,01***	0,321±0,01***	0,098±0,01
СК, тыс/мл	1,71±0,3	2,30±0,2	4,37±0,4***	6,12±0,5***	0,435±0,01
Нейтрофилы, %	62,2±3,9	77,4±2,9	81,2±2,3**	86,4±2,9**	45,3±2,7
Моноциты, %	2,8±0,3	3,4±0,3	4,6±0,5*	2,8±0,1	2,4±0,1
Лимфоциты, %	35,0±3,7	19,2±3,1	14,2±1,7**	10,8±0,5**	52,3±1,8

Примечания: * $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,001$ - степень достоверности в группах больных животных по отношению к первому дню заболевания.

Вместе с этим на 7-й день заболевания при переходе скрытого мастита в клинически выраженный катаральный установлены более выраженные изменения в иммунном статусе больных животных в сравнении с первым днем, которые сопровождались возрастанием в секрете молочной железы общих иммуноглобулинов в 2,0 раза ($P<0,001$), циркулирующих иммунных комплексов – в 2,4 раза ($P<0,001$), содержания соматических клеток – в 3,6 раза ($P<0,001$), нейтрофилов – на 38,9% ($P<0,01$) на фоне снижения концентрации лимфоцитов на 61,9% ($P<0,01$) и лизоцима – на 43,0% ($P<0,001$).

Следовательно, переход субклинического мастита в клинически выраженное воспаление сопровождается дальнейшим угнетением защитных реакций молочной железы коров, что проявлялось снижением количества лимфоцитов на 61,9% и лизоцима – на 43,0% на фоне усиления воспалительной реакции (повышение соматических клеток, общих иммуноглобулинов и лизоцима молока).

При проведении бактериологических исследований было установлено, что при развитии субклинического мастита происходил рост микробной контаминации молока, так, в первый день заболевания она составила 6,3 тыс. КОЕ/мл, к третьему дню заболевания бак. обсемененность молока возросла в 2,2 раза и составила 13,6 тыс. КОЕ/мл, а на пятый день, в пик развития субклинического

мастит, микробная контаминация молока увеличилась в 7,8 раза ($P<0,001$) (49,0 тыс. КОЕ/мл). На седьмой день при переходе субклинического мастита в клинически выраженный катаральный бактериальная обсемененность молока составила 62,7 тыс. КОЕ/мл, что в 9,9 раза ($P<0,001$) выше в сравнении с первым днем заболевания.

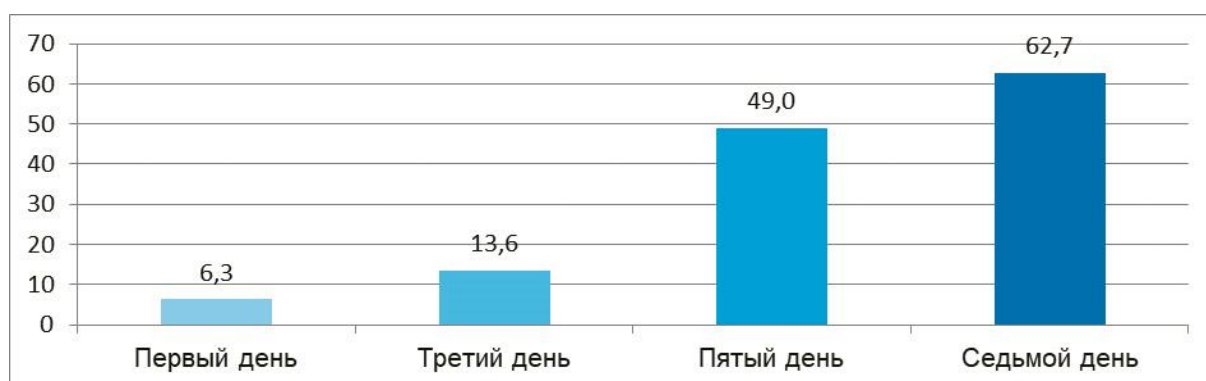


Рисунок 1 – Микробная контаминация молока тыс. КОЕ/мл

В то же время бактериологическими исследованиями было установлено (таблица 2), что из секрета больных коров в первый день заболевания были выделены патогенные культуры золотистого стафилококка в 66,7% и условно-патогенные культуры кишечной палочки – в 33,3% случаев, а также их ассоциации с *Staph. epidermidis* – в 77,8% случаев.

Таблица 2 – Результаты бактериологических исследований секрета вымени клинически здоровых и больных маститом коров

Показатели	Частота встречаемости	
	Количество проб	%
Первый день заболевания (n=9)		
<i>Staph. aureus</i>	6	66,7
<i>Staph. Epidermidis</i>	7	77,8
<i>E. coli</i>	3	33,3
Третий день заболевания (n=9)		
<i>Staph. aureus</i>	6	66,7
<i>Staph. Epidermidis</i>	7	77,8
<i>Ent. faecium</i>	4	44,4
<i>E. coli</i>	3	33,3
Пятый день заболевания (n=9)		
<i>Staph. aureus</i>	8	88,9
<i>Staph. Epidermidis</i>	7	77,8
<i>Str. agalactiae</i>	5	55,6
<i>Ent. faecium</i>	4	44,4
Седьмой день заболевания (n=9)		
<i>Staph. aureus</i>	8	88,9
<i>Staph. Epidermidis</i>	7	77,8
<i>Str. agalactiae</i>	5	55,6
<i>Ent. faecium</i>	4	44,4
<i>E. coli</i>	2	22,3

На третий день заболевания из секрета вымени коров, больных субклиническим маститом, были выделены патогенные культуры золотистого стафилококка в 66,7% и условно-патогенные культуры кишечной палочки – в 33,3% случаев, а также их ассоциации с *Staph. epidermidis*, *Ent. faecium* – в 77,8-44,4% случаев.

При исследовании секрета вымени, полученного от коров на пятый день заболевания в острой фазе субклинического мастита, были выделены возбудители инфекционного мастита, *Staph. aureus* – в 88,9% случаев, как монокультура, так и во всевозможных ассоциациях с *Staph. epidermidis*, *Ent. faecium* и *Str. Agalactiae*, также в 5 пробах (55,6%) был выделен *Str. agalactiae*, который является классическим возбудителем мастита у коров.

На седьмой день при развитии субклинического мастита в клинически выраженный катаральный из полученного молока были выделены те же микроорганизмы, что и на пятый день заболевания, только в двух пробах 22,3% была выделена кишечная палочка, что говорит о мастите эшерихиозной этиологии.

Заключение. По результатам проведенных исследований можно заключить, что при заболевании лактирующих коров субклиническим маститом и его дальнейшем развитии происходят значительные изменения в иммунном статусе и гомеостазе больных животных, характеризующиеся возникновением сильной воспалительной реакции в молочной железе на фоне ослабления общей неспецифической резистентности вымени больных животных. Так, уже на третий день заболевания количество лизоцима молока составляло 0,974, общих иммуноглобулинов – 2,99 г/л, циркулирующих иммунных комплексов – 0,163, количество соматических клеток возросло на 25,7% и составило 2,3 тыс/мл, нейтрофилов – 77,2% в сравнении с первым днем заболевания, что говорит об активации защитной функции молочной железы. К пятому дню течения скрыто протекающего воспаления в молочной железе наступила острая фаза субклинического мастита, о чем свидетельствует возрастание общих иммуноглобулинов – на 57,2%, циркулирующих иммунных комплексов – на 87,4%, содержания соматических клеток – в 2,5 раза, нейтрофилов – на 30,5%, моноцитов – на 64,3%, на фоне снижения уровня лимфоцитов на 59,4%, и лизоцима – на 33,8% у больных коров, в сравнении с первым днем заболевания.

Таким образом, при дальнейшем развитии субклинического мастита происходят значительные изменения в иммунном статусе и гомеостазе больных животных, характеризующиеся возникновением сильной воспалительной реакции в молочной железе на фоне ослабления общей неспецифической резистентности вымени больных животных.

Переход субклинического мастита в клинически выраженное воспаление сопровождается дальнейшим угнетением защитных реакций молочной железы коров, что проявлялось снижением количества лимфоцитов на 61,9% и лизоцима – на 43,0% на фоне усиления воспалительной реакции (повышение соматических клеток, общих иммуноглобулинов).

Бактериологическими исследованиями было установлено, что при развитии субклинического мастита происходил рост микробной контаминации молока, так, в первый день заболевания она составила 6,3 тыс. КОЕ/мл, а к седьмому дню, при переходе субклинического мастита в клинически выраженный катаральный, бактериальная обсемененность молока составила 62,7 тыс. КОЕ/мл, что в 9,9 раза выше в сравнении с первым днем заболевания.

Conclusion. Based on the results of the studies, it can be concluded when subclinical mastitis initially occurs in lactating cows with its further development to follow significant changes take place in the immune status and homeostasis of sick animals, characterized by the occurrence of a strong inflammatory reaction in the mammary gland against the background of a weakening of the general nonspecific resistance in the udder of sick animals. Thus, already on the third day of the disease, the amount of milk lysozyme was 0.974, total immunoglobulins – 2.99 g/L, circulating immune complexes –

0.163, the number of somatic cells increased by 25.7% and amounted to 2.3 ths/ml, neutrophils – 77.2%, in comparison with the first day of the disease, that indicates the activation of the protective function of the mammary gland. By the fifth day of the course of latent inflammation in the mammary gland, the acute phase of subclinical mastitis begins, as evidenced by an increase in total immunoglobulins – by 57.2%, circulating immune complexes – by 87.4%, the content of somatic cells – by 2.5 times, neutrophils – by 30.5%, monocytes – by 64.3%, against the background of a decrease in the level of lymphocytes – by 59.4% and lysozyme – by 33.8% in sick cows, compared with the first day of the disease.

Thus, with the further development of subclinical mastitis, significant changes occur in the immune status and homeostasis of sick animals, characterized by the occurrence of a strong inflammatory reaction in the mammary gland against the background of a weakening of the general nonspecific resistance in the udder of sick animals.

The transition of subclinical mastitis to clinically pronounced inflammation is accompanied by further inhibition of the protective reactions of the cow's mammary gland, which was manifested by a decrease in the number of lymphocytes by 61.9% and lysozyme – by 43.0%. Against the background of an increased inflammatory reaction (increased somatic cells, total immunoglobulins).

Bacteriological studies have established that with the subclinical mastitis developing, there was an increase in microbial contamination of milk, so on the first day of the disease it was 6.3 thousand CFU/ml, and by the seventh day, with the transition of subclinical mastitis to clinically pronounced catarrhal mastitis, the bacterial contamination of milk was 62.7 thousand CFU/ml, which was 9.9 times higher, compared to the first day of the disease.

Список литературы. 1. Данкверт, А. Пути улучшения качества молока / А. Данкверт, Л. Зернаева // Молочное и мясное скотоводство. – 2003. – № 8. – С. 2–7. 2. Демидова, Л. Д. Влияние лечения коров, больных эндометритом, на санитарное качество молока / Л. Д. Демидова // Диагностика, терапия и профилактика акушерско-гинекологической патологии у животных : сборник научных трудов МВА. – Москва, 1994. –

С. 117–120. 3. Показатели секрета молочной железы клинически здоровых лактирующих коров при применении препарата «проаутовак» для профилактики мастита / В. И. Зимников [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2022. – Т. 58, вып. 3. – С. 34–38. – DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-3-34-38. 4. Зимников, В. И. Показатели секрета молочной железы больных субклиническим маститом коров при применении интерферона-λ. / В. И. Зимников, О. А. Манжурина, Е. В. Тюрина // Международный вестник ветеринарии. – 2022. – № 4. – С. 401–406. 5. Ивашура, А. И. Система мероприятий по борьбе с маститами коров / А. И. Ивашура. – Москва : Росагропромиздат, 1991. – 240 с. 6. Олейник, А. Мастит, мастит, мастит / А. Олейник // Молочное и мясное скотоводство. – 2006. – № 7. – С. 26–29. 7. Новиков, В. М. Профилактика мастита у коров / В. М. Новиков // Ветеринария. – 1983. – № 5. – С. 51–52. 8. Париков, В. А. Этиологические и патогенетические аспекты мастита у коров, методы и средства его профилактики и терапии / В. А. Париков // Эколого-адаптационная стратегия здоровья и продуктивности животных в современных условиях : монография / В. А. Париков [и др.]. – Воронеж, 2001. – С. 105–113. 9. Актуальные проблемы терапии и профилактики мастита у коров / С. В. Шабунин [и др.] // Ветеринария. – 2011. – № 12. – С. 3–6. 10. Шакиров, О. Ф. Новая противомаститная программа от компании «Байер» / О. Ф. Шакиров // Молочное и мясное скотоводство. – 2007. – № 2. – С. 39–42, 78.

References. 1. Dankvert, A. Puti uluchsheniya kachestva moloka / A. Dankvert, L. Zernaeva // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. – 2003. – № 8. – С. 2–7. 2. Demidova, L. D. Vliyanie lecheniya korov, bol'nyh endometritom, na sanitarnoe kachestvo moloka / L. D. Demidova // Diagnostika, terapiya i profilaktika akushersko-ginekologicheskoy patologii u zhivotnyh : sbornik nauchnyh trudov MVA. – Moskva, 1994. – С. 117–120. 3. Pokazateli sekreta molochnoj zhelezy klinicheski zdorovyh laktiruyushchih korov pri primenenii preparata «proautovak» dlya profilaktiki mastita / V. I. Zimnikov [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny». – 2022. – Т. 58, вып. 3. – С. 34–38. – DOI 10.52368/2078-0109-2022-58-3-34-38. 4. Zimnikov, V. I. Pokazateli sekreta molochnoj zhelezy bol'nyh subklinicheskim mastitom korov pri primenenii interferona-λ. / V. I. Zimnikov, O. A. Manzhurina, E. V. Tyurina // Mezhdunarodnyy vestnik veterinarii. – 2022. – № 4. – С. 401–406. 5. Ivashura, A. I. Sistema meropriyatij po bor'be s mastitami korov / A. I. Ivashura. – Moskva : Rosagropromizdat, 1991. – 240 s. 6. Olejnik, A. Mastit, mastit, mastit / A. Olejnik // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. – 2006. – № 7. – С. 26–29. 7. Novikov, V. M. Profilaktika mastita u korov / V. M. Novikov // Veterinariya. – 1983. – № 5. – С. 51–52. 8. Parikov, V. A. Etiologicheskie i patogeneticheskie aspekty mastita u korov, metody i sredstva ego profilaktiki i terapii / V. A. Parikov // Ekologo-adaptacionnaya strategiya zdorov'ya i produktivnosti zhivotnyh v sovremennyh usloviyah : monografiya / V. A. Parikov [i dr.]. – Voronezh, 2001. – С. 105–113. 9. Aktual'nye problemy terapii i profilaktiki mastita u korov / S. V. SHabunin [i dr.] // Veterinariya. – 2011. – № 12. – С. 3–6. 10. SHakirov, O. F. Novaya protivomastitnaya programma ot kompanii «Bajer» / O. F. SHakirov // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. – 2007. – № 2. – С. 39–42, 78.

Поступила в редакцию 10.10.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-4-17-21
УДК 619:616.995.132.2:615.322:636.32/.38

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТА РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ «ОРЕГОФАРМ» ПРИ СТРОНГИЛЯТОЗАХ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА ОВЕЦ

Минич А.В. ORCID ID 0009-0005-4153-3932, Братушкина Е.Л.

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

В статье приведены результаты применения препарата растительного происхождения «Орегофарм» при стронгилятозной инвазии овец, его антигельминтной эффективности, влиянии на физиологическое состояние организма, которое отражают клинические и биохимические показатели крови. **Ключевые слова:** овцы, стронгилятозы, инвазия, препарат «Орегофарм», кровь.

EXPERIENCE OF USING THE DRUG PREPARATION OF PLANT ORIGIN OREGOPHARMUM IN STRONGYLATOSES OF THE GASTROINTESTINAL TRACT IN SHEEP

Minich A.V., Bratushkina E.L.

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

The article presents the results of application of the preparation of plant origin Oregopharmum in strongylatosis infestation of sheep, its antihelminthic efficiency, influence on the physiological state of the organism, which is reflected by clinical and biochemical blood parameters. **Keywords:** sheep, strongylatosis, infestation, Oregopharmum drug preparation, blood.

Введение. В последние годы популярность применения лекарственных препаратов растительного происхождения возрастает, несмотря на большие успехи в создании синтетических. На территории Республики Беларусь произрастает около 80 видов лекарственных растений [3]. Многие из них находят использование в ветеринарии для лечения и профилактики болезней домашних и сельскохозяйственных животных. Интерес к природным химическим соединениям и препаратам, создаваемым на их основе, увеличивается благодаря менее вредному и более многостороннему воздействию на организм животного [4]. Применение лекарственных препаратов из растений экономически выгоднее, так как их стоимость значительно ниже синтетических.

Целью проведения исследований являлось изучение эффективности и безопасности растительного препарата «Орегофарм».

Материалы и методы исследований. Изучение эффективности и безопасности препарата «Орегофарм» проводили на овцах в возрасте 1 года. Для этого было сформировано три группы подопытных животных:

1. Овцы, инвазированные стронгилями и получившие препарат «Орегофарм» индивидуально внутрь в утреннее кормление в дозе 400 мг/кг трехкратно с интервалом 24 часа, – 12 голов (опытная группа № 1);
2. Овцы, инвазированные стронгилями, не получившие препарат «Орегофарм», – 12 голов (опытная группа № 2);
3. Здоровые овцы – 12 голов (контрольная группа).

Материалом для исследования служили фекалии, отобранные до дачи препарата «Орегофарм» и на 5, 14, 30 и 45 сутки после; кровь отбирали до дачи препарата «Орегофарм» и на 1, 3, 5, 10 и 15 сутки после.

Орегофарм – порошок белого цвета со специфическим запахом, в 1,0 г препарата содержится 100,0 мг масла орегано (*Origanum Aetheroleum*) и наполнитель (каолин). Масло орегано получают из растения душицы обыкновенной (*Origanum vulgare*), которое является комбинацией фенолов, включающей более 30 различных ингредиентов в различных процентных соотношениях, основные компоненты – карвакрол (55–85%) и тимол (0,5–10%). Эфирные масла, входящие в состав масла орегано, оказывают антигельминтное действие, влияя на центральную и вегетативную нервную систему паразита.

Результаты исследований. В ходе изучения эффективности препарата растительного происхождения «Орегофарм» при стронгилятозной инвазии овец установлено, что данный препарат, применяемый в течение 3 дней в дозе 400 мг/кг массы животного, полностью освобождает организм овец от паразитов. Через 14 дней в опытной группе № 1 яйца стронгилят у животных не обнаруживаются, экстенсивность препарата в опытной группе № 1 составила 100%, в опытной группе № 2 и контрольной группе экстенсивность и интенсивность эзофагостомозной инвазии осталась на прежнем уровне.

Комплексное исследование основных клинических и биохимических показателей крови позволяет оценить степень тяжести болезнетворного процесса при паразитировании стронгилят, а также уровень токсического воздействия лекарственных средств на организм овец при лечении [1, 5].

Эритроциты – красные кровяные тельца, форменные элементы, участвующие в газообмене, поддержании кислотно-щелочного равновесия, гликолизе и т.д. Содержание эритроцитов в крови животных 1-й опытной группы, по сравнению с овцами контрольной группы, с 1-го по 10-й день было снижено и составляло $8,54 \pm 0,16 \times 10^{12}/л$ – $9,16 \pm 0,21 \times 10^{12}/л$ ($P < 0,01$, $P < 0,001$), тогда как в контрольной группе – $11,58 \pm 0,26 \times 10^{12}/л$ – $11,68 \pm 0,25 \times 10^{12}/л$. После применения препарата «Орегофарм» через 15 дней количество эритроцитов увеличилось на $1,88 \times 10^{12}/л$ и составило $10,04 \pm 0,21 \times 10^{12}/л$ ($P < 0,001$) по сравнению со 2-й инвазированной группой. Содержание эритроцитов в крови овец 2-й опытной группы было снижено на 29,4% по сравнению с контрольной группой ($11,58 \pm 0,26 \times 10^{12}/л$) ($P < 0,001$).

Гемоглобин – основной дыхательный пигмент, хромопротеин, который обеспечивает ткани кислородом. В начале исследований уровень гемоглобина в крови в 1-й опытной группе был на 41,5 г/л ниже по сравнению с уровнем гемоглобина у животных контрольной и составлял $73,5 \pm 1,31$ г/л ($P < 0,001$). После дачи антигельминтика к 15-му дню содержание гемоглобина в крови овец опытной группы повысилось на 37,14% и составило $116,94 \pm 0,54$ г/л ($P < 0,001$) по сравнению со 2-й инвазированной группой. Данный показатель во 2-й опытной группе оставался сниженным на протяжении исследования ($77,1 \pm 1,53$ г/л – $69,15 \pm 0,85$ г/л). В контрольной здоровой группе содержание гемоглобина в крови было в пределах нормы ($92,25 \pm 0,93$ г/л – $115 \pm 1,11$ г/л). Восстановление показателей количества эритроцитов и уровня гемоглобина связано с освобождением животных от стронгилят.

До применения препарата у овец 1-й опытной группы количество лейкоцитов в крови было повышено на 40% по сравнению с животными контрольной группы и составляло $14,08 \pm 0,97 \times 10^9/л$ ($P < 0,001$). К 15-му дню опыта общее количество лейкоцитов снизилось на 22,6% и составило $10,9 \pm 0,13 \times 10^9/л$ ($P < 0,001$) по сравнению с животными 2-й опытной группы, что связано с уменьше-

нием активности воспалительного процесса в организме. У инвазированных стронгилятами овец лейкоцитоз наблюдался на протяжении всего опыта ($13,91 \pm 0,13 \times 10^9/\text{л}$ – $14,25 \pm 0,26 \times 10^9/\text{л}$), в контрольной группе количество лейкоцитов было в пределах нормы ($8,44 \pm 1,18 \times 10^9/\text{л}$ – $10,99 \pm 0,6 \times 10^9/\text{л}$).

При выведении лейкограммы установлено, что у овец, инвазированных стронгилятами, наблюдалось повышение эозинофилов на 58,1% по сравнению с животными контрольной группы. После проведения лечения к 15-му дню количество эозинофилов снизилось на 24,3% и составило $5,6 \pm 0,32\%$ ($P < 0,01$) по сравнению со 2-й группой. В контрольной группе процент эозинофилов был в пределах $2,8 \pm 0,42\%$ – $3,2 \pm 0,86\%$. Эозинофилы участвуют в аллергических реакциях и обладают фагоцитарной активностью.

Из 9-10% сухого остатка плазмы крови белки составляют 6,5-8,5%. У животных 1-й опытной группы в начале исследования содержание общего белка было на 9% ниже, чем у овец контрольной группы и составляло $64,8 \pm 0,4$ г/л. К 15-му дню после применения препарата его содержание повысилось на 23% и составило $84,2 \pm 1,2$ г/л ($P < 0,001$). В сыворотке крови овец, инвазированных стронгилятами и не получивших лечение, гипопроотеинемия ($56,3 \pm 1,14$ г/л – $63,1 \pm 0,68$ г/л) наблюдалась на протяжении всего опыта, что связано с нарушениями функций печени и мальадсорбции в желудочно-кишечном тракте. В контрольной здоровой группе животных она была в пределах $67,5 \pm 0,94$ г/л – $75,69 \pm 0,83$ г/л.

До применения препарата у животных 1-й опытной группы содержание альбумина было снижено по сравнению с группой здоровых овец и составляло $35,02 \pm 0,49$ г/л ($P < 0,05$). К 15-му дню опыта уровень альбумина повысился на 17,6% и составил $42,5 \pm 0,15$ г/л ($P < 0,05$). Концентрация альбумина в сыворотке крови овец 2-й инвазированной опытной группы оставалась пониженной ($34,78 \pm 0,97$ г/л – $38,4 \pm 0,61$ г/л). Показатели в группе здорового контроля на всем протяжении опыта находились в пределах $39,5 \pm 0,4$ г/л – $43,02 \pm 0,26$ г/л.

Содержание глобулинов в сыворотке крови животных 1-й опытной группы, по сравнению с овцами контрольной группы, с 1-го по 5-й день было понижено и составляло $22,28 \pm 1,17$ г/л – $25,7 \pm 1,37$ г/л ($P < 0,05$), тогда как в контрольной группе – $30,6 \pm 1,58$ г/л – $32,58 \pm 1,82$ г/л. После применения препарата «Орегофарм» через 15 дней содержание глобулинов в сыворотке крови увеличилось на 14,4 г/л и составило $41,7 \pm 2,39$ г/л ($P < 0,05$) по сравнению со 2-й инвазированной группой. Содержание глобулинов в сыворотке крови овец 2-й опытной группы было снижено на 26,9% по сравнению с контрольной группой ($32,58 \pm 1,82$ г/л) ($P < 0,05$).

Аминотрансферазы – ферменты, катализирующие межмолекулярный перенос аминогруппы между аминокислотами и кетокислотами. Повышение уровня аминотрансфераз в сыворотке крови отмечается при поражениях тканей, богатых этими ферментами, – печень и миокард. Наибольшее клиническое значение имеет определение уровня в сыворотке крови аспартатаминотрансферазы (АсАТ) и аланинаминотрансферазы (АлАТ).

В начале исследований активность АсАТ в сыворотке крови 1-й опытной группы была на 37,1 Ед/л выше, по сравнению с активностью АсАТ у животных контрольной, и составляла $54,9 \pm 0,7$ Ед/л ($P < 0,001$). После дачи антигельминтика к 15-му дню активность АсАТ в сыворотке крови овец опытной группы уменьшилась на 19,4% и составила $74,2 \pm 0,58$ Ед/л ($P < 0,001$) по сравнению со 2-й инвазированной группой. Данный показатель во 2-й опытной группе оставался повышенным на протяжении исследования ($89,71 \pm 0,91$ Ед/л – $100,9 \pm 1,24$ Ед/л). В контрольной здоровой группе содержание гемоглобина в крови было в пределах $54,9 \pm 0,7$ Ед/л – $63,15 \pm 0,47$ Ед/л.

До применения препарата у овец 1-й опытной группы активность АлАТ в сыворотке крови была повышена на 16,3% по сравнению с животными контрольной группы и составляла $44,87 \pm 2,06$ Ед/л ($P < 0,01$). К 15-му дню опыта активность АлАТ снизилась на 12,2% и составила $39,41 \pm 0,75$ Ед/л ($P < 0,05$) по сравнению с животными 2-й опытной группы. У инвазированных стронгилятами овец активность АлАТ наблюдалась на протяжении всего опыта ($45,11 \pm 0,96$ Ед/л – $48,13 \pm 1,84$ Ед/л), в контрольной группе активность АлАТ была в пределах нормы ($36,14 \pm 0,68$ Ед/л – $38,74 \pm 0,55$ Ед/л).

Фосфатазы – группа ферментов, катализирующих отщепление фосфорной кислоты от ее органических соединений. Наибольшее диагностическое значение имеет определение щелочной фосфатазы. Уровень щелочной фосфатазы увеличивается при поражениях костной ткани, печени, почек и слизистой оболочки кишечника. У животных 1-й опытной группы в начале исследования активность щелочной фосфатазы была на 78,63 Ед/л выше, чем у овец контрольной группы и составляла $184,6 \pm 0,93$ Ед/л ($P < 0,001$). К 15-му дню после применения препарата активность щелочной фосфатазы снизилась на 12,1% и составила $162,2 \pm 0,73$ Ед/л ($P < 0,001$). В сыворотке крови овец, инвазированных стронгилятами и не получивших лечение, активность щелочной фосфатазы оставалась повышенной ($173,47 \pm 1,2$ Ед/л – $189,3 \pm 1,96$ Ед/л) на протяжении всего опыта, в контрольной здоровой группе животных была в пределах $105,97 \pm 1,6$ Ед/л – $137,9 \pm 0,9$ Ед/л.

Глюкоза – один из основных углеводных компонентов крови животного организма и ведущий диагностический показатель состояния углеводного обмена. До применения препарата у животных

1-й опытной группы содержание глюкозы в сыворотке крови было снижено по сравнению с группой здоровых овец и составляло $3,24 \pm 0,17$ ммоль/л ($P < 0,05$). К 15-му дню опыта уровень глюкозы повысился на 15,8% и составил $3,85 \pm 0,17$ ммоль/л ($P < 0,05$). Содержание глюкозы в сыворотке крови овец 2-й инвазированной опытной группы оставалось пониженным ($3,17 \pm 0,29$ ммоль/л – $3,3 \pm 0,21$ ммоль/л). Показатели в группе здорового контроля на всем протяжении опыта находились в пределах $3,75 \pm 0,23$ ммоль/л – $4,24 \pm 0,47$ ммоль/л.

Содержание мочевины в сыворотке крови животных 1-й опытной группы, по сравнению с овцами контрольной группы, с 1-го по 5-й день было повышено и составляло $6,96 \pm 0,36$ ммоль/л – $6,67 \pm 0,4$ ммоль/л, тогда как в контрольной группе – $4,6 \pm 0,16$ ммоль/л – $4 \pm 0,25$ ммоль/л. После применения препарата «Орегофарм» через 15 дней содержание мочевины снизилось на 1,51 ммоль/л и составило $5,45 \pm 0,12$ ммоль/л ($P < 0,01$) по сравнению со 2-й инвазированной группой. Концентрация мочевины в сыворотке крови овец 2-й опытной группы была повышена на 2,75 ммоль/л по сравнению с контрольной группой ($4 \pm 0,25$ ммоль/л). По динамике содержания в сыворотке крови овец мочевины можно сделать вывод о том, что препарат «Орегофарм» не обладает токсическим действием на мочевыделительную систему.

В начале исследований уровень холестерина в сыворотке крови в 1-й опытной группе был на 0,51 ммоль/л выше по сравнению с уровнем холестерина у животных контрольной и составлял $2,57 \pm 0,16$ ммоль/л. После дачи антигельминтика к 15-му дню содержание холестерина в сыворотке крови овец опытной группы снизилось на 16% и составило $2,16 \pm 0,14$ ммоль/л ($P < 0,05$) по сравнению со 2-й инвазированной группой. Данный показатель во 2-й опытной группе оставался повышенным на протяжении исследования ($2,61 \pm 0,23$ ммоль/л – $2,61 \pm 0,23$ ммоль/л). В контрольной здоровой группе содержание гемоглобина в крови было в пределах $1,92 \pm 0,33$ ммоль/л – $2,16 \pm 0,21$ ммоль/л.

У животных 1-й опытной группы в начале исследования содержание магния было на 33,1% ниже, чем у овец контрольной группы и составляло $0,79 \pm 0,18$ ммоль/л. К 15-му дню после применения препарата его содержание повысилось на 20,2% и составило $0,99 \pm 0,1$ ммоль/л ($P < 0,05$). В сыворотке крови овец, инвазированных стронгилятами и не получивших лечение, содержание магния оставалось пониженным ($0,7 \pm 0,05$ ммоль/л – $0,78 \pm 0,15$ ммоль/л) на протяжении всего опыта, в контрольной здоровой группе животных было в пределах $0,89 \pm 0,12$ ммоль/л – $1,18 \pm 0,25$ ммоль/л.

До применения препарата у животных 1-й опытной группы содержание марганца было снижено по сравнению с группой здоровых овец и составляло $160,57 \pm 1,85$ мкг/л ($P < 0,001$). К 15-му дню опыта уровень марганца повысился на 11,5% и составил $181,35 \pm 3$ мкг/л ($P < 0,001$). Концентрация марганца в сыворотке крови овец 2-й инвазированной опытной группы оставалась пониженной ($154,63 \pm 1,62$ мкг/л – $166,8 \pm 2,4$ мкг/л). Показатели в группе здорового контроля на всем протяжении опыта находились в пределах $172,18 \pm 1,3$ мкг/л – $186,39 \pm 3,14$ мкг/л.

Содержание кобальта в сыворотке крови животных 1-й опытной группы, по сравнению с овцами контрольной группы, с 1-го по 5-й день было понижено и составляло $17,64 \pm 0,42$ мкг/л – $18,12 \pm 0,27$ мкг/л ($P < 0,001$), тогда как в контрольной группе – $29,66 \pm 0,12$ мкг/л – $34,02 \pm 0,19$ мкг/л. После применения препарата «Орегофарм» через 15 дней содержание глобулинов в сыворотке крови увеличилось на 9,86 мкг/л и составило $27,5 \pm 0,23$ мкг/л ($P < 0,001$) по сравнению со 2-й инвазированной группой. Содержание глобулинов в сыворотке крови овец 2-й опытной группы было снижено на 42,6% по сравнению с контрольной группой ($17,78 \pm 0,5$ мкг/л) ($P < 0,01$).

Заключение. Высокий антигельминтный эффект получен при применении препарата растительного происхождения «Орегофарм» при стронгилятозной инвазии овец в дозе 400 мг/кг трижды с интервалом в 24 часа. Экстенсивность препарата составила 100%.

После применения препарата наблюдается восстановление клинических и биохимических показателей крови, которые информативно отражают состояние гомеостаза и функциональную полноценность организма.

Conclusion. High antihelminthic effect was obtained when using the drug preparation of plant origin Oregopharm in strongylatosis infestation of sheep at a dose of 400 mg/kg three times with an interval of 24 hours. Extensiveness of the drug amounted to 100%.

After application of the drug a recovery of clinical and biochemical blood parameters is observed, which informatively reflect the state of homeostasis and functional fullness of the organism.

Список литературы. 1. Адаптационные процессы и паразитозы животных : монография / А. И. Ятусевич [и др.] ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – 2-е изд., перераб. – Витебск : ВГАВМ, 2020. – 571 с. 2. Влияние настоя душицы обыкновенной (*Origanum vulgare*) на динамику иммуноглобулинового состава сыворотки крови телят / К. И. Молдахметова [и др.] // *Аграрная наука – сельскому хозяйству* : XIII Международная научно-практическая конференция, 15–16 февраля 2018 г. : сборник материалов : в 2 кн. / УО Алтайский ГАУ. – Барнаул, 2018. – Кн. 2. – С. 410–411; 3. История фитотерапии в Беларуси / Е. В. Корсун [и др.] ; под ред. В. Ф. Корсуна. – 2-е изд., доп. и перераб. – Москва : [б. и.], 2016. – 319 с. 4. Лекарственные растения в ветеринарии / А. И. Ятусевич [и др.] // *Белорусское сельское хозяйство*. – 2008.

– № 11(79). – С. 43–47. 5. Медведева, М. А. Клиническая ветеринарная лабораторная диагностика. Справочник для ветеринарных врачей / М. А. Медведева. – Москва : Аквариум-Принт, 2009. – 416 с.

References. 1. Adaptacionnye processy i parazitozy zhivotnyh : monografiya / A. I. YAtusevich [i dr.] ; Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny. – 2-e izd., pererab. – Vitebsk : VGAVM, 2020. – 571 s. 2. Vliyaniye nastoyu dushicy obyknovЕННОj (*Origanum vulgare*) na dinamiku immunoglobulinovogo sostava syvorotki krovi telyat / K. I. Moldahmetova [i dr.] // Agrarnaya nauka – sel'skomu hozyajstvu : XIII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya, 15–16 fevralya 2018 g. : sbornik materialov : v 2 kn. / UO Altajskij GAU. – Barnaul, 2018. – Kn. 2. – S. 410–411; 3. Istoriya fitoterapii v Belarusi / E. V. Korsun [i dr.] ; pod red. V. F. Korsuna. – 2-e izd., dop. i pererab. – Moskva : [b. i.], 2016. – 319 s. 4. Lekarstvennye rasteniya v veterinarii / A. I. YAtusevich [i dr.] // Belorusskoe sel'skoe hozyajstvo. – 2008. – № 11(79). – S. 43–47. 5. Medvedeva, M. A. Klinicheskaya veterinarnaya laboratornaya diagnostika. Spravochnik dlya veterinarnyh vrachej / M. A. Medvedeva. – Moskva : Akvarium-Print, 2009. – 416 s.

Поступила в редакцию 25.07.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-4-21-25

УДК 619:618.3:636.2

КЛИНИКО-ЭХОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ БЕРЕМЕННЫХ КОРОВ С РАЗЛИЧНЫМ ХАРАКТЕРОМ ТЕЧЕНИЯ ГЕСТАЦИИ

Михалёв В.И. ORCID ID 0000-0001-9684-4045, Скориков В.Н. ORCID ID 0000-0002-3135-5811

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

*В статье представлены материалы изучения клинико-эхографических показателей беременных коров с различным течением гестации. Синдром задержки развития плода регистрируется в среднем у 33,3% беременных животных, в том числе осложненный гестозом – у 22,6%. У коров с синдромом задержки развития плода в 135–150 дней гестации констатируется снижение интенсивности кровоснабжения развивающегося зародыша, проявляющееся уменьшением размеров плацентом на 33,8–46,7% и диаметра среднематочных артерий – на 14,7–24,5%. Синдром задержки развития плода, осложненный гестозом, в 7 месяцев беременности клинически характеризуется гипертензией, отеками у 85,8% животных, наличием белка в моче 1,0 мг/мл и выше. **Ключевые слова:** коровы, синдром задержки развития плода, гестоз, артериальное давление, отеки.*

CLINICAL AND ECHOGRAPHIC PARAMETERS OF PREGNANT COWS WITH DIFFERENT GESTATION PATTERNS

Mikhalev V.I., Skorikov V.N.

FSBSI "All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy",
Voronezh, Russian Federation

*The article presents the material of study on clinical and echographic parameters of pregnant cows with various gestation pattern. The syndrome of fetal developmental retardation is recorded on average in 33.3% of pregnant animals, including complicated by gestosis – in 22.6%. In the cows with fetal developmental retardation syndrome at 135–150 days of gestation, a decrease in the intensity of blood supply to the developing embryo was observed, manifested by a decrease in the size of the placenta by 33.8–46.7% and the diameter of the middle uterine arteries – by 14.7–24.5%. Fetal developmental retardation syndrome complicated by gestosis at 7 months of gestation is clinically characterized by hypertension, edema in 85.8% of animals and the presence of protein (1.0 mg/ml or higher) in the urine. **Keywords:** cows, fetal developmental retardation syndrome, gestosis, blood pressure, edema.*

Введение. Обеспечение населения страны высококачественными продуктами питания невозможно без надлежащего уровня продуктивности, которая в молочном животноводстве в значительной мере зависит от состояния воспроизводительной функции животных. Одними из факторов снижения воспроизводительной функции животных являются нарушения эмбрионального развития. На ранних этапах гестации, по мнению большинства ученых, наиболее часто диагностируются синдром внутриутробной задержки и гибель эмбриона и плода, а на поздних – гестоз [1, 2, 3].

В основе развития нарушений раннего эмбриогенеза у молочных коров является гормональный дисбаланс, приводящий к снижению процессов кровоснабжения и питания [4, 5].

Гестоз является синдромом полиорганной патологии, проявляющийся генерализованным эндотелиозом, сосудистым спазмом и функциональной недостаточностью печени, почек, сердечно-сосудистой и других систем. Основой патогенеза позднего токсикоза беременных является окислительный стресс, приводящий к нарушениям в системе антиоксидантной защиты, накоплению продуктов перекисного окисления липидов и белков, реактивных форм кислорода, воспалительным реакциям эндотелия кровеносных сосудов [6, 7, 8].

Основными критериями диагностики позднего токсикоза беременных являются: гипертония, протеинурия и наличие белка в моче. Однако не всегда эта «триада» имеет клиническое проявление. В последнее время течение позднего токсикоза имеет субклинический характер, что в значительной мере затрудняет его диагностику [9, 10]. Поэтому изучение клинико-эхографических показателей при различном характере течения беременности у коров является актуальной задачей современной акушерской науки.

Цель исследований – изучить клинико-эхографические показатели беременных коров с различным характером течения гестации.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены на коровах ООО «СП Вязноватовка» Нижнедевицкого района Воронежской области (черно-пестрая порода), ООО «Золотой колос» Каширского района Воронежской области и ООО «Советское» Алексеевского района Белгородской области (помеси симментальской и красно-пестрой скота). Животные включены в опыт с 2 месяцев беременности. На основании трансректальных и ультразвуковых исследований коровы были разделены на три группы: физиологическое течение беременности ($n=50$), синдром задержки развития плода без осложнений в виде гестоза ($n=8$) и синдром задержки развития плода, осложненный гестозом ($n=17$). Ультразвуковые исследования выполнены с использованием УЗИ-сканера, оборудованного линейным датчиком. В 135-150 дней беременности у животных, включенных в опыт, определены показатели артериального давления по хвостовой артерии, наличие белка в моче и отеков подкожной клетчатки, характеризующих развитие позднего токсикоза беременных, показатели температуры тела, пульса и дыхания. В эти же сроки беременности установлен диаметр плацента, выраженность вибрации средних маточных артерий и их диаметр. Клинические исследования также проведены в 210-230 дней беременности. Полученный цифровой материал подвергали математической обработке с использованием пакета прикладных программ Statistica 6.0.

Результаты исследований. Установлено (таблица 1), что среди коров-помесей симментальской и красно-пестрой пород синдром задержки развития плода (СЗРП) диагностируется у 28,0% беременных животных, в том числе в 20,0% случаев он осложняется гестозом во второй половине гестации. У коров черно-пестрой породы СЗРП регистрируется у 36,0% коров, что в 1,29 раза чаще. Синдром задержки развития плода, осложненный гестозом, у коров черно-пестрой породы диагностируется у 24,0% беременных животных, или в 1,2 раза чаще по сравнению с симментальской породой скота.

В среднем нарушения раннего эмбриогенеза у молочных коров регистрируются у 33,3% беременных животных. При этом синдром задержки развития плода без осложнений в виде гестоза диагностируется у 10,7%, а осложненный гестозом – у 22,6%.

Таблица 1 - Степень распространения нарушений эмбрионального развития у молочных коров различных пород

Течение беременности	Коров	%
Помеси симментальской и красно-пестрой породы		
Физиологическое течение беременности	18	72,0
Синдром задержки развития плода без осложнений в виде гестоза	2	8,0
Синдром задержки развития плода, осложненный гестозом	5	20,0
Черно-пестрая порода		
Физиологическое течение беременности	32	64,0
Синдром задержки развития плода без осложнений в виде гестоза	6	12,0
Синдром задержки развития плода, осложненный гестозом	12	24,0
Итого		
Физиологическое течение беременности	50	66,7
Синдром задержки развития плода без осложнений в виде гестоза	8	10,7
Синдром задержки развития плода, осложнённый гестозом	17	22,6

Результаты эхографических исследований беременных коров в 135-150 дней гестации представлены в таблице 2. Установлено, что размер плацента у коров с синдромом задержки развития плода без осложнений в виде гестоза меньше на 33,8% ($P<0,001$), по сравнению с физиологическим течением гестации, выраженность вибрации средних маточных артерий – на 10,7%, при уменьшении их диаметра на 14,7%. В эти сроки у коров с синдромом задержки развития плода, осложненного на поздних сроках гестозом, размер плацента меньше в 1,88 раза ($P<0,001$), выраженность вибрации средних маточных артерий – на 17,9%, а их диаметр – на 24,5% ($P<0,02$).

Таблица 2 - Размеры плацентом и среднематочных артерий коров в 135-150 дней беременности при различном характере течения гестации

Показатели	Физиологическое течение беременности	Синдром задержки развития плода без позднего токсикоза беременных	Синдром задержки развития плода, осложненный гестозом
Размер плацентом, мм	36,4±1,9	24,1±1,5***	19,4±1,3***
Выраженность вибрации средних маточных артерий, %	100,0	89,3	82,1
Диаметр средних маточных артерий, мм	16,3±1,1	13,9±0,9	12,3±0,8*

Примечания: * - $P < 0,05$; *** - $P < 0,001$ – по сравнению с физиологическим течением беременности.

Результаты эхографических исследований свидетельствуют о снижении интенсивности кровоснабжения развивающегося плода, проявляющегося в уменьшении размеров плацентом и диаметра средних маточных артерий, особенно у животных с синдромом задержки развития, осложненным гестозом.

Показатели клинического состояния коров в 4,5-5,0 месяцев беременности при различном характере ее течения представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Клиническое состояние коров в 135-150 дней беременности при различном характере течения гестации

Показатели	Физиологическое течение беременности	Синдром задержки развития плода без позднего токсикоза беременных	Синдром задержки развития плода, осложненный гестозом
АД _с , мм рт. ст.	95,4±4,2	102,4±6,7	116,8±8,1*
АД _д , мм рт. ст.	60,1±3,7	70,5±4,9	78,3±6,1*
Температура, °С	38,4±1,8	38,3±2,1	38,5±2,3
Пульс, уд./мин	80,1±5,7	86,3±5,5	90,7±7,1
Дыхание, дых. дв. / мин.	16,2±1,2	17,1±1,4	19,7±1,3
Отеки всего %, в том числе	0,0	0,0	28,6
- подгрудка, %	0,0	0,0	14,3
- брюшной стенки, %	0,0	0,0	14,3
- молочной железы, %	0,0	0,0	0,0
- конечностей, %	0,0	0,0	0,0
- наружных половых органов, %	0,0	0,0	0,0
Белок в моче, мг/л			
0	100,0	80,0	57,1
0,3	0,0	20,0	42,9
1,0	0,0	0,0	0,0
5,0	0,0	0,0	0,0

Примечание. * - $P < 0,05$ – по сравнению с физиологическим течением беременности.

Установлено, что уменьшение диаметра сосудов, питающих развивающийся плод, сопровождается повышением показателей артериального давления. Так, у коров с синдромом задержки развития плода без осложнения гестозом артериальное систолическое давление выше на 7,3% по сравнению с физиологическим течением беременности, диастолическое – на 17,3%, а у животных с синдромом задержки развития, осложненным гестозом, – соответственно на 22,4 ($P < 0,05$) и 30,3% ($P < 0,05$). Пульс у животных с осложненным течением беременности в 4,5-5,0 месяцев гестации выше на 6,2 и 10,6 ударов в минуту, а дыхание – на 0,9 и 3,5 дыхательных движений в минуту, что является одним из компенсаторных механизмов нормализации кровоснабжения плода.

У животных в 4,5-5,0 месяцев беременности с синдромом задержки развития без осложнения гестозом не установлены отеки, в то время как у коров, у которых гестация осложняется гестозом, диагностированы отеки у 28,6% животных, в том числе у подгрудка у 14,3% и брюшной стенки – у 14,3%.

У коров с синдромом задержки развития плода без осложнения гестозом в 135-150 дней беременности диагностировано наличие белка в моче в пределах 0,3 мг/л у 20,0% животных, а у коров, у которых регистрировался поздний токсикоз беременных, белок в моче в тех же пределах выявлялся в 2,15 раза чаще.

Результаты клинических исследований коров в 7,0 месяцев беременности при различном характере ее течения представлены в таблице 4. Установлено, что клинически синдром задержки развития плода без осложнения в форме гестоза в 7,0 месяцев беременности проявляется повышением систолического артериального давления на 8,5%, диастолического – на 16,4%, частоты дыхательных движений – на 15,0% в пределах референсных значений. Отеки у этих животных диагностированы у 40,0%, в том числе подгрудка – 20,0% и брюшной стенки – 20,0%. Белок в моче у животных с СЗРП без позднего токсикоза беременных отмечен у 60,0% коров, в том числе в концентрации 0,3 мг/мл – у 40,0% и 1,0 мг/мл – у 20,0%.

Таблица 4 - Клиническое состояние коров в 210-230 дней беременности при различном характере течения гестации

Показатели	Физиологическое течение беременности	Синдром задержки развития плода без позднего токсикоза беременных	Синдром задержки развития плода, осложненный гестозом
АД _с , мм рт. ст.	104,1±7,7	112,9±5,1	133,1±9,8*
АД _д , мм рт. ст.	68,1±4,2	79,3±5,1	90,4±5,5**
Температура, °С	38,9±1,3	38,5±1,9	39,1±2,5
Пульс, уд./мин	85,3±6,2	90,7±7,7	99,5±6,7
Дыхание, дых. дв. / мин.	17,3±1,3	19,9±1,5	22,1±1,9
Отеки всего %, в том числе	22,2	40,0	85,8
- подгрудка, %	11,1	20,0	14,3
- брюшной стенки, %	11,1	20,0	28,6
- молочной железы, %	0,0	0,0	28,6
- конечностей, %	0,0	0,0	14,3
- наружных половых органов, %	0,0	0,0	0,0
Белок в моче, мг/л			
0	77,8	40,0	0,0
0,3	22,2	40,0	14,3
1,0	0,0	20,0	71,4
5,0	0,0	0,0	14,3

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

У животных с синдромом задержки развития плода, осложненным гестозом, систолическое артериальное давление на 27,9% ($P < 0,05$) выше, чем у коров с физиологическим течением беременности, диастолическое – на 32,7% ($P < 0,01$), пульс – на 16,7%, частота дыхательных движений – на 27,7%. Наличие отеков у животных с гестозом диагностировано у 85,8% коров, в том числе подгрудка – у 14,3%, брюшной стенки – у 28,6%, молочной железы – у 28,6% и конечностей – у 14,3%. Белок в моче у коров с гестозом в 7,0 месяцев стельности установлен у всех животных, в том числе в концентрации 1,0 мг/мл и выше – у 85,7%.

Результаты исследований свидетельствуют о нарушении в работе сердечно-сосудистой системы, печени, почек у коров, у которых беременность осложняется гестозом, что клинически проявляется гипертензией, протеинурией, отеками.

Заключение. Нарушения раннего эмбриогенеза у молочных коров в форме синдрома задержки развития плода регистрируются у 33,3% беременных животных, в том числе без осложнений в виде гестоза – у 10,7% и осложненные гестозом – у 22,6%. У коров с патологическим течением беременности в 4,5-5,0 месяцев гестации констатируется снижение интенсивности кровоснабжения развивающегося плода, проявляющееся уменьшением размеров плацентом на 33,8-46,7% и диаметра среднематочных артерий – на 14,7-24,5%, особенно у животных с синдромом задержки развития, осложненным гестозом. Синдром задержки развития плода, осложненный гестозом, в 7 месяцев беременности клинически характеризуется гипертензией, отеками у 85,8% животных, наличием белка в моче 1,0 мг/мл и выше.

Conclusion. Disturbances of early embryogenesis in dairy cows in the form of fetal developmental retardation syndrome are recorded in 33.3% of pregnant animals, including both uncomplicated in the form

of gestosis in 10.7% and complicated by gestosis in 22.6%. In the cows with a pathological course of gestation at 4.5-5.0 months of gestation, a decrease in the intensity of blood supply to the developing fetus was observed, manifested by a decrease in the size of the placenta by 33.8-46.7% and the diameter of the middle uterine arteries – by 14.7-24.5%, especially in the animals with developmental retardation syndrome complicated by gestosis. Fetal developmental retardation syndrome complicated by gestosis at 7 months of gestation is clinically characterized by hypertension, edema in 85.8% of animals, and the presence of protein (1.0 mg/ml or higher) in the urine.

Список литературы. 1. Сафонов, В. Селемаг и гепатопротектор в профилактике послеродовых осложнений у коров / В. Сафонов, Е. Шишкина // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – № 5. – С. 25–26. 2. Янчуков, И. Пренатальные потери у высокопродуктивных коров / И. Янчуков, В. Панферов, Т. Мороз // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – № 8. – С. 2–4. 3. Allen, W. The diagnosis and handling of early gestational abnormalities in the mare / W. Allen // Anim. Reprod. – 1992. – Sci. 28. – P. 31–38. 4. К вопросу внутриутробной гибели и задержки развития зародышей у молочных коров / А. Г. Нежданов [и др.] // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2014. – № 3. – С. 120–124. 5. Бутко, В. А. Клинико-эхографические маркеры диагностики нарушений раннего эмбриогенеза у коров / В. А. Бутко, Е. Г. Лозовая, В. И. Михалёв // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2020. – №2 (11). – С. 177–190. – DOI: 10.17238/issn2541-8203.2020.2.177. 6. Роль окислительного стресса в патогенезе гестоза / И. С. Сидорова [и др.] // Акушерство и гинекология. – 2007. – № 3. – С. 3–5. 7. Сафонов, В. А. О метаболическом профиле высокопродуктивных коров при беременности и бесплодии / В. А. Сафонов // Сельскохозяйственная биология. – 2008. – №. 4. – С. 64–67. 8. Клинико-гематологический и биохимический статус коров при гестозе / А. Г. Нежданов [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2010. – №. 4. – С. 118–123. 9. Профилактика синдрома «кетоз-гестоз» у беременных коров препаратами «бута-стим®» и «иммуносейв®» / С. Н. Тресницкий, В. С. Авдеенко // Успехи современной науки и образования. – 2017. – Т. 9, № 4. – С. 195–200. 10. Черницкий, А. Е. Преэклампсия у коров: функциональные нарушения в системе мать-плацента-плод и их последствия для здоровья потомства / А. Е. Черницкий, С. В. Шабунин, В. А. Сафонов // Сельскохозяйственная биология. – 2019. – Т. 54, № 2. – С. 246–258.

References. 1. Safonov, V. Selemag i hepatoprotektor v profilaktike poslerodovyyh oslozhnenij u korov / V. Safonov, E. SHishkina // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. – 2011. – № 5. – S. 25–26. 2. YAnchukov, I. Prenatal'nye poteri u vysokoproduktivnyh korov / I. YAnchukov, V. Panferov, T. Moroz // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. – 2011. – № 8. – S. 2–4. 3. Allen, W. The diagnosis and handling of early gestational abnormalities in the mare / W. Allen // Anim. Reprod. – 1992. – Sci. 28. – P. 31–38. 4. K voprosu vnutritrobnoy gibeli i zaderzhki razvitiya zarodyshej u molochnyh korov / A. G. Nezhdanov [i dr.] // Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii. – 2014. – № 3. – S. 120–124. 5. Butko, V. A. Kliniko-ekhograficheskie markery diagnostiki narushenij rannego embriogeneza u korov / V. A. Butko, E. G. Lozovaya, V. I. Mihalyov // Veterinarnyj farmakologicheskij vestnik. – 2020. – №2 (11). – S. 177–190. – DOI: 10.17238/issn2541-8203.2020.2.177. 6. Rol' okislitel'nogo stressa v patogeneze gestoza / I. S. Sidorova [i dr.] // Akusherstvo i ginekologiya. – 2007. – № 3. – S. 3–5. 7. Safonov, V. A. O metabolicheskom profile vysokoproduktivnyh korov pri beremennosti i besplodii / V. A. Safonov // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. – 2008. – №. 4. – S. 64–67. 8. Kliniko-gematologicheskij i biohimicheskij status korov pri gestoze / A. G. Nezhdanov [i dr.] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. – 2010. – №. 4. – S. 118–123. 9. Tresnickij, S. N. Profilaktika sindroma «ketoz-gestoz» u beremennyh korov preparatami «buta-stim®» i «immunosejv®» / S. N. Tresnickij, V. S. Avdeenko // Uspekhi sovremennoj nauki i obrazovaniya. – 2017. – Т. 9, № 4. – S. 195–200. 10. CHernickij, A. E. Preeklampsiya u korov: funktsional'nye narusheniya v sisteme mat'-placenta-plod i ih posledstviya dlya zdorov'ya potomstva / A. E. CHernickij, S. V. SHabunin, V. A. Safonov // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. – 2019. – Т. 54, № 2. – S. 246–258.

Поступила в редакцию 10.10.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-4-25-30
УДК 619:614.9:636.2

ПРОФИЛАКТИКА МИКОТОКСИКОЗОВ У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Николаев С.И. ORCID ID 0000-0002-3689-9180, Чехранова С.В. ORCID ID 0000-0003-3814-0511, Минченко Л.А. ORCID ID 0000-0003-4271-1057, Шкаленко В.В. ORCID ID 0000-0002-1627-4597, Карапетян А.К. ORCID ID 0000-0003-2298-0604, Даниленко И.Ю. ORCID ID 0000-0002-9462-3473
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»,
г. Волгоград, Российская Федерация

Микотоксины являются последствием роста плесеней. Грибы продуцируют микотоксины в условиях изменения температуры, влажности или аэрации, а также в присутствии агрессивных агентов. Проблема микотоксикозов является актуальной в настоящее время. Доказано, что использование адсорбента микотоксинов «Новазил Плюс» в рационах коров способствует снижению действия микотоксинов на организм животных, что выражается наиболее оптимальными процессами рубцового пищеварения, оптимальным соотношением летучих жирных кислот, увеличением общего числа микроорганизмов на 8,15-9,54%, а также увеличением продуктивности коров с одновременным улучшением качественных показателей, в частности, снижением концентрации в молоке микотоксина «Афлатоксин М₁». Применение биоконсерванта «Best-

*Sil» способствовало повышению качественных характеристик готового силоса, снижению накопления в нем микотоксинов, а скармливание такого силоса коровам способствовало получению продукции более высокого качества. **Ключевые слова:** микотоксины, адсорбент микотоксинов, биоконсервант, корма, коровы, молоко.*

WAYS TO REDUCE THE EFFECT OF MYCOTOXINS ON THE CATTLE BODY

Nikolaev S.I., Chehranova S.V., Minchenko L.A., Shkalenko V.V., Karapetyan A.K., Danilenko I.Yu.

Volgograd State Agrarian University,
Volgograd, Russian Federation

*Mycotoxins are a consequence of mold growth. Fungi produce mycotoxins under conditions of changing temperature, humidity or aeration, as well as in the presence of aggressive agents. The problem of mycotoxicosis is currently relevant. It has been proved that the use of the mycotoxin adsorbent Novazil Plus in cow diets helps to reduce the effect of mycotoxins on the animal body, which is expressed by the most optimal processes of ruminal digestion, the optimal ratio of volatile fatty acids, an increase in the total number of microorganisms by 8.15-9.54%, as well as an increase in the productivity of cows with simultaneous improvement of quality indicators, in particular, a decrease in the concentration of Mycotoxin Aflatoxin M1 in milk. The use of the Best-Sil bioconservative contributed to improving the quality characteristics of the finished silage, reducing the accumulation of mycotoxins in it, and feeding such silage to cows also contributed to obtaining products of higher quality. **Keywords:** mycotoxins, mycotoxin adsorbent, bioconservative, feed, cows, milk.*

Введение. В последние годы проблема микотоксикозов становится все более важной и актуальной в связи с многочисленными факторами, которые влияют на качество кормов. Кроме того, генетически запрограммированная высокая продуктивность современных пород скота и крестов птицы снижает их устойчивость к микотоксинам [9].

Ежегодно приблизительно 25% мирового урожая зерновых поражается микотоксинами. Микотоксины представляют собой токсические химические вещества, продукты обмена веществ нитевидных грибов (плесеней). Они производят огромное количество опасных микотоксинов, таких как афлотоксин, фумонизин, деоксиниваленон (ДН), охратоксин А, Т-2 токсин и зеараленон. Микотоксины легко проникают, распространяются по всему организму и оказывают токсичный эффект на все органы, включая такие жизненно важные, как печень, почки, органы репродуктивной системы, мозг. Микотоксины также снижают активность жирорастворимых витаминов в рационах. Все это приводит к ухудшению продуктивных качеств животных, замедляет их рост, особенно репродуктивные функции, и может вызывать симптомы отравления, называемые микотоксикозами. Попадая в продукты животноводства, микотоксины могут представлять угрозу и для здоровья человека.

Микотоксикозы чаще всего носят массовый характер, хотя не передаются ни воздушно-капельным, ни контактным путем. Дело в том, что корма при хранении, переработке и транспортировке могут заразиться микозами, и при скармливании их большому поголовью все стадо начинает болеть. Необходимо с ними бороться, и для этого существует несколько широко используемых методов борьбы и выявления микотоксикозов. Загрязнение кормов плесневыми грибами происходит при нарушении условий заготовки и хранения кормов, повышенной влажности, определенном температурном режиме [7].

Одним из наиболее изученных и эффективных методов снижения вреда от микотоксинов является введение в рацион адсорбентов. Эффективный адсорбент связывает микотоксины в желудочно-кишечном тракте животного в прочный комплекс, который проходит по пищеварительной системе и удаляется с экскрементами. Это предотвращает или минимизирует воздействие микотоксинов на животных [5, 6].

Однако не только зерновые корма подвержены заражению микотоксинами, отмечается значительный уровень контаминации микотоксинами сенажированных и силосованных кормов. Это объясняется тем, что при ферментации и последующем хранении растительной массы в анаэробных условиях возникает специфическая по составу микробиота, способная к активному токсинообразованию. Также при нарушении технологии заготовки или правил порционного изъятия и доступе воздуха развивается плесневение слоев травяной массы, что усугубляет накопление микотоксинов [3, 4].

Проблемы, связанные с микотоксинами в силосе, могут быть сведены к минимуму путем предотвращения роста грибов до и после силосования. Достичь этого можно при использовании биоконсервантов при закладке силоса [8].

Таким образом, перспективным и своевременным направлением на пути снижения действия микотоксинов является разработка физиологического обоснования применения биологически активных веществ, в том числе биоконсервантов и адсорбентов микотоксинов.

Цель работы - профилактика микотоксикозов и изучение путей снижения действия микотоксинов кормов на организм крупного рогатого скота за счет применения адсорбента микотоксинов в рационах коров и биоконсерванта при закладке силоса.

Материалы и методы исследований. Для достижения поставленной цели были проведены на животноводческих комплексах ООО «ЭкоНиваАгро» научно-хозяйственные опыты на коровах голштинской породы. Схема опытов представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опытов

Показатель	Группа			
	контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
I научно-хозяйственный опыт				
Количество голов	10	10	10	10
Условия кормления	Основной рацион (ОР)	ОР + «Новазил Плюс» в количестве 15 г на голову в сутки	ОР + «Новазил Плюс» в количестве 20 г на голову в сутки	ОР + «Новазил Плюс» в количестве 25 г на голову в сутки
II научно-хозяйственный опыт				
Количество голов	10	10	10	10
Условия кормления	Хозяйственный рацион (ХР) с силосом без консерванта	ХР с силосом с консервантом «Best-Sil» в дозе 1,0 г на 1 т силоса	ХР с силосом с консервантом «Best-Sil» в дозе 1,5 г на 1 т силоса	ХР с силосом с консервантом «Best-Sil» в дозе 2,0 г на 1 т силоса

В I научно-хозяйственном опыте различия в кормлении коров заключались в скормливание различных доз адсорбента микотоксинов «Новазил Плюс», коровам контрольной группе его не включали в рацион, коровам 1 опытной группы вводили в количестве 15 г на голову в сутки, 2 опытной – в количестве 20 г, 3 опытной – в количестве 25 г.

При проведении II научно-хозяйственного опыта коровам скормливали различные варианты силоса, коровам контрольной группы – силос, заготовленный без консерванта, коровам 1, 2, и 3 опытных групп – силос, заготовленный с внесением биоконсерванта «Best-Sil» в дозе 1,0 г, 1,5 г и 2,0 г на 1 т силоса.

В ходе проведения исследований изучали концентрацию микотоксинов в кормах, в молоке, а также определяли показатели метаболизма рубца.

Результаты исследований. Микотоксины являются последствием роста плесеней. Грибы продуцируют микотоксины в условиях изменения температуры, влажности или аэрации, а также в присутствии агрессивных агентов. В связи с этим было изучено содержание микотоксинов в кормах, входящих в концентратную часть рациона дойных коров (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание микотоксинов в изучаемых кормах, мг/кг

Корма	Микотоксины					
	афлатоксин		Т-2-токсин		охратоксин	
	ПДК	Фактическое	ПДК	Фактическое	ПДК	Фактическое
Кукуруза	0,002	0,007	0,06	0,05	0,005	0,015
Ячмень	0,002	0,009	0,06	0,07	0,005	0,002
Шрот подсолнечный	0,050	0,092	0,10	0,16	0,050	0,085
Шрот соевый	0,025	0,062	0,10	0,13	0,025	0,049
Шрот рапсовый	0,050	0,088	0,10	0,19	0,025	0,054

Проведенные исследования показали, что практически во всех кормах фактическое содержание таких микотоксинов, как афлатоксин, Т-2-токсин, охратоксин превышает предельно допустимые концентрации. Так, по содержанию афлатоксина было отмечено увеличение в кукурузе на 0,005 мг/кг, в ячмене – на 0,007 мг/кг, в шроте подсолнечном – на 0,042 мг/кг, в шроте соевом – на 0,037 и в рапсовом шроте – на 0,038 по отношению к ПДК. Содержание Т-2-токсина в изучаемых кормах превышало ПДК в 1,2-1,9 раза, а по содержанию охратоксина наибольшее превышение ПДК установлено в кукурузе – 3 и рапсовом шроте – 2,16 раза.

Поскольку адсорбенты микотоксинов не перевариваются в желудочно-кишечном тракте и при высокой норме ввода снижают энергетическую плотность рациона, идеальный адсорбент должен быть эффективным при низкой норме ввода. Препарат «Новазил Плюс» является неорганическим

адсорбентом. Механизм его действия заключается в следующем: обладает свойствами некой «химической губки» и в желудочно-кишечном тракте адсорбирует афлатоксины, препятствуя при этом их поступлению в кровь и последующему проникновению в поражаемые органы.

В ходе опыта были изучены показатели рубцового содержимого коров, так как именно они напрямую связаны с питательностью и качеством рациона.

Таблица 3 – Показатели рубцового содержимого коров

Показатель	Группа			
	контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Аммиак, мг%	10,64±0,47	10,28±0,52	10,21±0,38	10,19±0,32
pH	6,64±0,11	6,56±0,14	6,54±0,12	6,53±0,17
ЛЖК, ммоль/л	99,12±2,22	104,98±1,89	106,21±1,47	106,54±1,59
т.ч., %: уксусная	62,86±1,31	64,98±0,99	65,44±0,68	65,39±0,55
пропионовая	19,51±0,19	19,63±0,24	20,01±0,22	19,98±0,17
масляная	12,24±0,19	10,27±0,18**	9,23±0,19**	9,32±0,21**
Общее количество микроорганизмов, млрд/мл	10,06±0,37	10,88±0,42	11,02±0,31	10,99±0,33
Число инфузорий, тыс/мл	552,76±29,12	594,29±25,36	602,57±24,33	601,23±25,04

Все изучаемые показатели находились в пределах физиологической нормы, однако у коров, которым скармливали дополнительно к рациону адсорбент «Новазил Плюс», отмечено более оптимальное отношение летучих жирных кислот (увеличение уксусной и уменьшение масляной кислоты), повышение в содержимом рубца общего количества микроорганизмов на 8,15-9,54%, в том числе инфузорий – на 7,51-9,01%.

Таким образом, использование адсорбента микотоксинов «Новазил Плюс» в рационах коров оказало положительное влияние на показатели рубцового пищеварения.

Афлатоксин у жвачных оказывает негативное воздействие на иммунологическое состояние, метаболизм рубца, снижает поедаемость кормов, удои молока, обладает гепатотоксическим действием [10].

В ходе опыта вели учет молочной продуктивности и качества молока, в том числе и определение в молоке содержания микотоксина «Афлотоксин М₁». Было отмечено увеличение среднесуточных удоев на 6,02-7,50% и снижение концентрации определяемого микотоксина с 0,00046 мг/кг в молоке контрольной группы до 0,00023 мг/кг в 3 опытной группе, где скармливали коровам адсорбент в дозе 25 г на голову в сутки.

Таким образом, применение в рационах коров адсорбента микотоксинов является эффективным технологическим приемом снижения действия микотоксинов на организм животных, что способствует повышению продуктивности скота, улучшению качественных показателей продукции и, как следствие, снижению затрат кормов и себестоимости единицы продукции.

Во II научно-хозяйственном опыте изучали действие биоконсерванта «Best-Sil» на качество заготавливаемого силоса. Данный консервант в своем составе содержит молочнокислые бактерии *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium* и *Pediococcus pentosaceus*, а также наполнитель, включающий диоксид кремния, алюмосиликат, мальтодекстрин и сахарозу.

Применение препарата «Best-Sil» при заготовке силоса из кукурузы позволило достичь правильного процесса силосования, что отразилось на качественных характеристиках силоса. В образцах силоса, заготовленного с консервантом, отмечалось повышение молочной кислоты, которая положительно влияет на вкусовые качества корма и указывает на эффективность молочнокислых бактерий при силосовании [2]. По сравнению с контрольным образцом превосходство опытных образцов силоса по данному показателю составило 0,85-1,17 абс. %. Содержание масляной кислоты, свидетельствующей о порче корма и увеличении потерь сухого вещества, в опытных вариантах силоса было значительно меньше – 0,03-0,04% против 0,29% в контрольном образце.

Содержание микотоксинов является важным показателем качества силоса в современном животноводстве. Данные по содержанию микотоксинов в силосе в конце срока хранения представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Содержание микотоксинов в силосной массе в конце срока хранения, мг/кг

Микотоксин	Вариант силоса			
	контрольный	1 опытный	2 опытный	3 опытный
Афлатоксин	0,0178	0,0079	0,0073	0,0064
Охратоксин	0,087	0,0647	0,0602	0,0512
ДОН	2,15	1,68	1,54	1,49

По данным таблицы видно, что в образцах силоса, заложенного с биоконсервантом, прослеживается тенденция к снижению микотоксинов: афлатоксина – с 0,0178 мг/кг в контрольном образце до 0,0064 мг/кг в 3 опытной, охратоксина – с 0,087 мг/кг до 0,0512 мг/кг, ДОН – с 2,15 мг/кг до 1,49 мг/кг.

Состояние обмена веществ и здоровья жвачных животных в определенной степени зависит от функции рубца и жизнедеятельности его микрофлоры [1]. В ходе опыта были отобраны образцы содержимого рубца коров (таблица 5).

Таблица 5 - Показатели рубцового содержимого коров

Показатель	Группа			
	контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Аммиак, мг%	9,24±0,51	8,92±0,55	8,85±0,41	8,83±0,34
pH	6,79±0,12	6,71±0,13	6,69±0,14	6,68±0,16
ЛЖК, ммоль/л	102,57±0,35	108,57±1,94	110,22±1,67*	110,85±1,72*
т.ч., %: уксусная	51,19±0,99	53,42±1,32	53,95±0,78	54,06±0,85
пропионовая	31,38±0,17	31,79±0,22	31,91±0,23	31,97±0,19
масляная	17,42±0,21	15,56±0,18	14,74±0,24	14,81±0,20
Число инфузорий, тыс/мл	468,69±28,83	501,25±26,48	509,47±25,16	511,27±25,38
Общее количество микроорганизмов, млрд/мл	8,57±0,03	9,25±0,43*	9,34±0,22*	9,37±0,13**

При анализе содержимого рубца видно, что наиболее оптимальные условия в рубце были у коров, которым скармливали силос, заготовленный с консервантом. Наблюдалось увеличение общего количества микроорганизмов на 7,93-9,33% (разница достоверна), числа инфузорий – на 6,95-9,08%, уксусной кислоты – на 2,23-2,87 абс. %.

Оценивая молочную продуктивность, стоит сказать, что скармливание опытных вариантов силоса коровам способствовало увеличению среднесуточных удоев на 6,36-7,84%, а также улучшению качественных показателей молока, в том числе снижению в молоке афлатоксина М₁ с 0,00043 мг/кг (контрольная группа) до 0,00021 мг/кг (3 опытная группа).

Таким образом, применение биоконсерванта при закладке силоса улучшает качественные характеристики готового корма, способствует снижению накопления микотоксинов в силосе, а скармливание его коровам приводит к улучшению метаболических процессов в рубце коров и положительно сказывается на качестве продукции. Вероятно, положительный эффект от применения данного консерванта связан с угнетением развития плесневых грибов и биодеструкции продуктов их метаболизма под воздействием полезных бактерий, входящих в состав препарата «Best-Sil».

Заключение. Степень загрязненности микотоксинами кормов может варьироваться от сезона к сезону в зависимости от степени естественной контаминации растений грибами, что указывает на необходимость регулярного мониторинга кормов на микотоксины: как поступающих и находящихся на хранении в хозяйстве, так и заготавливаемых в хозяйстве. Применение адсорбента в рационах коров способствовало улучшению процессов пищеварения, что отразилось на показателях рубцового содержимого. В ходе опыта было отмечено повышение летучих жирных кислот на 5,91-7,49%, общего количества микроорганизмов – на 8,15-54%, числа инфузорий – на 7,51-9,01%. Применение изучаемого адсорбента в кормлении коров способствовало повышению среднесуточных удоев на 6,02-7,50% и снижению концентрации в молоке афлатоксина М₁. Внесение биоконсерванта в силосую массу при закладке привело к улучшению качественных и вкусовых качеств силоса, что в дальнейшем положительно отразилось на продуктивности коров и качестве получаемой продукции. В содержимом рубца коров, потреблявших с рационом силос, заготовленный с применением биоконсерванта, отмечалось повышение летучих жирных кислот на 5,85-8,07%, в том числе уксусной кислоты – на 2,23-2,87 абс. %, общего числа микроорганизмов – на 7,93-9,33%, что положительно повлияло на среднесуточные удои, которые увеличились на 6,36-7,84%, и качество молока. Таким образом, в целях профилактики микотоксикозов и снижения действия микотоксинов на организм животных возможно применение адсорбента микотоксинов «Новазил Плюс» и биоконсерванта «Best-Sil».

Conclusion. The degree of mycotoxin contamination of feed can vary from season to season depending on the degree of natural contamination of plants by fungi, which indicates the need for regular monitoring of feed for mycotoxins both incoming and stored on the farm, and harvested on the farm. The use of adsorbent in the diets of cows contributed to the improvement of digestive processes, which affected the indicators of scar content. During the experiment, an increase in volatile fatty acids was noted by 5.91-7.49%, the total number of microorganisms – by 8.15-54%, the number of infusoria – by 7.51-9.01%. The use of the studied adsorbent in cow feeding contributed to an increase in average daily milk yields by 6.02-7.50% and a decrease in the concentration of Aflatoxin M1 in milk. The introduction of bioconservant into the silage mass during laying led to an improvement in the quality and taste of the silage, which further had a positive effect on the productivity of cows and the quality of the products obtained. In the rumen content of cows that consumed silage harvested with the use of a bioconservant, an increase in volatile fatty acids by 5.85-8.07% was noted, including acetic acid by 2.23-2.87%, the total number of microorganisms by 7.93–9.33%, which positively affected the average daily milk yields, which increased by 6.36-7.84%, and the quality of milk. Thus, in order to prevent mycotoxicosis and reduce the effect of mycotoxins on the animal body, it is possible to use the adsorbent of mycotoxins "Novazil Plus" and the bioconservant "Best-Sil".

Список литературы. 1. Влияние БВМК "РумиМакс-Ц" на рост и рубцовое пищеварение телочек / Н. С. Машарова [и др.] // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. – 2020. – № 2 (16). – С. 78–86. – EDN EPQNKР. 2. Влияние силоса, заготовленного с консервантом, на переваримость и использование питательных веществ крупным рогатым скотом / С. В. Чехранова [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 2 (208). – С. 49–54. – DOI 10.53083/1996-4277-2022-208-2-49-54. – EDN RWCMVD. 3. Использование силоса, заготовленного с консервантом "Best-Sil", в рационах крупного рогатого скота / С. В. Чехранова [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 4 (64). – С. 215–223. – DOI 10.32786/2071-9485-2021-04-23. – EDN DUWYCF. 4. Кононенко, Г. П. О контаминации микотоксинами сенажа и силоса в животноводческих хозяйствах / Г. П. Кононенко, А. А. Буркин // Сельскохозяйственная биология. – 2014. – Т. 49, № 6. – С. 116–122. – DOI 10.15389/agrobiology.2014.6.116rus. – EDN TEPGFZ. 5. Ленкова, Т. Н. Отечественный адсорбент микотоксинов / Т. Н. Ленкова, Т. А. Егорова, И. Г. Сысоева // Птицеводство. – 2017. – № 12. – С. 33–36. – EDN ZXLABT. 6. Победнов, Ю. А. Содержание микотоксинов в корме при разных способах силосования и сенажирования трав / Ю. А. Победнов, О. Н. Соколова, А. А. Мамаев // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2017. – № 2. – С. 51–59. – EDN YRTRYD. 7. Повышение продуктивности крупного рогатого скота при введении в рацион адсорбирующих добавок / С. И. Николаев [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 2 (172). – С. 101–106. – EDN UYJGEJ. 8. Эффективность использования в рационах молочных коров кукурузного силоса с внесением нового биологического консерванта / М. Г. Чабаяев [и др.] // Аграрная наука. – 2018. – № 1. – С. 39–43. – EDN TEISFU. 9. Эффективность скармливания адсорбента лактирующим коровам / С. И. Николаев [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 4 (174). – С. 73–77. – EDN XMKNPW. 10. Tangni, E. K. Mycotoxin contaminating maize and grass silages for dairy cattle feeding : current state and challenges / E. K. Tangni, L. Pussemier, F. Van Hove // J. Anim. Sci. Adv. – 2013. – Vol. 3, № 10. – P. 492–511.

References. 1. Vliyanie BVMK "RumiMaks-C" na rost i rubcovoe pishchevarenie telochek / N. S. Masharova [i dr.] // Aktual'nye voprosy sel'skhozaystvennoj biologii. – 2020. – № 2 (16). – S. 78–86. – EDN EPQNKР. 2. Vliyanie silosa, zagotovlennogo s konservantom, na perevarimost' i ispol'zovanie pitatel'nykh veshchestv krupnym rogoatym skotom / S. V. Chekhranova [i dr.] // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – № 2 (208). – S. 49–54. – DOI 10.53083/1996-4277-2022-208-2-49-54. – EDN RWCMVD. 3. Ispol'zovanie silosa, zagotovlennogo s konservantom "Best-Sil", v racionalah krupnogo rogoatogo skota / S. V. Chekhranova [i dr.] // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2021. – № 4 (64). – S. 215–223. – DOI 10.32786/2071-9485-2021-04-23. – EDN DUWYCF. 4. Kononenko, G. P. O kontaminacii mikotoksinami senazha i silosa v zhivotnovodcheskikh hozyajstvakh / G. P. Kononenko, A. A. Burkin // Sel'skhozaystvennaya biologiya. – 2014. – T. 49, № 6. – S. 116–122. – DOI 10.15389/agrobiology.2014.6.116rus. – EDN TEPGFZ. 5. Lenkova, T. N. Otechestvennyj adsorbent mikotoksinov / T. N. Lenkova, T. A. Egorova, I. G. Sysoeva // Pti- cevodstvo. – 2017. – № 12. – S. 33–36. – EDN ZXLABT. 6. Pobednov, YU. A. Soderzhanie mikotoksinov v korme pri raznykh sposobakh silosovaniya i senazhirovaniya trav / YU. A. Pobednov, O. N. Sokolova, A. A. Mamaev // Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh. – 2017. – № 2. – S. 51–59. – EDN YRTRYD. 7. Povyshenie produktivnosti krupnogo rogoatogo skota pri vvedenii v racion adsorbiruyushchih dobavok / S. I. Nikolaev [i dr.] // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – № 2 (172). – S. 101–106. – EDN UYJGEJ. 8. Effektivnost' ispol'zovaniya v racionalah molochnykh korov kukuruznogo silosa s vneseniem novogo biologicheskogo konservanta / M. G. Chabaev [i dr.] // Agrarnaya nauka. – 2018. – № 1. – S. 39–43. – EDN TEISFU. 9. Effektivnost' skarmlivaniya adsorbenta lak- tiruyushchim korovam / S. I. Nikolaev [i dr.] // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – № 4 (174). – S. 73–77. – EDN XMKNPW. 10. Tangni, E. K. Mycotoxin contaminating maize and grass silages for dairy cattle feeding : current state and challenges / E. K. Tangni, L. Pussemier, F. Van Hove // J. Anim. Sci. Adv. – 2013. – Vol. 3, № 10. – P. 492–511.

Поступила в редакцию 03.10.2023.

ИЗУЧЕНИЕ БЕЗВРЕДНОСТИ КОМПЛЕКСНОЙ МАЗИ «УБЕРОСЕПТ»

Перегончий А.Р. ORCID ID 0009-0001-7927-6282, Павленко О.Б. ORCID ID 0000-0001-9086-9241, Зимников В.И. ORCID ID 0000-0002-6371-7143

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

*В статье приведены данные по исследованию безвредности комплексной мази «Уберосепт». После нанесения мази на долю вымени в терапевтической дозе 5,0 г и трехкратно ее превышающей – 15,0 г не наблюдали изменений в клиническом состоянии животного, а именно пульс, температура тела, количество дыхательных движений. Также не отмечено изменений в показателях среднесуточной молочной продуктивности за исследуемый период. При анализе морфологического состава крови, гематологических показателей (лейкоциты, эритроциты, гемоглобин, гематокрит, СОЭ) не было установлено изменений, говорящих о негативном влиянии мази «Уберосепт» на организм. Биохимический анализ крови не установил патогенного воздействия препарата на какую-либо систему органов. Показатели белкового, углеводного, липидного и минерального обмена не претерпели каких-либо значительных изменений. Трансдермальный препарат «Уберосепт» может быть рекомендован к дальнейшим исследованиям и использованию. **Ключевые слова:** уберосепт, безвредность, биохимический анализ, коровы.*

STUDIES ON THE SAFETY OF THE COMPLEX OINTMENT UBEROSEPT

Peregonychiy A.R., Pavlenko O.B., Zimnikov V.I.

FSBSI "All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy", Voronezh, Russian Federation

*The article provides the data on the safety of the complex ointment Uberosept. After applying the ointment to the udder lobe at a therapeutic dose of 5.0 g and at a threefold dose - 15.0 g, no changes were observed in the clinical condition of the animal, namely pulse, body temperature, number of respiratory movements. There were also no changes in average daily milk production during the study period. When analyzing the morphological blood composition, hematological indicators (leukocytes, erythrocytes, hemoglobin, hematocrit, ESR), no changes were found indicating a negative effect of the ointment Uberosept on the body. A biochemical blood testing did not establish a pathogenic effect of the drug on any organ system. The indicators of protein, carbohydrate, lipid and mineral metabolism did not undergo any significant changes. The transdermal drug Uberosept can be recommended for further study and use. **Keywords:** uberosept, safety, biochemical analysis, cows.*

Введение. Острая проблема мастита неразрывно связана с лактационным периодом. Именно в это время молочная железа испытывает высокую нагрузку, что ослабляет местную резистентность. Помимо прямых экономических потерь от снижения молочной продуктивности больных животных, существуют косвенные, такие как увеличение затрат на лечение, диагностику и профилактику, снижение производственного долголетия коров, увеличение заболеваемости молодняка [2]. Мастит всегда был серьезным заболеванием дойных коров, и его возникновение отрицательно влияет на здоровье и продуктивность животных и, следовательно, рентабельность ферм. Ветеринарными специалистами предпринимаются все большие усилия на борьбу с маститом, но по мере изменения эпидемиологии заболевания их роль постепенно расширяется [7]. Несмотря на огромный прогресс, в большинстве регионов мастит остается наиболее экономически значимым заболеванием молочного скота. Совершенствование средств борьбы с маститом необходимо для обеспечения устойчивости молочного животноводства во всем мире. Экономически эффективные противомаститные меры позволяют увеличить производство молока, соответствующего строгим стандартам высшего сорта. [6]. Одной из реалий современного скотоводства является использование антибиотиков. Особенно часто они применяются для лечения мастита клинической и субклинической формы. Однако, существует такая проблема, как появление и распространение устойчивости к противомикробным препаратам. Современные исследования показывают, что почти половина всех случаев мастита (43,0%) являются рецидивами. Эти данные свидетельствуют о формировании устойчивости патогенных микроорганизмов к антибиотикам, неполноценности антибиотикотерапии [6]. Появление микроорганизмов, устойчивых к антибиотикам, опасно не только для животных, но и несет опасность для человека. С каждым годом увеличивается число людей, заболевших мультирезистентными инфекциями. Ветеринарным специалистам необходимо рационализировать и свести к минимуму использование антибиотиков. Для достижения этой цели изучаются новые методы профилактики, лечения и контроля заболеваемости мастита [4]. При этом использование антибиотиков приводит к экономическим потерям, в связи с браковкой молока. Одним из аспектов рациональной борьбы с маститом является создание новых альтернативных способов лечения мастита без применения антибиотиков. Многие альтернативные способы лечения мастита представлены

препаратами из растительных компонентов. Действие таких препаратов может быть антимикробным, противовоспалительным или иммуномоделирующим. Однако действие растительных монопрепаратов против мастита нельзя назвать комплексным, и необходимо дальнейшее изучение их эффективности для поиска наилучшей реализации их в производстве[5].

Подавляющее большинство противомаститных препаратов вводятся интрацистернально, что несет ряд определённых проблем. Постоянное раздражение слизистой оболочки молочных протоков и альвеол, приводит к снижению секреторной функции железистой ткани вымени [1]. Применение наружных препаратов позволит безопасно воздействовать на молочную железу, без потери продуктивности и с необходимым лечебным эффектом. В настоящее время существует большое разнообразие трансдермальных препаратов против мастита. При разработке любых препаратов, воздействующих на молочную железу, необходимо учитывать возможное негативное действие на качество молока [3]. В связи с этим создание новых высокоэффективных препаратов трансдермального применения для терапии субклинического мастита у коров, не оказывающих негативного влияния на получаемую продукцию, в настоящее время является актуальным.

Целью нашего исследования стало изучение безвредности комбинированной мази «Уберосепт».

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в ООО «Авангард–Агро–Воронеж СХП Рамонское 1» Рамонского района Воронежской области на 15 клинически здоровых лактирующих коровах симментальской породы. Для чистоты опыта животных отбирали не раньше 21 дня после отела, не находящихся на гормональной схеме синхронизации, нестельных. Были отобраны три опытных группы животных по 5 голов в каждой. Животные первой группы служили группой отрицательного контроля. Коровам второй группы наносили мазь «Уберосепт» на долю вымени в терапевтической дозе 5,0 г один раз в день на протяжении 5 дней. Коровам третьей группы наносили мазь в дозе 15,0 г один раз в день на протяжении 5 дней. Препарат наносили после доения, предварительно проводя механическую очистку кожи вымени. Действие препарата на организм оценивали по клиническому состоянию животного и результатам лабораторного исследования гематологических и биохимических показателей. Пробы крови брали через 7 и 14 суток после курса применения мази.

Гематологические показатели определяли на гематологическом анализаторе «ABX «Micros 60», а также общепринятыми методами, белковые фракции – электрофорезом на агарозном геле. Биохимические показатели – на анализаторе Hitachi-902, общие липиды – спектрофотометрически с помощью набора АО «Витал Девелопмент Корпорэйшн». Обработку полученных экспериментальных данных проводили с использованием статистической программы Statisticav. 8.0 (StatSoftInc.).

Результаты исследований. После проведенных исследований было установлено, что мазь «Уберосепт» не оказывает воздействия на клиническое состояние животного. У всех животных в опытных группах наблюдали снижение количества сокращений рубца, аппетита, отсутствие изменений в поведении. При этом значительных изменений в молочной продуктивности не наблюдалось. Пульс, частота дыхательных движений, а также общая температура тела оставались в пределах нормы на протяжении всего проводимого опыта (таблица 1).

Таблица 1 - Клинические показатели здоровых коров после пятикратного применения мази «Уберосепт»

Группа	Температура, °C	Пульс, уд./мин.	Дыхание, дых. дв./мин.
через 7 дней			
Опытная группа 1	37,8±0,11	71,4±2,22	19,2±0,85
Опытная группа 2	38,4±0,09	67,3±1,75	18,3±0,52
Контрольная группа	38,1±0,18	64,3±4,26	21,1±1,31
через 14 дней			
Контрольная группа	38,0±0,72	62,5±2,42	16,7±0,89
Опытная группа 1	37,9±0,23	59,4±3,23	18,3±0,31
Опытная группа 2	38,6±0,13	73,1±1,07	17,3±1,71

Установлено, что в опытной группе № 1 средняя продуктивность составляла 23,6 кг/сут на момент начала опыта. В опытной группе № 2 продуктивность составила 22,9 кг/сут, в группе контроля – 26,4 кг/сут. Спустя неделю показатели продуктивности были следующие – 22,6 кг/сут в опытной группе №1, 21,8 кг/сут в опытной группе №2, в группе контроля 25,9 кг/сут. Через 14 дней после последнего нанесения мази среднесуточный удой в опытной группе № 1 составил 23,3 кг, опытной группе № 2 – 22,7 кг, группе контроля – 26,2 кг. Несмотря на незначительное снижение среднесуточного удоя на 7 день после последнего нанесения мази, спустя 14 дней продуктивность вернулась к первоначальным значениям. Эти данные говорят об отсутствии отрицательного воз-

действия мази «Уберосепт» на железистые клетки вымени. После нанесения мази на некоторое время на поверхности кожи наблюдали слабую гиперемию, которая со временем исчезала. Несмотря на многократное применение трансдермального препарата признаки сухости, экземы, воспалительных процессов кожи не наблюдали.

Результаты лабораторных исследований гематологических и биохимических показателей коров после пятикратного наружного применения мази «Уберосепт» через 7 и 14 суток представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 - Гематологические показатели коров после пятикратного применения мази «Уберосепт»

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа 1	Опытная группа 2
через 7 дней			
Эритроциты, $10^{12}/л$	$6,4 \pm 0,09$	$6,2 \pm 0,2$	$6,1 \pm 0,3$
Гемоглобин, г/л	$93,2 \pm 3,1$	$92,4 \pm 1,4$	$94,8 \pm 0,8$
Гематокрит, %	$32,4 \pm 1,4$	$27,1 \pm 1,9$	$29,2 \pm 1,3$
СОЭ, мм/ч	$0,3 \pm 0,04$	$0,4 \pm 0,05$	$0,6 \pm 0,01$
Лейкоциты, $10^9/л$	$6,9 \pm 0,3$	$8,5 \pm 0,4$	$7,2 \pm 0,7$
Нейтрофилы палочкоядерные, %	$1,8 \pm 0,2$	$1,6 \pm 0,2$	$1,5 \pm 0,1$
Нейтрофилы сегментоядерные, %	$37,2 \pm 1,3$	$35,3 \pm 1,8$	$36,2 \pm 1,1$
Эозинофилы, %	$2,2 \pm 0,2$	$2,8 \pm 0,3$	$3,2 \pm 0,1$
Моноциты, %	$3,2 \pm 0,1$	$3,4 \pm 0,3$	$3,1 \pm 0,2$
Лимфоциты, %	$61,1 \pm 0,8$	$56,8 \pm 1,4$	$56,1 \pm 0,9$
через 14 дней			
Эритроциты, $10^{12}/л$	$6,3 \pm 0,1$	$5,8 \pm 0,3$	$6,6 \pm 0,5$
Гемоглобин, г/л	$92,8 \pm 5,1$	$94,6 \pm 1,9$	$94,2 \pm 3,3$
Гематокрит, %	$29,8 \pm 2,1$	$26,4 \pm 1,0$	$27,9 \pm 1,2$
СОЭ, мм/ч	$0,8 \pm 0,09$	$0,7 \pm 0,01$	$0,6 \pm 0,02$
Лейкоциты, $10^9/л$	$6,2 \pm 0,2$	$7,2 \pm 0,3$	$6,9 \pm 0,1$
Нейтрофилы палочкоядерные, %	$2,2 \pm 0,2$	$3,6 \pm 0,2$	$2,3 \pm 0,1$
Нейтрофилы сегментоядерные, %	$33,4 \pm 1,4$	$33,2 \pm 0,6$	$29,9 \pm 1,9$
Эозинофилы, %	$3,3 \pm 0,4$	$2,8 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,3$
Моноциты, %	$1,2 \pm 0,4$	$2,3 \pm 0,4$	$2,0 \pm 0,4$
Лимфоциты, %	$59,6 \pm 2,6$	$58,1 \pm 1,0$	$63,5 \pm 1,6$

Из полученных данных достоверно известно, что гематологические показатели крови после курса применения мази «Уберосепт» остаются в пределах нормы. Также установлено, что показатели опытной группы №1 и №2 существенно не отличаются от таковых в контрольной группе.

Таблица 3 - Биохимические показатели крови коров после пятикратного применения мази «Уберосепт»

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа 1	Опытная группа 2
через 7 дней			
Общий белок, г/л	$76,4 \pm 1,1$	$72,3 \pm 2,3$	$75,1 \pm 1,3$
Альбумины, %	$47,1 \pm 0,3$	$47,4 \pm 1,2$	$46,9 \pm 0,8$
α -глобулины, %	$15,5 \pm 0,6$	$13,9 \pm 0,4$	$14,2 \pm 0,2$
β -глобулины, %	$14,3 \pm 0,2$	$15,5 \pm 0,2$	$13,9 \pm 0,4$
γ -глобулины, %	$23,2 \pm 0,1$	$23,6 \pm 0,6$	$25,1 \pm 0,7$
Щелочная фосфатаза, Е/л	$66,4 \pm 3,2$	$69,2 \pm 1,9$	$71,2 \pm 2,1$
АсАТ, Е/л	$58,6 \pm 3,3$	$57,4 \pm 1,8$	$59,8 \pm 3,9$
АлАТ, Е/л	$25,5 \pm 1,7$	$22,3 \pm 2,3$	$24,9 \pm 0,9$
ГГТ, Е/л	$19,1 \pm 2,1$	$18,4 \pm 0,9$	$17,8 \pm 0,6$
Мочевина, мм/л	$3,3 \pm 0,2$	$3,6 \pm 0,2$	$3,5 \pm 0,1$
Общий билирубин, мкм/л	$2,9 \pm 0,2$	$3,1 \pm 0,6$	$2,7 \pm 0,6$
Глюкоза, мм/л	$2,6 \pm 0,4$	$2,4 \pm 0,6$	$2,2 \pm 0,2$
Общие липиды, г/л	$3,7 \pm 0,1$	$3,5 \pm 0,4$	$4,2 \pm 0,3$
Общий кальций, мм/л	$2,8 \pm 0,4$	$2,4 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,2$
Фосфор неорганический, мм/л	$1,5 \pm 0,2$	$1,6 \pm 0,1$	$1,5 \pm 0,3$

Продолжение таблицы 3

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа 1	Опытная группа 2
через 14 дней			
Общий белок, г/л	74,2±0,5	77,4±2,6	75,6±1,3
Альбумины, %	40,0±0,7	44,5±0,6	43,3±0,4
α-глобулины, %	18,5±0,4	16,3±0,2	17,1±0,1
β-глобулины, %	14,3±0,2	13,1±0,2	15,4±0,1
γ-глобулины, %	27,3±1,3	26,1±0,6	24,2±0,3
Щелочная фосфатаза, Е/л	63,2±3,1	66,4±0,9	67,2±1,5
АсАТ, Е/л	56,3±1,7	55,7±1,3	57,2±1,6
АлАТ, Е/л	23,5±0,4	24,1±1,3	25,5±0,8
ГГТ, Е/л	17,9±0,2	18,4±0,4	17,7±0,7
Мочевина, мМ/л	3,6±0,2	4,1±0,4	3,2±0,1
Общий билирубин, мкМ/л	2,8±0,2	2,7±0,3	3,1±0,3
Глюкоза, мМ/л	2,9±0,3	2,7±0,4	3,2±0,6
Общие липиды, г/л	3,9±0,6	4,2±0,1	4,0±0,3
Общий кальций, мМ/л	2,6±0,2	2,9±0,2	3,1±0,2
Фосфор неорганический, мМ/л	1,7±0,2	2,0±0,2	1,6±0,2

Биохимические показатели крови в обеих опытных группах находятся в пределах референсных значений. Помимо этого разница по сравнению с контрольной группой статистически незначительна, что говорит об отсутствии негативного воздействия комплексной мази на какую-либо систему органов.

Заключение. Использование комбинированной мази «Уберосепт» на протяжении пяти дней не оказывало негативного воздействия на клиническое состояние животного. В течении опыта не наблюдалось изменений клинического состояния подопытных коров, а именно пульса, частоты дыхательных движений, температуры тела. Нарушений аппетита, поведенческих отклонений, кожных поражений вымени также не наблюдали. Существенные изменения молочной продуктивности на протяжении опыта не наблюдались. Морфологический состав крови оставался в пределах референсных значений. Среди биохимических показателей, а именно АсАТ, АлАТ, ГГТ, щелочная фосфатаза и мочевина, не было выявлено патогенного влияния на какую-либо систему органов. Показатели белкового, углеводного, липидного и минерального обмена не претерпели каких-либо значительных изменений. Трансдермальный препарат «Уберосепт» может быть рекомендован к дальнейшим исследованиям и использованию.

Conclusion. The use of the combined ointment Uberosept for five days did not have a negative effect on the clinical condition of the animal. During the experiment, there were no changes in the clinical condition of the experimental cows, namely pulse, respiratory rate, body temperature. Appetite disturbances, behavioral abnormalities and skin lesions of the udder were also not observed. No significant changes in milk performance were observed during the experiment. The morphological blood composition remained within the reference values. Among the biochemical indicators, namely AST, ALT, GGT, alkaline phosphatase and urea, no pathogenic effect on any organ system was identified. The indicators of protein, carbohydrate, lipid and mineral metabolism did not undergo any significant changes. The transdermal drug Uberosept can be recommended for further study and use.

Список литературы. 1. Багманов, М. А. Патология молочной железы у домашних животных : учебное пособие / М. А. Багманов. – Казань : КГАВМ, 2011. 2. Ларионов, Г. А. Динамика поражений четвертей вымени коров при субклиническом мастите в период лактации / Г. А. Ларионов, Л. М. Вязова, О. Н. Дмитриева // *Аграрный вестник Урала*. – 2015. – № 4 (134). – С. 45–490 3. Development of new strategy for non-antibiotic therapy: bovine lactoferrin has a potent antimicrobial and immunomodulator effects / S. M. Hafez [et al.] // *Adv Infect Dis*. – 2013. – Vol. 3. – P. 185–0192. – <http://dx.doi.org/10.4236/aid.2013.33027> 4. Krömker, V. Mastitis treatment-Reduction in antibiotic usage in dairy cows / V. Krömker, S. Leimbach // *Reproduction in domestic animals Zuchthygiene*. – 2017. – Suppl 3. – P. 21–29. – <https://doi.org/10.1111/rda.13032> 5. Bovine mastitis: An appraisal of its alternative herbal cure / S. Mushtaq [et al.] // *Microbial pathogenesis*. – 2018. – Vol. 114. – P. 357–361. – <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.12.0245> 6. Ruegg, P. L. A 100-Year Review: Mastitis detection, management, and prevention / P. L. Ruegg // *J Dairy Sci*. – 2017. – №100 (12). – P. 10381–10397. – <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13023> 7. Ruegg, P. L. Mastitis in dairy cows / P. L. Ruegg, C. S. Petersson-Wolfe // *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*. – 2018. – Vol. 34, № 3. – С. IX–X. – <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2018.08.001> 8. Zoche-Golob, V. Herd-specific estimation of milk yield reduction due to recurrent clinical mastitis / V. Zoche-Golob, J. Spilke // *Berl Münch Tierarztl Wochenschr*. – 2013. – Vol. 126 (7–8). – P. 269–276.

References. 1. Bagmanov, M. A. *Patologiya molochnoj zhelezy u domashnih zhivotnyh : uchebnoe posobie* / M. A. Bagmanov. – Kazan' : KGAVM, 2011. 2. Larionov, G. A. *Dinamika porazhenij chetvertej vymeni korov pri*

subklinicheskom mastite v period laktacii / G. A. Larionov, L. M. Vyazova, O. N. Dmitrieva // Agrarnyj vestnik Urala. – 2015. – № 4 (134). – S. 45–49 3. Development of new strategy for non-antibiotic therapy: bovine lactoferrin has a potent antimicrobial and immunomodulator effects / S. M. Hafez [et al.] // Adv Infect Dis. – 2013. – Vol. 3. – P. 185–0192. – <http://dx.doi.org/10.4236/aid.2013.33027> 4. Krömker, V. Mastitis treatment-Reduction in antibiotic usage in dairy cows / V. Krömker, S. Leimbach // Reproduction in domestic animals Zuchthygiene. – 2017. – Suppl 3. – P. 21–29. – <https://doi.org/10.1111/rda.13032> 5. Bovine mastitis: An appraisal of its alternative herbal cure / S. Mushtaq [et al.] // Microbial pathogenesis. – 2018. – Vol. 114. – P. 357–361. – <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.12.0245> 6. Ruegg, P. L. A 100-Year Review: Mastitis detection, management, and prevention / P. L. Ruegg // J Dairy Sci. – 2017. – №100 (12). – P. 10381–10397. – <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13023> 7. Ruegg, P. L. Mastitis in dairy cows / P. L. Ruegg, C. S. Petersson-Wolfe // Veterinary Clinics: Food Animal Practice. – 2018. – Vol. 34, № 3. – S. IX–X. – <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2018.08.001> 8. Zoche-Golob, V. Herd-specific estimation of milk yield reduction due to recurrent clinical mastitis / V. Zoche-Golob, J. Spilke // Berl Münch Tierarztl Wochenschr. – 2013. – Vol. 126 (7–8). – P. 269–276.

Поступила в редакцию 10.10.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-4-35-42

УДК 619:616.36-091:636.4

ГЕПАТАПАТЫІ СВІНАМАТАК: МАКРА- І МІКРАСКАПІЧНЫЯ ЗМЯНЕННІ Ў ПЕЧАНІ І НЕКАТОРЫЯ ПАКАЗЧЫКІ ПРАДУКЦЫЙНАСЦІ

Пятроўскі С.У. ORCID ID 0000-0001-5912-7258, Бальшакова А.І. ORCID ID 0000-0002-0972-1280,
Жукаў А.І. ORCID ID 0000-0002-0237-6090

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

При послеубойном осмотре печеней у свиноматок выявлены гепатопатии: острый гепатоз, хронический гепатоз, цирроз печени. Гистологическими исследованиями в тканях печени при всех гепатопатиях установлены зернистая, жировая, вакуольная дистрофии, при хроническом гепатозе и при развитии цирроза печени – изменения, характерные для интерстициального гепатита. В приплоде свиноматок с хроническим гепатозом и при переходе интерстициального гепатита в цирроз печени установлено увеличение количества нетехнологичных поросят и снижение их массы. При передаче на доращивание у поросят, выращиваемых под свиноматками с гепатопатиями, обнаружено снижение сохранности и массы. **Ключевые слова:** свиноматки, гепатопатии, гистологическое исследование, поросята, сохранность поросят, среднесуточные приросты массы.

SOWS' HEPATOPATHIES: MACRO- AND MICROSCOPIC CHANGES IN THE LIVER AND SOME INDICATORS OF PRODUCTIVITY

Petrouski S.U., Bolshakova A. I., Zhukov A. I.

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

During post-mortem examination sows' liver, hepatopathy has been identified: acute hepatitis, chronic hepatitis and cirrhosis. Histological studies in liver tissues in all hepatopathies have been revealed granular, fatty, vacuolar degeneration, the chronic hepatosis and the development of liver cirrhosis - changes characteristic of interstitial hepatitis. The offspring of sows with chronic hepatosis and transition of interstitial hepatitis to liver cirrhosis, were revealed increasing in the number of low-tech piglets and their low live weight were found. Piglets raised under sows with hepatopathy showed a decrease in survival rate and poor weight. **Keywords:** sows, hepatopathy, histological examination, piglets, safety of piglets, average daily weight gain.

Уводзіны. Вядома, што хваробы печані ў жывёл – хваробы паліэтыялагічныя. Іх ўзнікненне і развіццё абумоўлена як спецыфічнымі інфекцыйнымі і інвазійнымі агентамі (напрыклад, інфекцыйны гепатыт драпежных жывёл і таскапلاзмоз) [1, 2], так і неспецыфічнымі фактарамі. Апошнія, звычайна, пазначаюцца як “экзатаксіны” ці “эндатаксіны”. Да экзатаксінаў адносяць нітраты, нітрыты, мікатаксіны, лекавыя сродкі і г.д. [3-5]. З гэтай прычыны, хваробы, пры якіх узнікаюць “пашкоджанні” ў парэнхіме і стромае печані, маюць агульную назву – таксічны гепатоз (таксічная дыстрафія печані, таксічная гепатадыстрафія). Існуюць меркаванні, што тэрмін “гепатоз” не цалкам адпавядае назалагічнай структуры хвароб печані, узнікаючых у свіней [6]. Вылучэнне той ці іншай назалагічнай адзінкі ажыццяўляецца звычайна не на падставе клінічных альбо лабараторных даследаванняў, а на падставе аналізу дадзеных аўтапсіі. Разам з тым, у медыцынскай і ветэрынарнай літаратуры ўсё шырэй выкарыстоўваецца тэрмін – гепатапатыі (у тым ліку, і таксічныя), які ахоплівае шматлікія паталогіі печані (у тым ліку, і запаленчыя, і дыстрафічныя), што ўзнікаюць пад уздзеяннем тых ці іншых этыялагічных фактараў [7, 8].

Гепатапатыі свіней маюць шырокае распаўсюджванне. У парсят пасля адымання колькасць паталогій печані (таксічнай дыстрафіі і таксічнага гепатыту) вагалася ад 23,35% да 37,62% [9, 10]. Як асноўную прычыну смерці дыстрафію печані вызначалі ў 7,7-10,2% выпадкаў [11]. Гэтыя звесткі былі атрыманы пасля аўтапсіі памерлых жывёл. У свіней, планава забітых пасля адкорму, падчас ветэрынарна-санітарнай экспертызы на мясакамбінатах, паталогіі печані знаходзілі ў 8,2-17,3% даследаваных органаў [12]. Прыкладна ў такой жа колькасці ў свіней вызначаліся і паталаганатамічныя адзнакі гепатыту (14,8%) [11].

Звесткі пра распаўсюджванне хвароб з пашкоджаннямі печані ў свінаматак больш сціплыя. Вядома, што гепатадыстрафія, запаленне і цыроз печані вызначаліся ў 65,0-76,5% свінаматак (пасля зарэзу планавага ці вымушанага) [13, 14].

Такім чынам, вынікі праведзеных даследаванняў дазваляюць меркаваць, што як і пры іншых унутраных хваробах, пры хваробах печані ўзнікаюць перадумовы для змяншэння прадукцыйнасці свінаматак і росту эканамічных страт. Айчынным навукоўцы прыводзяць дадзеныя, якія сведчаць аб негатыўным уплыву гепатапатый на прадукцыйныя якасці свінаматак, у тым ліку, і на паказчыкі росту парсят-смактуноў [15]. Разам з тым у даступных літаратурных крыніцах адсутнічае інфармацыя, якая б сведчыла пра ўплыў ступені цяжару парушэнняў функцыянальнай актыўнасці печані на ступень пагаршэння гаспадарча значных паказчыкаў прадукцыйнасці свінаматак.

Мэтай нашых даследаванняў стала вызначэнне асаблівасцяў макра- і мікраскапічных змяненняў у печані свінаматак пры развіцці ў іх гепатапатый і пошук змяненняў некаторых паказчыкаў рэпрадукцыі свінаматак, росту і развіцця парсят-смактуноў пры гэтых гепатапатыях.

Матэрыялы і метады даследаванняў. Ва ўмовах зарэзных пунктаў свінагадоўчых комплексаў быў праведзены паслязарэзны агляд і адбор узораў печані свінаматак. Свінаматкі мелі па 2-4 апаросы і выбракоўваліся з прычыны малаплоддзя, нізкай малочнасці, узросту, хірургічных паталогій (накшалт, пераломы, ран і г.д.). Выпадак выбракоўкі жывёл па прычынах паталогій печані не было. Падчас паслязарэзнага агляду, згодна з макраскапічнымі адзнакамі, прыведзенымі ў табліцы 1, свінаматкі, ад якіх былі атрыманы печані, былі падзелены на чатыры групы: жывёлы без наяўнасці макраскапічных змяненняў органаў, якія сведчылі б пра наяўнасць гепатапатый (першая група), жывёлы з адзнакамі вострага цяжару гепатоза (таксічнай дыстрафіі печані) (другая група), жывёлы з адзнакамі хранічнага цяжару гепатоза (трэцяя група), жывёлы з макраскапічнымі адзнакамі развіцця інтэрстыцыяльнага гепатыту і цыроза печані (чацвёртая група).

Табліца 1 - Крытэрыі аднясення вызначаных паталаганатамічных змяненняў да назалагічных адзінак*

Паказчык	Дыстрафія печані (таксічны гепатоз)			Цыроз печані
	Вострае цячэнне		Хранічнае цячэнне	
Памер	павялічана		павялічана	паменьшана
Форма краёў	закруглены		закруглены	востры
Афарбоўка	дыфузная	мазаічная і стракатая (цалкам альбо на асобных участках)	дыфузная ці ў асобных выпадках стракатая (цалкам альбо на асобных участках)	светла-карычневы колер з шараватымі пражылкамі
	жоўта-гліністы колер з паверхні і на разрэзе	чаргаванне карычнева-чырвоных участкаў з шэрымі або жоўтымі, выяўляліся асобныя участкі гліністага колеру	шэрыя, карычневая ўчасткі, участкі гліністага колеру ці іх чаргаванне	
Дольчаты будынак	згладжаны	згладжаны	згладжаны	дольчаты будынак часам вызначаецца добра, часам з цяжкасцю
Кансістэнцыя	адруэлаватая	адруэлаватая	плотная	плотная
Стан паверхні	гладкая	гладкая	гладкая	шышжаватая

Заўвага* - курсівам пазначаны змяненні, характэрныя для тлушчавай дыстрафіі.

З мэтай пацверджання дадзеных, атрыманых падчас агляду, ад печаней свінаматак былі адабраны ўзоры тканак для гісталагічнага даследвання ва ўмовах кафедры паталагічнай анатоміі і гісталагіі УА “Віцебская дзяржаўная акадэмія ветэрынарнай медыцыны”. Матэрыял быў зафіксаваны ў 10%-ным раствору фармаліну, а пасля абязводжаны і інфільтраваны парафінам. Яго далейшая падрыхтоўка і выраб гісталагічных зрэзаў праводзіліся згодна з агульнапрынятымі метадыкамі. З мэтай вывучэння агульных структурных змяненняў зрэзы афарбоўвалі гематаксілін-эазінам.

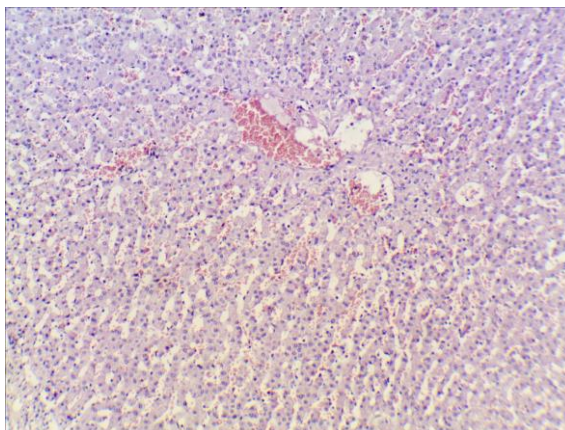
Гісталагічныя даследванні праводзілі з дапамогай светавога мікраскопа “Біямед-6”. Атрыманыя выявы дакументавалі мікрафатаграфаваннем гістазрэзаў.

З заатэхнічнай дакументацыі была атрымана інфармацыя, што тычылася дадзеных апошняга апаросу і адымання парасят-смактуноў пры перадачы іх на ўчастак дарошчвання (агульная колькасць атрыманых парасят, колькасць сярод іх фізіялагічна няспелых і мёртванароджаных, жывая маса гнязда пры нараджэнні і пры адыманні, а таксама колькасць парасят пры адыманні і сярэднесутачны прырост жывой масы (ССП)). На падставе атрыманых звестак былі разлічаны сярэднія масы парасят пры нараджэнні і пры адыманні, захаванасць парасят да адымання.

Атрыманыя лічбавыя дадзеныя (пры магчымасці) апрацоўвалі статыстычна з вызначэннем сярэдняга значэння ($\bar{X}$), стандартнага адхілення (σ) і значнасці адрозненняў паміж мноствамі дадзеных (p). З улікам адносна невялікага аб'ёму выбарак і магчымай неадпаведнасці размеркавання нармальнаму закону для ацэнкі адрозненняў паміж незалежнымі выбаркамі было прынятае рашэнне аб выкарастанні непараметрычнага крытэрыя Мана-Уітні.

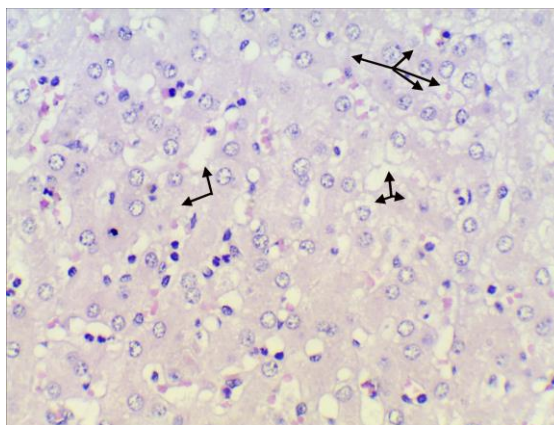
Рэзультаты даследванняў. Праведзены агляд печаней забітых свінаматак дазволіў аднесці да першай групы 23 жывёлы, да другой і трэцяй груп – па 10 жывёл, а да чацвёртай – 8.

Праведзеныя гісталагічныя даследванні тканак печані жывёл першай-чацвёртай груп вызначылі шэраг тэндэнцый у паталагічных змяненнях структуры органаў. Так, у печані свінаматак першай групы выразных змяненняў, якія б сведчылі пра развіццё дыстрафічных ці запаленчых працэсаў, вызначана не было (малюнак 1).



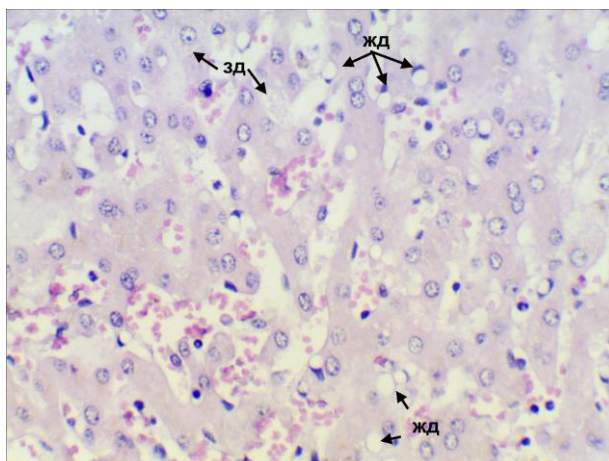
Малюнак 1 – Мікрафатаграфіі гістазрэзаў, атрыманых ад свінаматак першай групы (гематаксілін–эазін. Біямед-6. Пав.: x 120)

У той жа час, у жывёл другой групы (макраскапічныя прыкметы вострага гепатозу) у тканках печані былі знойдзены прыкметы татальнай зярністай і вакуольнай дыстрафіі, перываскуліты (малюнак 2).



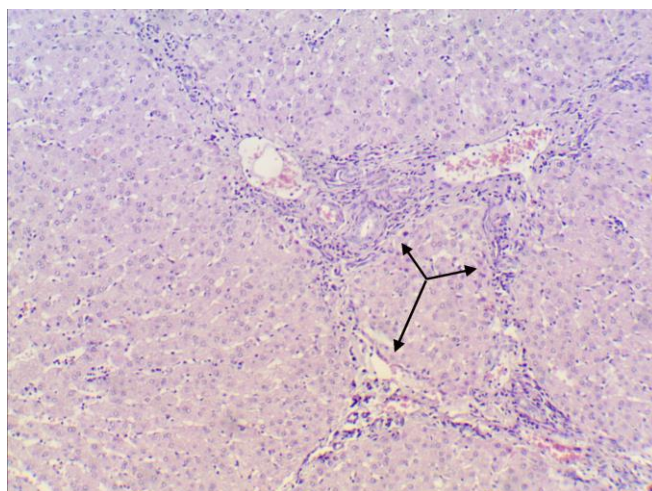
Малюнак 2 – Мікрафатаграфіі гістазрэзаў, атрыманых ад свінаматак другой групы (гематаксілін–эазін. Біямед-6. Пав.: x 240)

Гісталагічныя прыкметы зярністай і тлушчавай дыстрафіі, пачатку развіцця інтэрстыцыяльнага гепатыту былі адзначаны ў печані жывёл трэцяй групы (малюнак 3).



Малюнак 3 – Мікрафатаграфіі гістазрэзаў, атрыманых ад свінаматак трэцяй групы (гематаксілін–эазін. Біямед-6. Пав.: x 240)

Гісталагічныя прыкметы пачатку выразнага развіцця запаленчага працэсу ў межутачнай тканцы печані і развіцця ў ёй цырозу былі адзначаны ў печані жывёл чацвёртай групы (малюнак 4). Варта адзначыць, што ў даследаваных узорах тканак печані адсутнічалі тыповыя гісталагічныя прыкметы цырозу накшталт злучальнай тканкі. Апошняе абумоўліваецца тым, што ў печані адначасова працякаюць як працэсы пераходу запалення і дыстрафіі ў хранічнае цяжэнне, так і рост злучальных тканак. Адбор матэрыялу для гісталагічных даследаванняў, які вёўся на мяжы адносна нармальных і паталагічна змянёных участкаў, дазволіў атрымаць матэрыял, які сведчыць аб пачатковай стадыі развіцця цырозу ў печані.



Малюнак 4 – Мікрафатаграфіі гістазрэзаў, атрыманых ад свінаматак чацвёртай групы (гематаксілін–эазін. Біямед-6. Пав.: x 120)

Такім чынам, пры ўсіх макраскапічных змяненнях печані, адпавядаючых той ці іншай назалагічнай адзнаке, вызначаліся дыстрафічныя змяненні (зярністая, вакуольная і тлушчавая дыстрафіі). У той жа час пры абцяжарванні паталогій печані (пераходзе іх у хранічнае цяжэнне адначасова з дыстрафічнымі змяненнямі, у тканках печані з'явіліся прыкметы інтэрстыцыяльнага гепатыту.

На падставе вывучаных макра- і мікраскапічных змяненняў у печані жывёл першай-чацвёртай груп было зроблена заключэнне наконт адсутнасці адзнак гепатапатый у свінаматак першай групы, развіцці паталагічных змяненняў у печані свінаматак другой, трэцяй і чацвёртай груп. Пры гэтым цяжар гэтых змяненняў павялічваўся ад стану “вострага гепатозу” у другой групе свінаматак і пераходзе да станаў “хранічнага гепатозу” і “развіцця цырозу печані” у трэцяй і чацвёртай групе жывёл адпаведна.

Адпаведныя змены былі вызначаны і ў некаторых паказчыках рэпрадукцыі свінаматак (табліца 2).

Табліца 2 – Паказчыкі рэпрадукцыі свінаматак

Паказчык	Група свінаматак			
	Першая (n=23)	Другая (n=10)	Трэцяя (n=10)	Чацвёртая (n=8)
Агульная колькасць парасят пасля нараджэння/у разліку на адну свінаматку, жывёл	288/12,5	122/12,2	115/11,5	73/9,1**
Колькасць фізіялагічна няспелых парасят / у разліку на адну свінаматку, жывёл/% ад агульнай колькасці парасят	18/0,78/6,25	8/0,80/6,56	15/1,50/13,04*	13/1,63/17,80*
Колькасць мёртванароджаных парасят / у разліку на адну свінаматку, жывёл/% ад агульнай колькасці парасят	16/0,70/5,56	7/0,70/5,93	15/1,50/13,04**	8/1,00/10,96**
Сярэдняя маса гнязда, кг	11,77±1,820	11,06±0,925	8,85±1,418**	6,52±1,546**
Сярэдняя маса аднаго жывога парасяці, кг	1,00±0,064	0,96±0,054	0,88±0,086*	0,80±0,120**

Заўвага: * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$ у адносінах да паказчыкаў свінаматак першай групы.

Як сведчаць дадзеныя табліцы, у свінаматак першай і другой груп не было статыстычна значных адрозненняў у колькасных паказчыках прыплоду, а таксама ў жывой масе парасят. Аднак хранічнае цяжэнне гепатапатый і пераход гепатозу ў цыроз печані суправаджаліся памяншэннем колькасці народжаных парасят (у параўнанні з першай групай у разліку на адну свінаматку у трэцяй групе на 8,7%, у чацвёртай – на 37,4%). Падобным чынам, у трэцяй і чацвёртай групам колькасць фізіялагічна няспелых парасят перавысіла дадзены паказчык першай групы на 6,79 і 11,55% адпаведна, а мёртванароджаных – на 6,79 і 5,4% адпаведна.

Маса прыплода і маса аднаго жывога нованароджанага парасяці былі найменшымі ў трэцяй і чацвёртай групам у параўнанні з паказчыкамі прыплоду свінаматак першай групы (маса гнязда адпаведна на 33 і 80,5%, а маса парасяці – на 13,6 і 25,0%).

Такім чынам, атрыманыя вынікі сведчаць пра тое, што колькасныя і якасныя паказчыкі прыплоду свінаматак значна змяншаюцца пры развіцці хранічных пячоначных паталогій. Наяўнасць у жывёлы хранічнай пячоначнай недастатковасці спрыяе пагаршэнню ўсіх функцый печані, немагчымасці органа “супрацьстаяць” уздзеянню новых “порцый” этыялагічных фактараў, далейшаму пагаршэнню функцыянальнага стану печані ў прыватнасці, і арганізму ў агульным. Вынік гэтага – недахоп рэсурсаў арганізму пароснай свінаматкі для стварэння ўмоў для ўтварэння напачатку неабходнай колькасці эмбрыёнаў, потым - для іх захавальнасці да нараджэння, росту і развіцця ў антэнатальны перыяд жыцця. Таму ў прыплодзе свінаматак з хранічным гепатозам і развіццём цыроза печані адбылося павелічэнне колькасці нетэхналагічных (фізіялагічна няспелых і мёртванароджаных парасят).

У парасят-смактуноў, атрыманых ад свінаматак з паталаганатамічнымі прыкметамі гепатапатый, адзначаліся парушэнні паказчыкаў росту, а таксама высокі непрадукцыйны адыход (табліца 3).

Табліца 3 – Паказчыкі росту парасят-смактуноў і іх захаванасць да адымання (узрост адымання – 35 дзён)

Паказчык	Група свінаматак			
	Першая (n=23)	Другая (n=10)	Трэцяя (n=10)	Чацвёртая (n=8)
Агульная колькасць парасят пры адыманні / у разліку на адну свінаматку, жывёл	261/11,3	99/9,9**	89/8,9**	55/6,9**
Захаванасць парасят пры перадачы на дарошчванне, %	90,6	84,4	77,4	77,8
Сярэдняя маса аднаго парасяці пры адыманні, кг	8,39±0,405	7,64±0,32**	7,52±0,295**	7,46±0,358**
ССП, кг	0,210±0,012	0,191±0,009*	0,187±0,010**	0,181±0,012**

Заўвага: * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$ у адносінах да паказчыкаў свінаматак першай групы.

Ад свінаматак другой, трэцяй і чацвёртай груп на дарошчванне было перададзена парасят менш у параўнанні са свінаматкамі першай групы (на 14,1%, 27,0% і 63,8% адпаведна (у разліку на адну свінаматку)). Найменшая захаванасць была вызначана ў парасят, што раслі пад свінаматкамі чацвёртай групы. У гэтых жа парасят самымі малымі былі і масавыя паказчыкі (сярэдняя маса парасяці пры адыманні – на 12,5%, ССП – на 16,0% у параўнанні з узроўнем парасят свінаматак першай групы). Парасят, што вырошчваліся пад свінаматкамі другой і трэцяй груп, таксама мелі меншую масу, чым парасят свінаматак першай групы (на 9,8 і 11,6% адпаведна). Іх сярэднесутачны прырост быў меншы, чым у парасят свінаматак першай групы (на 9,9 і 12,3%) пры больш высокім адыходзе.

Крыніцай падобных змяненняў з боку паказчыкаў набора масы і захаванасці парасят другой, трэцяй і чацвёртай груп з вялікай доляй верагоднасці стала змяншэнне малочнасці свінаматак і парушэнне якаснага складу малодзіва і малака, што патрабуе далейшага вывучэння. Гэтыя парушэнні ўзніклі на фоне рознага роду парушэнняў метабалізму, што маюць месца пры развіцці паталогій печані. Атрыманыя дадзеныя сведчаць аб самым нізкім стане паказчыкаў росту парасят менавіта пры хранічным цяжэнні гепатапатый.

Заклучэнне. Праведзеныя намі даследаванні дазволілі высветліць наступнае:

1) у свінаматак, што ўтрымліваюцца ва ўмовах свінагадоўчых комплексаў, развіваюцца гепатапатый з паталагаанатамічнымі змяненнямі, характарызуемымі востры і хранічны гепатоз, развіццё цыроза печані;

2) пры гепатапатыях свінаматак у печані развіваюцца паталогічныя змяненні, якія сведчаць пра развіццё дыстрафіі (жэрністай, вакуольнай, тлушчавай), якая вызначалася ў печані свінаматак з макраскапічнымі адзнакамі вострага і хранічнага гепатозу, развіцця цырозу печані;

3) паталогічныя прыкметы інтэрстыцыяльнага гепатыту рознай ступені цяжару былі вызначаны ў печані свінаматак з хранічным гепатозам і пры развіцці цыроза печані;

4) пры гепатапатыях свінаматак з хранічным цяжэннем (хранічным гепатозе і цырозе) у прыплодзе павялічваецца колькасць фізіялагічна няспелых і мёртванароджаных парасят, іх жывая маса, а пры развіцці цырозу – і агульная колькасць народжаных парасят;

5) пры гепатапатыях свінаматак (вострым і хранічным гепатозе, пры развіцці цыроза печані) змяншаецца захаванасць парасят у перыяд смактання, іх маса ў час адымання і сярэднесутачныя прывесы жывой вагі. Гэтыя змяненні ў большай ступені выбіты пры развіцці цырозу печані;

6) вызначаныя макра- і мікраскапічныя змяненні ў печані свінаматак і ўзнікаючыя пры гепатапатыях пагаршэнні гаспадарчых паказчыкаў, вядучых да эканамічных страт, патрабуюць распрацоўкі прафілактычных, у тым ліку, фармакапрафілактычных, мерапрыемстваў, накіраваных на недапушчэнне ўзнікнення хвароб печані і пераходу іх у хранічнае цяжэнне.

Conclusion. Recapitulation of our research:

- 1) sows kept in industrial technology develop hepatopathies with pathological anatomical changes characterizing acute and chronic hepatitis, cirrhosis of the liver;
- 2) with hepatopathies of sows, pathohistological changes develop in the liver, which indicate the development of dystrophy (granular, vacuolar, fatty), They have determined in the liver of sows with macroscopic signs of acute and chronic hepatitis, the development of liver cirrhosis;
- 3) pathohistological signs of interstitial hepatitis of varying degrees of severity were determined in the liver of sows with chronic hepatitis and in the development of liver cirrhosis;
- 4) in the case of hepatopathies of sows with a chronic course (chronic hepatitis and cirrhosis), the number of physiologically immature and stillborn piglets, their live weight, and the total number of newborn piglets increases in the offspring;
- 5) with hepatopathies of sows (acute and chronic hepatitis, with the development of cirrhosis of the liver), the survival of piglets during the weaning period, their mass at the time of weaning, and the average daily weight gain decrease. These changes are more prominent in the development of liver cirrhosis;
- 6) defined macro- and microscopic changes in the liver of sows and deterioration of economic indicators arising in hepatopathies, leading to economic losses, require the development to preventive, including pharmacoprophylactic, measures aimed to debarment of occurrence of liver diseases and their transition into a chronic course.

Спис літратури. 1. Лифенцова, М. Н. Инфекционный гепатит у собак / М. Н. Лифенцова, Е. А. Горпинченко, В. В. Чернякова // *Colloquium journal*. – 2019. – № 21 (45). – С. 8–10. 2. Calero-Bernal, R. Clinical Toxoplasmosis in Dogs and Cats / R. Calero-Bernal, S. M. Gennari // *Front Vet Sci*. – 2019. – Vol. 6, № 54. – doi: 10.3389/fvets.2019.00054. PMID: 30863754; PMCID: PMC6399377. 3. Панковец, Е. М. Патоморфологические изменения в печени и почках поросят под действием ДОНА и Т2 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. 4. 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. 5. Toxicological and pathological review of concurrent occurrence of nitrite toxicity and Swine Fever in pigs / P. K. Sidhu [et al.] // *Int. Toxicol.* – Vol. 21, № 2. – P. 186–190. – doi: 10.4103/0971-6580.139806. PMID: 25253929; PMCID: PMC4170561. 6. Телепнев, В. А. Классификация, номенклатура и семиотика болезней печени / В. А. Телепнев // Ученые записки Витебской ордена "Знак Почета" государственной академии ветеринарной медицины. – Витебск, 1999. – Т. 35, ч. 1. – С. 227–230. 7. Пантелеев, К. Э. Метионин-индуцированная токсическая гепатопатия / К. Э. Пантелеев, К. А. Пазиненко, О. А. Пазиненко // *Университетская медицина Урала*. – 2020. – Т. 6, № 1 (20). – С. 21–22. 8. Гепатопатии стельных коров и их влияние на состояние воспроизводительной функции / Р. В. Роменский [и др.] // *Современные проблемы науки и образования [Электронный ресурс]*. – 2013. – № 3. – Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=9531>. – Дата доступа: 01.09.2023. 9. Курдеко, А. П. Распространение пораженной печени у свиней при промышленной технологии / А. П. Курдеко, А. В. Сенько // *Вісник Білоцерківського державного аграрного університету*. – Біла Церква, 1998. – Вип. 5, ч. 1: Проблема неінфекційної патології тварин. – С. 92–95. 10. Емельянов, В. В. Распространение болезней печени, желудка и кишечника у поросят при промышленной технологии выращивания / В. В. Емельянов // *Исследования молодых ученых в решении проблем животноводства: сборник статей II Международной научно-практической конференции*. – Витебск: ВГАВМ, 2002. – С. 94–95. 11. Взаимосвязь инфицированности свиней вирусом гепатита Е с поражением печени / П. А. Красочко [и др.] // *Экология и животный мир*. – 2022. – № 2. – С. 3–11. – <https://doi.org/10.47612/2224-1647-2022-2-3-11>. 12. Лемеш, В. М. Морфологическое проявление патологии печени у свиней / В. М. Лемеш, Т. В. Бондарь, П. И. Пахомов // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины": научно-практический журнал. – Витебск, 2009. – Т. 45, вып. 1, ч. 1. – С. 31–33. 13. Великанов, В. В. Функциональное состояние печени у свиноматок в условиях промышленных технологий и его коррекция при токсической гепатодистрофии / В. В. Великанов // *Вестник Вятской ГСХА [Электронный ресурс]*. – 2020. – № 2 (4). – Режим доступа: https://v-vgsha.info/wp-content/uploads/journal/2020/2/N2_2020_velikanov_sostoyanie_PecheniUSvinomatok.pdf. – Дата доступа: 01.04.2021. 14. Хлебус, Н. К. Нозологический профиль печёночной патологии у свиноматок / Н. К. Хлебус, С. В. Петровский // *Развитие инновационной деятельности в АПК региона: материалы Международной научно-практической конференции*. – Барнаул: АЗБУКА, 2012. – С. 166–169. 15. Курдеко, А. П. Состояние приплода, рост и развитие поросят при гепатопатиях свиноматок / А. П. Курдеко, Н. К. Хлебус, Е. И. Большакова // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2022. – № 2. – С. 54–60. – doi: 10.55471/19973225_2022_7_2_54; EDN: QLGBIA.

References. 1. Lifencova, M. N. Infekcionnyj gepatit u sobak / M. N. Lifencova, E. A. Gorpichenko, V. V. Chernyakova // *Colloquium journal*. – 2019. – № 21 (45). – С. 8–10. 2. Calero-Bernal, R. Clinical Toxoplasmosis in Dogs and Cats / R. Calero-Bernal, S. M. Gennari // *Front Vet Sci*. – 2019. – Vol. 6, № 54. – doi: 10.3389/fvets.2019.00054. PMID: 30863754; PMCID: PMC6399377. 3. 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. – Т. 57, вып. 2. – С. 48–53. – DOI:10.52368/2078-0109-2021-57-2-48-53. 4. 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 veterinarnoy mediciny" : nauchno-prakticheskij zhurnal. – Vitebsk, 2005. – T. 41, vyp. 1. – S. 46–49. 5. Toxicological and pathological review of concurrent occurrence of nitrite toxicity and Swine Fever in pigs / P. K. Sidhu [et al.] // *Int. Toxicol.* – Vol. 21, № 2. – R.186–190. – doi: 10.4103/0971-6580.139806. PMID: 25253929; PMCID: PMC4170561. 6. Telepnev, V. A. Klassifikatsiya, nomenklatura i semiotika boleznej pecheni / V. A. Telepnev // *Uchenye zapiski Vitebskoj ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennoy akademii veterinarnoy mediciny.* – Vitebsk, 1999. – T. 35, ch. 1. – S. 227–230. 7. Panteleev, K. E. Metionin-inducirovannaya toksicheskaya gepatopatiya / K. E. Panteleev, K. A. Pazinenko, O. A. Pazinenko // *Universitetskaya medicina Urala.* – 2020. – T. 6, № 1 (20). – S. 21–22. 8. Gepatopatii stel'nyh korov i ih vliyanie na sostoyanie vosproizvoditel'noj funktsii / R. V. Romenskij [i dr.] // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [Elektronnyj resurs].* – 2013. – № 3. – Rezhim dostupa : <https://science-education.ru/ru/article/view?id=9531>. – Data dostupa : 01.09.2023. 9. Kurdeko, A. P. Rasprostranenie porazhenij pecheni u svinej pri promyshlennoj tekhnologii / A. P. Kurdeko, A. V. Sen'ko // *Visnik Bilocerkovskogo derzhavnogo agrarnogo universitetu.* – Bila Cerkva, 1998. – Vip. 5, ch. 1 : Problema neinfektsij patologii tvarin. – S. 92–95. 10. Emel'yanov, V. V. Rasprostranenie boleznej pecheni, zheludka i kishechnika u porosyat pri promyshlennoj tekhnologii vyrashchivaniya / V. V. Emel'yanov // *Issledovaniya molodyh uchenykh v reshenii problem zhivotnovodstva : sbornik statej II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii.* – Vitebsk : VGAVM, 2002. – S. 94–95. 11. Vzaimosvyaz' inficirovannosti svinej virusom gepatita E s porazheniem pecheni / P. A. Krasochko [i dr.] // *Ekologiya i zhivotnyj mir.* – 2022. – № 2. – S. 3–11. – <https://doi.org/10.47612/2224-1647-2022-2-3-11>. 12. Lemesh, V. M. Morfologicheskoe proyavlenie patologij pecheni u svinej / V. M. Lemesh, T. V. Bondar', P. I. Pahomov // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny" : nauchno-prakticheskij zhurnal.* – Vitebsk, 2009. – T. 45, vyp. 1, ch. 1. – S. 31–33. 13. Velikanov, V. V. Funkcional'noe sostoyanie pecheni u svinomatok v usloviyah promyshlennykh tekhnologii i ego korrektsiya pri toksicheskoy gepatodistrofii / V. V. Velikanov // *Vestnik Vyatskoj GSKHA [Elektronnyj resurs].* – 2020. – № 2 (4). – Rezhim dostupa : https://v-vgsha.info/wp-content/uploads/journal/2020/2/N2_2020_velikanov_sostoyanie_PecheniUSvinomatok.pdf. – Data dostupa : 01.04.2021. 14. Hlebus, N. K. Nozologicheskij profil' pechyonochnoj patologii u svinomatok / N. K. Hlebus, S. V. Petrovskij // *Razvitie innovacionnoj deyatel'nosti v APK regiona : materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii.* – Barnaul : AZBUKA, 2012. – S. 166–169. 15. Kurdeko, A. P. Sostoyanie priploda, rost i razvitie porosyat pri gepatopatiyah svinomatok / A. P. Kurdeko, N. K. Hlebus, E. I. Bol'shakova // *Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii.* – 2022. – № 2. – S. 54–60. – doi: 10.55471/19973225_2022_7_2_54; EDN: QLGBIA. Паступила ў редакцыю 10.11.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-4-42-46
УДК 619:616.001:636.7.045

ВЛИЯНИЕ КАРТИСИЛАНА НА КОНСОЛИДАЦИЮ ПЕРЕЛОМОВ У СОБАК

*Семененко М.П. ORCID ID 0000-0001-8266-5900, **Винокурова Д.П. ORCID ID 0000-0003-4268-8854,
*Власенко А.А. ORCID ID 0000-0002-7580-8966, *Кузьмина Е.В. ORCID ID 0000-0003-4744-0823,
**Цветков О.Е. ORCID ID 0009-0004-3537-9759

*ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии»,
г. Краснодар, Российская Федерация

**ФГБУВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»,
г. Краснодар, Российская Федерация

Статья посвящена изучению остеогенной активности картисилана на примере собак с оскольчатыми переломами трубчатых костей с целью определения его эффективности, влияния на минеральный обмен, восстановление костной и хрящевой тканей, анаболические процессы. **Ключевые слова:** картисилан, костная ткань, собаки, переломы, рентген, биохимия крови.

EFFECT OF CARTISILAN ON FRACTURE UNION IN DOGS

*Semenenko M.P., **Vinokurova D.P., *Vlasenko A.A., *Kuzminova E.V., **Tsvetkov O.E.

*FSBSI "Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine",
Krasnodar, Russian Federation

**FSBEI "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin",
Krasnodar, Russian Federation

The article is aimed at the study of the osteogenic activity of cartisilan using the example of dogs with comminuted fractures of tubular bones in order to determine its efficiency, effect on mineral metabolism, restoration of bone and cartilage tissue and anabolic processes. **Keywords:** cartisilan, bone tissue, dogs, fractures, x-rays, blood biochemistry.

Введение. Переломы конечностей у домашних животных являются одной из самых распространенных патологий незаразной этиологии. Согласно данным В.С. Дмитриева (2017), в клиниках при диагностике собак и кошек у 72,5% регистрируют закрытые переломы, у 27,5% – открытые, из которых со смещением приходится на 64,8% случаев, а осколочных – на 50% [7, 8]. Этиологически-

ми факторами переломов в основном являются травмы различного происхождения, и лишь около 17% обусловлены нарушениями минерального обмена, приводящими к развитию остеопороза, остеодистрофии и рахита, что может являться предрасполагающим обстоятельством для возникновения фрактур у животных, способных в дальнейшем удлинять период восстановления или приводить к осложнениям костной системы [9].

Многие авторы указывают, что на переломы костей конечностей в среднем приходится около 20 % случаев обращения в ветеринарную клинику [3, 6]. Все это говорит об актуальности поиска медикаментозных средств, позволяющих ускорять процессы заживления костей, а также помогающих в дальнейшем предупреждать патологии, связанные с нарушением минерального и витаминного обмена, укрепляя костный остов животного.

Цель исследования – изучить эффективность действия комплексного остеотропного препарата «Картисилан» на собаках с полными оскольчатыми переломами на основе динамики клинической картины, рентгеновских снимков и биохимического анализа крови.

Материалы и методы исследований. В клинику ветеринарного факультета ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» поступило две собаки с полными оскольчатыми переломами в средней трети диафиза локтевой и лучевой костей (рисунки 1, 2).



Рисунок 1 – Рентгенография места перелома костей предплечья, собака Дик, 1 год 5 месяцев

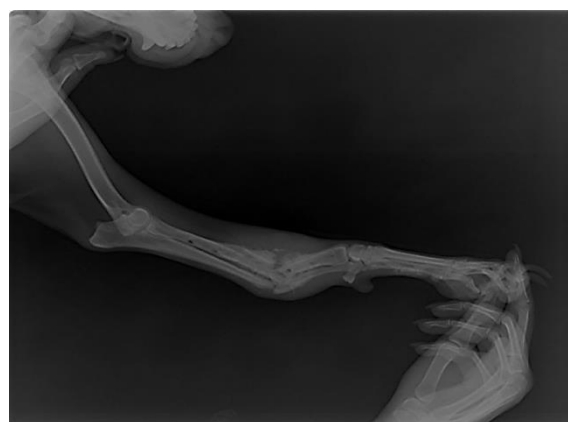


Рисунок 2 – Рентгенография места перелома костей предплечья, собака Дружок, 1 год 8 месяцев

После проведения остеосинтеза животным в качестве лекарственной поддержки и ускорения процессов восстановления был назначен новый остеотропный препарат «Картисилан», который задавался с влажным кормом один раз в день в течение 30 дней. В период исследования животные находились под постоянным клиническим наблюдением с контролем лабораторных исследований сыворотки крови и рентгенографии. Биохимические исследования проводились на биохимическом анализаторе Sinnova BS-3000P Chemistry Analyzer. Рентгенодиагностика осуществлялась на аппарате Diagnostic X-ray unit (Южная Корея) в прямой проекции.

Результаты исследований. Процесс восстановления при любом патологическом процессе сопровождается как местными, так и общими изменениями в организме. Поэтому важно изучать не только изолированные процессы в костной ткани, но и общее состояние организма, так как это в последующем сказывается на последней фазе восстановления костной ткани и в результате приводит либо к полному функциональному и анатомически верному формированию кости, либо к осложнениям, таким как образования ложных суставов или нарушение механики движения в конечности.

Костная ткань в месте перелома, как известно, восстанавливается через образование костной мозоли. При этом в области травмы затрагиваются все слои трубчатой кости, в частности молодая соединительная ткань, эндотелий сосудов гаверсовых каналов, костный мозг и эндост. Под влиянием остеобластов и фермента кислой фосфатазы в первые несколько часов после перелома происходит деминерализация концов отломков в условиях местного ацидоза, в зоне фрактуры образуется соединительнотканная мозоль, а вокруг костных отломков развивается грануляционная ткань. Клеточные элементы в последней постепенно проходят дифференцировку сначала в остеобласты и далее остециты, а формирующиеся из промежуточного вещества коллагеновые волокна составляют основную массу костной мозоли. Все процессы в организме и питательные вещества, необходимые в этот период, мобилизуются, и важно, чтобы у животного извне поступало достаточно нутриентов для восполнения [4, 5].

Благодаря комплексному составу картисилана, он не только восполняет в организме элементы, необходимые для восстановления костной ткани, но и проявляет антиоксидантное, дезинтоксикационное, антитоксическое и противоотечное действие.

Примерно через 10–12 дней после перелома наступает третья фаза формирования костной мозоли, для которой характерны процессы оссификации. В этой фазе молодые костные клетки играют главную роль, вырабатывая щелочную фосфатазу. В данный период, костная ткань еще не имеет правильного физиологического и анатомического строения, но в дальнейшем, при восстановлении опорно-двигательной функции, она подвергается перестройке согласно законам механики и прилагаемой силе. Таким образом, в четвертой фазе происходит перегруппировка костных балок и перестройка сформированной костной мозоли. Костные балки, не испытывающие необходимой статико-динамической нагрузки, в этот период рассасываются, а испытывающие – по структуре приближаются к нормальной кости. Именно в этот период особенно важно наблюдать за животным, чтобы формирующаяся костная ткань приобрела необходимые качества прочности и анатомически и физиологически верное строение [4, 5].

При клиническом наблюдении за животными установлено, что собаки, получавшие препарат «Картисилан», старались оберегать травмированные конечности и начали включать их в опорную функцию, только когда костные отломки начали прочно фиксироваться образовавшейся костной мозолью. Обычно в месте фрактуры развивается воспалительный серозный отек и слабо выраженная пролиферация. И только через 10–15 дней начинает формироваться соединительно-тканная мозоль, а отломки костей срастаются через 35–45 дней [4, 5]. Благодаря действию препарата у исследованных животных данные этапы были смещены в среднем на 2–5 дней и составили соответственно 8–9 и 29–32 дня (рисунки 3, 4).



Рисунок 3 – Собака Дик, рентгенография места перелома костей предплечья, через месяц после остеосинтеза и применения препарата «Картисилан»



Рисунок 4 – Собака Дружок, рентгенография места перелома костей предплечья через месяц после остеосинтеза и применения препарата «Картисилан»

В процессе применения препарата у животных регистрировались постепенные улучшения в клинической картине, в частности через 10 дней после начала лечения спал отек мягких тканей, отсутствовала болезненность, животные не боялись вставать на травмированную лапу. Хромота и осторожность при ходьбе сохранялись еще в течение 7–10 дней, после чего собаки смогли уверенно наступать на конечность.

При анализе биохимических показателей сыворотки крови животных (таблица 1) до применения картисилана в ряде показателей гомеостаза были выявлены изменения, характеризующие метаболические нарушения, и в первую очередь, связанные с белковым и минеральным обменами, что проявилось повышением уровня глобулинов на фоне снижения концентрации основных минеральных метаболитов – общего и ионизированного кальция, натрия и магния.

Таблица 1 – Биохимические показатели сыворотки крови собак ($M \pm m$)

Показатель	Значения				Границы референсных пределов
	фон	пределы отклонений %	через 30 дней	пределы отклонений %	
Общий белок (TP), г/л	72,5 $\pm$ 3,65		84,4 $\pm$ 5,28	$\uparrow$ 12,5	55-75
Альбумин (ALB), г/л	26,1 $\pm$ 2,35		27,8 $\pm$ 1,77		25-39
Глобулин, г/л	46,4 $\pm$ 4,22	$\uparrow$ 28,8	38,7 $\pm$ 3,14	$\uparrow$ 7,5	30–36
Креатинин (CREA), ммоль/л	52,7 $\pm$ 2,74		84,4 $\pm$ 6,32		26-130
Мочевина (UREA), ммоль/л	5,8 $\pm$ 0,34		7,04 $\pm$ 0,86		3,5-9,2
АСТ (AST), ЕД/л	52,9 $\pm$ 5,07	$\uparrow$ 25,9	25,7 $\pm$ 3,14	норма	8-42
АЛТ (ALT), ЕД/л	23,2 $\pm$ 4,25		21,9 $\pm$ 2,70		10-58
Щелочная фосфатаза (ALKP), ЕД/л	69,5 $\pm$ 5,12		135,2 $\pm$ 7,29	$\uparrow$ 76,0	10-70
α -Амилаза (AMY), ЕД/л	862,7 $\pm$ 24,30		363,9 $\pm$ 12,42		300-1500
ЛДГ (LDH), ЕД/л	232,4 $\pm$ 9,17	$\uparrow$ 5,6	43,8 $\pm$ 2,51	норма	23-220
Билирубин общий (BILT), мкмоль/л	6,0 $\pm$ 0,24		6,2 $\pm$ 0,37		2-13,5
Билирубин прямой (BILD), мкмоль/л	0,50 $\pm$ 0,11		0,31 $\pm$ 0,09		0,00-5,5
Фосфор неорганический (PHOS), ммоль/л	1,46 $\pm$ 0,24		1,67 $\pm$ 0,38		1,1-2,0
Кальций общий (Ca), ммоль/л	2,03 $\pm$ 0,71	$\downarrow$ 11,7	2,55 $\pm$ 0,43	норма	2,3-3,3
Кальций ионизированный (iCa), ммоль/л	1,04 $\pm$ 0,06	$\downarrow$ 17,5	1,29 $\pm$ 0,11	норма	1,26-1,50
Калий (K), ммоль/л	4,40 $\pm$ 0,57		4,18 $\pm$ 0,62		3,8-5,6
Натрий (Na), ммоль/л	137,6 $\pm$ 6,18		147,1 $\pm$ 7,51		140-154
Магний (Mg), ммоль/л	0,54 $\pm$ 0,03	$\downarrow$ 32,5	0,81 $\pm$ 0,08	норма	0,80-1,4
Хлор (Cl), ммоль/л	111,0 $\pm$ 5,32		114,4 $\pm$ 4,93		96-122

У травмированных собак увеличен уровень глобулинов (на 28,8%) от верхних границ нормы, что может быть связано с пролонгированным стрессом, обусловленным болевой реакцией в месте перелома. Кроме того, диспротеинемия в данном случае может служить показателем реакции системы иммунитета, когда происходит выработка антител и аутоантител, в том числе, при воспалении, коллагенозе и деструкции тканей.

Увеличение ферментной активности, в частности аспартатаминотрансферазы и лактатдегидрогеназы, является признаком заболеваний опорно-двигательного аппарата, некротических повреждений тканей, при которых происходит цитоллиз и утрата цитоплазмы и выход ферментов, особенно ЛДГ, в плазму крови [1].

Снижение уровня общего кальция проявляется при нарушениях его всасывания или недостатке в получаемых кормах, гипопаратиреозе, гиповитаминозе Д. Менее выражены проявления гипокальциемии при почечной недостаточности, и при хронических формах поражения часто сопровождаются нарастающим остеопорозом. В нашем случае не следует исключать явление относительной гипокальциемии, обусловленное стрессовым или шоковым состоянием. И, наконец, снижение уровня кальция в крови может быть связано с повышенной активностью глюкокортикоидных гормонов, которые, стимулируя резорбцию костной ткани, одновременно нарушают всасывание его через желудочно-кишечный тракт и активируют выведение кальция с мочой. Тогда как причиной снижения сывороточной концентрации ионизированного кальция может быть дефицит магния и витамина Д₃ [1, 2].

Из совокупности данных можно сделать вывод, что у собак наблюдаются признаки воспаления и поражения мягких тканей, а дефицит ряда необходимых для костной ткани элементов обуславливает развитие осложнений при консолидации переломов или неполное восстановление костей.

Через месяц применения картисилана у животных в биохимическом гомеостазе отмечена нормализация большинства показателей до пределов видовой нормы, таких как АСТ, ЛДГ, кальций общий и ионизированный, калий, натрий и магний. Повышенное содержание ЩФ и уровня общего белка в восстановительном периоде после переломов костей и на фоне разрушения костных тканей не является патологией, характеризуя снижение воспалительных и катаболических процессов в

мягких тканях, а также нормализацию уровня костного изомера щелочной фосфатазы, концентрации которых в крови следует рассматривать как основные маркеры остеогенеза.

Заключение. Таким образом, применение препарата «Картисилан» собакам с полными оскольчатыми переломами оказало положительное влияние на процессы ремоделирования костной ткани, способствуя усилению ее прочности, ускорению регенерации кости, активизации синтеза органического матрикса и процессов кальцификации на фоне нормализации общего состояния животных.

Conclusion. Thus, the use of the drug cartisilan in dogs with complete comminuted fractures had a positive effect on the processes of bone tissue remodeling, promoted bone strengthening, accelerating bone regeneration, activated the synthesis of organic matrix and calcification processes against the background of normalization of the general condition of the animals.

Список литературы. 1. Васильев, Ю. Г. *Ветеринарная клиническая гематология : учебное пособие* / Ю. Г. Васильев, Е. И. Трошин, А. И. Любимов. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – С. 269. 2. *Гематология : учебник* / Ю. Г. Васильев [и др.]. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – С. 210. 3. Гессе, И. Ю. Особенности фиксации при переломах предплечья у собак и кошек / И. Ю. Гессе, В. В. Анников // *Ветеринария Поволжья*. – 2004. – № 2 (8). – С. 33–34. 4. *Практикум по общей хирургии : учебное пособие* / А. А. Стекольников [и др.]. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – С. 312. 5. Скубко, О. Р. Морфофункциональные особенности и болезни костей животных : учебное пособие / О. Р. Скубко, О. Н. Шушакова. – Омск : Омский ГАУ, 2020. – С. 47. 6. Шевцов, В. И. Аппарат Илизарова. Биомеханика / В. И. Шевцов, В. А. Немков, Л. В. Скляр. – Курган : Периодика, 1995. – С. 165. 7. Шрейнер, А. А. Внедрение чрескостного остеосинтеза в ветеринарную медицину / А. А. Шрейнер, Н. В. Петровская, С. А. Ерофеев // *Гений ортопедии*. – 1998. – № 4. – С. 72–74. 8. Дмитрієв, В. С. Частота виникнення та особливості переломів кісток периферичного скелета у собак / В. С. Дмитрієв, Н. М. Хомин // *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького*. – 2017. – Т. 19, № 82. 9. Somatomedins on growth and differentiation of muscle and bone / E. R. Froach [et al.] // *J.Anim. Sei.* – 1986. – № 63, S.r. – P. 57–75.

References. 1. Vasil'ev, YU. G. *Veterinarnaya klinicheskaya gematologiya : uchebnoe posobie* / YU. G. Vasil'ev, E. I. Troshin, A. I. Lyubimov. – Sankt-Peterburg : Lan', 2022. – S. 269. 2. *Gematologiya : uchebnyk* / YU. G. Vasil'ev [i dr.]. – Sankt-Peterburg : Lan', 2020. – S. 210. 3. Gesse, I. YU. *Osobennosti fiksatsii pri perelomah predplech'ya u sobak i koshek* / I. YU. Gesse, V. V. Annikov // *Veterinariya Povolzh'ya*. – 2004. – № 2 (8). – S. 33–34. 4. *Praktikum po obshchei hirurgii : uchebnoe posobie* / A. A. Stekol'nikov [i dr.]. – Sankt-Peterburg : Lan', 2022. – S. 312. 5. Skubko, O. R. *Morfofunktsional'nye osobennosti i bolezni kostei zhivotnykh : uchebnoe posobie* / O. R. Skubko, O. N. Shushakova. – Omsk : Omskij GAU, 2020. – S. 47. 6. Shevcov, V. I. *Apparat Ilizarova. Biomekhanika* / V. I. Shevcov, V. A. Nemkov, L. V. Sklyar. – Kurgan : Periodika, 1995. – S. 165. 7. Shrejner, A. A. *Vnedrenie chreskostnogo osteosinteza v veterinarnuyu medicinu* / A. A. Shrejner, N. V. Petrovskaya, S. A. Erofeev // *Genij ortopedii*. – 1998. – № 4. – S. 72–74. 8. Dmitriev, V. S. *Chastota viniknennya ta osoblivosti perelomiv kistok periferichnogo skeleta u sobak* / V. S. Dmitriev, N. M. Homin // *Naukovij visnik LNUVMB imeni S.Z. Gzhic'kogo*. – 2017. – T. 19, № 82. 9. Somatomedins on growth and differentiation of muscle and bone / E. R. Froach [et al.] // *J.Anim. Sei.* – 1986. – № 63, S.r. – P. 57–75.

Поступила в редакцию 10.10.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-4-46-50

УДК 619:618:14-002:636.2

ЭТИОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОСЛЕРОДОВОГО МЕТРИТА У МОЛОЧНЫХ КОРОВ ПРИ РАЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Скорики В.Н. ORCID ID 0000-0002-3135-5811, Манжурина О.А. ORCID ID 0000-0003-0147-8965,

Михалев В.И. ORCID ID 0000-0001-9684-4045

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

В статье представлены данные о частоте выделения возбудителей послеродового метрита у молочных коров. Микрофлора шеечно-вагинальной слизи и экссудата (n=150) изолирована в виде монокультур в 44,7%, в виде ассоциаций – в 55,3% случаев. Наиболее часто выделяли *E. coli*, что позволяет считать его одним из основных возбудителей данного заболевания. На предприятиях с беспривязным содержанием микробный пейзаж половых путей заболевших послеродовым метритом коров имел более широкий спектр возбудителей, который был представлен многочисленными ассоциациями. От этих животных были выделены также *Fusobacterium necrophorum*, *Actinomyces pyogenes*, способствующие более тяжелому течению воспалительного процесса с его манифестацией. **Ключевые слова:** коровы, послеродовый метрит, микрофлора, этиологическая структура.

ETIOLOGICAL STRUCTURE OF POSTPARTUM METRITIS IN DAIRY COWS UNDER VARIOUS TECHNOLOGIES OF THEIR MANAGEMENT

Skorikov V.N., Manzhurina O.A., Mikhalev V.I.

FSBSI "All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy",
Voronezh, Russian Federation

The article presents the data on the frequency of isolation of postpartum metritis pathogens in dairy cows. The microflora of cervical-vaginal mucus and exudate (n=150) was isolated in the form of monocultures in 44.7% of cases, in the form of associations - in 55.3% of cases. E. coli was most often isolated, which allows us to consider it one of the main causative agents of this disease. At enterprises with loose keeping, the microbial landscape of the genital tract of cows with postpartum metritis had a wider range of pathogens, which was represented by numerous associations. Fusobacterium necrophorum and Actinomyces pyogenes were also isolated from these animals, contributing to a more severe course of the inflammatory process with its manifestation. Keywords: cows, postpartum metritis, microflora, etiological structure.

Введение. Рентабельности отрасли молочного животноводства в современных условиях невозможно достичь без интенсивного воспроизводства стада [1].

Однако интенсивная эксплуатация маточного поголовья в значительной мере сдерживается рядом факторов, среди которых ведущее место занимают акушерско-гинекологические заболевания новотельных коров [2, 3].

Одной из самых распространенных патологий послеродового периода является метрит. В высокопродуктивных стадах он регистрируется у 30-70% и более животных. Экономический ущерб, вызванный им, связан как с расстройством репродуктивной функции и лактации, так и большими затратами на их лечение [2, 3, 4, 5].

Общепризнано, что ведущей причиной возникновения послеродового метрита является действие условно-патогенных и патогенных микроорганизмов, представленных различными видами и ассоциациями [6].

Базовой схемой лечения коров при данных заболеваниях остается комплексная терапия с использованием патогенетических, симптоматических и антибактериальных средств. Однако расширение спектра этиологической структуры заболевания и ускоренная селекция лекарственно-устойчивых штаммов патогенных микроорганизмов сопровождается снижением терапевтической эффективности традиционно используемых препаратов. Она не превышает 78-85%. При этом, часто используемая этиотропная терапия приводит к контаминации животноводческой продукции антибиотиками, сульфаниламидами, что влечет за собой браковку молока как в период лечения животного, так и в течение 5-8 дней после его окончания [7, 8].

Таким образом, мониторинг видового состава микроорганизмов, вызывающих воспалительные процессы в матке новотельных коров, изучение чувствительности к антимикробным препаратам, обеспечит более эффективную терапию, что позволит снизить рост резистентности среди бактериальных патогенов [9].

Цель исследований - изучить видовой состав микроорганизмов, участвующих в развитии послеродового метрита у молочных коров при различных технологиях их содержания.

Материалы и методы исследований. Объектом исследований служили новотельные коровы, заболевшие послеродовым метритом. Диагноз на послеродовый метрит устанавливали в соответствии с «Методическим пособием по профилактике бесплодия у высокопродуктивного молочного скота» (Воронеж, 2010) [7]. Материалом для исследования являлась цервикальная слизь и экссудат, полученная из канала шейки матки в стерильные зонд-тампоны с транспортной средой фирмы «HiMedia». Отбор маточно-цервикальных проб от больных коров проводили по методике Н.Н. Михайлова с соавт. (1967) [10]. Для определения состава микрофлоры использовались посевы бактерий и грибов на питательные среды МПБ, МПА, Эндо, Плоскирева, Китта-Тароцци, Сабуро, МРС, Блаурокка производства НИЦФ г. Санкт-Петербург. Дифференциацию осуществляли на основании биохимических и морфологических свойств выделенных культур.

Результаты исследований. С целью выяснения роли микробного фактора в возникновении и развитии послеродового метрита у молочных коров микробиологическим и микологическим исследованиям подвергнуто 150 проб маточно-цервикальной слизи и экссудата.

Результаты бактериологических и микологических исследований патологического материала представлены в таблице 1.

Установлено, что из 150 проб маточно-цервикальной слизи и экссудата от больных послеродовым метритом коров всего выделено 230 культур микроорганизмов из 6 семейств – энтеробактерии, фузобактерии, стафилококки, энтерококки, актиномицеты и дрожжеподобные грибы, как в виде монокультур (44,7%), так и их ассоциаций (55,3%).

Грамотрицательная микрофлора была представлена – *E. coli* (42,1%), *Sal. dublin* (11,3%), *Pr. vulgaris* (2,6%), *Ent. cloacae* (4,0%), *Ent. aerogenes* (4,0%), *Morganella morganii* (1,3%) и *Fusobacterium*

necrophorum (7,9%), которые были выделены в 22% случаев в виде монокультур и в 50,7% – в виде ассоциаций (4,0% с грамотрицательными и 46,7% с грамположительными микроорганизмами). *E. coli* в монокультурах изолировали в 15,4 % случаев, в ассоциациях – 26,7% (*E. coli* + *Sal.dublin* – 3,3%, *E.coli* + *Enterococcus faecalis* – 5,3%, *E.coli* + *Actinomyces pyogenes* – 3,3%, *E.coli* + *Enterococcus faecalis* + Дрожжеподобные грибы – 6,0%, *E. coli* + *Sal.dublin* + *Candida albicans* – 6,0%, *Staph. aureus* + *Enterococcus faecalis* + *E. coli* + Дрожжеподобные грибы – 2,6%. *E. coli* + *Sal. dublin* – 3,3%), *S.dublin* в монокультурах в – 2,0%, в ассоциациях – 9,3% (*Sal. Dublin* + *Candida albicans* + *E. coli* – 6,0%), *Pr. vulgaris* в ассоциациях – 2,6% (*Enterococcus faecium* + *Pr. vulgaris* + *E. coli* – 2,6%), *Ent. cloacer* в ассоциациях – 4,0% (*Ent. cloacer* + Дрожжеподобные грибы – 4,0%), *Ent. aerogenes* в ассоциациях – 4,0% (*Ent. aerogenes* + Дрожжеподобные грибы – 4,0%), *Morganella morganii* в ассоциациях – 1,3% (*Morganella morganii* + *Staph. epidermidis* + *Enterococcus faecium* – 1,3%), *Fusobacterium necroforum* в монокультурах в – 5,3%, в ассоциациях – 2,6% (*Fusobacterium necroforum* + *Actinomyces pyogenes* – 2,6%).

Грамположительная микрофлора была представлена - *Staph. aureus* (27,3%), *Staph. epidermidis* (0,7%), *Enterococcus faecalis* – 17,3%, *Enterococcus faecium* – 2,6%, а также *Actinomyces pyogenes* (11,2%), микроскопическими дрожжеподобными грибами (41,8%), в т.ч. *Candida albicans* (15,5%). *Actinomyces pyogenes* изолировали в монокультурах 5,3%, в ассоциациях – 6,0% (*Actinomyces pyogenes* + *E. coli* – 3,33%, *Fusobacterium necroforum* + *Actinomyces pyogenes* – 2,66%), *Staph. aureus* в монокультурах в –15,4%, в ассоциациях – 11,9% *Staph. aureus*+ *Enterococcus faecalis* + *E. coli* + Дрожжеподобные грибы – 2,6%, *Staph. aureus* + *Enterococcus faecalis* + Дрожжеподобные грибы – 9,3%), *Staph. epidermidis* в ассоциациях – 0,7% (*Morganella morganii* + *Staph. epidermidis* + *Enterococcus faecium* – 0,7%), *Enterococcus faecalis* в ассоциациях – 17,3% (*E. coli* + *Enterococcus faecalis* – 4,0%, *E. coli*+ *Enterococcus faecalis* + Дрожжеподобные грибы – 5,3%, *Staph. aureus*+ *Enterococcus faecalis* + *E. coli* + Дрожжеподобные грибы - 2,6%), *Enterococcus faecium* в ассоциациях – 2,6% (*Enterococcus faecium* + *Pr. vulgaris* + *E. coli* – 2,6%), Дрожжеподобные грибы в монокультурах – 1,3%, ассоциациях – 24,6% (*Ent. cloacer* + Дрожжеподобные грибы – 4,0%, *Ent. aerogenes* + Дрожжеподобные грибы – 3,33%, *E. coli* + *Enterococcus faecalis* + Дрожжеподобные грибы – 5,3%, *Staph.aureus* + *Enterococcus faecalis* + *E. coli* + Дрожжеподобные грибы – 2,6%, *Staph. aureus*+ *Enterococcus faecalis* + Дрожжеподобные грибы – 9,3%), *Candida albicans* в монокультурах – 1,3% в ассоциациях – 14,6% (*Candida albicans* + *E. coli* – 9,3%, *Sal. Dublin* + *Candida albicans* + *E. coli* – 5,3%).

Ассоциации из двух микроорганизмов изолировали в 22,65% случаев (*E. coli*+ *Sal. dublin*, *E. coli* + *Actinomyces pyogenes*, *Ent. cloacer* + Дрожжеподобные грибы, *Ent. aerogenes* + Дрожжеподобные грибы, из трех – 23,4%, из четырех – 2,4% (*Staph. aureus*+ *Enterococcus faecalis* + *E. coli*+ Дрожжеподобные грибы).

Проведенными исследованиями установлено, что в развитии воспалительных заболеваний половых путей коров принимают участие как грамположительные и грамотрицательные микроорганизмы в 44,7% случаев в виде монокультур, в том числе (грамотрицательный - 22,0%, грамположительный - 22,7%), так и в форме ассоциаций - 55,3% в разных сочетаниях (грамотрицательные – 4,0%, грамположительные – 9,3%, грамотрицательные + грамположительные – 42%).

Таблица 1 - Микроорганизмы, выделенные из маточно-цервикальной слизи и экссудата больных послеродовым метритом коров

Микрофлора	Выделено культур микроорганизмов					
	всего		монокультура		ассоциации	
	Число проб	%	Число проб	%	Число проб	%
Грамотрицательные						
<i>E. coli</i>	63	42,1	23	15,4	40	26,7
<i>Sal. dublin</i>	16	11,3	2	2,0	14	9,3
<i>Pr. vulgaris</i>	4	2,6	-	-	4	2,6
<i>Ent. cloacer</i>	6	4,0	-	-	6	4,0
<i>Ent. aerogenes</i>	6	4,0	-	-	6	4,0
<i>Morganella morganii</i>	2	1,3	-	-	2	1,3
<i>Fusobacterium necroforum</i>	12	7,9	8	5,3	4	2,6
Итого	109	72,6	33	22,0	76	50,6

Продолжение таблицы 1

Микрофлора	Выделено культур микроорганизмов					
	всего		монокультура		ассоциации	
	Число проб	%	Число проб	%	Число проб	%
Грамположительные						
<i>Actinomyces pyogenes</i>	17	11,3	8	5,3	9	6,0
<i>Staph. aureus</i>	41	27,3	23	15,4	18	11,9
<i>Staph. epidermidis</i>	1	0,7	-	-	1	0,7
<i>Enterococcus faecalis</i>	26	17,3	-	-	26	17,3
<i>Enterococcus faecium</i>	4	2,6	-	-	4	2,6
Дрожжеподобные грибы, в т.ч.	39	25,9	2	1,3	37	24,6
<i>Candida albicans</i>	24	15,9	2	1,3	22	14,6
Итого	121	80,7	34	22,7	87	58
Всего культур	230	100	67	44,7	83	55,3

Нами также установлено, что микрофлора, выделенная из половых путей заболевших послеродовым метритом коров, в хозяйствах с традиционной и беспривязной технологией эксплуатации, различались. Так, на молочных предприятиях с привязным содержанием у коров симментальской породы с заболеваемостью послеродовым метритом от 59,3 до 65,1% и у животных красно-пестрой породы с проявлением акушерской патологии у 62,6–71,6% животных из 96 проб маточного экссудата выделялась идентичная условно-патогенная и патогенная микрофлора, как в монокультуре (*E. coli* – 11,0%, *Staph. aureus* – 9,4%, *Candida albicans* – 1,3%), так и в ассоциациях (*E. coli* + *Enterococcus faecalis* – 5,3%, *E. coli* + *Enterococcus faecalis* + Дрожжеподобные грибы – 6,0%, *Staph. aureus* + *Enterococcus faecalis* + Дрожжеподобные грибы – 9,3%, *Ent. cloacae* + Дрожжеподобные грибы – 4,0%, *Candida albicans* + *E. coli* – 9,3%, *E. coli* + *Sal. dublin* – 3,3%, *Enterococcus faecium* + *Pr. vulgaris* + *E. coli* – 2,6%, *Ent. cloacae* + Дрожжеподобные грибы – 4,0%, *Ent. aerogenes* + Дрожжеподобные грибы – 4,0%, *E. coli* + *Enterococcus faecalis* + Дрожжеподобные грибы – 5,3%, *Morganella morganii* + *Staph. epidermidis* + *Enterococcus faecium* – 0,7%, *Morganella morganii* + *Staph. epidermidis* + *Enterococcus faecium* – 1,3%, *E. coli* + *Sal. Dublin* + *Candida albicans* – 5,3%).

У особей голштинской породы, содержащихся на крупных молочных комплексах с проявлением послеродового метрита у 78,0–86,4% животных, из 54 проб, отобранных из цервикального канала, идентифицировали микроорганизмы в виде монокультур (*E. coli* – 4,4%, *Sal. dublin* – 2,0%, *Fusobacterium necrophorum* – 5,3%, *Staph. aureus* – 7,0%), ассоциаций (*E. coli* + *Sal. Dublin* – 3,3%, *E. coli* + *Actinomyces pyogenes* – 3,3%, *E. coli* + *Sal. Dublin* + *Candida albicans* – 6,0%, *Staph. aureus* + *Enterococcus faecalis* + *E. coli* + Дрожжеподобные грибы – 2,6%, *Sal. Dublin* + *Candida albicans* + *E. coli* – 6,0%, *Fusobacterium necrophorum* + *Actinomyces pyogenes* – 2,6%, *Actinomyces pyogenes* + *E. coli* – 3,33%, *Fusobacterium necrophorum* + *Actinomyces pyogenes* – 2,6%, *Staph. aureus* + *Enterococcus faecalis* + *E. coli* + Дрожжеподобные грибы – 2,6%, *E. coli* + *Enterococcus faecalis* – 4,0%, *Staph. aureus* + *Enterococcus faecalis* + *E. coli* + Дрожжеподобные грибы – 2,6%, *Enterococcus faecium* + *Pr. vulgaris* + *E. coli* – 2,6%, *Ent. Aerogenes* + Дрожжеподобные грибы – 3,33%, *Staph. aureus* + *Enterococcus faecalis* + *E. coli* + Дрожжеподобные грибы – 2,6%, *Sal. dublin* + *Candida albicans* + *E. coli* – 5,3%).

Таким образом, на предприятиях с беспривязным содержанием высокопродуктивных животных, микробный пейзаж половых путей заболевших послеродовым метритом имел более широкий спектр возбудителей, который представлен многочисленными ассоциациями. По-нашему мнению, этому способствует круглогодичное содержание коров на ограниченных площадях, в результате чего контаминация внешней среды микроорганизмами повышается и увеличивается микробный прессинг на животных. От этих коров были выделены патогенные *Fusobacterium necrophorum*, *Actinomyces pyogenes*, способствующие более тяжелому течению воспалительного процесса с его манифестацией.

В связи с тем, что у животных всех пород диагностировали гнойно-катаральный, гнойно-фибринозный, некротический, гангренозный послеродовой метрит нами проведены микробиологические исследования патологического материала с целью определения участия возбудителей в развитии вышеуказанных воспалительных процессов.

Из экссудата матки при гнойно-катаральном воспалении были изолированы: *E. coli*, *Staph. aureus*, *Enterococcus faecalis*, Дрожжеподобные грибы, *Enterococcus faecium*, *Morganella morganii*, *Staph. epidermidis*, *Candida albicans*. Клиническое проявление патологии у коров в подавляющем большинстве случаев протекало без изменений общего состояния, поскольку воспалительный процесс развивался в эндометрии. При поражении более глубоких слоев матки (миометрия) при гнойно-фибринозном и гнойно-некротическом воспалении наряду с вышеперечисленными патогенами изолировали *Fusobacterium necrophorum*, *Actinomyces pyogenes*, *Sal. dublin*. Выделение этих инфекционных агентов свидетельствует о более тяжелом течении послеродового метрита с системными признаками (повышение температуры тела, снижение потребления и отказ от корма) и манифестацией патологического процесса.

Закключение. Результаты проведенных бактериологических и микологических исследований патологического материала от больных послеродовым метритом коров свидетельствуют о том, что стартовая терапия больных животных должна включать применение комплексных антибактериальных препаратов широкого спектра действия, эффективных как в отношении грамположительных, так и грамотрицательных микроорганизмов, с последующим обязательным определением антибиограммы.

Conclusion. The results of bacteriological and mycological studies of pathological material from the cows with postpartum metritis indicate that initial therapy for sick animals should include the use of complex broad-spectrum antibacterial drugs, effective against both gram-positive and gram-negative microorganisms, followed by mandatory determination of the antibiogram.

Список литературы. 1. Багманов, М. А. Терапия и профилактика патологии органов размножения и молочной железы у коров / М. А. Багманов, Н. Ю. Терентьева, Р. Н. Сафиулов. – Казань, 2012. – 187 с. 2. Послеродовой метрит у молочных коров / А. Г. Нежданов [и др.] // Ветеринария – 2016. – № 8. – С. 4–10. 3. Турченко, А. Н. Этиология, профилактика и терапия акушерско-гинекологической патологии у коров на фермах промышленного типа / А. Н. Турченко, И. С. Коба // Современные проблемы ветеринарного обеспечения репродуктивного здоровья животных : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения проф. В. А. Акатова. – Воронеж, 2009. – С. 369 – 372. 4. Defining and diagnosing postpartum clinical endometritis, and its impact on reproductive performance in dairy cows / S. I. Leblanc [et al.] // J. Dairy Sci. – 2002 – № 85. – P. 2223–2236. 5. Sheldon, I. M. Postpartum uterine health in cattle / I. M. Sheldon, H. Dobson // Anim. Reprod. Sci. – 2004. – № 82-83. – P. 295–306. 6. Багманов, М. А. Микрофлора матки коров после патологических родов / М. А. Багманов, Р. Н. Сафиулов // Российский ветеринарный журнал. – 2007. – Спец. вып. – С. 12. 7. Методическое пособие по профилактике бесплодия у высокопродуктивного молочного скота / А. Г. Нежданов [и др.]. – Воронеж, 2010. – 54 с. 8. Фармакотерапия эндометритов у коров / В. А. Антипов [и др.]. – Краснодар : Кубанский ГАУ, 2011. – 227 с. 9. Балбуцкая, А. А. Антибиотикограмма микроорганизмов, выделенных от больных острым эндометритом коров / А. А. Балбуцкая, В. Н. Скворцов, С. С. Белимов // Ветеринарный врач. – 2019. – № 5. – С. 4–10. 10. Михайлов, Н. Н. Получение проб цервикальной слизи от коров / Н. Н. Михайлов, М. А. Лучко, З. С. Коннова // Ветеринария. – 1967. – Вып. 1. – С. 80.

References. 1. Bagmanov, M. A. Terapiya i profilaktika patologii organov razmnzheniya i molochnoj zhelezy u korov / M. A. Bagmanov, N. YU. Terent'eva, R. N. Safiulov. – Kazan', 2012. – 187 s. 2. Poslerodovoj metrit u molochnyh korov / A. G. Nezhdanov [i dr.] // Veterinariya – 2016. – № 8. – S. 4–10. 3. Turchenko, A. N. Etiologiya, profilaktika i terapiya akushersko-ginekologicheskoy patologii u korov na fermah promyshlennogo tipa / A. N. Turchenko, I. S. Koba // Sovremennye problemy veterinarnogo obespecheniya reproduktivnogo zdorov'ya zhivotnyh : materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 100-letiyu so dnya rozhdeniya prof. V. A. Akatova. – Voronezh, 2009. – S. 369 – 372. 4. Defining and diagnosing postpartum clinical endometritis, and its impact on reproductive performance in dairy cows / S. I. Leblanc [et al.] // J. Dairy Sci. – 2002 – № 85. – R. 2223–2236. 5. Sheldon, I. M. Postpartum uterine health in cattle / I. M. Sheldon, H. Dobson // Anim. Reprod. Sci. – 2004. – № 82-83. – R. 295–306. 6. Bagmanov, M. A. Mikroflora matki korov posle patologicheskikh rodov / M. A. Bagmanov, R. N. Safiulov // Rossijskij veterinarnyj zhurnal. – 2007. – Spec. vyp. – S. 12. 7. Metodicheskoe posobie po profilaktike besplodiya u vysokoproduktivnogo molochnogo skota / A. G. Nezhdanov [i dr.]. – Voronezh, 2010. – 54 s. 8. Farmakoterapiya endometritov u korov / V. A. Antipov [i dr.]. – Krasnodar : Kubanskij GAU, 2011. – 227 s. 9. Balbuckaya, A. A. Antibiotikogramma mikroorganizmov, vydelennyh ot bol'nyh ostrym endometritom korov / A. A. Balbuckaya, V. N. Skvorcov, S. S. Belimov // Veterinarnyj vrach. – 2019. – № 5. – S. 4–10. 10. Mihajlov, N. N. Poluchenie prob cervikal'noj slizi ot korov / N. N. Mihajlov, M. A. Luchko, Z. S. Konnova // Veterinariya. – 1967. – Vyp. 1. – S. 80.

Поступила в редакцию 10.10.2023.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ Фолликулярного ЭПИТЕЛИЯ В ОВОГЕНЕЗЕ У АУТОСЕКСНОГО ГИБРИДА ЯПОНСКОГО ПЕРЕПЕЛА

***Федотов Д.Н., *Васютёнок В.И., **Кусенков А.В.**

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

*В статье представлены результаты изучения морфологических преобразований фолликулярного эпителия в овогенезе у аутосексного гибрида японского перепела в условиях промышленного выращивания. В зависимости от морфологии фолликулярного эпителия на разных этапах его развития впервые выделено 7 стадий, каждая из которых соответствует определенному диаметру овоцита и определенному этапу овогенеза. Установлено, что развитие овоцита и окружающего его фолликулярного эпителия в ходе овогенеза у аутосексного гибрида японского перепела представляет собой один из примеров сопряженных изменений внутри единой функциональной системы – фолликула. Фолликулярный эпителий птиц не может рассматриваться как примитивный ни филогенетический (эта класс достаточно высоко стоит в филогенетическом ряду позвоночных), ни онтогенетический. **Ключевые слова:** перепела, гибрид, фолликул, яичник, овоцит, эпителий, ядро, мембрана.*

MORPHOLOGICAL TRANSFORMATIONS OF FOLLICULAR EPITHELIUM DURING OOGENESIS IN AN AUTOSEX HYBRID OF JAPANESE QUAIL

***Fiadotau D.N., *Vasiutsionak V.I., **Kusenkov A.V.**

*Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine,
Vitebsk, Republic of Belarus
**Soligorsk Poultry Farm,
Soligorsk, Republic of Belarus

*The article presents the results of studies on the morphological transformations of the follicular epithelium during oogenesis in an autosex hybrid of the Japanese quail under industrial growing conditions. Depending on the morphology of the follicular epithelium at different stages of its development, 7 stages were first identified, each of which corresponds to a certain diameter of the oocyte and a certain stage of oogenesis. It has been established that the development of the oocyte and the surrounding follicular epithelium during oogenesis in an autosex hybrid of the Japanese quail is another example of covariation within a single functional system – the follicle. The follicular epithelium of birds cannot be considered primitive, neither phylogenetically (this class is quite high in the vertebrate phylogeny) nor ontogenetically. **Keywords:** quail, hybrid, follicle, ovary, oocyte, epithelium, nucleus, membrane.*

Введение. Перепеловодство, поставленное на промышленный уровень, в Республике Беларусь является самой молодой из всех аграрных отраслей. Несмотря на это, темпы его развития, востребованность и конкурентоспособность продукции в современных рыночных условиях ставит перед исследователями задачи, направленные на увеличение яичной продуктивности [6].

Выявление возрастных закономерностей и видовых особенностей морфологической организации яичника и структурных эквивалентов его функционального состояния представляет одну из фундаментальных проблем не только морфологии, но и птицеводства [1, 4, 5, 10, 13]. Несмотря на имеющиеся фундаментальные сведения в области функциональной морфологии половой системы самок, у представителей таких продуктивных птиц, как перепел, имеются единичные сообщения, посвященные анализу морфологической организации яичника и структурных преобразований, обусловленных возрастным фактором [2, 3, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 15].

Цель исследований. Определить морфологические преобразования фолликулярного эпителия в овогенезе у аутосексного гибрида японского перепела.

Материалы и методы исследований. Морфологический материал отбирался от аутосексного гибрида японского перепела, выращиваемого в условиях ОАО «Солигорская птицефабрика». Для гистологического исследования брали яичники, фиксировали в 10%-ном нейтральном формалине, а в дальнейшем заливали в парафин. Из каждого блока изготавливали гистологические срезы (толщиной 5-8 мкм), окрашивали гематоксилин-эозином.

Результаты исследований. В зависимости от морфологии фолликулярного эпителия на разных этапах его развития выделено 7 стадий (стадии отражены в таблице 1), каждая из которых соответствует определенному диаметру овоцита и определенному этапу овогенеза. Все овариальные овоциты находятся на интрофолликулярной стадии.

Таблица 1 – Соотношение морфологии фолликулярного эпителия с диаметром (d) ооцита и высотой (h) эпителиального пласта (высота фолликулярного эпителия и диаметр ооцитов даны в мкм)

Стадии развития, вид эпителия	d, мкм	h, мкм
I стадия Однослойный плоский фолликулярный	30-60	3-5
II стадия Однослойный кубический фолликулярный	70-130	6-8
III стадия Однослойный призматический	150-250	10-12
IV стадия «Временно неупорядоченный» фолликулярный	290-500	14-18
V стадия Однослойный многорядный призматический фолликулярный	600-1000	18-22
VI стадия Однорядный призматический фолликулярный	1000-2500	9-12
VII стадия Однослойный кубический Однослойный плоский	10000-14000 25000	6-8 3-5

I стадия. *Однослойный плоский фолликулярный эпителий* характерен для овоцитов диаметром 30-60 мкм. Высота фолликулярных клеток – 3-5 мкм, ядра их уплощены параллельно поверхности овоцита, содержат, как и на последующих стадиях, по одному ядрышку со сгущенным хроматином, прилежащему к ядерной мембране. Цитоплазма фолликулярных клеток однородна, оксифильна. Тека фолликула еще отсутствует. Ядро овоцита находится на диплонтной стадии профазы мейоза, овоплазма оксифильна, за исключением наиболее мелких овоцитов (диаметром 20-30 мкм), у которых она слабо базофильна.

II стадия. *Однослойный кубический фолликулярный эпителий* одевает поверхность овоцита с диаметром 70-130 мкм; высота клеток – 6-8 мкм, ядра их округлой формы, расположены ближе к апикальному полюсу клетки. Цитоплазма фолликулярных клеток менее оксифильна, чем на предыдущей стадии. Тека фолликула еще не выражена. Хромосомы в ядре овоцита окрашиваются менее интенсивно, на них расположены многочисленные ядрышкоподобные (белковые) тела.

III стадия. У овоцитов с диаметром 150-250 мкм фолликулярный эпителий приобретает вид *однослойного призматического*. Высота клеток – 10-12 мкм. Становление призматической формы клеток происходит одновременно по всей поверхности овоцитов (так как на поверхности овоцита у перепелят можно наблюдать участки плоского, кубического и призматического по форме своей клеток фолликулярного эпителия). Само появление в составе фолликулов участков с призматическим эпителием у перепелят наблюдается при меньших диаметрах овоцитов (110-120 мкм), чем у половозрелых перепелов. Ядра в клетках призматического фолликулярного эпителия обычно расположены апикально, в отдельных клетках – базально. Возрастает базофилия цитоплазмы фолликулярных клеток, наиболее интенсивная – в их базальных частях. У перепелят базофилия цитоплазмы фолликулярных клеток появляется одновременно с изменением их формы с кубической на призматическую. В прилежащей к фолликулу соединительнотканной строме яичника дифференцируется внутренняя тека, представленная слоем сильно уплощенных веретеновидных клеток. Хромосомы ядра овоцита имеют вид ламповых щеток, в кариоплазме располагаются белковые тела разных размеров.

IV стадия. *«Временно неупорядоченный» фолликулярный эпителий* характерен для овоцитов диаметром 290-500 мкм, высота его клеток – 14-18 мкм. Часть клеток располагается характерным для однослойного многорядного призматического эпителия образом, то есть во всю высоту пласта, с ядрами, располагающимися на разных его уровнях; местами же эпителиоциты группируются один над другим либо заклинены базально или апикально между другими клетками, не достигая противоположной части пласта. В данный период наблюдается значительное количество митозов фолликулярных клеток, плоскости деления которых проходят преимущественно параллельно поверхности овоцитов. Базофилия цитоплазмы фолликулярного эпителия возрастает. В ядре овоцита располагаются белковые тела, хромосомы постепенно перестают выявляться. Желточная оболочка тонкая, незначительно определяется.

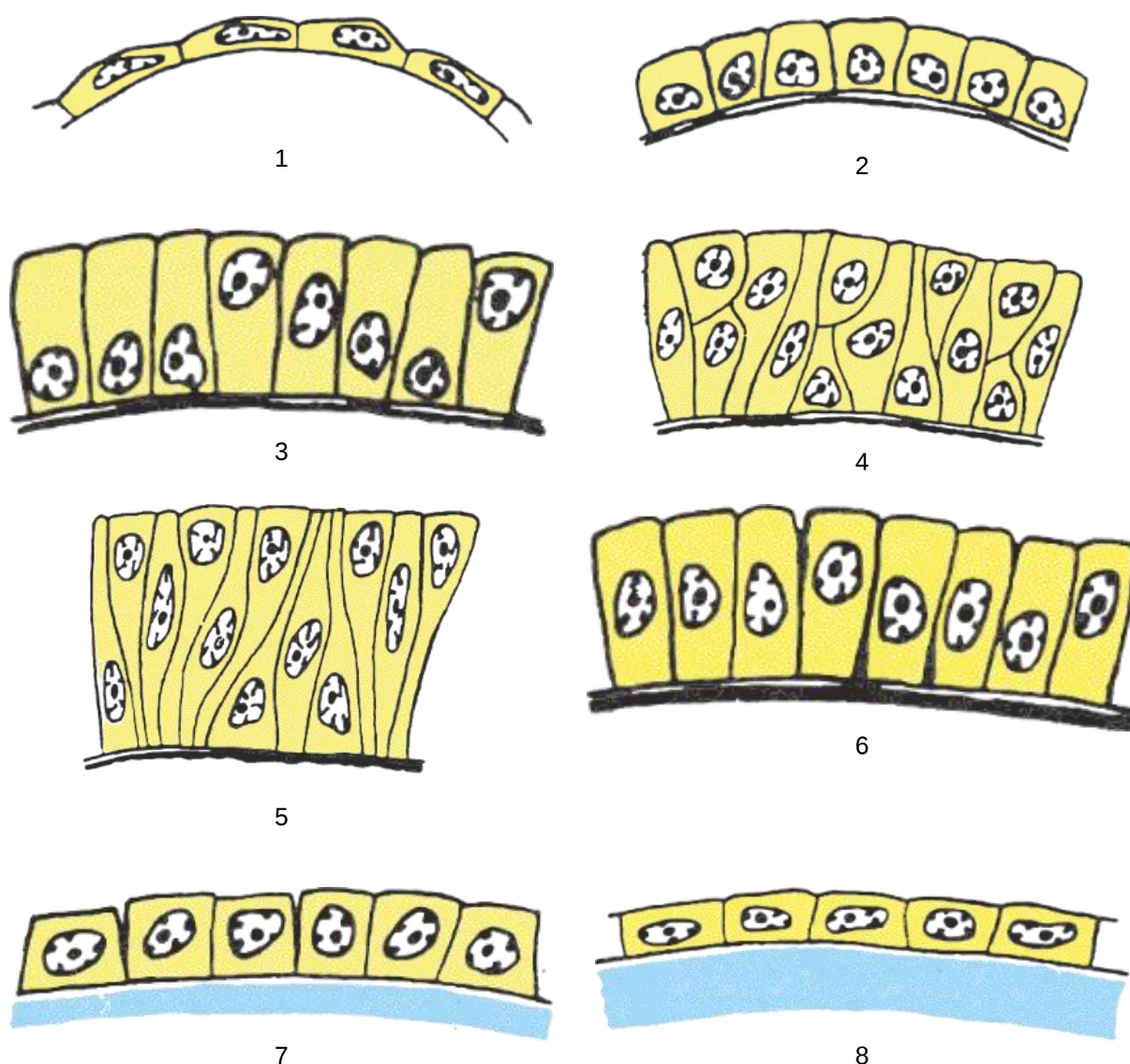


Рисунок 1 - Схематическое изображение морфологических изменений фолликулярного эпителия перепелов в ходе овогенеза:

- 1 - однослойный плоский фолликулярный эпителий;
 2 - однослойный кубический фолликулярный эпителий; 3 - однослойный призматический эпителий;
 4 - «временно неупорядоченный» фолликулярный эпителий;
 5 - однослойный многорядный призматический фолликулярный эпителий; 6 – вторично однорядный призматический фолликулярный эпителий; 7 – вторично однослойный плоский

V стадия. *Однослойный многорядный призматический фолликулярный эпителий* с расположением ядер в два-три ряда наблюдается у овоцитов диаметром 600-1000 мкм, высота клеток – 18-22 мкм. В клетках с расширенным апикальным полюсом ядра смещены к базальному участку расширения. Митозы чаще наблюдаются в апикально расположенных ядрах, но встречаются и в срединной, и в базальной частях пласта. Плоскости деления клеток проходят в разных направлениях, но чаще перпендикулярно по отношению к поверхности овоцита. Базофилия цитоплазмы фолликулярных клеток возрастает, особенно в их апикальных участках. В фолликулярном эпителии на этой стадии иногда выявляются поодиночке или группами (3-5 клеток) эпителиоциты с темноокрашенной базофильной цитоплазмой. В крупнозернистой кариоплазме овоцита ни хромосомы, ни белковые тела не выявляются. На границе овоплазмы и желточной оболочки обнаруживается радиально исчерченный слой (*zona radiata*). Желточная оболочка неравномерной толщины, оксифильна.

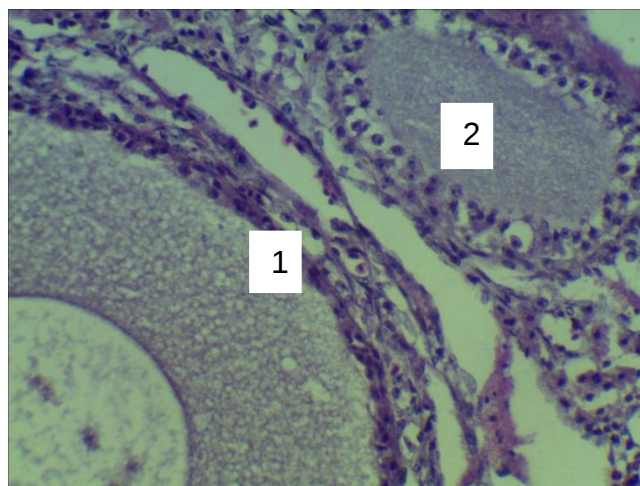


Рисунок 2 - Морфологические изменения фолликулярного эпителия:

1 – однослойный плоский фолликулярный эпителий в овоците диаметром 25 000 мкм;
2 – однослойный кубический фолликулярный эпителий в овоците диаметром 130 мкм (окраска гематоксилин-эозином, ×200)

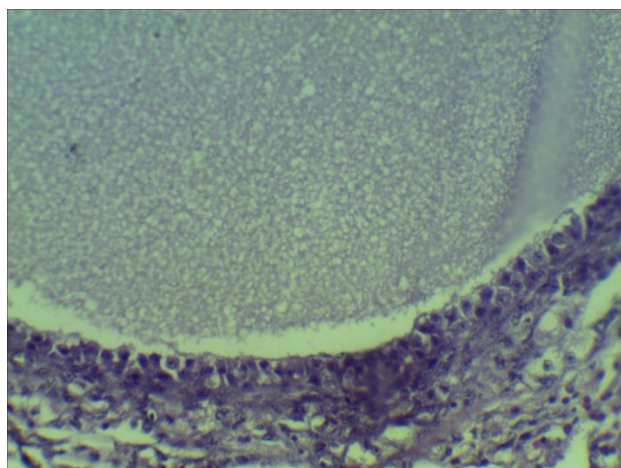


Рисунок 3 - «Временно неупорядоченный» фолликулярный эпителий в овоците диаметром 500 мкм (окраска гематоксилин-эозином, ×200)

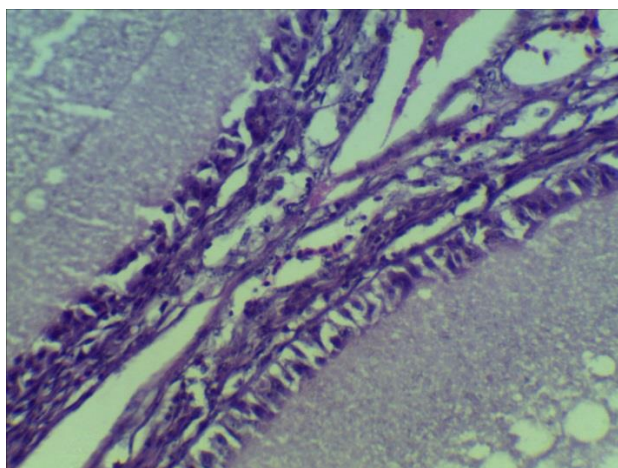


Рисунок 4 - Однослойный многорядный призматический фолликулярный эпителий в овоците диаметром 1 000 мкм (окраска гематоксилин-эозином, ×200)

VI стадия. При увеличении диаметра овоцита от 1000 до 2500 мкм происходит постепенное превращение однослойного многорядного призматического эпителия в *однорядный призматический фолликулярный эпителий*. Высота клеток уменьшается вдвое до 9-12 мкм, ядра располагаются в клетках на одном уровне, в их срединных частях, а у овоцитов диаметром более 2 000 мкм занимают в клетках базальное положение. Митозы встречаются реже, плоскости деления клеток направлены перпендикулярно к поверхности овоцитов, иногда наклонно. Цитоплазма апикальных участков фолликулярных эпителиоцитов интенсивно базофильна. Базальная мембрана фолликулярного эпителия значительно утолщается, она по-прежнему оксифильна. В соединительнотканной теке фолликула четко выражены два слоя – состоящий из более плотно расположенных веретеновидных клеток – во внутренней теке и более рыхлый – в наружной теке. Желточная оболочка утолщается.

VII стадия. У овоцитов диаметром 10000-14000 мкм фолликулярный эпителий становится *однослойным кубическим* (высота клеток – 6-8 мкм), а позже – *однослойным плоским* (в овоцитах диаметром 25 000 мкм) с высотой клеток 3-5 мкм, цитоплазма эпителиоцитов сохраняет базофилию. Митозы встречаются очень редко. Межклеточные пространства увеличиваются и распространяются часто на всю высоту эпителиального пласта. Желточная оболочка утолщается до 5-6 мкм и приобретает волокнистое строение.

Заключение. Таким образом, развитие овоцита и окружающего его фолликулярного эпителия в ходе овогенеза у аутосексного гибрида японского перепела представляет собой один из примеров сопряженных изменений внутри единой функциональной системы – фолликула. Сохраняя на всех

стадиях развития свою однослойность, фолликулярный эпителий перепелов претерпевает, однако, на протяжении овогенеза значительные морфологические перестройки. Из плоского он превращается в кубический, призматический (период малого роста овоцита), приобретает однорядно-многослойное строение (начальные этапы большого роста овоцитов), далее происходит постепенное сокращение числа рядов в расположении ядер, и фолликулярный эпителий вторично превращается в однорядный призматический, кубический и, наконец, плоский.

Фолликулярный эпителий птиц не может рассматриваться как примитивный ни филогенетический (эта класс достаточно высоко стоит в филогенетическом ряду позвоночных), ни онтогенетический.

Conclusion. Thus, the development of the oocyte and the surrounding follicular epithelium during oogenesis in an autosex hybrid of the Japanese quail is another example of covariation within a single functional system – the follicle. While maintaining its single-layer structure at all stages of the development, the follicular epithelium of quails undergoes, however, significant morphological changes during oogenesis. From squamous it turns into the cuboidal, prismatic (the period of small growth of the oocyte), acquires a single-row multilayer structure (the initial stages of large growth of oocytes), then a gradual reduction in the number of rows occurs in the arrangement of nuclei, and the follicular epithelium again turns into the single-row prismatic, cuboidal and, finally, into squamous epithelium.

The follicular epithelium of birds cannot be considered primitive, neither phylogenetically (this class is quite high in the *vertebrate phylogeny*) nor ontogenetically.

Список литературы. 1. Барсуков, В. Ю. Гистология : учебное пособие / В. Ю. Барсуков. – Саратов : Научная книга, 2012. – 161 с. 2. Белоусов, Л. В. Введение в общую эмбриологию / Л. В. Белоусов. – Москва : Издательство МГУ, 1980. – 216 с. 3. Вракин, В. Ф. Морфология сельскохозяйственных животных. Анатомия с основами цитологии, эмбриологии и гистологии / В. Ф. Вракин, М. В. Сидорова. – Санкт-Петербург : Квадро, 2021. – 528 с. 4. Козлов, Н. А. Общая гистология. Ткани домашних млекопитающих животных : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 310800 - Ветеринария / Н. А. Козлов. – Санкт-Петербург : Лань, 2004. – 223 с. 5. Микулич, Е. Л. Морфология сельскохозяйственных животных. Особенности анатомического строения сельскохозяйственной птицы : учебно-методическое пособие / Е. Л. Микулич, С. Н. Лавушева, В. И. Бородулина. – Горки : БГСХА, 2022. – 94 с. 6. Основы перепеловодства и повышения яйценоскости птицы : монография / Х. Б. Юнусов [и др.]. – Ташкент : Издательство «Fan ziyosi», 2022. – 136 с. 7. Соколов, В. И. Цитология, гистология и эмбриология : учебник для студентов высших учебных заведений по специальности 310800 «Ветеринария» / В. И. Соколов, Е. И. Чумасов. – Москва : «КолосС», 2004. – 350 с. 8. Федотов, Д. Н. Гистология диких животных : монография / Д. Н. Федотов. – Витебск : ВГАВМ, 2020. – 212 с. 9. Федотов, Д. Н. Цитология. Эмбриология. Гистология : учебник для студентов по специальностям «Ветеринарная медицина», «Ветеринарная диагностика и лабораторное дело», «Ветеринарно-санитарная экспертиза» и «Ветеринарная фармация» / Д. Н. Федотов, Х. Б. Юнусов, Н. Б. Дилмуродов. – Ташкент : Издательство «Fan ziyosi», 2022. – 468 с. 10. Федотов, Д. Н. Частная гистология домашних животных : учебник для студентов по специальности «Ветеринарная медицина» / Д. Н. Федотов, Х. Б. Юнусов, Н. Б. Дилмуродов. – Ташкент : издательство «Fan ziyosi», 2023. – 288 с. 11. Atlas of histology : with functional and clinical correlations / Dongmei Cui [et al.]. – 1st ed. – Baltimore : Lippincott Williams & Wilkins, 2011. – 456 p. 12. Histology for Pathologists / S. E. Mills [et al.]. – 3rd ed. – Lippincott Williams & Wilkins, 2007. – 1236 p. 13. Junqueira, L.C. Basic histology: text & atlas (eleventh edition) / L.C. Junqueira, J. Carneiro. – New York: McGraw-Hill, 2005. – 502 p. 14. Nomina embryologica veterinaria : International Committee on Veterinary Embryological Nomenclature. – Ghent (Belgium) : World Association of Veterinary Anatomist, 2006. – Second edition. – 40 p. 15. Nomina histologica veterinaria : International Committee on Veterinary Histological Nomenclature. – Leipzig : World Association of Veterinary Anatomist, 2017. – 66 p.

References. 1. Barsukov, V. YU. Gistologiya : uchebnoe posobie / V. YU. Barsukov. – Saratov : Nauchnaya kniga, 2012. – 161 c. 2. Belousov, L. V. Vvedenie v obshchuyu embriologiyu / L. V. Belousov. – Moskva : Izdatel'stvo MGU, 1980. – 216 s. 3. Vraikin, V. F. Morfologiya sel'skohozyajstvennykh zhivotnykh. Anatomiya s osnovami citologii, embriologii i gistologii / V. F. Vraikin, M. V. Sidorova. – Sankt-Peterburg : Kvadro, 2021. – 528 c. 4. Kozlov, N. A. Obshchaya gistologiya. Tkani domashnih mlekopitayushchih zhivotnykh : uchebnoe posobie dlya studentov vysshih uchebnykh zavedenij, obuchayushchihsya po special'nosti 310800 - Veterinariya / N. A. Kozlov. – Sankt-Peterburg : Lan', 2004. – 223 s. 5. Mikulich, E. L. Morfologiya sel'skohozyajstvennykh zhivotnykh. Osobennosti anatomicheskogo stroeniya sel'skohozyajstvennoj pticy : uchebno-metodicheskoe posobie / E. L. Mikulich, S. N. Lavusheva, V. I. Boro-dulina. – Gorki : BGSKHA, 2022. – 94 s. 6. Osnovy perepelovodstva i povysheniya jajcenoskosti pticy : monografiya / H. B. YUnusov [i dr.]. – Tashkent : Izdatel'stvo «Fan ziyosi», 2022. – 136 s. 7. Sokolov, V. I. Citologiya, gistologiya i embriologiya : uchebnik dlya studentov vysshih uchebnykh zavedenij po special'nosti 310800 «Veterinariya» / V. I. Sokolov, E. I. Chumasov. – Moskva : «Koloss», 2004. – 350 s. 8. Fedotov, D. N. Gistologiya dikh zhivotnykh : monografiya / D. N. Fedotov. – Vitebsk : VGAVM, 2020. – 212 s. 9. Fedotov, D. N. Citologiya. Embriologiya. Gistologiya : uchebnik dlya studentov po special'nostyam «Veterinarnaya medicina», «Veterinarnaya diagnostika i laboratornoe delo», «Veterinarno-sanitarnaya ekspertiza» i «Veterinarnaya farmaciya» / D. N. Fedotov, H. B. YUnusov, N. B. Dilmurodov. – Tashkent : Izdatel'stvo «Fan ziyosi», 2022. – 468 s. 10. Fedotov, D. N. Chastnaya gistologiya domashnih zhivotnykh : uchebnik dlya studentov po special'nosti «Veterinarnaya medicina» / D. N. Fedotov, H. B. YUnusov, N. B. Dilmurodov. – Tashkent : izdatel'stvo «Fan ziyosi», 2023. – 288 s. 11. Atlas of histology : with functional and clinical correlations / Dongmei Cui [et al.]. – 1st ed. – Baltimore : Lippincott Williams & Wilkins, 2011. – 456 p. 12. Histology for Pathologists / S. E. Mills [et al.]. – 3rd ed. – Lippincott Williams & Wilkins, 2007. – 1236 p. 13. Junqueira, L.C. Basic

histology: text & atlas (eleventh edition) / L.C. Junqueira, J. Carneiro. – New York: McGraw-Hill, 2005. – 502 p. 14. Nomina embryologica veterinaria : International Committee on Veterinary Embryological Nomenclature. – Ghent (Belgium) : World Association of Veterinary Anatomist, 2006. – Second edition. – 40 p. 15. Nomina histologica veterinaria : International Committee on Veterinary Histological Nomenclature. – Leipzig : World Association of Veterinary Anatomist, 2017. – 66 p.

Поступила в редакцию 20.10.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-4-56-59

УДК 619:612.017.1:636.4

ФОРМИРОВАНИЕ КЛЕТОЧНОГО ИММУНИТЕТА У ПОРОСЯТ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ ПОД ПЕРЕБОЛЕВШИМИ ПОСЛЕРОДОВЫМИ БОЛЕЗНЯМИ СВИНОМАТКАМИ

**Шахов А.Г. ORCID ID 0000-0002-6177-8858, Сашнина Л.Ю. ORCID ID 000-0001-6477-6156,
Владимирова Ю.Ю. ORCID ID 0000-0001-8888-7264, Никоненко Г.В. ORCID ID 0000-0003-4983-7170**
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии
и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

*В статье представлены результаты изучения состояния специфического клеточного иммунитета у поросят-сосунков в промышленном свиноводческом хозяйстве. У выращиваемых поросят под свиноматками, переболевшими послеродовыми болезнями, установлен в двадцатидневном возрасте клеточный иммунодефицит, обусловленный недостаточной активацией функционирования собственной иммунной системы и характеризующийся пониженным содержанием относительного и абсолютного лимфоцитов, Т-лимфоцитов, теофиллинрезистентных и теофиллинчувствительных Т-клеток и В-лимфоцитов. Полученные данные свидетельствуют о замедлении формирования у них специфической клеточной защиты, что может оказать негативное влияние на формирование адаптивного иммунитета при специфической профилактике инфекционных болезней. **Ключевые слова:** поросята, свиноматки, послеродовые болезни, лейкоциты, лимфоциты, Т- и В-клетки, Т-хелперы, Т-супрессоры.*

FORMATION OF CELLULAR IMMUNITY IN PIGLETS REARED UNDER THE SOWS THAT HAD EXPERIENCED POSTPARTUM DISEASES

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

*The article presents the results of a study on the state of specific cellular immunity in suckling piglets at an industrial pig breeding farm. In the piglets reared under the sows that had experienced postpartum diseases, cellular immunodeficiency was established at the age of 20 days, caused by insufficient activation of the functioning of the own immune system and characterized by a reduced abundance of relative and absolute lymphocytes, T-lymphocytes, theophylline-resistant and theophylline-sensitive T-cells and B-lymphocytes. The data obtained indicate a slowdown in the formation of specific cellular defense in them, which may have a negative effect on the formation of adaptive immunity during the specific prevention of infectious diseases. **Keywords:** piglets, sows, postpartum diseases, leukocytes, lymphocytes, T- and B-cells, T-helpers, T-suppressors.*

Введение. Развитие адаптивного (приобретенного) иммунного ответа у поросят обусловлено состоянием Т- и В- систем иммунитета [12].

В ранний постнатальный период у поросят отмечают функциональную незрелость иммунной системы [2], которая компенсируется за счет материнского молозива, содержащего гуморальные и клеточные элементы, включающие Т- и В-лимфоциты, обеспечивающие лактогенный иммунитет [2, 3, 6, 13].

Рост функциональной активности иммунной системы находит отражение в количественном приросте клеток и тканей лимфоидной системы [5, 10].

Исследованиями клеточного иммунитета у поросят в возрастном аспекте установлено, что у них абсолютное содержание лимфоцитов повышается на 10-е сутки [1], относительное и абсолютное количество Т- и В- лимфоцитов, начиная с 3-его дня после рождения, существенно увеличивается, достигая высокого уровня к 10-дню [4], относительное содержание В-лимфоцитов практически не повышается, а их абсолютное количество значительно возрастает к 10-дневному возрасту [1, 4].

Отмеченная тенденция к снижению на 14 сутки жизни у поросят количества лейкоцитов, лимфоцитов, Т- и В-лимфоцитов по сравнению с 7-дневными показателями обусловлена уменьшением поступления их с молоком свиноматок, а последующее повышение их содержания связано с активацией функционирования собственной иммунной системы, становление которой зависит от влияния микробной контаминации [11].

Актуальность настоящего исследования обусловлена недостаточной изученностью состояния специфического клеточного иммунитета у поросят, выращиваемых под свиноматками, переболевшими послеродовыми болезнями, являющимися одной из основных причин развития у приплода иммунодефицита и желудочно-кишечных болезней [7, 8].

Цель исследований – изучение формирования специфического клеточного иммунитета у поросят, выращиваемых под переболевшими послеродовыми болезнями свиноматками.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в промышленном свиноводческом хозяйстве на поросятах, выращиваемых под клинически здоровыми (n=11, контрольная группа) и переболевшими послеродовыми заболеваниями: ММА, послеродовый эндометрит (n=11, опытная группа) свиноматками помесных пород (крупная белая+ландрас+дюрок). Опыт проводили в соответствии с требованиями действующих международных и российских законодательных актов (Директива 2010/63/EU от 22.09.2010, Европейской конвенции (ETS 123), Strasbourg, 1986), а также требований комиссии по биоэтике ФГБНУ «ВНИВИПФит» (протокол №1-02/23 от 10.02.2023 г.).

От поросят обеих групп в возрасте 5 и 20 дней проведен забор крови, в которой в соответствии с «Методическими рекомендациями по оценке и коррекции иммунного статуса животных» [9] определяли содержание Т- и В-лимфоцитов, теофиллинрезистентных (Ттфр), теофиллинчувствительных (Ттфч) клеток и их соотношение (Ттфр/Ттфч).

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием прикладных компьютерных программ «Statistica 10.0» (Stat Soft Inc., США) и Microsoft Excel. Оценка достоверности определяли по критерию Стьюдента.

Результаты исследований. У поросят опытной группы в возрасте 5 дней по сравнению с контролем содержание лейкоцитов превышало на 24,9% (таблица), что свидетельствует о более высоком напряжении клеточной защиты и предрасположенности к развитию воспалительного процесса. У них также регистрировали превышение абсолютного и относительного количества лимфоцитов на 42,3 и 11,4% соответственно, что указывает на мобилизацию организма и напряженность адаптационных механизмов у поросят.

Таблица - Показатели клеточного иммунитета у поросят

Показатель/группа	Поросята 5-дневного возраста, выращиваемые под свиноматками		Поросята 20-дневного возраста, выращиваемые под свиноматками	
	здоровыми	переболевшими	здоровыми	переболевшими
Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	$9,48 \pm 0,74$	$11,8 \pm 1,43$	$11,9 \pm 0,33^+$	$12,8 \pm 0,68$
Лимфоциты, %	$36,8 \pm 2,39$	$41,0 \pm 0,70$	$53,3 \pm 1,20^+$	$47,8 \pm 1,38^{*+}$
Лимфоциты, $10^9/\text{л}$	$3,43 \pm 0,19$	$4,88 \pm 0,63^*$	$6,31 \pm 0,22^+$	$6,08 \pm 0,15$
Т-лимфоциты, %	$51,0 \pm 2,42$	$46,8 \pm 1,40$	$64,6 \pm 2,38^+$	$53,6 \pm 2,07$
Т-лимфоциты, $10^9/\text{л}$	$1,84 \pm 0,19$	$2,56 \pm 0,30^*$	$4,17 \pm 0,44^+$	$3,24 \pm 0,27$
Ттфр, %	$31,5 \pm 1,56$	$28,0 \pm 0,93$	$42,2 \pm 1,76^+$	$35,0 \pm 1,87$
Ттфр $10^9/\text{л}$	$0,59 \pm 0,11$	$0,72 \pm 0,11$	$1,87 \pm 0,34^+$	$1,2 \pm 0,22^+$
Ттфч, %	$19,5 \pm 1,25$	$18,8 \pm 1,60$	$22,4 \pm 0,97$	$18,6 \pm 0,73$
Ттфч, $10^9/\text{л}$	$0,37 \pm 0,08$	$0,5 \pm 0,12$	$0,94 \pm 0,18^+$	$0,57 \pm 0,069^*$
тфр/тфч, отн.	$1,68 \pm 0,12$	$1,65 \pm 0,18$	$2,13 \pm 0,09^{++}$	$2,03 \pm 0,19$
тфр/тфч, абс.	$1,68 \pm 0,24$	$1,64 \pm 0,35$	$2,15 \pm 0,07$	$2,05 \pm 0,20$
В-лимфоциты, %	$17,33 \pm 1,20$	$16,25 \pm 1,25$	$29,6 \pm 1,73^+$	$26,3 \pm 1,07^+$
В-лимфоциты, $10^9/\text{л}$	$0,58 \pm 0,08$	$0,80 \pm 0,13$	$1,90 \pm 0,18^+$	$1,60 \pm 0,17^+$

Примечания: * - $p < 0,05-0,001$ - по отношению к поросятам под здоровыми свиноматками; + - $p < 0,05-0,001$ - по отношению к предыдущему периоду.

Относительное содержание Т-лимфоцитов у поросят, выращиваемых под переболевшими послеродовыми болезнями свиноматками, было ниже на 8,3%, что указывает на снижение активности дифференцировки тимоцитов в зрелые клетки, а превышение абсолютного их количества на 39,1% обусловлено повышенным содержанием лимфоцитов.

У подопытных поросят имели место отличия и в уровне субпопуляций Т-лимфоцитов. Так, относительное содержание теофиллинрезистентных Т-лимфоцитов (Т-хелперы), обеспечивающих формирование гуморального и клеточного иммунитета и активацию макрофагов, у животных опытной группы было ниже на 11,1%, а абсолютное их количество выше на 22,00%.

У них же абсолютное количество теофиллинчувствительных Т-лимфоцитов (Т-супрессоры), подавляющих иммунный ответ и отвечающих за иммуносупрессию, превышало аналогичный показатель поросят контрольной группы на 35,1%.

Отношение теофиллинрезистентных Т-лимфоцитов к теофиллинчувствительным клеткам у поросят обеих групп было практически одинаковым.

Относительное количество В-лимфоцитов-предшественников продуцентов антител-плазмочитов, участвующих в реализации гуморального иммунного ответа, у поросят опытной группы было ниже на 6,2%, а их абсолютное содержание превышало на 37,9% аналогичные показатели животных контрольной группы.

У поросят обеих групп в возрасте 20 дней отмечены существенные изменения показателей клеточного иммунитета по сравнению с предыдущими их значениями, что связано с поступлением клеточных элементов с молоком вакцинированных свиноматок и активацией функционирования собственной иммунной системы.

При общей тенденции повышения содержания лейкоцитов у животных обеих групп на 25,8 и 8,1%, свидетельствующей об увеличении клеточной защиты, их количество у поросят опытной группы было выше на 7,3%, также как и в 5-дневном возрасте.

У поросят контрольной и опытной групп отмечено увеличение относительного и абсолютного количества лимфоцитов на 44,9 и 16,5 и на 84,0 и 24,6%, вместе с тем их содержание у поросят опытной группы было меньше на 10,5 и 3,6%.

Абсолютное и относительное содержание Т-лимфоцитов у животных опытной и контрольной групп увеличилось в 2,27 раза и на 26,6%, и на 26,7 и 14,7% соответственно, при этом их содержание у поросят опытной группы было меньше на 22,3 и 17,0%, что свидетельствует о развитии у них клеточного иммунодефицитного состояния.

У животных обеих групп отмечено увеличение абсолютного и относительного количества теофиллинрезистентных Т-лимфоцитов в 3,17 раза и на 66,7% и на 34,0 и 25,0% соответственно, в то же время у поросят опытной группы их содержание было меньше на 35,8 и 17,1%, указывающее на замедление у них формирования гуморального и клеточного иммунитета.

В этот период у животных контрольной группы установлено увеличение относительного и абсолютного количества теофиллинчувствительных Т-клеток на 14,9% и в 2,5 раза, а у поросят опытной группы выявлено повышение только абсолютного содержания теофиллинчувствительных Т-лимфоцитов на 14,0%.

По отношению к контролю относительный и абсолютный уровень Ттфч-лимфоцитов у животных опытной группы был ниже на 39,4 и 17,0%, что свидетельствует о снижении супрессивной активности Т-лимфоцитов, обусловленной циркулирующей в среде обитания животных микрофлорой.

При общей тенденции повышения иммунорегуляторного индекса – абсолютного и относительного отношения теофиллинрезистентных Т-лимфоцитов к теофиллинчувствительным Т-клеткам у поросят опытной и контрольной групп на 28,0 и 25,0% и на 26,8 и 23,0% их значения у подопытных животных не отличались.

У поросят обеих групп на 20-й день отмечено повышение относительного количества В-лимфоцитов, ответственных за синтез антител, на 70,8 и 61,5%, и более выраженное абсолютное их содержание - в 3,28 и 2,0 раза. При этом их уровень у животных опытной группы был меньше на 15,8 и 11,3%, что свидетельствует о снижении интенсивности у них формирования гуморальной защиты.

Заключение. Таким образом, у поросят в возрасте 20 дней, выращиваемых под переболевшими послеродовыми болезнями свиноматками, установлен клеточный иммунодефицит, проявляющийся пониженным количеством относительного и абсолютного лимфоцитов, Т-лимфоцитов, теофиллинрезистентных и теофиллинчувствительных Т-лимфоцитов и В-клеток, предрасполагающих к возникновению и развитию различных заболеваний. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости применения иммуномодулирующих средств поросятам, выращиваемым под переболевшими послеродовыми болезнями свиноматками для повышения иммунного статуса.

Conclusion. Thus, in the piglets at the age of 20 days, reared under the sows that had experienced postpartum diseases, cellular immunodeficiency has been established, manifested by a reduced abundance of relative and absolute lymphocytes, T-lymphocytes, theophylline-resistant and theophylline-sensitive T-lymphocytes and B-cells, predisposing to the emergence and development of various diseases. The results obtained indicate the need to use immunomodulatory agents for the piglets reared under the sows that have had postpartum diseases to improve immune status.

Список литературы. 1. Азарков, А. В. Становление иммунобиологического потенциала у новорожденных поросят / А. В. Азарков // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № 1. – С. 169–171. 2. Сидоров, М. А. Иммунный статус и инфекционные болезни новорожденных телят и поросят / М. А. Сидоров, Ю. Н. Фёдоров, О. М. Савич // Ветеринария. – 2006. – № 11. – С. 3–5. 3. Старостина, Н. С. Иммунный статус и сохранность поросят-сосунов при введении соединений селена в организм их матерей / Н. С. Старостина, А. В. Остапчук // Нива Поволжья. – 2013. – № 2 (27). – С. 118–123. 4. Терехов, В. И. Динамика изменений иммуногематологических показателей у новорожденных поросят / В. И. Терехов, А. В. Скориков, В. Н. Писола // Ветеринарная патология. – 2007. – № 2. – С. 63–66. 5. Титова, Н. Д. Развитие системы иммунитета плода, новорожденного и детей раннего возраста / Н. Д. Титова // Иммунопатология, аллергология, инфектология. – 2007. – № 4. – С. 38–46. 6. Стратегия и принципы иммунокоррекции и иммуномодулирующей терапии /

Ю. Н. Федоров [и др.] // Вестник Новгородского государственного университета. – 2015. – № 86. – С. 84–87. 7. Послеродовой эндометрит и синдром ММА у свиноматок: профилактика и лечение / А. В. Филатов [и др.] // Свиноводство. – 2018. – № 3. – С. 51–54. 8. Ветеринарные аспекты решения проблемы метрит-мастит-агалактия свиноматок / С. В. Шабунин [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 9. – С. 62–65. 9. Методические рекомендации по оценке и коррекции иммунного статуса животных / А. Г. Шахов [и др.] // Новые методы исследований по проблемам ветеринарной медицины. Ч. III. Методы исследований по проблемам незаразной патологии у продуктивных животных. – Москва : РАСХН, 2007. – С. 216–292. 10. Морфофункциональное состояние тимуса у новорожденных поросят-гипотрофиков / А. Г. Шахов [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2020. – № 1(10). – С. 127–139. – DOI 10.17238/issn2541-8203.2020.1.127. 11. Состояние клеточного иммунитета у поросят в ранний постнатальный период / А. Г. Шахов [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. – 2020. – № 3. – С. 57–60. – DOI 10.31857/S250026272003014X. 12. Шемельков, Е. В. Основы специфической профилактики инфекционных болезней животных / Е. В. Шемельков, О. А. Верховский, Т. И. Алипер // Аграрная наука. – 2021. – № 4. – С. 79–84. – DOI 10.32634/0869-8155-2021-347-4-79-84. 13. Humoral and cellular factors of maternal immunity in swine / H. Salmon [et al.] // Developmental and Comparative Immunology. – 2009. – Vol. 33. – P. 384–393.

References. 1. Agarkov, A. V. Stanovlenie immunobiologicheskogo potentsiala u novorozhdennykh porosyat / A. V. Agarkov // Vestnik APK Stavropol'ya. – 2015. – № 1. – S. 169–171. 2. Sidorov, M. A. Immunnyj status i infekcionnye bolezni novorozhdennykh telyat i porosyat / M. A. Sidorov, YU. N. Fyodorov, O. M. Savich // Veterinariya. – 2006. – № 11. – S. 3–5. 3. Starostina, N. S. Immunnyj status i sohrannost' porosyat-sosunov pri vvedenii soedinenij selena v organizm ih materej / N. S. Starostina, A. V. Ostapchuk // Niva Povolzh'ya. – 2013. – № 2 (27). – S.118–123. 4. Terekhov, V. I. Dinamika izmenenij immuno-gematologicheskikh pokazatelej u novorozhdennykh porosyat / V. I. Terekhov, A. V. Skorikov, V. N. Psiola // Veterinarnaya patologiya. – 2007. – № 2. – S. 63–66. 5. Titova, N. D. Razvitiye sistemy immuniteta ploda, novorozhdenного i detej rannego vozrasta / N. D. Titova // Immunopatologiya, allergologiya, infektologiya. – 2007. – № 4. – S. 38–46. 6. Strategiya i principy immunokorrekcii i immunomoduliruyushchej terapii / YU. N. Fedorov [i dr.] // Vestnik Novgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2015. – № 86. – S. 84–87. 7. Poslerodovoj endometrit i sindrom MMA u svinomatok: profilaktika i lechenie / A. V. Filatov [i dr.] // Svinovodstvo. – 2018. – № 3. – S. 51–54. 8. Veterinarnye aspekty resheniya problemy metrit-mastit-agalaktiya svinomatok / S. V. SHabunin [i dr.] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2013. – № 9. – S. 62–65. 9. Metodicheskie rekomendacii po ocenke i korrekcii immunnogo statusa zhivotnyh / A. G. SHahov [i dr.] // Novye metody issledovanij po problemam veterinarnoj mediciny. CH. III. Metody issledovanij po problemam nezaraznoj patologii u produktivnyh zhivotnyh. – Moskva : RASKHN, 2007. – S. 216–292. 10. Morfofunkcional'noe sostoyanie timusa u novorozhdennykh porosyat-gipotrofikov / A. G. SHahov [i dr.] // Veterinarnyj farmakologicheskij vestnik. – 2020. – № 1(10). – S. 127–139. – DOI 10.17238/issn2541-8203.2020.1.127. 11. Costoyanie kletoch'nogo immuniteta u porosyat v rannij postnatal'nyj period / A. G. SHahov [i dr.] // Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka. – 2020. – № 3. – S. 57–60. – DOI 10.31857/S250026272003014X. 12. SHemel'kov, E. V. Osnovy specificheskoy profilaktiki infekcionnyh boleznej zhivotnyh / E. V. SHemel'kov, O. A. Verhovskij, T. I. Aliper // Agrarnaya nauka. – 2021. – № 4. – S. 79–84. – DOI 10.32634/0869-8155-2021-347-4-79-84. 13. Humoral and cellular factors of maternal immunity in swine / H. Salmon [et al.] // Developmental and Comparative Immunology. – 2009. – Vol. 33. – R. 384–393.

Поступила в редакцию 10.10.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-4-59-63
УДК 619:614-31:637.54

ВЛИЯНИЕ ПИЖМЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*TANACETUM VULGARE* L.) НА КАЧЕСТВО МЯСОПРОДУКТОВ ОВЕЦ

Ятусевич А.И. ORCID ID 0000-0003-2701-6419, Старовойтова М.В. ORCID ID 0009-0000-0752-8404,
Алексин М.М. ORCID ID 0000-0002-0163-9151, Ятусевич И.А. ORCID ID 0000-0002-7122-8358
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

В статье изложены результаты изучения влияния отвара из пижмы обыкновенной на качество баранины. Установлено отсутствие отрицательного воздействия указанного лекарственного средства на химический состав мяса овец (белок, жир, влага), его калорийность. Не выявлено изменений физико-химических и токсико-биологических показателей. **Ключевые слова:** овцы, пижма обыкновенная, отвар, качество баранины, химический состав мяса, ветсанэкспертиза, пищевая безопасность.

THE EFFECT OF COMMON TANSY (*TANACETUM VULGARE* L.) ON THE QUALITY OF SHEEP MEAT PRODUCTS

Yatusevich A.I., Starovoitava M.V., Alexin M.M., Yatusevich I.A.
Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine,
Vitebsk, Republic of Belarus

The article presents the results of the study on the effect of decoction of tansy on the quality of mutton. The absence of negative effect of this medicinal drug on the chemical composition of sheep meat (protein, fat, moisture), its

caloric content has been established. No changes in physicochemical and toxicobiological parameters were detected.
Keywords: sheep, common tansy, decoction, quality of mutton, chemical composition of meat, veterinary sanitary examination, food safety.

Введение. Применение растений с лечебной и профилактической целью в медицинской и ветеринарной практике известно с древних времен. Так, Ибн Сина (Авиценна, 980-1037 гг.) приводит сведения о 900 лекарственных растениях, обладающих лечебными свойствами [9]. Более активно используются лекарственные растения в медицинской практике. Среди средств лечения органов пищеварения препараты растительного происхождения составляют 74%, сердечно-сосудистые – 80%, антигельминтные – 72%, отхаркивающие – 73%. Менее активно фитопрепараты используются в ветеринарной медицине.

Из общего числа описанных на Земле растений (свыше 400 тыс. видов) лишь 200-250 из них используются для борьбы с болезнями [6].

Многие растения являются источником разнообразных лекарственных средств или обладающих высокой общей биологической активностью [5]. При этом они оказывают менее вредное воздействие на организм животных и человека. Стоимость природных фитопрепаратов значительно ниже синтетических средств лечения, поэтому их применение более выгодно. Многократные противопаразитарные обработки отрицательно влияют на организм больных животных. Также приходится ограничивать использование продукции животноводства (мяса, молока, яиц) в качестве продуктов питания [8]. Многие лекарственные растения обладают противопаразитарными свойствами.

По данным Ятусевича А.И. с соавт. (2020), из изученных 148 лекарственных растений на территории Республики Беларусь 45 обладают выраженными противопаразитарными свойствами.

Некоторые из сельскохозяйственных культур также обладают противопаразитарными свойствами, о чем сообщают многие ученые [2, 3, 10]. Среди дикорастущих лекарственных трав на территории Республики Беларусь широкое распространение имеет пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L.). Произрастает на лугах и пастбищах, вблизи полей и проселочных дорог. Легко культивируется в полевых севооборотах [3, 4, 5, 6]. Нами и другими исследователями изучались лечебные и профилактические свойства указанного растения, подтверждающие большие его перспективы использования в качестве противопаразитарного средства в ветеринарной и медицинской практике [3, 4, 7, 11]. Неизученным оставался вопрос влияния пижмы обыкновенной на качество мясопродуктов после убой животных.

Цель работы. Изучить влияние отвара из пижмы обыкновенной (1:10) на качество мясопродуктов от молодняка овец.

Материалы и методы исследований. С целью проведения ватсанэкспертизы продуктов убой молодняка овец при использовании пижмы обыкновенной в лечебных и профилактических целях при криптоспориidioze молодняка овец 30-35-дневного возраста был проведен опыт на 6 ягнятах. Молодняку опытной группы (3 гол., первая) назначали отвар пижмы обыкновенной в дозе 3 мл на кг живой массы двукратно в сутки в течение 7 дней. Молодняку овец контрольной группы (вторая) в количестве 3 голов препарат не задавали. После применения вышеуказанного фитопрепарата животных выдерживали перед убоем в течение 5 дней.

Ветеринарно-санитарное качество мяса, характеризующее безопасность продукта, определяли согласно требованиям «Ветеринарно-санитарных правил осмотра убойных животных и ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясопродуктов», (Минск, 2008). Для этого были проведены органолептические, химические, физико-химические бактериологические исследования: определение pH мяса, активности фермента пероксидазы, наличие продуктов первичного распада белка в реакции с раствором сернокислой меди, содержание влаги, а также были определены относительная биологическая ценность и безвредность (токсичность) мяса.

Исследование туш мяса и внутренних органов проводили согласно правилам ветсанэкспертизы и ГОСТа 7269-79 «Мясо. Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести». Убой животных проводился в прозектории УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины».

Бактериологическое исследование мяса проводили согласно ГОСТу 21237-75 «Мясо. Методы бактериологического анализа». Для этого от каждой туши отбирались и подвергались исследованию пробы мышц (части сгибателей или разгибателей передней и задней конечностей размером 8х6х6 см вместе с покрывающей их фасцией), а также лимфатические узлы (поверхностный шейный и наружный подвздошный) и внутренние органы (селезенку, почку и долю печени с портальным лимфатическим узлом).

Реакцию среды (pH) мяса определяли потенциометрическим способом с помощью прибора «pH METRHANNA 9025» в водной вытяжке из мяса, приготовленной в соотношении 1:10.

Определение продуктов распада белков осуществляли посредством постановки реакции с сернокислой медью, для чего использовали фильтрат бульона из испытуемых образцов мяса в соотношении 1:3 и 5% раствор меди сульфата.

Определение содержания влаги в мясе определяли по потере массы испытуемых образцов при их высушивании.

Относительную биологическую ценность и безвредность (токсичность) мяса определяли с использованием тест-объектов инфузорий из рода *Stylonichia*.

Результаты исследований. Результаты послеубойного осмотра туш и органов от животных всех групп свидетельствуют об отсутствии признаков какой-либо патологии. Все туши имели хорошую степень упитанности с умеренным отложением подкожного жира и жира в области внутренних органов (сердца, почек, преджелудков и т.д.).

Степень обескровливания на всех тушах молодняка баранины была хорошая: при визуальном осмотре установлено отсутствие крови в крупных и мелких кровеносных сосудах (мелкие сосуды под плеврой и брюшиной не просвечиваются), внутренние органы не наполнены кровью. При разрезе мышц и органов при надавливании выступают мелкие капельки крови.

Изменения в лимфатических узлах отсутствовали: их цвет был серым с участками коричнево-черной пигментации, поверхность разреза гладкая, блестящая, сочная, что свойственно лимфатическим узлам здорового мелкого рогатого скота.

После созревания мясных туш (через 24 часа с момента убоя) определяли качество мяса органолептически и с помощью физико-химических тестов. Для этого отбирали пробы мышц цельным куском (с жиром-сырцом и сухожилиями) массой не менее 200 г из следующих мест туш: шейной части (в области зареза), из лопаточной и бедренной группы мышц.

Органолептические исследования показывают, что мясо от всех животных соответствует основным требованиям ГОСТа, предъявляемым к баранине.

Внешний вид и цвет мяса. Все туши были покрыты сухой шуршащей корочкой подсыхания. Окраска мяса естественная, розово-красного цвета.

Консистенция мяса была плотной, при надавливании пальцем на поверхность мяса образующаяся ямка выравнивалась быстро (в течение 1 минуты).

Запах мяса был естественным специфическим, присущим баранине. Посторонние запахи отсутствовали.

Состояние жира. Жировые отложения умеренно развиты в подкожной клетчатке и около внутренних органов (почек и сердца). Жир белого цвета, при комнатной температуре имел плотную крошащуюся консистенцию.

Состояние сухожилий. Сухожилия и связки молочно-белого цвета, плотные.

Состояние суставных поверхностей и синовиальной жидкости. Суставные поверхности были блестящими, перламутрово-белого цвета.

Синовиальная жидкость светло-желтого цвета, прозрачная, имела слегка тягучую консистенцию.

В качестве дополнительного исследования проводили пробу варкой с последующим определением качества бульона и состоянием капель жира на его поверхности. Во всех пробах мяса бульон был прозрачным, запах его приятный специфический, свойственный свежей вареной баранине. Запах и привкус пижмы обыкновенной в вареном мясе и бульоне отсутствовал. Капли жира на поверхности бульона во всех подопытных и контрольных пробах были редкие, округлые, имели большой диаметр, что свойственно для свежего и доброкачественного мяса.

Таким образом, проведенные органолептические исследования указывают на то, что мясо, полученное от молодняка овец, которым применяли отвар пижмы обыкновенной 1:10, является доброкачественным продуктом.

Многие лекарственные препараты оказывают существенное влияние на физиолого-биохимические процессы в организмы животных, вызывая значительные изменения в метаболизме основных химических соединений (белков, жиров, углеводов) и таким образом изменяя их гомеостаз (Ятусевич А.И. с соавт., 2020). Для выяснения содержания основных химических соединений было определено количество белка, жира, влаги в мясе молодняка овец. Результаты исследований отражены в таблице 1.

Таблица 1 - Влияние пижмы обыкновенной на химический состав мяса молодняка овец

Показатели	Группы	
	1	2
Влага, %	72,6±1,23	71,8±0,83
Белок, %	26,5±0,74	25,9±1,22
Жир, %	1,74±0,93	1,76±0,23
Зола, %	1,57±1,23	1,63±0,91
Калорийность (100 г мяса, ккал)	81,4±3,56	80,0±2,93

Анализ данных таблицы 1 показывает, что мясо ягнят опытной и контрольной групп по содержанию влаги отличалось не существенно (72,6±1,23 и 71,8±0,83, $P>0,01$). Значительных отличий не выявлено также в содержании белка, жира и золы. В то же время сохранена высокая калорийность баранины.

Таблица 2 - Некоторые лабораторные показатели баранины при использовании отвара пижмы обыкновенной 1:10 при криптоспориidioзе молодняка овец

Показатели	Подопытная группа	Контрольная группа
pH	5,74	
Активность пероксидазы	+	+
Реакция с раствором CuSO_4	-	-
Относительная биологическая ценность (ОБЦ), %	101,17	100

В мясе от молодняка овец, получавшего отвар пижмы обыкновенной, и у животных контрольной группы показатели pH имели примерно одни и те же величины, свойственные баранине, полученной от здоровых животных (от 5,56 до 5,91) (таблица 2).

Определение активности фермента пероксидазы во всех пробах мяса дало положительную реакцию. Реакция с раствором сернокислой меди на предмет выявления продуктов первичного распада белка во всех опытных и контрольных пробах была отрицательной.

Относительная биологическая ценность мяса, полученного от животных, которым применяли отвар пижмы обыкновенной 1:10, была примерно одинаковой и составляла от 100,72 до 101,92%. В контроле данный показатель был 100%.

Показатели токсичности (безвредности) мяса от животных подопытной и контрольной групп (таблица 3) не выходили за рамки нормы (2%). Следует отметить, что данный показатель для мяса молодняка овец, которому применяли отвар пижмы обыкновенной 1:10, был несколько выше по сравнению с аналогичным показателем продуктов убоя от животных контрольной группы.

Таблица 3 - Показатели безвредности (токсичности) мяса подопытных и контрольных животных

№№ проб	Время наблюдения, ч	Погибшие клетки, %	Клетки с измененной формой, %	Клетки с измененным характером движения, %	Клетки с наличием несвойственных включений, %	Сумма
Подопытная группа						
1	1	0	0	0	0	4,4
	4	0	0	0	0	
	6	0,4	0,4	0,5	0,2	
	24	0,8	0,7	0,8	0,6	
Контрольная группа						
1	1	0	0	0	0	3,5
	4	0	0	0	0	
	6	0,2	0,3	0,4	0,3	
	24	0,6	0,5	0,6	0,6	

Бактериологическими исследованиями мяса от животных подопытной и контрольной групп было установлено, что при бактериоскопии отпечатков, приготовленных из проб мышц и внутренних органов, палочковая микрофлора была выявлена в количестве 5-10 микробных клеток в каждом поле зрения микроскопа. Кокковых форм микроорганизмов выявлено не было. При посеве на диффе-

ренциальные питательные среды (Эндо, Плоскирева, МПА) роста патогенных микроорганизмов (сальмонелл), протей и бактерий группы кишечной палочки выявлено не было.

Закключение. Отвар из цветков пижмы обыкновенной 1:10 при назначении молодняку овец существенно не влияет на химический состав баранины (содержание влаги, белка, жира и количество золы). Препарат не вызвал изменений pH, активности пероксидазы. Реакция с раствором меди сульфата была отрицательной. Биологическая ценность мяса и его безвредность у молодняку овец опытной и контрольной групп были в пределах нормы. При бактериологическом исследовании патогенных микроорганизмов не выделено.

Полученные результаты свидетельствуют об отсутствии отрицательного влияния отвара пижмы обыкновенной на органолептические и физико-химические показатели относительной биологической ценности баранины.

Conclusion. A decoction of tansy flowers 1:10 when administered to young sheep does not significantly affect the chemical composition of mutton (moisture content, protein, fat and amount of ash). The drug did not cause changes in pH or peroxidase activity. The reaction with copper sulfate solution was negative. The biological value of meat and its safety in young sheep of the experimental and control groups were within normal limits. No pathogenic microorganisms were identified during bacteriological examination. The results obtained indicate the absence of negative effect of tansy decoction on the organoleptic and physicochemical indicators of the relative biological value of mutton.

Список литературы. 1. Адаптационные процессы и паразитозы животных : монография / А. И. Ятусевич [и др.]. – 2-е изд., перераб. – Витебск : ВГАВМ, 2020. – 572 с. 2. Слепнев, Н. К. Кормовые растения – средство борьбы с паразитами свиней и кур / Н. К. Слепнев, Л. Ф. Головнева. – Минск : Урожай, 1970. – 80 с. 3. Липницкий, С. С. Зеленая аптека в ветеринарии / С. С. Липницкий, А. Ф. Пилуй, Л. В. Лаппо. – 2-е изд., доп. – Минск : Урожай, 1995. – 303 с. 4. Липницкий, С. С. Применение фитосредств в этиопатогенетической терапии гельминтозов / С. С. Липницкий // Ветеринарная наука – производству : сборник научных трудов / Белорусский НИИ экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышелесского. – Минск, 1996. – Вып. 32. – С. 165–171. 5. Мазнев, Н. И. Энциклопедия лекарственных растений / Н. И. Мазнев. – Москва : Мартин, 2004. – 494 с. 6. Парфенов, В. И. Энциклопедия фитоветеринарии. Сельскохозяйственные животные / В. И. Парфенов. – Москва : АСТ : Центральный книжный двор, 2004. – 319 с. 7. Рабинович, М. И. Лекарственные растения в ветеринарной практике / М. И. Рабинович. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 288 с. 8. Серегин, И. Т. Ветсанэкспертиза и оценка продуктов убоя животных при паразитарных болезнях : учебное пособие / И. Т. Серегин. – Москва : МГУПБ, 2000. – 71 с. 9. Теоретические и практические основы применения лекарственных растений при паразитарных болезнях животных : методические рекомендации / А. И. Ятусевич [и др.] ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2011. – 90 с. 10. Чеботарев, Р. С. Противопаразитарные свойства некоторых кормовых растений / Р. С. Чеботарев. – Минск : [б.и.], 1960. – 31 с. 11. Ятусевич, А. И. Перспективы фитотерапии при паразитозах животных / А. И. Ятусевич // Технология получения и выращивания здорового молодняка сельскохозяйственных животных и рыболовничного материала : тезисы докладов Республиканской научно-практической конференции / Витебский ветеринарный институт. – Минск, 1993. – С. 147.

References. 1. Adaptacionnyye processy i parazitazy zhivotnyh : monografiya / A. I. YAtusevich [i dr.]. – 2-e izd., pererab. – Vitebsk : VGAVM, 2020. – 572 s. 2. Slepnev, N. K. Kormovye rasteniya – sredstvo bor'by s parazitazami svinej i kur / N. K. Slepnev, L. F. Golovneva. – Minsk : Urozhaj, 1970. – 80 s. 3. Lipnickij, S. S. Zelenaya apteka v veterinarii / S. S. Lipnickij, A. F. Piluj, L. V. Lappo. – 2-e izd., dop. – Minsk : Uradzhaj, 1995. – 303 s. 4. Lipnickij, S. S. Primenenie fitosredstv v etiopatogeneticheskoj terapii gel'mintozov / S. S. Lipnickij // Veterinarnaya nauka – proizvodstvu : sbornik nauchnyh trudov / Belorusskij NII eksperimental'noj veterinarii im. S. N. Vyshellesskogo. – Minsk, 1996. – Vyp. 32. – S. 165–171. 5. Maznev, N. I. Enciklopediya lekarstvennyh rastenij / N. I. Maznev. – Moskva : Martin, 2004. – 494 s. 6. Parfenov, V. I. Enciklopediya fitoveterinarii. Sel'skohozyajstvennyye zhivotnye / V. I. Parfenov. – Moskva : AST : Central'nyj knizhnyj dvor, 2004. – 319 s. 7. Rabinovich, M. I. Lekarstvennye rasteniya v veterinarnoj praktike / M. I. Rabinovich. – Moskva : Agropromizdat, 1987. – 288 s. 8. Seregin, I. T. Vetsanekspertiza i ocenka produktov uboya zhivotnyh pri parazitarnykh boleznyah : uchebnoe posobie / I. T. Seregin. – Moskva : MGUPB, 2000. – 71 s. 9. Teoreticheskie i prakticheskie osnovy primeneniya lekarstvennyh rastenij pri parazitarnykh boleznyah zhivotnyh : metodicheskie rekomendacii / A. I. YAtusevich [i dr.] ; Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny. – Vitebsk : VGAVM, 2011. – 90 s. 10. Chebotarev, R. S. Protivoparazitarnye svojstva nekotoryh kormovyh rastenij / R. S. Chebotarev. – Minsk : [b.i.], 1960. – 31 s. 11. YAtusevich, A. I. Perspektivy fitoterapii pri parazitozah zhivotnyh / A. I. YAtusevich // Tekhnologiya polucheniya i vyrashchivaniya zdorovogo molodnyaka sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh i ryboposadochnogo materiala : tezisy dokladov Respublikanskoj nauchno-prakticheskoj konferencii / Vitebskij veterinarnyj institut. – Minsk, 1993. – S. 147.

Поступила в редакцию 10.10.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-4-64-69
УДК 636.2.084.1:636.087.8+612.11/.12**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗНЫХ ФОРМ ПРОБИОТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ «БАСУЛИФОР»
ТЕЛЯТАМ В МОЛОЧНЫЙ ПЕРИОД****Гамко Л.Н. ORCID ID 0000-0002-4487-1102, Талызина Т.Л. ORCID ID 0000-0001-6508-1970,
Вафина Д.Р. ORCID ID 0009-0008-1913-6457**ФГБОУО «Брянский государственный аграрный университет»,
с. Кокино, Выгоничский район, Брянская область, Российская Федерация

*Скармливание телятам до шестимесячного возраста пробиотических добавок «Басулифор» в сухой (С) и жидкой (Ж) 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 морфобioхимические показатели крови. В первом научно-хозяйственном опыте при включении в рацион телят второй группы 15 г и третьей группы 20 г «Басулифор-С» на голову в сутки среднесуточные приросты живой массы были выше на 8,5% и 19,3% соответственно относительно контрольной группы, прирост в которой составил 686,0±8,8 г. Во втором научно-хозяйственном опыте при выпаивании телятам второй и третьей опытных групп 0,4 мл и 0,5 мл на литр цельного молока на голову в сутки «Басулифор-Ж» среднесуточные приросты живой массы возросли на 15,2% и 21,6% против контроля и составили 730±29,5 г и 770±23,3 г. Морфобioхимические показатели крови находились в референтных значениях нормы в двух опытах. В первом опыте показатели крови существенно не различались во всех группах. Во втором опыте установлено увеличение концентрации эритроцитов во второй опытной группе на 16,09%, а в третьей - на 17,24% при одновременном снижении уровня лейкоцитов на 22,16% и 18,29% соответственно и увеличении глобулиновой фракции белков при использовании жидкой формы пробиотической добавки «Басулифор-Ж», что позволяет говорить об оптимизации метаболизма и повышении продуктивности. **Ключевые слова:** телята, пробиотическая добавка, продуктивность, кровь.*

**THE EFFECTIVENESS OF USING DIFFERENT FORMS OF PROBIOTIC SUPPLEMENT BASULIFOR
TO CALVES DURING THE PREWEANING PERIOD****Gamko L.N., Talyzina T.L., Vafina D.R.**FSBEIHE "Bryansk State Agrarian University",
p. Kokino, Vygonichsky district, Bryansk region, Russian Federation

*Feeding of probiotic supplements Basulifor to calves up to six months of age in dry (C) and liquid (G) forms containing strains of *Bacillus subtilis* and *Bacillus Licheniformis* at 14.7-10.7 MJ of metabolic energy per 1 kg of dry matter of feed mixtures included in the diet had a positive effect on productivity and morphobiochemical parameters of blood. In the first scientific and economic setting, with the inclusion into the diet of calves from the second group of 15 g and from the third group of 20 g Basulifor-S per head per day, the average daily gains in live weight increased by 8.5% and 19.3%, respectively, relative to the control group, the increase in which was 686.0 ± 8.8g. In the second scientific and economic setting, when giving calves of the second and third experimental groups, respectively, 0.4 ml and 0.5 ml of Basulifor-Zh per liter of whole milk per head per day the average daily gains in live weight increased by 15.2% and 21.6% against the control, and amounted to 730±29.5g and 770±23.3 g. Morphobiochemical blood parameters were in the reference values of the norm in both settings. In the first setting, the blood counts did not differ significantly in all groups. In the second setting, an increase by 16.09% in the concentration of erythrocytes in the second experimental group and by 17.24% in the third was found, with a simultaneous decrease in the level of leukocytes by 22.16% and 18.29%, respectively, and an increase in the globulin fraction of proteins when using the liquid form of the probiotic supplement Basulifor-Zh, which allows us to talk about optimizing metabolism and increasing productivity. **Keywords:** calves, probiotic supplement, productivity, blood.*

Введение. Для интенсивного развития молочного скотоводства необходимо совершенствовать технологии выращивания ремонтного молодняка. При этом наряду с селекционными проблемами важнейшая роль отводится кормам, которые должны максимально усваиваться в желудочно-кишечном тракте животных, а также быть профилактическими средствами против болезней [1]. Физиологический статус животных тесно связан с активностью микробиоценоза желудочно-кишечного тракта, нагрузка на который значительна в условиях промышленного животноводства. В связи с этим в последние годы исследователи в рационы животных вводят пробиотические добавки, содержащие различные штаммы микроорганизмов [2, 3]. Пробиотики оказывают положительное влияние на метаболизм животных и человека в адекватных количествах [4, 5]. Несмотря на большое разнообразие пробиотиков, их механизм достаточно не изучен, так как зависит от многих факторов, прежде всего состояния микрофлоры желудочно-кишечного тракта и состава рациона. Установлено,

что пробиотики поддерживают колонизационную резистентность, угнетая активность патогенной микрофлоры [6], усиливают метаболизм компонентов пищи за счет наличия специфических ферментов [7], осуществляют синтез метаболитов, поддерживающих гомеостаз и иммунную систему, таких как аминокислота триптофан, витамины группы В [8]. Все это способствует увеличению продуктивности животных за счет стимуляции пищеварительных процессов, вследствие чего происходит повышение переваримости и усвояемости питательных веществ [10-14].

Цель исследований - изучить влияние скармливания пробиотической добавки «Басулифор» в сухой и жидкой формах на морфобиохимические показатели крови и продуктивность телят, полученных от коров черно-пестрой породы.

Материалы и методы исследований. Научно-хозяйственные опыты были проведены в ООО «Агрофирма Культура» Брянской области РФ. Объектом исследования были клинически здоровые телята с разницей в возрасте 3-5 суток. Материалом исследований являлись пробиотические добавки «Басулифор-С» и «Басулифор-Ж», полученные от научно-производственной компании ООО «НИИ Пробиотиков» (г. Москва). Действующим началом пробиотиков служат споровые формы штаммов *Bacillus subtilis* и *Bacillus Licheniformis* (KOE – не менее $5 \cdot 10^9$ в 1 г). Пробиотик «Басулифор-С» представлен в сухой форме, а «Басулифор-Ж» - в жидкой.

Для изучения эффективности каждой формы пробиотической добавки по принципу пар-аналогов были сформированы три группы телят по 10 голов в каждой с начальной живой массой 37-38 кг (первый опыт) и 48-49 кг (второй опыт). Как в первом, так и во втором опытах первая группа являлась контрольной и получала основной рацион с поступлением питательных веществ согласно нормам потребности [15]. Телята опытных групп дополнительно к основному рациону получали пробиотические добавки. Схема опытов представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Схема научно-хозяйственных опытов

Группа	Количество телят в опыте, голов	Условия кормления
Первый научно-хозяйственный опыт		
I - контрольная	10	Основной рацион (ОР)
II - опытная	10	ОР + 15 г «Басулифор-С» на 1 гол/сут
III - опытная	10	ОР + 20 г «Басулифор-С» на 1 гол/сут
Второй научно-хозяйственный опыт		
I - контрольная	10	Основной рацион (ОР)
II - опытная	10	ОР + «Басулифор-Ж» 0,4 мл/л молока на 1 гол/сут
III - опытная	10	ОР + «Басулифор-Ж» 0,5 мл/л молока на 1 гол/сут

В первом научно-хозяйственном опыте изучали действие пробиотика в сухой форме. Животные контрольной группы получали основной рацион, в состав которого входили на голову в сутки 1,0 кг зерносмеси (дёрть овсяная 30%, дёрть кукурузная 30%, дёрть ячменная 40%), 1,0 кг сенажа из люцерны, 0,3 кг сена лугового, 5,7 кг молока цельного, по 0,08 кг стартера «Кальфовит» и 0,06 кг премикса «Кальфовит». В суточном рационе содержалось ЭКЕ (энергетические кормовые единицы) 3,47, переваримого протеина - 319,5 г. В 1 кг сухого вещества концентрация обменной энергии составляла 14,7 МДж, за счет высокого удельного веса концентрированных кормов. Телята второй и третьей групп (опытные) получали в утреннее кормление дополнительно к основному рациону добавки пробиотика, смешанного с молоком в количестве 15 и 20 г на голову в сутки соответственно. Продолжительность опыта - 59 суток.

Во втором научно-хозяйственном опыте подопытные телята получали основной сбалансированный по питательности рацион (таблица 2).

Таблица 2 - Состав и питательность кормосмеси

Показатели	Дёрть овсяная	Дёрть кукурузная	Сенаж разнотравный	Сено луговое	Силос кукурузный	Жмых подсолнечный	БМВК-63-6633	Итого
Вид корма, %	25,2	14,7	16,5	7,16	14,9	7,16	14,38	100
Обменная энергия, кДж	2,3	1,9	0,63	0,49	0,34	0,75	1,5	7,91
Сухое вещество, г	214,2	124,9	74,3	61,4	37,3	64,4	-	576,5
Переваримый про-	19,9	9,9	6,4	3,9	2Д	23,2	4,5	69,9
Сырой жир, г	10,1	6,3	2,9	1,8	1,5	5,5	0,14	28,24
Сырая клетчатка, г	24,4	6,3	22,2	18,8	11,2	9,2	1,3	93,4
Крахмал, г	80,6	82,3	0,7	-	1,2	1,8	-	166,6
БЭВ, г	144,4	96,7	33,5	29,6	21,3	15,8	-	341,3

Продолжение таблицы 2

Показатели	Дерть овсяная	Дерть кукурузная	Сенаж разнотравный	Сено луговое	Силос кукурузный	Жмых подсолнечный	БМК-63-6633	Итого
Сахар, г	4,5	2,9 6,3	3,7	1,4	0,9	-	19,7	
Кальций, г	0,4	0,06	0,5	0,5	0,2	0,4	0,4	2,5
Фосфор, г	0,9	0,4	0,2	0,2	0,06	0,9	0,12	2,8
Железо, мг	10,3	6,2	11,2	13,5	9,1	15,4	11,5	77,2
Медь, мг	1,2	0,9	0,5	0,4	0,2	1,2	4,6	9,0
Цинк, мг	5,7	2,9	2,0	1,5	0,9	2,9	18,4	34,3
Кобальт, мг	0,02	0,02	0,007	0,007	0,0	0,01	0,5	0,6
Иод, мг	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,5	0,7
Каротин, мг	0,3	0,06	4,1	1Д	3,0	од	-	8,7
Витамин D, МЕ	-	-	25,6	10,7	7,5	0,4	1,8	46,0
Витамин E, мг	3,3	2,2	6,8	4,3	6,9	0,8	4,6	29,0
Лизин	0,9	0,4	0,5	0,3	од	1,0	0,2	3,4
Метионин+цистеин	0,8	0,3	0,4	0,3	0,12	1,1	0,2	3,2
Триптофан	0,3	0,2	0,4	0,1	од	0,4	-	1,5

Подопытным животным ежедневно скармливали цельное молоко в количестве 5 л в первую декаду, 6 л - во вторую-шестую, 5 л - в седьмую, 4 л - в восьмую декаду опытного периода. Телятам второй и третьей опытных групп в молоко добавляли пробиотическую добавку «Басулифор-Ж» в дозе 0,4 и 0,5 мл/л молока на голову в сутки соответственно.

Для изучения эффективности пробиотических добавок были проведены контрольные взвешивания животных в начале и в конце опытного периода, и по результатам рассчитан среднесуточный прирост живой массы. В конце опыта из яремной вены взяты образцы крови для исследования физиологического состояния подопытных телят. Гематологические показатели крови проведены на гематологическом анализаторе ProCyte*Dx, биохимические - по общепринятым методикам с использованием спектрофотометра [16]. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием t-критерия Стьюдента. Достоверными считали результаты при $P < 0.05$.

Результаты исследований. Данные о взвешивании и изменении живой массы телят за период опытов представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Динамика живой массы и среднесуточных приростов телят при введении в рацион пробиотических добавок «Басулифор», n=10

Показатели	Группа		
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная
Первый научно-хозяйственный опыт			
Живая масса			
в начале опыта, кг	37,8±1,24	36,8±0,82	36,4±1,32
в конце опыта, кг	78,3±1,17	80,7±0,91	84,7±1,39
Абсолютный прирост, кг	40,5±0,51	43,9±0,18	48,3±0,36
Среднесуточный прирост, г	686,0±8,8	744,0±3,8	818,5±6,3
Затраты ЭКЕ на 1 кг прироста	5,06	4,66	4,24
Затраты ОЭ на 1 кг прироста, МДж	50,6	46,6	42,4
% к контролю	100,0	92,1	83,8
Второй научно-хозяйственный опыт			
Живая масса телок, кг:	-	-	-
в начале опыта	48,1 ± 2,12	48,8 ± 1,7	48,1 ± 1,9
в конце опыта	98,7 ± 2,9	107,3 ± 2,4	109,3 ± 2,9
Абсолютный прирост, кг	50,6	58,5	61,2
Суточный прирост, г	633 ± 25,4	730 ± 29,5	770 ± 23,3
Затраты ОЭ на 1 кг прироста, МДж	89,3	77,4	73,4
Затраты ЭКЕ на 1 кг прироста,	8,93	7,74	7,34
% к контролю	100	87,9	82,2

В первом опыте, где телятам второй опытной группы скармливали 15 г сухого пробиотика в сутки на голову, живая масса к завершению опыта была больше на 3,06%, а в третьей добавка к рациону в сухой форме пробиотика «Басулифор-С» в дозе 20 г в сутки способствовала росту массы тела на 8,17% больше в сравнении с животными контрольной группы. Энергия роста за сутки, кото-

рая выражалась среднесуточным приростом, в опытных группах за период опыта составила во второй на 8,5% больше и в третьей - на 19,3% по отношению к контролю. В этих группах при скормлировании разных доз пробиотика более эффективно использовалась поступившая обменная энергия из скормливаемых кормов, что подтверждается меньшими затратами обменной энергии на 1 кг прироста во второй опытной группе на 7,9% и в третьей - на 16,2%.

Во втором опыте, где скормливали телятам пробиотик «Басулифор-Ж» в жидком виде в количестве 0,4 мл/л цельного молока, добавка оказала действие на изменение среднесуточных приростов у телят за период опыта. Так, во второй опытной группе, где телятам выпаивали с молоком пробиотик «Басулифор-Ж» в количестве 0,4 мл на 1 л молока на голову в сутки, среднесуточный прирост был на 15,2% больше, чем в контрольной группе, а в третьей опытной группе этот показатель был больше на 21,6% в сравнении с телятами контрольной группы и на 6,4% больше по сравнению со второй опытной группой. Результаты исследований по изучению влияния жидкой формы пробиотика у телят в молочный период свидетельствуют о более высоком полезном действии пробиотической добавки, которое связано с усилением пищеварительной функции и лучшим использованием питательных веществ, что сказалось на стабильном синтезе продукции.

В конце каждого научно-хозяйственного опыта у телят были отобраны образцы крови, в которых установлены некоторые морфологические и биохимические показатели (таблица 4).

Таблица 4 - Морфологические и биохимические показатели крови телят при введении в рацион пробиотических добавок «Басулифор» n=3

Показатели	Группа		
	1 контрольная	2 опытная	3 опытная
Первый научно-хозяйственный опыт			
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	7,93 $\pm$ 0,09	8,0 $\pm$ 0,16	7,96 $\pm$ 0,05
Лейкоциты, $\times 10^9/л$	9,63 $\pm$ 0,21	9,83 $\pm$ 0,05	9,93 $\pm$ 0,05
Гемоглобин, г/л	115,06 $\pm$ 2,52	115,86 $\pm$ 1,57	119,20 $\pm$ 2,02
Общий белок, г/л	67,50 $\pm$ 0,47	69,46 $\pm$ 0,70	69,46 $\pm$ 1,12
Альбумины, г/л	36,94 $\pm$ 0,57	39,23 $\pm$ 0,50	37,86 $\pm$ 0,11
Глобулин, г/л	30,56 $\pm$ 0,32	30,23 $\pm$ 0,48	31,60 $\pm$ 0,38
Кальций общий, ммоль/л	2,70 $\pm$ 0,06	2,73 $\pm$ 0,05	2,86 $\pm$ 0,04
Фосфор неорганич., ммоль/л	5,76 $\pm$ 0,07	5,90 $\pm$ 0,05	5,96 $\pm$ 0,06
Глюкоза, ммоль/л	3,23 $\pm$ 0,05	3,3 $\pm$ 0,13	3,33 $\pm$ 0,05
Второй научно-хозяйственный опыт			
<i>Морфологические показатели</i>			
Эритроциты, $10^{12}/л$	8,70 $\pm$ 0,28	10,10 + 1,80	10,20 $\pm$ 1,10
Гемоглобин, г/л	104,3 $\pm$ 4,06	106,0 + 13,24	111,6 $\pm$ 12,90
Лейкоциты, $10^9/л$	12,90 $\pm$ 3,60	9,98 $\pm$ 1,30	10,54 $\pm$ 0,81
Гематокрит, %	26,2 $\pm$ 1,70	30,5 $\pm$ 6,07	32,2 + 4,22
Лимфоциты, %	45,03 $\pm$ 11,20	42,10 + 5,40	51,03 $\pm$ 3,80
Моноциты, %	12,10 $\pm$ 3,24	14,20 $\pm$ 0,77	17,50 + 1,50
Нейтрофилы, %	39,10 + 12,50	39,60 $\pm$ 4,80	28,90 $\pm$ 1,62
Эозинофилы, %	0,80 $\pm$ 0,24	0,96 $\pm$ 0,45	0,83 + 0,43
Базофилы, %	3,03 $\pm$ 2,02	3,20 $\pm$ 1,20	1,80 $\pm$ 0,90
<i>Биохимические показатели</i>			
Белок общий, г/л	61,10 $\pm$ 2,20	61,10 + 1,50	68,03 + 2,00
Альбумин, %	56,80 $\pm$ 1,36	51,50 + 0,72	57,40 $\pm$ 3,3
α -глобулины, %	5,90 $\pm$ 0,66	5,36 $\pm$ 1,30	6,76 $\pm$ 1,20
β -глобулины, %	12,40 $\pm$ 0,93	10,90 + 0,72	10,40 $\pm$ 0,82
γ -глобулины, %	24,90 $\pm$ 4,55	33,50 $\pm$ 0,76	25,40 $\pm$ 4,84
Глюкоза, ммоль/л	3,92 $\pm$ 0,20	6,04 $\pm$ 0,11	4,43 + 0,20
Кальций, ммоль/л	3,07 $\pm$ 0,17	2,90 $\pm$ 0,09	2,90 $\pm$ 0,09
Фосфор неорганич., ммоль/л	2,52 $\pm$ 0,16	3,83 $\pm$ 0,33	3,05 $\pm$ 0,30

Следует отметить, что все изученные показатели находились в пределах референтных физиологических значений нормы. Исследованиями не установлено статистически достоверных изменений показателей, однако некоторые закономерности прослеживались. Так, при скормлировании телятам пробиотика «Басулифор-Ж» в жидкой форме наблюдалась четкая тенденция увеличения количества эритроцитов во второй опытной группе на 16,09%, а в третьей - на 17,24% при одновременном снижении уровня лейкоцитов на 22,16% и 18,29% соответственно по отношению к аналогичным показателям в контрольной группе животных. У телят, получавших с цельным молоком 0,4

мл/л молока пробиотика, концентрация общего белка в сыворотке крови не изменилась, однако, изменился фракционный состав, в частности, в опытной группе возрос уровень гамма-глобулинов на 34,54% относительно контроля.

В первом опыте, где использовали пробиотики «Басулифор-С», содержащие аналогичные штаммы микроорганизмов «Басулифор-Ж», но в сухом виде различий в морфо-биохимических показателях крови не наблюдалось, хотя продуктивность была выше в сравнении с контрольной группой. Возможно, это связано с тем, что при приготовлении сухой формы бактерии лиофильно высушены и тем самым ослаблены, им труднее прикрепиться к слизистой кишечника и «работать», что приводит к меньшему физиологическому эффекту.

Закключение. Использование в рационе телят до шестимесячного возраста пробиотика «Басулифор» в жидкой и сухой форме оказало положительное влияние на продуктивность животных. Скармливание пробиотика «Басулифор-С» в количестве 20 г на голову в сутки и выпаивание «Басулифор-Ж» в дозе 0,5 мл на литр цельного молока способствовало увеличению среднесуточных приростов живой массы на 19,3% и 21,6% при одновременном снижении затрат обменной энергии на 1 кг прироста на 16,2% и 17,8% соответственно относительно контрольной группы. При добавлении в молоко телятам пробиотика в жидкой форме оптимизировался гомеостаз, о чем свидетельствует увеличение в крови концентрации эритроцитов, снижение лейкоцитов и повышение глобулиновой фракции белка против контроля.

Conclusion. The use of the probiotic Basulifor in liquid and dry form in the diet of calves up to six months of age had a positive effect on the productivity of animals. Feeding the probiotic Basulifor-S in the amount of 20 g per head per day and giving Basulifor-Zh in a dose of 0.5 ml per liter of whole milk contributed to an increase in average daily live weight gains by 19.3% and 21.6% while reducing the cost of metabolic energy per 1 kg of increase by 16.2% and 17.8%, respectively, relative to the control group. When the probiotic in liquid form was added to calves' milk homeostasis was optimized, as evidenced by an increase in the concentration of erythrocytes in the blood, a decrease in leukocytes and an increase in the globulin fraction of protein against control.

Список литературы. 1. Дуборезов, В. М. Пробиотическая кормовая добавка в рационах телят-молочников / В. М. Дуборезов // Комбикорма. – 2016. – № 5. – С. 79–80. 2. Angelakis, E. Weight gain by gut microbiota manipulation in productive animals / E. Angelakis // Microbial Pathogenesis. – 2017. – № (106). – P. 162–170. 3. Лаптев, Г. Микробиом рубца жвачных: современные представления / Г. Лаптев, Л. Ильина, В. Солдатова // Животноводство России. – 2018. – № 10. – С. 38–41. 4. World Gastroenterology Organisation. Probiotics and prebiotics / F. Guarner [et al.]. – 2017. – <https://www.worldgastroenterology.org/guidelines>. 5. Гамко, Л. Н. Сухая кормосмесь с пробиотиком для молодняка свиней / Л. Н. Гамко, И. И. Сидоров, Т. Л. Талызина // Свиноводство. – 2012. – № 8. – С. 20–22. 6. Mechanisms of Action of Probiotics / J. Plaza-Diaz [et al.] // Adv Nutr. – 2019. – № 10(Sup-pl.1). – S. 49–66. 7. Halloran, K. Probiotic mechanisms of action / K. Halloran, M. A. Underwood // Early Hum Dev. – 2019. – № 135. – P. 58–65. 8. Canfora, E. E. Short-chain fatty acids in control of body weight and insulin sensitivity / E. E. Canfora, J. W. Jocken, E. E. Blaak // Nat Rev Endocrinol. – 2015. – № 11(10). – P. 577–91. 9. Vitamin Producing Lactic Acid Bacteria as Complementary Treatments for Intestinal Inflammation / de Moreno de LeBlanc A. [et al.] // Anti-inflammatory Agents Med Chem. – 2018. – № 17(1). – P. 50–56. 10. Кондалеев, Г. Ю. Эффективность включения в рацион телят пробиотической добавки содержащей *Bacillus subtilis* / Г. Ю. Кондалеев, А. Г. Менякина // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение / Брянский государственный аграрный университет. – Брянск, 2023. – С. 174–177. 11. Gamko, L. N. Probiotic additives in the rings of young pigs under the conditions of technological environmental pollution / L. N. Gamko, T. L. Talyzina, V. V. Talyzin // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2019. – Vol. 10, № 1. – P. 1853–1859. 12. Ma, T. Dissect the mode of action of probiotics in affecting host-microbial interactions and immunity in food producing animals / T. Ma, Y. Suzuki, L. L. Guan // Veterinary Immunology and Immunopathology. – 2018. – № 205. – P. 35–48. 13. Effects of whey peptide extract on the growth of probiotics and gut microbiota / Y. J. Yu [et al.] // Journal of Functional Foods. – 2016. – № 21. – P. 507–516. 14. Halloran, K. Probiotic mechanisms of action / K. Halloran, M. A. Underwood // Early Hum Dev. – 2019. – № 135. – P. 58–65. 15. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справочное пособие / под ред.: А. П. Калашикова [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва, 2003. – 456 с. 16. Кондрахин, И. П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики : справочник / И. П. Кондрахин. – Москва : КолосС, 2004. – 520 с.

References. 1. Duborezov, V. M. Probioticheskaya kormovaya dobavka v racionah telyat-molochnikov / V. M. Duborezov // Kombikorma. – 2016. – № 5. – S. 79–80. 2. Angelakis, E. Weight gain by gut microbiota manipulation in productive animals / E. Angelakis // Microbial Pathogenesis. – 2017. – № (106). – P. 162–170. 3. Laptev, G. Mikrobiom rubca zhvachnyh: sovremennye predstavleniya / G. Laptev, L. Il'ina, V. Soldatova // Zhivotnovodstvo Rossii. – 2018. – № 10. – S. 38–41. 4. World Gastroenterology Organisation. Probiotics and prebiotics / F. Guarner [et al.]. – 2017. – <https://www.worldgastroenterology.org/guidelines>. 5. Gamko, L. N. Suhaya kormosmes' s probiotikom dlya molodnyaka svinej / L. N. Gamko, I. I. Sidorov, T. L. Talyzina // Svinovodstvo. – 2012. – № 8. – S. 20–22. 6. Mechanisms of Action of Probiotics / J. Plaza-Diaz [et al.] // Adv Nutr. – 2019. – № 10(Sup-pl.1). – S. 49–66. 7. Halloran, K. Probiotic mechanisms of action / K. Halloran, M. A. Underwood // Early Hum Dev. – 2019. – № 135. – R. 58–65. 8. Canfora, E. E. Short-chain fatty acids in control of body weight and insulin sensitivity / E. E. Canfora, J. W. Jocken, E. E. Blaak // Nat Rev Endocrinol. – 2015. – № 11(10). – R. 577–91. 9. Vitamin Producing Lactic Acid Bacteria as Complementary Treatments for Intestinal Inflammation / de Moreno de LeBlanc A. [et al.] // Anti-inflammatory Agents Med

Chem. – 2018. – № 17(1). – R. 50–56. 10. Kondaleev, G. YU. *Effektivnost' vklucheniya v racion telyat probioticheskoy dobavki soderzhashchej Vacillus subtilis* / G. YU. Kondaleev, A.G. Menyakina // *Problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva i ih reshenie* / Bryanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – Bryansk, 2023. – S. 174–177. 11. Gamko, L. N. *Probiotic additives in the rings of young pigs under the conditions of technogenous environmental pollution* / L. N. Gamko, T. L. Talyzina, V. V. Talyzin // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. – 2019. – Vol. 10, № 1. – R. 1853–1859. 12. Ma, T. *Dissect the mode of action of probiotics in affecting host-microbial interactions and immunity in food producing animals* / T. Ma, Y. Suzuki, L. L. Guan // *Veterinary Immunology and Immunopathology*. – 2018. – № 205. – R. 35–48. 13. *Effects of whey peptide extract on the growth of probiotics and gut microbiota* / Y. J. Yu [et al.] // *Journal of Functional Foods*. – 2016. – № 21. – R. 507–516. 14. Halloran, K. *Probiotic mechanisms of action* / K. Halloran, M. A. Underwood // *Early Hum Dev*. – 2019. – № 135. – R. 58–65. 15. *Normy i rationy kormleniya sel'skohozyaystvennykh zhivotnykh : spravochnoe posobie* / pod red.: A. P. Kalashnikova [i dr.]. – 3-e izd., pererab. i dop. – Moskva, 2003. – 456 s. 16. Kondrahin, I. P. *Metody veterinarnoj klinicheskoy laboratornoj diagnostiki : spravochnik* / I. P. Kondrahin. – Moskva : KolosS, 2004. – 520 s.

Поступила в редакцию 28.09.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-4-69-74
УДК 636.32/38.082.2(476)

ЗООТЕХНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ ОВЕЦ ПОЛУТОНКОРУННЫХ ПОРОД БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Грекова И.Е. ORCID ID 0000-0002-0971-2552, Рудак А.Н. ORCID ID 0000-0002-1110-7183
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь

*Для обеспечения развития овцеводства с целью получения качественной конкурентоспособной продукции необходимо, чтобы племенные овцы полутонкорунных пород соответствовали современным требованиям, были устойчивы к специфическим условиям разведения и содержания в овцеводческих предприятиях различных форм собственности и ведомственной подчиненности. В статье представлены материалы исследований, направленных на усовершенствование зоотехнических правил оценки овец полутонкорунных пород белорусской селекции. В рамках работы проведена сравнительная оценка экстерьерно-конституционального развития производящего состава овец, получены данные линейно-ростовых промеров и живой массы. В результате проведенных исследований установлены минимальные требования к показателям продуктивности овец полутонкорунных пород белорусской селекции и усовершенствованы зоотехнические правила их оценки. **Ключевые слова:** полутонкорунные породы, бараны-производители, овцематки, селекция, конституция, экстерьер, промеры.*

ZOOTECNICAL EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF SEMI-FINE WOOL SHEEP BREEDS OF THE BELARUSIAN SELECTION

Grekova I.E., Rudak A.N.
Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding,
Zhodino, Republic of Belarus

*To ensure the development of sheep breeding in order to obtain high-quality competitive products it is necessary that the pedigree sheep of semi-fine wool breeds meet current requirements, be resistant to the specific conditions of breeding and maintenance at sheep enterprises of various forms of ownership and departmental subordination. The paper contains the materials of research aimed at refining zootechnical rules for evaluation of semi-fine wool sheep breeds of the Belarusian selection. Within the framework of studies, a comparative evaluation of exterior and constitution development of producing sheep was carried out, data on linear and height measurements and live weight were obtained. As a result of the research, the minimum requirements for productivity of semi-fine wool sheep breeds of the Belarusian selection were established and the zootechnical rules for their evaluation were refined. **Keywords:** semi-fine wool breeds, stud rams, ewes, selection, constitution, exterior, measurements.*

Введение. Развитие овцеводства в современных экономических условиях определяется главным образом его эффективностью и конкурентоспособностью. Известно, что овцеводческая отрасль экономически выгодна при одновременном производстве шерсти, овчин и мяса. Только такая совокупность доходов от основных видов продукции может покрыть значительные расходы на строительство и оснащение механизированных ферм, содержание и кормление овец. Денежной выручки, полученной от продажи только одной шерсти, недостаточно. Экономически выгодными видами продукции являются, во-первых, молодая баранина (ягнятина), во-вторых, молоко. Практика зарубежного и отечественного овцеводства подтверждает это положение. Следует отметить, что овцы полутонкорунных пород белорусской селекции характеризуются специфическими конституционально-продуктивными качествами, в большинстве своем хорошо сочетая высокую шерстную и мясную продуктивность. Полутонкорунными называют овец, дающих однородную шерсть с тониной

в пределах 25-55 мкм, длиной 6-20 см и более. По густоте шерсти эти овцы значительно уступают тонкорунным. Технологически наиболее ценной, а потому во всем мире производимой в наибольшем количестве среди полутонких групп шерсти, является шерсть, полученная от кроссбредных овец. Систематически повышающийся спрос на международном рынке на такую шерсть привел к тому, что полутонкорунное овцеводство по численности поголовья и производству шерсти значительно опережает развитие тонкорунного овцеводства. Так, шерсть, полученная от кроссбредных овец, в мировом производстве всех видов шерсти занимает 43-44% [1, 2, 3].

На современном этапе развития аграрного сектора в мире происходит трансформация структуры производства продукции. В некоторых регионах уже начата работа по созданию перспективных массивов овец с высокой мясной продуктивностью. В связи со сложившейся экономической ситуацией в республике, необходимостью импортозамещения в овцеводстве и, прежде всего, в обеспеченности продукцией овцеводства перерабатывающих предприятий страны активизировалось развитие данной отрасли. Для этого были разработаны и приняты комплексы нормативных документов [4, 5, 6].

В условиях регулируемого рынка восстановление отрасли овцеводства в Республике Беларусь должно рассматриваться как необходимость более полного и рационального использования кормовых и трудовых ресурсов страны для производства дешевой животноводческой и текстильной продукции. Потребность промышленности республики в шерсти, а мясоперерабатывающих предприятий – в баранине в совокупности подтверждают актуальность развития овцеводства [1, 2, 3].

Следует подчеркнуть, что у овец эффективность конверсии питательных веществ кормов в продукцию достаточно высокая. Так, коэффициент трансформации протеина кормовых средств в белок прироста живой массы ягнят составляет 18% (незначительно уступает данному показателю у козлят (19,4%), но превосходит свиней (12,0%) и крупный рогатый скот (6,5-9,2%). Доказано, что по энергии роста ягнота в 1,5-2,2 раза превосходят молодняк крупного рогатого скота. Откормить группу из 10 голов до массы 450 кг можно за 9 месяцев, или в 2 раза быстрее, чем одного быка. Таким образом, высокая скороспелость овец в сочетании с высокой плодовитостью может обеспечить быстрый оборот вложенных в отрасль средств [1, 2, 3, 4, 5].

Для обеспечения развития производства овцеводческой продукции и для того, чтобы племенные овцы полутонкорунных пород соответствовали современным требованиям, оставались конкурентоспособными и востребованными, **целью работы** было провести зоотехническую оценку продуктивности овец полутонкорунных пород белорусской селекции.

Материалы и методы исследований. Исследования выполнялись в базовых хозяйствах различной формы собственности по разведению овец полутонкорунных пород белорусской и зарубежной селекции, таких как ОАО «Жеребковичи» Ляховичского, РУП «Витебское племпредприятие» Витебского, ИООО «Истерн Шип» Логойского районов и др.

Объектом исследований являлись чистопородные животные (бараны-производители, овцематки и ярки, баранчики породы суффолк, мериноландшаф, тексель, иль-де-франс), использовавшиеся в племенной работе. В формируемые селекционные группы отобран молодняк, оцененный по происхождению, промерам, экстерьеру и живой массе.

Проведена сравнительная оценка экстерьерно-конституционального развития производящего состава овец.

Полученные результаты исследований обработаны биометрически с использованием компьютерной программы MS Excel. Разница между группами считалась достоверной при уровне значимости $*P \leq 0,05$; $**P \leq 0,01$; $***P \leq 0,001$ по методике, предложенной Рокицким П.Ф. [7].

Результаты исследований. Развитие организма всегда является результатом взаимодействия генотипа и условий содержания. Наследуется не готовый признак, а определенный тип реакции или норма реакции на условия среды. В данных исследованиях выявлено, что реакция одного и того же организма на изменяющиеся условия, т.е. его фенотипические особенности, была неодинаковой. Из этого следует, что в изменяющейся среде один и тот же генотип реализуется по-разному, так как развитие управляется генами, проявляющимися только при определенных внешних факторах.

Использовавшимся до последнего времени нормативным документом, регламентировавшим порядок оценки в полутонкорунном овцеводстве республики, являлись «Зоотехнические правила оценки овец полутонкорунных пород». Овцы полутонкорунных пород в зависимости от породных особенностей, уровня мясной и шерстной продуктивности должны соответствовать следующей градации:

К рангу *лучшие* относятся животные, которые по конституционально-продуктивным качествам и свойствам соответствуют либо превосходят установленные настоящими Зоотехническими правилами минимальные требования к животным данного ранга. В этот ранг включают *ценных* животных, которые превосходят установленные показатели для данной градации по скороспелости на 10% и более, молочной продуктивности маток селекционной группы (ядра) на 10% и более при условии, что по степени выраженности других хозяйственно полезных признаков они соответствуют мини-

мальным требованиям для *ценных* животных. В целом животные должны быть достаточно крупными, хорошего телосложения, без пороков и недостатков экстерьера.

К *ценным* относятся животные, которые по конституционно-продуктивным качествам, особенностям развития телосложения, уровню мясной и шерстной продуктивности соответствуют установленным настоящими Зоотехническими правилами минимальным требованиям к животным данной градации и не соответствуют минимальным требованиям для ранга *лучшие*. Животные с недостаточной густотой шерсти, с укороченной шерстью на спине и с неудовлетворительной оброслостью брюха, а также с недостатками экстерьера в данный ранг не допускаются.

К рангу *полезные* относятся животные, которые по конституционно-продуктивным качествам, особенностям развития, телосложения, уровню мясной и шерстной продуктивности соответствуют установленным настоящими Зоотехническими правилами минимальным требованиям данной градации и не соответствуют минимальным требованиям для ранга *ценные*.

Животные с ослабленной конституцией, очень мелкие, с редкой и короткой шерстью (менее 5,5 см), с многочисленными пороками экстерьера в данный ранг не допускаются. Такие животные подлежат выбраковке.

Животные, не отвечающие минимальным требованиям для ранга *полезные*, установленным настоящими Зоотехническими правилами по одному или нескольким признакам, подлежат выбраковке [8].

Животные, не достигшие возраста 12 месяцев, по шерстной продуктивности не оцениваются.

В связи с интенсификацией овцеводческой отрасли в республике, принятием новых законодательных актов, направленных на совершенствование системы племенной работы в животноводстве и согласованных с ЕАЭК, необходимо возникла необходимость усовершенствовать зоотехнические правила оценки овец полутонкорунных пород белорусской селекции.

В результате исследований проведена сравнительная оценка экстерьерно-конституционального развития производящего состава овец полутонкорунных пород различных хозяйств республики (таблица 1).

Анализ данных таблицы 1 показал, что живая масса у всех баранов-производителей была ниже стандарта породы на 1,49-10,44 кг, у маток – на 2,62-9,68 кг (за исключением маток мериноландшафа +7,86 кг). По остальным показателям экстерьерно-конституционального развития животные в основном соответствовали требованиям породного стандарта по направлениям продуктивности. Однако по обхвату пясти, за исключением баранов породы иль-де-франс (+0,38 см), также установлено снижение показателя к стандарту породы на 0,28-1,41 см; у маток пород суффолк, тексель отмечено снижение на 0,08-0,17 см, а у иль-де-франса и мериноландшафа – увеличение на 0,32-0,42 см. Вследствие этого установлено, что у некоторых особей пород суффолк, тексель ухудшились показатели как породных, так и индивидуальных признаков.

Таблица 1 – Промеры и экстерьерно-конституциональное развитие производящего состава овец полутонкорунных пород

Показатель	Половозрастные группы									
	бараны-производители					овцематки (яркие старше года)				
	живая масса, кг	высота в холке, см	обхват груди, см	длина туловища, см	обхват пясти, см	живая масса, кг	высота в холке, см	обхват груди, см	длина туловища, см	обхват пясти, см
Порода тексель, n=10, РУП «Витебское племпредприятие»										
M±m	79,56 ±4,48	66,73 ±3,62	96,82 ±7,17	76,15 ±5,12	8,59 ±0,56	60,32 ±1,26	62,24 ±1,62	92,62 ±4,68	70,72 ±4,83	8,33 ±0,34
V±Ve	15,04 ±4,29	4,71 ±0,22	23,62 ±4,22	24,82 ±4,22	6,15 ±4,43	11,21 ±1,69	3,22 ±0,51	15,27 ±1,59	15,21 ±1,58	7,51 ±1,83
Порода мериноландшаф, n=15, ОАО «Жеребковичи»										
M±m	106,24 ±8,47	85,65 ±7,38	108,41 ±3,88	98,32 ±5,57	9,72 ±0,53	82,86 ±9,86	82,34 ±8,38	104,28 ±7,38	93,96 ±4,62	9,32 ±0,46
V±Ve	23,25 ±3,51	11,52 ±2,22	21,78 ±3,22	21,82 ±3,21	6,92 ±1,47	17,51 ±1,82	15,75 ±1,63	15,44 ±1,61	14,41 1,61	7,38 ±1,43
Порода иль-де-франс, n=27, ИООО «Истерн Шип»										
M±m	91,22 ±1,83	76,63 ±0,67	117,78 ±1,12	88,54 ±3,40	10,38 ±0,17	65,88 ±1,47	68,64 ±0,40	104,52 ±1,13	88,16 ±0,62	9,42 ±0,16
V±Ve	10,42 ±1,42	4,52 ±0,62	4,96 ±0,67	19,94 ±2,71	4,57 ±0,72	15,77 ±1,58	4,09 ±0,41	7,65 ±0,77	4,94 ±0,49	6,73 ±0,82

Продолжение таблицы 1

Показатель	Половозрастные группы									
	бараны-производители					овцематки (ярки старше года)				
	живая масса, кг	высота в холке, см	обхват груди, см	длина туловища, см	обхват пясти, см	живая масса, кг	высота в холке, см	обхват груди, см	длина туловища, см	обхват пясти, см
Порода суффольк, n=10, РУП «Витебское племпредприятие»										
M±m	88,51 ±4,14	68,24 ±4,17	95,18 ±6,42	78,56 ±2,18	8,74 ±0,53	67,38 ±1,28	65,61 ±1,32	90,83 ±5,27	75,16 ±3,36	8,42 ±0,48
V±Ve	23,18 ±4,16	7,66 ±1,48	23,85 ±3,96	23,61 ±3,94	6,26 ±2,18	16,48 ±1,77	4,91 ±1,61	15,03 ±1,68	14,28 ±1,63	6,56 ±1,78

Полученные в результате проведенных исследований данные являются теоретической основой разработанных зоотехнических правил оценки овец полутонкорунных пород. В них установлен порядок и условия проведения ежегодной оценки племенной ценности и назначения баранов-производителей, овцематок, ярок и племенных баранчиков в организациях с различной формой собственности по разведению сельскохозяйственных животных и в предприятиях с искусственным осеменением сельскохозяйственных животных.

В таблице 2 представлены предлагаемые требования к показателям продуктивности овец полутонкорунных пород белорусской селекции при отборе животных в селекционные группы для племенного использования усовершенствованных зоотехнических правил их оценки.

Таблица 2 – Предлагаемые требования к показателям продуктивности овец полутонкорунных пород белорусской селекции

Половозрастная группа	Живая масса, кг			Настриг шерсти, кг			Длина шерсти, см	Тонина шерсти, качество
	лучшие (9-10 баллов) ИПЦ 101% и более	ценные (7-8 баллов) ИПЦ 85-100%	полезные (6 баллов) ИПЦ 65-84%	лучшие (9-10 баллов) ИПЦ 101% и более	ценные (7-8 баллов) ИПЦ 85-100%	полезные (6 баллов) ИПЦ 65-84%		
Порода тексель								
Бараны	90,0	80,0	-	4,0	3,5	-	9,0	56-48
Матки	70,0	65,0	55,0	3,0	2,5	1,8	8,0	56-48
Баранчики в возрасте 12 месяцев	65,0	60,0	-	2,3	2,0	-	7,0	56-48
Ярки в возрасте 12 месяцев	53,0	48,0	42,0	1,8	1,5	1,3	6,0	58-48
Баранчики в возрасте 4 месяцев	30,0	27,0	23,0	-	-	-	4,5	58-50
Ярки в возрасте 4 месяцев	28,0	25,0	22,0,	-	-	-	4,0	58-50
Порода суффольк								
Бараны	90,0	80,0	-	3,5	3,0	-	8,0	56-46
Матки	70,0	65,0	60,0	2,5	2,0	1,5	7,0	58-48
Баранчики в возрасте 12 месяцев	65,0	60,0	-	2,0	1,8	-	7,0	58-48
Ярки в возрасте 12 месяцев	53,0	48,0	42,0	1,6	1,4	1,2	6,0	58-50
Баранчики в возрасте 4 месяцев	30,0	27,0	23,0	-	-	-	4,0	58-50
Ярки в возрасте 4 месяцев	28,0	25,0	22,0	-	-	-	4,0	58-50
Порода мериноландшаф								
Бараны	110,0	95,0	-	5,0	4,5	-	10,0	58-56
Матки	75,0	70,0	65,0	4,5	4,0	3,5	9,0	58-56
Баранчики в возрасте 12 месяцев	83,0	70,0	-	3,0	2,5	-	9,0	58-56

Продолжение таблицы 2

Половозрастная группа	Живая масса, кг			Настриг шерсти, кг			Длина шерсти, см	Тонина шерсти, качество
	лучшие (9-10 баллов) ИПЦ 101% и более	ценные (7-8 баллов) ИПЦ 85-100 %	полезные (6 баллов) ИПЦ 65-84%	лучшие (9-10 баллов) ИПЦ 101% и более	ценные (7-8 баллов) ИПЦ 85-100%	полезные (6 баллов) ИПЦ 65-84%		
Порода мериноландшаф								
Ярки в возрасте 12 месяцев	56,0	53,0	49,0	2,5	2,0	1,7	8,5	58-56
Баранчики в возрасте 4 месяцев	40,0	37,0	33,0	-	-	-	4,5	58-60
Ярки в возрасте 4 месяцев	38,0	35,0	32,0	-	-	-	4,5	58-60
Порода иль-де-франс								
Бараны	100,0	90,0	-	4,5	4,0	-	8,0	60-56
Матки	70,0	65,0	60,0	4,0	3,5	3,0	7,0	60-56
Баранчики в возрасте 12 месяцев	75,0	68,0	-	2,5	2,0	-	7,5	60-58
Ярки в возрасте 12 месяцев	53,0	49,0	43,0	2,0	1,7	1,5	7,0	60-58
Баранчики в возрасте 4 месяцев	35,0	32,0	28,0	-	-	-	4,0	60-58
Ярки в возрасте 4 месяцев	33,0	30,0	27,0	-	-	-	4,0	60-58

Из данных таблицы 2 видно, что новыми требованиями установлены показатели при отборе животных в селекционные группы для дальнейшей племенной работы. В ранг лучшие относят баранов-производителей пород тексель и суффолк, показатель живой массы которых составляет не менее 90,0 кг, для пород мериноландшаф и иль-де-франс – не менее 100,0 кг, настриг шерсти – не менее 4,0 кг для всех полутонкорунных пород.

Для отбора ремонтного молодняка в селекционные группы живая масса должна составлять не менее 70,0% живой массы взрослого животного.

Заклучение. Впервые изучены показатели прижизненной оценки продуктивности овец полутонкорунных пород белорусской селекции. Установлены минимальные требования к показателям продуктивности овец полутонкорунных пород белорусской селекции и усовершенствованы зоотехнические правила их оценки.

Conclusion. For the first time, indicators of lifetime evaluation of the performance for sheep of semi-fine fleece breeds of the Belarusian selection were studied. The minimum requirements for productivity indicators of sheep of semi-fine-fleeced breeds of the Belarusian selection have been established and zootechnical rules for their evaluation have been improved.

Список литературы. 1. Система реализации генетического потенциала мясной продуктивности овец импортных пород / Ю. И. Герман [и др.] ; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2022. – 31 с. 2. Comparison of meat-productivities between Bamei Sheep and Small-tail Han Sheep under intensive feeding pattern / Zhao Tian-zhang [et al.] // J. China Agr. Univ. – 2014. – Vol. 19, № 4. – P. 121–120. 3. Ковалевская, Т. Белорусское руно не должно быть «золотым» / Т. Ковалевская // Белорусское сельское хозяйство. – 2013. – № 9. – С. 84–87. 4. Протокол заседания рабочей группы Евразийской экономической комиссии по направлению «Племенное животноводство». – Москва, 2015. – 29 с. 5. Республиканская программа развития овцеводства на 2013–2015 года : постановление Совета Министров РБ, 20.03.2013 г., № 202 // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2007-2019. – Режим доступа : <https://mshp.gov.by/programms/dc17f970f406e5a1.html> 6. Комплекс мер по развитию овцеводства в Республике Беларусь на 2019–2025 годы : постановление Совета Министров РБ, 07.08.2019 г., № 524 // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2007-2019. – Режим доступа : <https://mshp.gov.by/documents/animal/c6619ab1ca40c571.html> 7. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Высшейшая школа, 1973. – 327 с. 8. Зоотехнические правила оценки овец полутонкорунных пород / Ю. И. Герман [и др.] ; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2019. – 30 с.

References. 1. Sistema realizacii geneticheskogo potenciala myasnoj produktivnosti ovec importnyh porod / YU. I. German [i dr.] ; RUP «Nauchno-prakticheskij centr Nacional'noj akademii nauk Belarusi po zhivotnovodstvu». – ZHodino, 2022. – 31 s. 2. Comparison of meat-productivities between Bamei Sheep and Small-tail Han Sheep under intensive feeding pattern / Zhao Tian-zhang [et al.] // J. China Agr. Univ. – 2014. – Vol. 19, № 4. – P. 121–120. 3. Ko-

valevskaya, T. Belorusskoe runo ne dolzhno byt' «zolytym» / T. Kovalevskaya // Belorusskoe sel'skoe hozyajstvo. – 2013. – № 9. – S. 84–87. 4. Protokol zasedaniya rabochej grupy Evrazijskoj ekonomicheskoy komissii po napravleniyu «Plemennoe zhivotnovodstvo». – Moskva, 2015. – 29 s. 5. Respublikanskaya programma razvitiya ovcevodstva na 2013–2015 goda : postanovlenie Soveta Ministrov RB, 20.03.2013 g., № 202 // Ministerstvo sel'skogo hozyajstva i prodovol'stviya Respubliki Belarus' [Elektronnyj resurs]. – 2007–2019. – Rezhim dostupa : <https://mshp.gov.by/programms/dc17f970f406e5a1.html> 6. Kompleks mer po razvitiyu ovcevodstva v Respublike Belarus' na 2019–2025 gody : postanovlenie Soveta Ministrov RB, 07.08.2019 g., № 524 // Ministerstvo sel'skogo hozyajstva i prodovol'stviya Respubliki Belarus' [Elektronnyj resurs]. – 2007–2019. – Rezhim dostupa : <https://mshp.gov.by/documents/animal/c6619ab1ca40c571.html> 7. Rokickij, P. F. Biologicheskaya statistika / P. F. Rokickij. – Minsk : Vyshejschaya shkola, 1973. – 327 s. 8. Zootehnicheskie pravila ocenki ovec polutonkorunnyh porod / YU. I. German [i dr.] ; RUP «Nauchno-prakticheskij centr Nacional'noj akademii nauk Belarusi po zhivotnovodstvu». – Zhodino, 2019. – 30 s.

Поступила в редакцию 03.08.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-4-74-84

УДК 636.2.087.26

ФОСФАТИДНО-МАСЛЯНАЯ ЭМУЛЬСИЯ В РАЦИОНАХ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

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

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

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

*Использование вторичных продуктов маслоэкстракционной промышленности в рационах сельскохозяйственных животных позволяет восполнить дефицит белка и улучшить качество концентрированных кормов. В связи с этим цель исследований заключалась в изучении эффективности ввода в состав комбикормов для молодняка крупного рогатого скота фосфатидно-масляной эмульсии (ФМЭ). Установлено, что включение изучаемого продукта в состав комбикорма для молодняка крупного рогатого скота в количестве 1,0%, 2,0 и 3,0% по массе способствовало повышению среднесуточного прироста, активизации биохимических процессов в крови и изменению интенсивности обмена протеина. **Ключевые слова:** фосфатидно-масляная эмульсия, комбикорм, молодняк крупного скота, продуктивность, морфо-функциональные свойства крови, лейкоцитарный профиль крови, биохимия крови, экономические показатели.*

PHOSPHATIDE-OIL EMULSION IN THE DIETS OF CATTLE YOUNG STOCK

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

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

*The use of secondary products of the oil extraction industry in the diets of farm animals allows us to make up for the protein deficiency and improve the quality of concentrated feed. In this regard, the aim of the research was to study the effectiveness of the inclusion of a phosphatide-oil emulsion (POE) in the mixed feed for cattle young stock. It was found that the inclusion of the studied product in the compound feed for young cattle in the amount of 1.0%, 2.0 and 3.0% by weight contributed to an increase in the average daily gain, ensuring activation of biochemical processes in the blood and changes in the intensity of protein metabolism. **Keywords:** phosphatide-oil emulsion, mixed feed, cattle young stock, productivity, morpho-functional properties of blood, leucocytic picture, biochemistry of blood, economic indicators.*

Введение. Использование вторичных продуктов маслоэкстракционной промышленности, таких как сырье после сепарации, фуз, фосфатидный концентрат и др. в рационах сельскохозяйственных животных, для улучшения качества и энергетического потенциала концентрированных кормов является важным элементом экономического кормопроизводства в условиях сложившейся ситуации белкового дефицита и экономии зернофуража [1–6].

В тенденциях улучшения полученного из маслосемян масла новыми более экономичными или экологичными методами образуется новый вторичный продукт гидратации масла, такой как фосфатидно-масляная эмульсия. Для улучшения пищевых качеств масла, перед рафинацией, проводят его гидратацию, что позволяет предотвратить образование мутных осадков. Фосфолипиды растворимы в сыром масле, но в результате гидратации образуют осадок. В сыром масле присутствуют гидратируемые и негидратируемые фосфатиды, которые легко растворяются при добавлении воды. К гидратируемым относятся фосфатидилхолин, фосфатидилнозитол и лизофосфолипиды, а к негидратируемым относятся фосфатидная кислота, фосфатидилэтаноламин, если формирует соли с бивалентными катионами или в диссоционной форме [7]. Фосфолипиды влияют на цветность масла [7,8].

Фосфатиды обладают рядом полезных свойств, поэтому их можно реализовывать в качестве высококачественных обогатителей природных биологически активных веществ. Высушенные фос-

фатиды, одним из распространенных является лецитин, используют в пищевой промышленности. На стадии предварительной гидратации образуется дополнительный продукт – фосфотидно-липидная эмульсия, реализация которой возможна по двум вариантам: обогащение шрота и выработка пищевого фосфатидного концентрата (ПФК) [9-12].

Использование фосфатидно-малеиновой эмульсии в качестве жирового и энергетического обогатителя в производстве комбикормов значительно улучшает рацион при минимальных затратах.

Целью исследований явилось изучить эффективность ввода в состав комбикормов для молодняка крупного рогатого скота фосфатидно-масляной эмульсии (ФМЭ).

Материалы и методы исследований. Для скармливания одного из продуктов переработки маслосемян – фосфатидно-масляной эмульсии, в рационах молодняка крупного рогатого скота был организован и проведен научно-хозяйственный опыт в РДУП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области. Для проведения опыта были сформированы по принципу пар-аналогов с учетом возраста и живой массы четыре группы телок по 15 голов в каждой со средней живой массой 170 кг в возрасте 7 месяцев.

Кормовую добавку скармливали телкам опытных групп в составе комбикорма в количестве 1,0% по массе во II опытной группе, в количестве 2,0% по массе в III опытной группе и 3,0% в IV опытной группе. Животные контрольной группы получали комбикорм без использования кормовой добавки. Продолжительность предварительного периода составила 4 дня, учетного - 84 дня.

До и после скармливания добавки с ФМЭ отбирали образцы крови от 5 голов каждой группы.

Результаты исследований. В состав комбикорма для подопытного молодняка крупного рогатого скота входили: зерновая группа – 79,0%, белковые компоненты – 18,65%. ФМЭ вносилась в количестве 1,0%, 2,0 и 3,0% по массе в составе предсмеси.

Рационы, представленные в таблицах 1 и 2, демонстрируют средние показатели поступления кормов за весь период исследований по данным контрольного кормления животных.

Таблица 1 – Состав и питательность комбикорма для молодняка крупного рогатого скота

Компоненты	Группы			
	I группа	II группа	III группа	IV группа
Ячмень, %	35,0	34,5	34,0	33,5
Пшеница, %	35,0	34,5	34,0	33,0
Шрот подсолнечный, %	2,65	2,65	2,65	2,65
Жмых рапсовый, %	16,0	16,0	16,0	16,0
Овес, %	9,0	9,0	9,0	9,0
Мел, %	1,0	1,0	1,0	1,0
Премикс П 60-3, %	1,0	1,0	1,0	1,0
Соль поваренная, %	0,35	0,35	0,35	0,35
ФМЭ, %	-	1,0	2,0	3,0
Итого:	100	100	100	100
В 1 кг комбикорма содержится:				
Кормовых единиц	1,16	1,15	1,14	1,12
Обменной энергии, МДж	10,5	10,4	10,3	10,1
Сухого вещества, кг	0,85	0,85	0,84	0,83
Сырого протеина, г	161	160	159	157
Переваримого протеина, г	125,9	125	124	123
Сырого жира, г	34,7	37,0	39,2	41,4
Клетчатки, г	54,3	54,0	53,6	53,2
Сахара, г	12,7	12,1	12,0	11,7
Кальция, г	3,94	3,94	4,06	4,18
Фосфора, г	4,67	4,67	4,68	4,68
Магния, г	1,85	1,86	1,87	1,87
Калия, г	5,47	5,49	5,51	5,52
Натрия, г	1,05	1,05	1,05	1,05
Железа, мг	138,3	138,1	138,0	137,5
Меди, мг	12,9	12,8	12,8	12,7
Цинка, мг	91,2	91,0	90,8	90,4
Кобальта, мг	2,17	2,17	2,17	2,17
Марганца, мг	39,1	38,8	38,6	38,0
Йода, мг	2,70	2,69	2,69	2,69
Каротина, мг	0,65	0,74	0,83	0,92
Витамина Е, мг	40,1	40,6	41,14	41,61

Уровень потребления сухого вещества рациона по фактическим данным соответствовал нормам потребления для молодняка крупного рогатого скота согласно получаемому привесу. На 1 кг сухого вещества приходилось 125-127 г сырого протеина, 90-91 г переваримого, 30,4 г сырого жира в контрольной группе, 31,04-36,6 г – в опытных. Соотношение кальция к фосфору в рационах было равным 1,9-2,0.

Потребление сырого жира при зимне-стойловом рационе опытными животными увеличилось на 7,2% с поеданием животными в составе комбикорма 1,0% ФМЭ, на 12,7% - со скармливанием 2,0% ФМЭ в составе комбикорма и на 23,0% – при вводе комбикорма 3,0% ФМЭ (таблица 2).

Таблица 2 – Рационы кормления телят по фактически потребленным кормам в зимне-стойловый период

Показатель	I группа		II группа		III группа		IV группа	
	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
Сенаж разнотравный	3,4	26,7	3,8	28,6	3,5	27,1	3,7	28,5
Силос кукурузный с початками	3,6	24,1	3,8	24,5	3,7	24,4	3,6	23,5
Комбикорм I группы	2,0	49,2	-	-	-	-	-	-
Комбикорм II группы	-	-	2,0	46,9	-	-	-	-
Комбикорм III группы	-	-	-	-	2,0	48,5	-	-
Комбикорм IV группы	-	-	-	-	-	-	2,0	48,0
В рационе содержится:								
Кормовых единиц	5,08		5,29		5,16		5,20	
Обменной энергии, МДж	47,9		50,0		48,5		49,0	
Сухого вещества, кг	4,6		4,8		4,7		4,7	
Сырого протеина, г	567		592		589		573	
Переваримого протеина, г	412		426		428		415	
Сырого жира, г	140		149		158		172	
Клетчатки, г	927		1036		988		1020	
Сахара, г	138		145		145		148	
Кальция, г	32,3		33,6		32,5		33,1	
Фосфора, г	16,4		16,9		16,5		16,7	
Магния, г	7,9		8,6		8,1		8,4	
Калия, г	31,1		33,2		31,7		32,2	
Натрия, г	3,0		3,2		3,1		3,1	
Серы, г	4,5		4,7		4,5		4,6	
Железа, мг	873,0		927,2		887,5		815,0	
Меди, мг	34,9		36,1		34,8		35,3	
Цинка, мг	216,1		220,8		217,0		218,4	
Кобальта, мг	4,98		5,06		4,94		5,00	
Марганца, мг	228,0		239,4		230,3		234,7	
Йода, мг	0,90		0,96		0,92		0,93	
Каротина, мг	77,4		81,5		79,4		77,5	
Витамина D, тыс. МЕ	0,63		0,70		0,65		0,68	
Витамина E, мг	334,0		357,4		342,6		345,5	

Поступление с кормами сухого вещества находилось в пределах 6,5-6,6 кг, в 1 кг которого содержалось 181,7 г сырой клетчатки, 10,5 МДж обменной энергии, 126-128 г сырого протеина, 90-91 г переваримого, 31,4 г сырого жира в контрольной группе и 31,8-37,93 г в опытных. Обеспеченность подопытных животных минеральными веществами и витаминами в целом отвечала требованиям детализированных норм. Соотношение кальция к фосфору в рационе телят контрольной группы было равным 2,3.

Потребность в сыром жире, согласно кормовым нормам для молодняка крупного рогатого скота А.П. Калашникова (1986), у контрольных животных была значительно ниже требуемой (245 г). Потребление сырого жира опытными животными при скармливании ФМЭ в составе комбикорма в количестве 1,0% по массе увеличилось, благодаря чему обеспеченность сырым жиром превзошла контрольных животных на 4,8%. С потреблением в ежедневный рацион комбикорма в III опытной группе обеспеченность сырым жиром у животных повысилась на 10,8% относительно сверстников из контрольной группы, что практически приблизилось к нижней границе норматива. Включение в комбикорм 3,0% ФМЭ повысило потребление сырого жира животными на 20,5% (таблица 3).

Таблица 3 – Рационы кормления телок по фактически потребленным кормам в летне-пастбищный период

Показатели	I группа		II группа		III группа		IV группа	
	кг	%	кг	%	кг		кг	%
Сенаж разнотравный	5,0	30,7	5,2	31,0	4,9	30,0	5,0	30,5
Зеленая масса злаково-бобовая	4,5	19,4	5,0	20,9	4,7	20,2	4,7	20,0
Комбикорм I группы	2,6	49,9	-	-	-	-	-	-
Комбикорм II группы	-	-	2,6	48,1	-	-	-	-
Комбикорм III группы	-	-	-	-	2,6	49,8	-	-
Комбикорм IV группы	-	-	-	-	-	-	2,6	49,5
В рационе содержится:								
Кормовых единиц	6,51		6,70		6,53		6,57	
Обменной энергии, МДж	60,8		62,7		60,8		61,2	
Сухого вещества, кг	5,8		6,0		5,8		5,8	
Сырого протеина, г	737		761		757		734	
Переваримого протеина, г	529		545		547		529	
Сырого жира, г	182		191		202		220	
Клетчатки, г	1052		1145		1094		1125	
Сахара, г	280		294		288		290	
Кальция, г	52,7		54,5		52,7		52,9	
Фосфора, г	22,6		23,0		22,5		22,6	
Магния, г	12,2		12,7		12,1		12,2	
Калия, г	45,6		48,3		45,9		46,3	
Натрия, г	3,31		3,47		3,32		3,35	
Серы, г	6,35		6,66		6,42		6,45	
Железа, мг	1364		1423		1365		1256	
Меди, мг	71,0		74,1		71,2		71,3	
Цинка, мг	331,2		340,2		332,3		333,1	
Кобальта, мг	8,43		8,60		8,37		8,38	
Марганца, мг	443,8		466,8		447,2		449,8	
Йода, мг	0,94		0,98		0,94		0,95	
Каротина, мг	223,2		247,3		232,8		232,8	
Витамина D, тыс. ME	0,92		0,96		0,91		0,92	
Витамина E, мг	464,3		496,5		471,4		475,5	

По интенсивности роста молодняк крупного рогатого скота, которому скармливали ФМЭ в составе комбикорма, превзошел контрольных аналогов во всех опытных группах (таблица 4).

Таблица 4 - Показатели среднесуточного прироста у телок

Показатели	Группа			
	I	II	III	IV
Живая масса на начало опыта, кг	170,24±2,19	169,54±2,04	171,86±3,06	172,40±1,63
Конечная живая масса, кг	235,88±4,88	241,77±2,04	241,90±5,05	242,10±5,33
Валовой прирост, кг	65,64±2,15	72,23±1,68	70,04±1,28	69,70±2,27
Среднесуточный прирост за опыт, г	781±26,86	860±22,3	834±27,3	830±22,5
% к контролю	-	110,1	106,8	106,3

По окончании ввода в рацион ФМЭ было установлено, что животные, получавшие комбикорм с 1,0% по массе вторичного продукта переработки, по валовому приросту за период исследований (84 кормодней) превзошли аналогов из контрольной группы на 6,56 кг, что составило 10,8% в сравнении с контролем. Поступление с комбикормом ФМЭ в количестве 2,0% по массе обеспечило повышение валового прироста на 4,40 кг, или на 6,7% относительно контрольных телят. Включение в концентраты 3,0% ФМЭ способствовало повышению привеса на 4,06 кг, или 6,2% относительно контрольных животных.

Среднесуточный прирост за период скармливания добавки у опытных животных был выше показателей в контрольной группе животных на 79 г, или на 10,1%, тогда как увеличение дозировки введения ФМЭ до 2,0% обеспечило разницу равную 53 г, или 6,8%, с учетом повышения ввода эмульсии до 3,0% повышение составило 49 г, или 6,3%.

Результаты биохимических показателей крови телят имеют результаты с разными тенденциями развития, с учетом факта, что исследования проводились в переходный период со сменой рациона, в межгрупповом сравнении отмечено несколько положительных аспектов (таблица 5-7).

В наших исследованиях на фоне общего снижения количества эритроцитов с течением опыта следует отметить, что наблюдалось повышение показателей количества эритроцитов в крови опытных телят вследствие ограничения снижения показателя с вводом ФМЭ. Через три месяца поедания комбикорма с введением эмульсии содержание эритроцитов в опытной группе было выше на 10,8% во II группе, на 4,7% – в III группе и на 7,0% – в сравнении с данными у контрольных телят.

Анализируя данные среднего объема эритроцитов, установлено, что в течение исследований существенных изменений не наблюдалось, при невысокой разнице у телят II группы с контролем, равной 4,4% в сторону увеличения показателя. Данный аспект демонстрирует инициацию синтеза эритроцитов и появление молодых, более крупных форм эритроцитов, объем которых больше.

Большее содержание эритроцитов в крови отразилось на увеличении ширины распределения эритроцитов, которая увеличилась как относительно начальных результатов исследования крови, так и в сравнении с контролем. Разница составила во II группе 3,1%, в III группе – 5,1% и в IV группе – 4,9%, в пояснение которой стоит отметить, что наименьшая разница у сверстников, поедавших комбикорм с включением 1,0% эмульсии (лучшей отметкой качественных свойств эритроцитов). Значимость процессов эритропоэза велика в том отношении, какой объем они занимают относительно общего объема крови.

Данный факт подтверждается тем, что показатель RDW в контроле снизился на 2,6% на фоне снижения содержания эритроцитов и повысился в опытных группах на 9,5% во II, 4,9% – в III группе и на 4,0% – в IV группе при той же картине изменения количества эритроцитов.

Анализируя показатель НСТ, который спустя период испытаний снизился в контроле на 17,5%, во II группе – на 13,3%, в III группе – на 24,8% и на 21,6% – в IV группе. Следует отметить, что относительно соотношения эритроцитов и гемоглобина, отражающегося в показателе гематокрита, минимальное сокращение имелось в группе, получавшей 1,0% ФМЭ.

Таблица 5 – Гематологические показатели у молодняка крупного рогатого скота

Показатели	Группы			
	I	II	III	IV
Эритроциты (RBC), 10^{12} /л	$\frac{5,68 \pm 0,302}{4,73 \pm 0,17}$	$\frac{6,32 \pm 0,23}{5,24 \pm 0,24}$	$\frac{6,46 \pm 0,24}{4,95 \pm 0,22}$	$\frac{6,31 \pm 0,23}{5,06 \pm 0,29}$
Средний объем эритроцитов (MCV), мкм ³	$\frac{38,72 \pm 0,40}{38,38 \pm 0,68}$	$\frac{38,96 \pm 0,54}{40,64 \pm 1,02}$	$\frac{39,68 \pm 0,58}{39,86 \pm 0,56}$	$\frac{39,12 \pm 0,69}{38,38 \pm 0,39}$
Ширина распределения эритроцитов (RDW), %	$\frac{13,94 \pm 0,27}{14,20 \pm 0,27}$	$\frac{13,86 \pm 0,36}{14,64 \pm 0,41}$	$\frac{14,05 \pm 0,21}{14,92 \pm 0,06}$	$\frac{13,54 \pm 0,26}{13,50 \pm 0,25}$
Абсолютная ширина распределения (RDW _a), мкм ³	$\frac{20,02 \pm 0,32}{19,50 \pm 0,58}$	$\frac{19,24 \pm 0,49}{21,06 \pm 0,64}$	$\frac{19,83 \pm 0,33}{20,80 \pm 0,41}$	$\frac{19,50 \pm 0,58}{18,72 \pm 0,52}$
Гематокрит (HCT), %	$\frac{21,98 \pm 1,31}{18,13 \pm 0,86}$	$\frac{24,6 \pm 1,26}{21,32 \pm 1,39}$	$\frac{25,58 \pm 1,19}{19,24 \pm 0,95}$	$\frac{24,68 \pm 1,35}{19,34 \pm 1,09}$
Тромбоциты (PLT), 10^9 /л	$\frac{576 \pm 173,1}{445 \pm 38,5}$	$\frac{496 \pm 99,2}{408 \pm 32,8}$	$\frac{546 \pm 74,21}{392 \pm 47,6}$	$\frac{329 \pm 52,41}{340 \pm 31,5}$
Средний объем тромбоцитов (MPV), мкм ³	$\frac{10,74 \pm 0,75}{8,33 \pm 0,49}$	$\frac{9,88 \pm 0,63}{8,06 \pm 0,10}$	$\frac{10,10 \pm 1,13}{8,68 \pm 0,67}$	$\frac{10,72 \pm 0,79}{7,96 \pm 0,19}$
Компактный объем тромбоцитов, тромбокрит (PCT), %	$\frac{0,63 \pm 0,20}{0,37 \pm 0,047}$	$\frac{0,49 \pm 0,11}{0,33 \pm 0,03}$	$\frac{0,56 \pm 0,13}{0,29 \pm 0,029}$	$\frac{0,34 \pm 0,043}{0,27 \pm 0,024}$
Гемоглобин, HGB, г/л	$\frac{120,6 \pm 6,01}{92,7 \pm 3,39}$	$\frac{127,0 \pm 2,95}{96,4 \pm 2,93}$	$\frac{128,0 \pm 6,94}{96,3 \pm 3,02}$	$\frac{124,2 \pm 2,38}{96,20 \pm 6,79}$
Средняя концентрация гемоглобина (MCHC), г/л	$\frac{552,0 \pm 23,82}{513,5 \pm 21,19}$	$\frac{519,4 \pm 19,10}{457,0 \pm 21,71}$	$\frac{503,0 \pm 34,2}{470,6 \pm 12,1}$	$\frac{506,8 \pm 12,76}{496,0 \pm 12,07}$
Среднеклеточный гемоглобин (MCH), 10^3 мм ³	$\frac{21,22 \pm 0,71}{19,57 \pm 0,47}$	$\frac{20,08 \pm 0,49}{18,42 \pm 0,43}$	$\frac{19,83 \pm 1,06}{18,62 \pm 0,24}$	$\frac{19,68 \pm 1,02}{18,92 \pm 0,33}$
Лейкоциты (WBC), 10^9 /л	$\frac{32,6 \pm 1,89}{11,3 \pm 0,52}$	$\frac{28,7 \pm 1,63}{10,2 \pm 0,67}$	$\frac{37,2 \pm 5,71}{11,1 \pm 1,31}$	$\frac{39,1 \pm 4,19}{11,5 \pm 1,21}$

Примечание. В числителе показатели до скармливания ФМЭ в знаменателе показатели после скармливания ФМЭ.

По схеме развития и гематологическим показателям ориентируются все клетки крови при здоровом состоянии организма. Было отмечено снижение уровня тромбоцитов в крови животных всех опытных групп.

Средний объем тромбоцитов по окончании скормливания ФМЭ снизился во II группе на 18,4%, что было ниже контроля на 3,2%, при включении 2,0% эмульсии снижение составило 14,1%, однако это было выше контроля на 4,20%, добавка в комбикорм телятам 3,0% эмульсии способствовала понижению среднего объема на 20,6%, что было ниже контроля на 4,4%. Показатели компактного объема тромбоцитов наименьшую разницу с контролем имели во II группе – 10,8% и наибольшую – в IV – 27,0%, данный фактор демонстрирует лучшее состояние сосудов при повышении ввода жира в рационе.

Картина гемоглобинообразования в свете анализа показателей на начальном этапе свидетельствует, что в контрольной группе на фоне снижения уровня эритроцитов в крови наблюдается уменьшение концентрации гемоглобина в пределах 22-23%. Разница с контролем по окончании скормливания 2,0% ФМЭ составила 4% в сторону увеличения результата, 3,9% – в III группе в аналогичном отношении и на 3,6% – в IV группе с той же тенденцией изменения показателя.

Средняя концентрация гемоглобина в эритроцитах телят опытных групп была ниже в сравнении с контролем, поскольку в молодых эритроцитах его количество ниже, с минимальным результатом у аналогов II группы и с увеличением результата в соответствии показателя увеличения содержания эритроцитов.

Уровень среднечеточного гемоглобина подтвердил результаты средней концентрации гемоглобина в эритроците с аналогичной тенденцией изменения результатов.

Анализ таких форменных элементов, как лейкоциты, в наших исследованиях немного осложнен проведенными ветеринарными мероприятиями и повышением уровня лейкоцитов сверх нормативного предела. Однако к окончанию исследований отмечено равновесие данного показателя иммунной защиты организма в пределах значений физиологически здоровых животных. В установленном равновесии было отмечено, что минимальное содержание клеток «белой крови» оказалось в сыворотке крови у аналогов II группы, что было ниже контроля на 9,6%. Данные по уровню лейкоцитов в сыворотке телят III и IV опытных групп были в пределах контрольных животных или чуть выше.

Для того чтобы проследить качественные изменения белой крови, прибегают к анализу лейкограммы, где можно проследить уровень защитных функций организма животных (таблица 6).

Количество лимфоцитов в начальном периоде отбора в крови у опытных аналогов было высоким и однозначным у животных всех подопытных групп. Однако к окончанию скормливания уровень лимфоцитов, придя в равновесие, отметился увеличением количества в крови животных II группы на 8,7% в сравнении с контролем, в III группе было отмечено повышение на 21,3%. При анализе относительное количество лимфоцитов в крови опытных телят было выше, чем в контрольной группе, на 9,42 п.п., на 2,94 п.п. – в III группе и снизилось на 2,66 п.п. в IV группе.

Таблица 6 – Показатели лейкоцитарной формулы крови у телок, которые получали добавку ФМЭ

Показатели	Группы			
	I	II	III	IV
Абсолютное количество лимфоцитов, $10^9/\text{л}$	$\frac{22,94 \pm 2,43}{4,93 \pm 0,32}$	$\frac{22,80 \pm 0,95}{5,36 \pm 0,59}$	$\frac{25,45 \pm 3,34}{5,98 \pm 1,66}$	$\frac{23,88 \pm 3,05}{4,78 \pm 0,73}$
Абсолютное количество клеток среднего размера, $10^9/\text{л}$	$\frac{5,06 \pm 0,66}{2,82 \pm 0,26}$	$\frac{4,62 \pm 0,32}{2,48 \pm 0,13}$	$\frac{6,25 \pm 1,18}{2,46 \pm 0,24}$	$\frac{7,76 \pm 1,04}{2,84 \pm 0,25}$
Абсолютное количество клеток гранулоцитов, $10^9/\text{л}$	$\frac{6,50 \pm 2,78}{3,55 \pm 0,17}$	$\frac{2,83 \pm 1,07}{2,38 \pm 0,66}$	$\frac{5,50 \pm 1,78}{3,70 \pm 0,61}$	$\frac{7,50 \pm 0,98}{3,92 \pm 0,42}$
Относительное содержание лимфоцитов, %	$\frac{70,4 \pm 6,27}{43,48 \pm 1,52}$	$\frac{79,96 \pm 3,53}{52,90 \pm 5,39}$	$\frac{69,20 \pm 3,76}{46,42 \pm 7,09}$	$\frac{60,58 \pm 2,54}{40,82 \pm 3,47}$
Относительное содержание клеток среднего размера, %	$\frac{15,56 \pm 1,97}{25,12 \pm 1,99}$	$\frac{16,08 \pm 0,73}{24,20 \pm 0,39}$	$\frac{16,40 \pm 0,82}{24,42 \pm 1,18}$	$\frac{19,56 \pm 1,08}{24,70 \pm 0,80}$
Относительное содержание гранулоцитов, %	$\frac{19,6 \pm 7,42}{31,4 \pm 0,93}$	$\frac{9,3 \pm 2,67}{22,9 \pm 5,42}$	$\frac{14,4 \pm 3,89}{30,16 \pm 6,52}$	$\frac{19,56 \pm 1,08}{34,48 \pm 2,84}$

Примечание. В числителе – показатели до скормливания ФМЭ; в знаменателе – показатели после скормливания ФМЭ.

Содержание средних клеток – показатель предшественников лейкоцитов, в единице крови опытных животных на начало исследований было ниже у опытных животных II группы на 8,7%, чем в контроле и на 23,5 и 53,4% выше, чем у сверстников III и IV группы. По окончании скормливания 1,0% ФМЭ наблюдалось снижение концентрации средних клеток на фоне такого же уменьшения во всех подопытных группах, что было ниже, чем в контроле на 12,1%, тогда как повышение скормли-

вания эмульсии до 2,0% способствовало инициации разницы, равной 12,8%. Повышение скармливания ФМЭ до 3,0% на концентрацию средних клеток влияния не оказало.

В межгрупповом сравнении содержания гранулоцитов в крови животных II группы к окончанию скармливания ФМЭ снизилось на 33%. Повышение ввода ФМЭ вызвало повышение концентрации гранулоцитов в единице крови на 4,2% в III группе и на 10,4% – в IV группе в сравнении с контролем.

Абсолютное содержание гранулоцитов в крови животных относительно других форм лейкоцитов увеличилось на 13,6 п.п. во II группе, на 15,5 п.п. – в III группе и на 14,92 п.п. – в IV группе относительно начальных результатов анализа лейкоцитарной картины.

С учетом отсутствия требуемого уровня протеина в рационах животных установлено, что включение опытных комбикормов однозначно способствовало повышению интенсивности метаболизма протеина (таблица 7). Показатель общего белка в крови телят II группы, который изначально был на 10,5% ниже, чем у контрольных сверстников, после скармливания добавки стал выше, чем в контроле на 19,2%. У животных из III группы при однозначном результате содержания белка в начале исследований было установлено снижение на 2,9%, что все-таки было выше уровня в контроле на 12,1%. У телят из IV группы было установлено повышение уровня протеина в крови на 8,4%, что было выше контроля на 16,6% ($P<0,05$).

Таблица 7 – Биохимические показатели крови животных

Показатель	Группы			
	I контрольная	II опытная	III опытная	IV опытная
Общий белок, г/л	<u>56,54±4,09</u>	<u>50,60±3,11</u>	<u>56,40±3,41</u>	<u>52,56±2,99</u>
	48,86±1,83	58,24±2,08	54,78±1,66	56,98±1,57*
Альбумины, г/л	<u>31,34±1,03</u>	<u>30,06±1,30</u>	<u>32,30±1,40</u>	<u>28,40±1,61</u>
	26,03±1,13	32,52±4,13*	27,80±3,30	27,84±1,74
Глобулины, г/л	<u>25,2±3,51</u>	<u>20,54±1,94</u>	<u>24,10±2,06</u>	<u>24,16±1,48</u>
	22,83±1,21	25,72±1,85	27,28±2,04	25,14±4,11
Глюкоза, ммоль/л	<u>1,74±0,46</u>	<u>2,20±0,24</u>	<u>1,88±0,12</u>	<u>1,46±0,18</u>
	1,93±0,27	2,44±0,13	2,48±0,31	2,28±0,19
Мочевина, ммоль/л	<u>8,55±0,87</u>	<u>5,24±0,59</u>	<u>5,92±0,61</u>	<u>5,20±0,52</u>
	7,32±0,51	9,50±0,35**	8,28±1,06	6,62±0,52
Билирубин, мкмоль/л	<u>2,64±0,79</u>	<u>1,99±1,03</u>	<u>1,63±0,33</u>	<u>1,08±0,04</u>
	0,93±0,07	1,11±0,04*	0,87±0,115	1,02±0,12
Холестерин, ммоль/л	<u>0,14±0,013</u>	<u>0,18±0,07</u>	<u>0,16±0,015</u>	<u>0,16±0,019</u>
	0,15±0,009	0,20±0,014**	0,19±0,019	0,16±0,016
Креатинин, мкмоль/л	<u>74,70±7,29</u>	<u>60,39±5,72</u>	<u>61,15±3,32</u>	<u>53,43±2,80</u>
	56,75±3,36	73,24±5,72*	68,39±6,24	61,84±4,13
Триглицериды, ммоль/л	<u>0,20±0,049</u>	<u>0,26±0,026</u>	<u>0,24±0,015</u>	<u>0,35±0,042</u>
	0,27±0,04	0,28±0,018	0,31±0,06	0,30±0,046

*Примечания: в числителе – показатели до скармливания ФМЭ; в знаменателе – показатели после скармливания; ФМЭ; * $P<0,05$; ** $P<0,01$.*

Содержание альбуминов в крови животных после скармливания 1,0% эмульсии повысилось на 24,9% ($P<0,05$), при вводе 2,0% – на 5,6% и с включением в состав комбикорма 3,0% – на 7,0%. При процентном содержании альбуминов по окончании исследований относительно протеина крови – равным во II группе 55,84%, в III группе – 50,74% и в IV группе – 48,76% против 53,28% в контроле.

Поступление повышенного содержания протеина в составе комбикорма оказало индуцирующий эффект на концентрацию мочевины в крови при включении ФМЭ. Отмечено, что в крови аналогов, получавших 1,0% эмульсии, уровень мочевины повысился в 1,8 раза в сравнении с первоначальным результатом исследований крови. При добавлении в комбикорм 2,0% эмульсии повышение составило 39,9% и с включением 3,0% повышение в том же сравнении составило 27,36%. Разница концентрации мочевины крови относительно контроля после скармливания добавки составила 29,8% ($P<0,01$) во II группе, 13,1% – в III группе и 9,6% – в IV группе.

Количество креатинина в сыворотке крови контрольных животных с течением периода скармливания снизилось на 24,0%. Тогда как с введением ФМЭ в состав комбикорма в количестве 1,0% его концентрация повысилась на 21,3%, что было выше контроля на 29,1% ($P<0,05$). Установлено, что с включением 2,0% ФМЭ содержание креатинина в крови животных повысилось на 11,8%, что было выше контроля на 20,5%. Уровень креатинина был ниже контрольного результата на 28,5% и

при доведении уровня ввода ФМЭ до 3,0% было установлено, что уровень холестерина повысился на 15,7%, что было выше контроля на 9,0%.

Липидный обмен у подопытных животных имел неоднозначные результаты при включении эмульсии, что можно проследить по результатам концентрации холестерина и триглицеридов в крови. Содержание холестерина с улучшением состава комбикорма в сыворотке крови контрольных аналогов повысилось на 7,1% в сравнении с данными при анализе на начало исследований. С вводом 1,0% ФМЭ количество холестерина в крови повысилось на 11,1%, что было выше контроля по окончании скормливания на 33,3% ($P<0,01$). Поступление с комбикормом 2,0% ФМЭ способствовало повышению уровня холестерина на 18,8% относительно первоначального анализа крови, что было выше контроля на 26,7%. При доведении поступления ФМЭ до 3,0% изменений в сравнении с начальным отбором крови не наблюдалось, разница с контролем составила 6,7%.

Концентрация триглицеридов в крови животных может увеличиваться с повышением белкового питания с недостаточным уровнем энергетических компонентов, часто наблюдаемым при кетозе. В наших исследованиях было установлено, что в крови контрольных животных повысилось в раз- мере 35% в сравнении с данными анализа крови до скормливания добавки. При включении в комбикорм 1,0% ФМЭ было установлено, что количество триглицеридов увеличилось только на 7,7%, что, однако, было выше, чем в контроле на 3,7%, а при повышении ввода ФМЭ до 2,0% – на 29,2%, что было выше, чем в контроле на 14,8%. Уровень триглицеридов в крови аналогов из IV группы был выше, чем в контроле в 1,8 раза на начало исследований, тогда как введение жирового компонента в рацион оказало депрессивное воздействие на концентрацию триглицеридов, снизив их уровень на 14,3% ($0,2-0,6$ ммоль/л).

Основным метаболитом углеводного обмена является глюкоза, содержание в крови которой в подопытных группах было на нижней границе биохимического норматива на начало исследований. Уровень сахара в крови с течением исследований повысился на 10,9% в контроле через три месяца выращивания молодняка крупного рогатого скота. Во II группе после скормливания наблюдалось повышение глюкозы на 10,9%, что было выше, чем в контроле на 26,4%. Поступление с концентратами 2,0% ФМЭ вызвало повышение сахара в крови на 31,9%, что было выше контрольного результата на 28,5%. В крови животных IV группы уровень сахара был ниже контрольного на 16,1% на начало исследований. С включением 3,0% ФМЭ отмечено повышение в 1,6 раза, что было выше контроля на 18,1%. С повышением ввода ФМЭ в крови животных отмечен явный гликолитический эффект.

Включение ФМЭ в состав комбикорма животных способствовало увеличению метаболической активности организма, характеризующейся увеличением активности ферментов «аминотранспорта» (таблица 8).

Таблица 8 – Показатели энзимной активности крови молодняка крупного рогатого скота

Показатели	Группы			
	I контрольная	II опытная	III опытная	IV опытная
АсАТ, ед/л	$\frac{77,68 \pm 6,25}{72,30 \pm 3,81}$	$\frac{67,74 \pm 7,46}{84,64 \pm 2,87^*}$	$\frac{68,72 \pm 2,51}{76,85 \pm 5,92}$	$\frac{68,36 \pm 7,21}{74,30 \pm 6,03}$
АлАТ, ед/л	$\frac{12,58 \pm 0,78}{14,18 \pm 1,12}$	$\frac{14,66 \pm 1,07}{17,54 \pm 1,90}$	$\frac{14,06 \pm 1,04}{17,88 \pm 0,85^*}$	$\frac{12,64 \pm 1,46}{16,88 \pm 1,39}$
Амилаза, ед/л	$\frac{21,88 \pm 1,69}{17,60 \pm 2,11}$	$\frac{22,18 \pm 1,85}{23,16 \pm 0,58^*}$	$\frac{20,22 \pm 1,66}{21,85 \pm 1,26}$	$\frac{18,66 \pm 3,43}{19,06 \pm 1,30}$
ЛДГ, ед/л	$\frac{485 \pm 32,1}{353 \pm 28,1}$	$\frac{402,0 \pm 41,9}{428,1 \pm 27,9}$	$\frac{485,4 \pm 42,91}{370,4 \pm 38,84}$	$\frac{462,7 \pm 40,53}{371,8 \pm 42,60}$

*Примечания: в числителе – показатели до скормливания ФМЭ; в знаменателе – показатели после скормливания ФМЭ; * $P<0,05$; ** $P<0,01$.*

В сыворотке крови активность АсАТ у аналогов II группы увеличилась на 24,9% в конце исследований относительно первоначальных данных анализа крови, у сверстников из III группы – на 11,8%, в IV группе – на 8,7% в том же сравнении. Тогда как у контрольных аналогов повышение составило с ростом животных 6,9%. Опытные телята превзошли контроль с включением 1,0% ФМЭ на 17,1% ($P<0,05$). Повышение ввода ФМЭ до 2,0% оказало ингибирующее влияние на активность АсАТ, что было выше контроля лишь на 6,3%, что ниже, чем во II группе. При вводе животным 3,0% ФМЭ на фоне самого минимального повышения среди опытных групп относительно начального анализа крови был выше, чем в контроле на 2,8%.

Активность АлАТ у контрольных животных в сравнении с предварительным анализом крови телок увеличилась на 12,7%. Тогда как опытные животные превзошли начальный результат, после введения ФМЭ на 19,6% во II группе, на 27,2% – в III группе и на 33,5% – в IV группе. Разница с

контролем составила на 23,7% во II группе, на 26,1% ($P<0,05$) – в III группе и на 19,0% – в IV группе.

Активность амилазы в крови контрольных животных с течением исследований снизилась на 19,6% в сравнении с начальным результатом. Ввод ФМЭ в количестве 1,0% способствовал повышению активности к окончанию скормливания до 4,4%, что оказалось выше контроля на 31,6% ($P<0,05$). Включение ФМЭ в количестве 2,0% способствовало повышению активности амилазы на 8,1%, что было выше, чем в контроле на 24,1%. Доведение уровня ввода ФМЭ до 3,0% способствовало ингибированию активности амилазы, что повысило результат по окончанию скормливания на 2,1%, что было выше контроля на 19,0%.

Активность ЛДГ в контрольной группе снизилась на 27,2% с течением срока исследований. В крови опытных животных активность ЛДГ снизилась в крови аналогов из III группы на 23,7% и на 14,1% – из IV группы. Активность лактатдегидрогеназы (ЛДГ) фермента, характеризующего интенсивность обменных процессов в печени и уровень нагрузки на устойчивость гепатоцитарных стенок к такому процессу, отмеченное повышение наблюдалось у аналогов из II группы относительно данных до поедания добавки и равное 6,5%.

В сыворотке крови контрольных животных наблюдалось снижение концентрации кальция на 13,8% через три месяца исследований (таблица 9). Содержание кальция в крови опытных животных после скормливания ФМЭ имело тенденцию к увеличению во II группе на 6,6%, что было выше контроля на 14,7% ($P<0,01$). У животных из III группы наблюдалось снижение уровня кальция на 2,8%, что однако было выше, чем в контроле на 9,8%. При вводе животным в состав комбикормов 3,0% ФМЭ изменение на уровень кальция в крови не обнаружено.

Таблица 9 – Минеральный состав крови у телок

Показатели	Группы			
	I	II	III	IV
Кальций, ммоль/л	$\frac{2,61\pm0,087}{2,25\pm0,08}$	$\frac{2,42\pm0,11}{2,58\pm0,04^{**}}$	$\frac{2,54\pm0,09}{2,47\pm0,15}$	$\frac{2,43\pm0,097}{2,43\pm0,1385}$
Фосфор, ммоль/л	$\frac{2,33\pm0,097}{2,42\pm0,09}$	$\frac{2,25\pm0,059}{2,76\pm0,15}$	$\frac{2,50\pm0,13}{2,73\pm0,208}$	$\frac{2,33\pm0,17}{2,57\pm0,219}$
Магний, ммоль/л	$\frac{0,77\pm0,051}{0,75\pm0,037}$	$\frac{0,75\pm0,018}{0,89\pm0,017^{**}}$	$\frac{0,77\pm0,032}{0,84\pm0,05}$	$\frac{0,71\pm0,048}{0,79\pm0,041}$
Железо, мкмоль/л	$\frac{13,68\pm0,51}{19,05\pm1,47}$	$\frac{22,52\pm1,49}{26,40\pm1,69^{**}}$	$\frac{22,94\pm1,84}{22,70\pm2,03}$	$\frac{20,14\pm1,98}{16,64\pm2,45}$

*Примечания: в числителе – показатели до скормливания ФМЭ; в знаменателе – показатели после скормливания ФМЭ; * $P<0,05$; ** $P<0,01$.*

Концентрация фосфора в сыворотке крови подопытных аналогов контрольной группы увеличилась в сыворотке крови всех подопытных групп. С потреблением в составе комбикорма 1,0% ФМЭ в течение трех месяцев данный показатель крови повысился на 22,7%, с вводом 2,0% эмульсии на 9,7% и со скормливанием 3,0% эмульсии 10,3% относительно результатов анализа крови до поедания жировой добавки. Разница по уровню фосфора в крови с контролем после поедания ФМЭ составила 14% во II группе, 12,8% – в III группе и на 10,3% – в IV группе.

Установлено, что при включении в комбикорм животных 1,0% ФМЭ усвояемость магния повысилась на 18,7%, при снижении показателя в контроле на 2,6% относительно первоначальных данных отбора крови. Доведение скормливаемого продукта до 2,0% в составе комбикорма повысило усвояемость магния, что обеспечило в сыворотке крови увеличение относительно первоначальных данных на 9,1%. Максимальный ввод ФМЭ вызвал повышение магния в крови на 11,3%. Разница с контролем по окончании скормливания составила 18,7% ($P<0,01$) во II группе, 12,0% – в III группе и 5,3% – в IV группе.

Железо – микроэлемент, который чаще в рацион поступает в избыточном количестве, а усваивается в крайне ограниченном. При скормливании нового кормового компонента комбикорма наблюдалось повышение относительно контроля концентрации железа на 38,6% ($P<0,01$) во II группе, что на 17,6% превысило начальный результат при анализе крови до скормливания и на 19,2% – в III группе, что на 10% превысило концентрацию железа изначально. Отмечено, что с вводом 3,0% эмульсии увеличилось содержание железа на 12,7% в сравнении с контролем, что на 17,4% больше, чем содержание этого микроэлемента до скормливания комбикорма с эмульсией.

Данные результаты по содержанию основных макроэлементов свидетельствуют, что наилучшая усвояемость минеральных компонентов наблюдалась при внесении в комбикорм 1,0% ФМЭ.

Экономические результаты расчета эффективности скормливания ФМЭ в составе комбикормов для молодняка крупного рогатого скота представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Экономические показатели использования ФМЭ в комбикормах для молодняка крупного рогатого скота

Показатель	Группы			
	I	II	III	IV
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	7,42	6,98	7,03	7,10
Расход кормов за опыт на 1 голову, ц. корм. ед.	4,87	5,04	4,92	4,95
Общая стоимость израсходованных кормов на 1 голову, руб.	126,0	129,4	126,84	126,8
Себестоимость 1 корм. ед., руб.	0,26	0,26	0,26	0,26
Стоимость среднесуточного рациона, руб.	1,50	1,54	1,51	1,51
Стоимость кормов, затраченных на 1 кг прироста, руб.	1,92	1,79	1,81	1,82
Получено прироста живой массы, кг гол.	65,64	72,23	70,04	69,70
Удельный вес кормов в структуре себестоимости, %	64,0			
Общие затраты на производство валового прироста, тыс. руб.	196,92	202,24	198,21	197,95
Себестоимость 1 кг прироста, руб.	3,0	2,80	2,83	2,84
Снижение себестоимости 1 кг прироста по отношению к I группе, руб.	-	-0,20	-0,17	-0,16
Снижение себестоимости 1 кг прироста по отношению к I группе, %.	-	-7,0	-6,0	-5,0
Получено дополнительной прибыли на голову за период опыта, руб.	-	+14,45	+11,91	+11,15

Согласно полученным данным расчета экономических показателей установлено, что включение фосфатидно-масляной эмульсии в состав комбикормов для молодняка крупного рогатого скота способствует снижению себестоимости единицы прироста на 7,0% при вводе 1,0%, на 6,0% – при использовании 2% и на 5,0% – при применении 3,0% эмульсии.

Установлено, что с учетом повышенного валового прироста в опытной группе размер дополнительной прибыли за счет снижения себестоимости от II группы составил 216,8 руб., где использовали комбикорм с включением 1,0% эмульсии. Применение в комбикорме 2,0% эмульсии способствовало получению прибыли в размере 178,65 руб. И при включении 3,0% от группы было получено 167,25 руб.

Закключение. Установлено, при скармливании фосфатидно-масляной эмульсии в составе комбикормов для молодняка крупного рогатого скота в количестве 1,0%, 2,0 и 3,0% улучшается процесс кроветворения и нормализуется лейкоцитарный профиль животных, повышается активность обменных процессов в организме животных и усвоение минеральных веществ.

После трехмесячного скармливания животным ФМЭ в составе комбикорма наблюдалось повышение продуктивности на 10,8%, 8,6 и 6,3% соответственно вводимым дозировкам. Наиболее эффективным уровнем ввода фосфатидно-масляной эмульсии по данным продуктивности и направленности биохимических превращений оказалась дозировка, равная 1,0% по массе.

Снижение себестоимости прироста животных составило 7,0% при снижении энергозатрат на кг полученной продукции на 5,9%.

Conclusion. It has been established that when feeding a phosphatide-oil emulsion as part of mixed feed for cattle young stock in the amount of 1.0%, 2.0 and 3.0%, the process of hematopoiesis improves and the leukocyte profile of animals normalizes, the activity of metabolic processes in the animal body increases as well as the absorption of minerals.

After three months of feeding the animals with PME as part of the mixed feed, an increase in productivity was observed by 10.8%, 8.6 and 6.3%, respectively, according to the administered dosages. The most effective level of input of phosphatide-oil emulsion according to the productivity and direction of biochemical transformations was the dosage equal to 1.0% by weight. The decrease in the cost of animal live weight gain was 7.0% with a decrease in energy costs per kg of the product obtained by 5.9%.

Список литературы. 1. Николаев, С. И. Научное обоснование и практическое использование побочных продуктов масложировой промышленности в рационах сельскохозяйственных животных : автореф. дис. ... д-ра сельскохозяйственных наук / С. И. Николаев. – Москва, 2000. – 45 с. 2. Григорьева, В. Использование отходов масложировой промышленности / В. Григорьева, В. Мичигин // АПК Информ [Электронный ресурс]. – 2000-2023. – Режим доступа : <https://www.apk-inform.com/ru/oilprocessing/59081>. 3. Hertrampf, J. Fet-terfettesindmeheralsenergie / J. Hertrampf // Detsche Muller. – 1980. – Vol. 78, № 11. – P. 197–198. 4. Classen, R. M. Effects of extruding wheat dried distillers grains with solubles with peas or canola meal on ruminal fermentation, microbial protein synthesis, nutrient digestion, and milk production in dairy cows / R. M. Classen, D. A. Christensen, T. Mutsvangwa // J. Dairy Sci. 99. – 2016. – P. 7143–7158. 5. Васильев, М. Эффективность включения фосфатидного осадка в рацион свиней на промышленном откорме / М. Васильев // Животноводни науки. – 1985. – Т. 22, № 11. – С. 48–43. 6. Гусейнов, З. Г. Фуза как обогатитель жира и фосфора в рационах молодняка крупного рогатого скота / З. Г. Гусейнов // Материалы Второй Республиканской научно-практической конференци

молодых ученых. – 1983. – С. 20–21. 7. Девин, К. Соапсток / К. Девин, М. Девин // Сельское хозяйство Нечерноземья. – 1982. – № 11. – С. 32. 8. Технология переработки жиров / Б. Н. Тютюнников [и др.]. – Москва, 1985. – 368 с. 8. Получение и тенденции применения растительных фосфолипидов / С. А. Ерешко [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. – 2000. – № 2-3. – С. 25–34. 9. Технология производства кормовых добавок на основе фосфолипидов и их влияние на переваримость и продуктивное действие комбикормов / Н. И. Кузнецов [и др.] // Вестник Воронежского аграрного университета. – 1998. – № 1. – С. 162–167. 10. Пищевые растительные фосфолипиды, получение и тенденция применения / Е. О. Герасименко [и др.] // Масложировая промышленность. – 1999. – № 2. – С. 25–26. 11. Кочеткова, А. А. Фосфолипиды в технологии продуктов питания / А. А. Кочеткова, А. П. Нечаев, В. Н. Красильников // Масложировая промышленность. – 1999. – № 2. – С. 10–13.

References. 1. Nikolaev, S. I. Nauchnoe obosnovanie i prakticheskoe ispol'zovanie pobochnykh produktov maslozhirvoy promyshlennosti v racionah sel'skohozyajstvennykh zhivotnykh : avtoref. dis. ... d-ra sel'skohozyajstvennykh nauk / S. I. Nikolaev. – Moskva, 2000. – 45 s. 2. Grigor'eva, V. Ispol'zovanie othodov maslozhirvoy promyshlennosti / V. Grigoreva, V. Michigin // APK Inform [Elektronnyj resurs]. – 2000-2023. – Rezhim dostupa : <https://www.apk-inform.com/ru/oilprocessing/59081>. 3. Hertrampf, J. Fetterfettesindmeheralsenergie / J. Hertrampf // Detsche Muller. – 1980. – Vol. 78, № 11. – R. 197–198. 4. Classen, R. M. Effects of extruding wheat dried distillers grains with solubles with peas or canola meal on ruminal fermentation, microbial protein synthesis, nutrient digestion, and milk production in dairy cows / R. M. Classen, D. A. Christensen, T. Mutsvangwa // J. Dairy Sci. 99. – 2016. – P. 7143–7158. 5. Vasil'ev, M. Effektivnost' vklyucheniya fosfatidnogo osadka v racion svinej na promyshlennom otkorme / M. Vasil'ev // Zhivotnovodni nauki. – 1985. – T. 22, № 11. – S. 48–43. 6. Gusejnov, Z. G. Fuza kak obogatitel' zhira i fosfora v racionah molodnyaka krupnogo rogatogo skota / Z. G. Gusejnov // Materialy Vtoroj Respublikanskoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenykh. – 1983. – S. 20–21. 7. Devin, K. Soapstok / K. Devin, M. Devin // Sel'skoe hozyajstvo Nechernozem'ya. – 1982. – № 11. – S. 32. 8. Tekhnologiya pererabotki zhirov / B. N. Tyutyunnikov [i dr.]. – Moskva, 1985. – 368 s. 8. Poluchenie i tendencii primeneniya rastitel'nykh fosfolipidov / S. A. Ereshko [i dr.] // Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. – 2000. – № 2-3. – S. 25–34. 9. Tekhnologiya proizvodstva kormovykh dobavok na osnove fosfolipidov i ih vliyanie na perevarimost' i produktivnoe dejstvie kombikormov / N. I. Kuznecov [i dr.] // Vestnik Voronezhskogo agrarnogo universiteta. – 1998. – № 1. – S. 162–167. 10. Pishchevye rastitel'nye fosfolipidy, poluchenie i tendenciya primeneniya / E. O. Gerasimenko [i dr.] // Maslozhirovaya promyshlennost'. – 1999. – № 2. – S. 25–26. 11. Kochetkova, A. A. Fosfolipidy v tekhnologii produktov pitaniya / A. A. Kochetkova, A. P. Nechaev, V. N. Kra-sil'nikov // Maslozhirovaya promyshlennost'. – 1999. – № 2. – S. 10–13.

Поступила в редакцию 03.08.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-4-85-89

УДК 579.62: 577.29

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗНООБРАЗИЯ ГРИБКОВЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ КИШЕЧНИКА СВИНЕЙ С РАЗЛИЧНОЙ КОНВЕРСИЕЙ КОРМА

^{*, **, ***} Сыромятников М.Ю. ORCID ID 0000-0001-9028-0613, ^{*} Шабунин С.В. ORCID ID 0000-0002-2689-6998, ^{***} Нестерова Е.Ю. ORCID ID 0000-0003-0918-3547, ^{***} Гладких М.И. ORCID ID 0000-0003-1173-1565, ^{***} Смирнова Ю.Д. ORCID ID 0000-0002-5820-1804, ^{***} Буракова И.Ю. ORCID ID 0000-0002-5881-0845, ^{***} Морозова П.Д. ORCID ID 0009-0000-0075-9170, ^{***} Грязнова М.В. ORCID ID 0000-0003-2076-3868, ^{*} Михайлов Е.В. ORCID ID 0000-0001-5457-1325

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

^{**} ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Российская Федерация

^{***} ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж, Российская Федерация

В работе представлены результаты исследования высокопроизводительного секвенирования грибного микробиома кишечника свиней, а также оценка влияния показателя конверсии корма на биоразнообразие грибного сообщества кишечника животных. Биоинформатический анализ нуклеотидных последовательностей выявил в кишечнике свиней 3 бактериальных типа, в число которых вошли *Ascomycota*, *Basidiomycota* и *Microsporidia*. Доминирующими типами оказались *Ascomycota* и *Basidiomycota*. Наиболее многочисленными грибами на уровне семейства оказались представители *Schizosaccharomycetaceae*. Самым многочисленным видом в кишечном микробиоме свиней оказался *Schizosaccharomyces pombe* (относительное содержание для двух исследуемых групп составило $9,24 \pm 1,49$). На втором месте по распространенности был вид *Colletotrichum higginsianum* (относительное содержание для группы А – $5,44 \pm 0,98$, для группы Б – $5,97 \pm 0,76$) и *Thermothielavioides terrestris* (относительное содержание для группы А – $3,96 \pm 0,67$, для группы Б – $4,37 \pm 0,46$). Сравнительный биоинформатический анализ кишечного микробиома двух групп свиней с разным показателем конверсии корма не выявил достоверных различий на уровне типа, семейства и вида. Результаты демонстрируют необходимость дальнейшего детального изучения данного вопроса. **Ключевые слова:** грибы, микробиом, кишечник свиней, конверсия корма, гены, высокопроизводительное секвенирование.

STUDY OF THE DIVERSITY OF FUNGAL MICROORGANISMS IN THE GUT OF SWINE WITH DIFFERENT FEED CONVERSION RATE

^{*, **, ***} Syromyatnikov M.Yu., ^{*} Shabunin S.V., ^{***} Nesterova E.Yu., ^{***} Gladkikh M.I., ^{***} Smirnova Yu.D., ^{***} Burakova I.Yu., ^{***} Morozova P.D., ^{***} Gryaznova M.V., ^{*} Mikhaylov E.V.

^{*} FSBSI "All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy", Voronezh, Russian Federation

^{**} FSBEI HE "Voronezh State University", Voronezh, Russian Federation

^{***} FSBEI HE "Voronezh State University of Engineering Technologies", Voronezh, Russian Federation

The paper presents the results of study on high-throughput sequencing of the fungal microbiome in the intestinal tract of swine, as well as an assessment of the influence of the feed conversion rate on the biodiversity of the fungal community of the intestinal tract of animals. Bioinformatic analysis of nucleotide sequences revealed 3 bacterial phyla in the gut of swine, including *Ascomycota*, *Basidiomycota* and *Microsporidia*. The dominant phyla were *Ascomycota* and *Basidiomycota*. The most numerous fungi at the family level were representatives of *Schizosaccharomycetaceae*. The most abundant species in the intestinal microbiome of swine was *Schizosaccharomyces pombe* (the relative abundance for the two study groups was 9.24 ± 1.49). In the second place in prevalence was the species *Colletotrichum higginsianum* (relative abundance for group A: 5.44 ± 0.98 , for group B 5.97 ± 0.76) and *Thermothielavioides terrestris* relative abundance for group A: 3.96 ± 0.67 , for group B 4.37 ± 0.46). A comparative bioinformatic analysis of the intestinal mycobiome of two groups of swine with different feed conversion rates did not reveal significant differences at the level of phylum, family and species. The results demonstrate the need for further detailed study of this issue. **Keywords:** fungi, microbiome, gut of swine, feed conversion, genes, high-throughput sequencing.

Введение. Конверсия корма в свиноводстве – один из важнейших экономических показателей предприятия. Он используется для измерения эффективности корма. Высокие значения конверсии приводят к относительно высоким ценам на свинину в результате повышенных затрат на кормле-

ние. Таким образом, снижение данного показателя у свиней, выращиваемых на крупных свиноводческих предприятиях, представляет собой важную стратегию минимизации затрат на производство свинины [1].

В настоящее время идет непрерывный поиск факторов, которые могли бы обеспечить лучшую скармливаемость кормов и увеличение показателей привеса животных. Кормление напрямую связано с кишечной микробиотой, поскольку последняя выполняет первостепенную роль в усвояемости питательных элементов, углеводном обмене, а также влияет на здоровье и иммунитет животного. Микробиом кишечника представляет собой сложную систему взаимодействующих между собой множества разнообразных популяций бактерий и грибов [1]. Однако в основном подобные исследования сосредоточены на изучении бактериологического состава кишечного микробиома свиней.

В последнее время растет число публикаций, посвященных грибному микробиому. Так, в одном из исследований было показано, что вид *Kazachstania slooffiae* является наиболее обильным для кишечника отлученных от молока поросят [2]. Также в кишечнике свиней были обнаружены грибы родов *Saccharomycopsis*, *Mrakia*, *Wallemia*, *Cantharellus*, *Eurotium*, *Solicoccozyma* и *Penicillium* [3]. С возрастом микробиом может меняться, так относительная численность родов *Kazachstania* и *Aureobasidium* значительно снижалась, тогда как относительная численность таких родов, как *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Simpliillium* и *Candida*, увеличивалась по мере взросления поросят [4].

Данное исследование было направлено на изучение грибного микробиома кишечника взрослых свиней и его связи с показателем конверсии корма.

Материалы и методы исследований. В качестве объекта исследования выступало содержимое толстого отдела кишечника, полученное от клинически здоровых свиней (n=12). Животных разделили на 2 группы согласно коэффициенту конверсии корма: низкая конверсия корма (А) со средним коэффициентом конверсии 2,00 (n=6) и высокая конверсия корма (Б) со средним коэффициентом конверсии 2,22 (n=6).

Для экстракции ДНК из образцов использовали коммерческий набор HiPure DNA Micro Kit (Magen, Гуанчжоу, Китай). Выделение проводили согласно протоколу производителя. Библиотеки секвенирования готовили по следующему протоколу: ДНК фрагментировали с использованием набора MGIEasy Fast FS Library Prep Module (MGI, Шэньчжэнь, Китай) с последующей очисткой магнитными частицами MGIEasy DNA Clean Beads (MGI, Шэньчжэнь, Китай). Лигирование адаптеров проводили с комплектом адаптеров А для праймеров MGIEasy UDB (MGI, Шэньчжэнь, Китай) и ПЦР-амплификацией. Качество библиотеки ДНК оценивали с использованием Qubit и набора Qubit dsDNA HS Assay Kit (Invitrogen, Уолтем, Массачусетс, США).

Дальнейшую циркуляризацию одной нити осуществляли с использованием модуля MGIEasy Dual Barcode Circularization Module (MGI, Шэньчжэнь, Китай). Окончательные библиотеки были объединены и секвенированы с использованием платформы секвенирования MGI DNBSEQ-G50 с моделью проточной ячейки для секвенирования DNBSEQ-G50RS: FCL (MGI, Шэньчжэнь, Китай). Для создания DNB использовался набор для высокопроизводительного секвенирования DNBSEQ-G50RS. Качество необработанных метагеномных данных оценивали с помощью инструмента FastQC. Технические последовательности и базы низкого качества (Q < 30) были обрезаны с помощью fastp. Таксономическое профилирование образцов было выполнено с использованием Kraken2 со стандартными базами данных для эукариот.

Результаты исследований. Биоинформатический анализ результатов секвенирования позволил идентифицировать до вида подавляющее большинство полученных нуклеотидных последовательностей. В сумме высокопроизводительное секвенирование 12 образцов микробиома свиней позволило получить 151724 рида. Количественный состав ридов, полученных в результате анализа образцов из группы А, был равен 7550, а группы Б – 76174. Согласно современной номенклатуре было идентифицировано 3 типа, 11 классов, 15 отделов, 27 семейств и 47 родов грибов.

Сравнительный биоинформатический анализ данных результатов секвенирования микробиомов двух групп свиней не зафиксировал достоверных различий на уровне типа. Анализ нуклеотидных последовательностей выявил 3 бактериальных филума: *Ascomycota*, *Basidiomycota* и *Microsporidia* (рисунок 1). Наименьшее значение относительного содержания грибов в данной выборке приходилось на представителей типа *Microsporidia*.

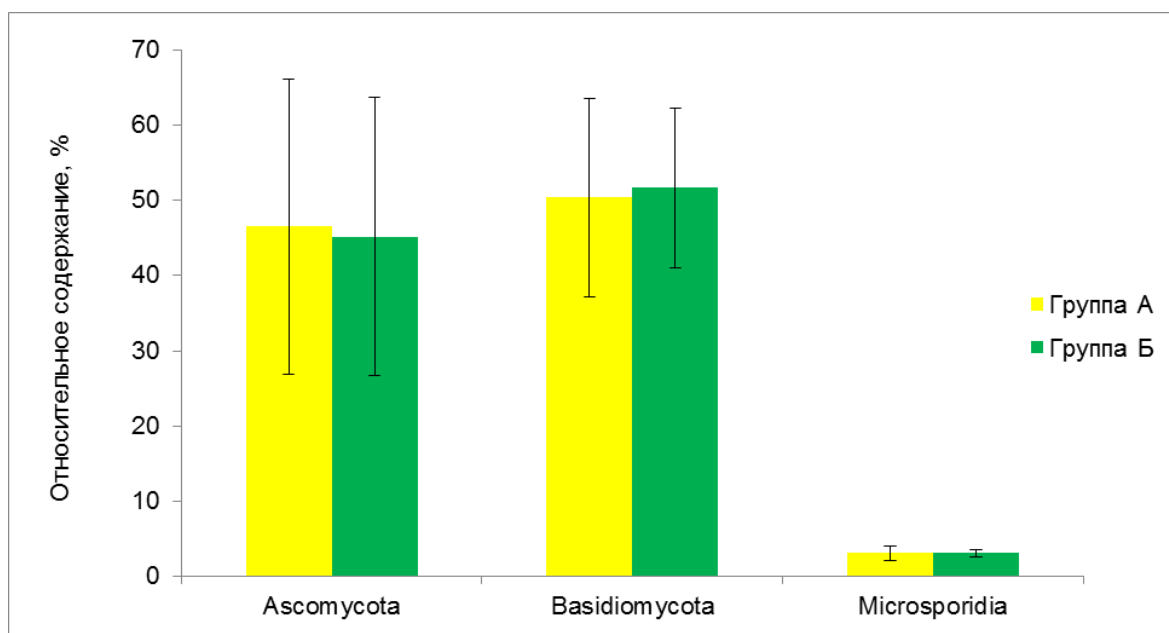


Рисунок 1 – Распространенность грибных филумов в микробиоме свиней

Для анализа на уровне семейств были отброшены те группы, чье процентное содержание составляло менее 1%. На рисунке 2 отражены результаты расчета показателя относительного содержания 26 семейств. Исследование грибного микробиома кишечника свиней на уровне семейства также не выявило разницу между группой А и группой Б.

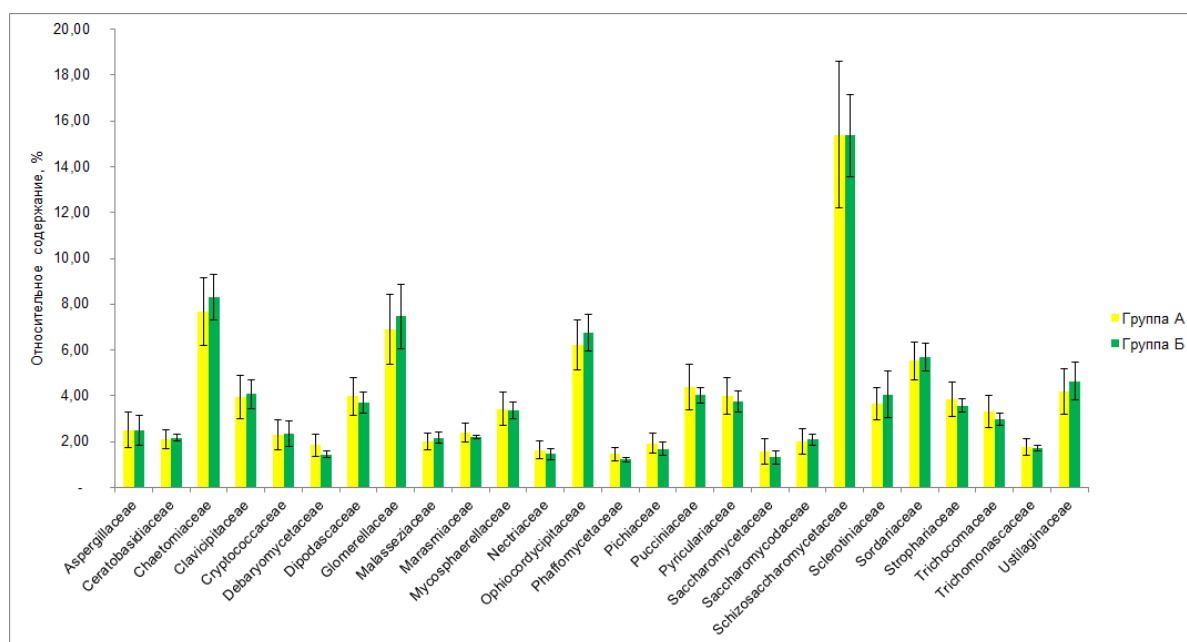


Рисунок 2 – Распространенность семейств грибов в микробиоме свиней

Наиболее многочисленными грибами в выборке оказались представители семейства *Schizosaccharomycetaceae*, чье процентное содержание составило $15,40 \pm 3,20$ для группы А и $15,36 \pm 1,79$ – для группы Б. Помимо них, микробиом был обилен грибами из семейств *Chaetomiaceae*, *Glomerellaceae*, *Ophiocordycipitaceae* и *Sordariaceae*.

Не было отмечено достоверных различий и в результате исследования грибов на уровне вида. По подобию анализа на уровне семейства, в выборке участвовали лишь те виды, чье относительное содержание было равно или превышало 1. В грибковом сообществе микробиома свиней нами было определено 39 видов (рисунок 3).

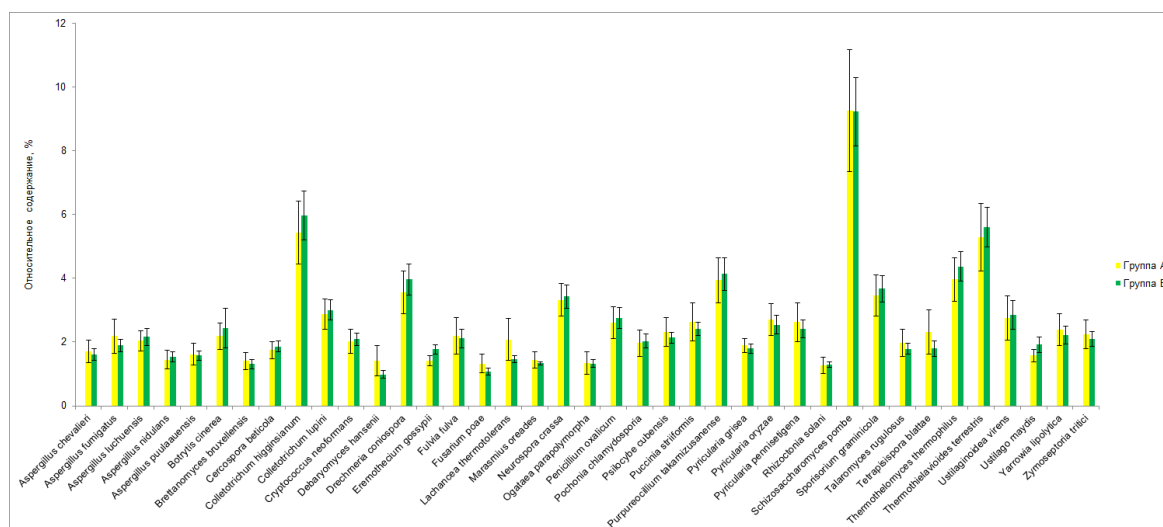


Рисунок 3 – Распространенность видов грибов в микробиоме свиней

Было установлено, что самым многочисленным видом среди всех идентифицированных в микробиоме свиней оказался *Schizosaccharomyces pombe*. Среднее значение для двух исследуемых групп составило $9,24 \pm 1,49$. *S. pombe* - это делящиеся дрожжи, относящиеся к отделу аскомицота. Этот вид дрожжей в силу особенностей своего метаболизма используется в ряде стран при ферментации вин и пивных напитков, а также в животноводстве как компонент кормовых добавок [5]. Данные об обнаружении этих грибов в микробиоме свиней не были обнаружены ранее.

На втором месте по распространенности располагались виды *Colletotrichum higginsianum* и *Thermothielavioides terrestris*. *C. higginsianum* относится к аскомицетным грибам, вызывающим антракнозные заболевания у многих сельскохозяйственных растений, в особенности у крестоцветных культур [6]. *T. terrestris* – термофильный нитчатый гриб, обеспечивающий разложение полисахаридов из биомассы. Преимущественно данный вид обнаруживается в почве и компосте [7]. Публикации, подтверждающие наши данные об этих грибах в кишечнике свиней, также отсутствуют.

Порядка 13% от числа всех проанализированных видов приходилось на представителей рода *Aspergillus*: *Aspergillus chevalieri*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus luchuensis*, *Aspergillus nidulans* и *Aspergillus puulaauensis*. Было установлено, что в микробиоме поросят содержание грибов рода *Aspergillus* формирует обратную зависимость с микроорганизмами, образующими короткоцепочечные жирные кислоты (*Butyricoccus*, *Subdoligranulum* и *Fusicatenibacter*), являющиеся основным источником энергии для клеток слизистой оболочки кишечника.

На третьем месте по распространенности располагались грибы таких видов, как *Drechmeria coniospora*, *Purpureocillium takamizusanense* и *Thermothelomyces thermophiles*. *D. coniospora* – облигатные грибы-паразиты, относящиеся к семейству *Clavicipitaceae*. Было обнаружено наличие этих грибов-нематофагов в образцах фекалий, полученных от крупного рогатого скота [8]. *P. takamizusanense* – аскомицетный гриб, относящийся к семейству *Ophiocordycipitaceae*. *T. thermophiles* – нитчатый термофильный плесневый грибок из семейства *Chaetomiaceae*, обеспечивающий гидролиз полисахаридов в растительной биомассе [9]. Информация о корреляции содержания данных видов с показателем конверсии корма у свиней отсутствует.

Четвертое место по распространенности видов в микробиоме свиней принадлежало *Neurospora crassa* и *Sporisorium graminicola*. *N. crassa* – нитевидный гриб из семейства *Sordariaceae*. *S. graminicola* – патогенный гриб растений из семейства *Ustilaginaceae*. Его присутствие было обнаружено в микробиоме кишечника человека, где помимо грибов *Saccharomyces* и *Candida*, представители рода *Sporisorium* характеризовались высокой распространенностью [10]. Связь между этими видами и микробиомом свиней ранее не была выявлена.

Остаются. На сегодняшний день разнообразие и состав грибов в кишечнике свиней все еще остаются до конца не изученными. По этой причине проведение исследований в данной области является актуальным. Нами было проведено высокопроизводительное секвенирование грибного микробиома 12 взрослых свиней, разделенных на группу А и группу Б относительно величины показателя конверсии корма. В результате биоинформатического анализа нуклеотидных последовательностей не было обнаружено типов, семейств или видов, достоверно различающихся по относительной обильности между двумя группами. Было установлено, что преобладающими типами грибов оказались *Ascomycota* и *Basidiomycota* с *Schizosaccharomycetaceae*, *Chaetomiaceae*, *Glomerellaceae*, *Ophiocordycipitaceae* и *Sordariaceae* в качестве доминирующих семейств. Было идентифицировано 8 преобладающих видов, среди которых *Schizosaccharomyces pombe*.

Colletotrichum higginsianum, *Thermothielavioides terrestris*, *Drechmeria coniospora*, *Purpureocillium takamizusanense*, *Thermothelomyces thermophiles*, *Neurospora crassa* и *Sporisorium graminicola*, что составляло 34% всех образцов в фекальной микробиоте исследуемой выборки свиней.

Conclusion. To date, the diversity and fungal microbiome in gut of swine are still not fully understood. For this reason, research in this area is relevant. We carried out high-throughput sequencing of the fungal microbiome of 12 adult swine, divided into group A and group B according to the feed conversion rate. Bioinformatic analysis of nucleotide sequences revealed no phyla, families, or species significantly different in relative abundance between the two groups. The predominant fungal phyla were found to be Ascomycota and Basidiomycota with Schizosaccharomycetaceae, Chaetomiaceae, Glomerellaceae, Ophiocordycipitaceae and Sordariaceae as the dominant families. Eight predominant species were identified, including *Schizosaccharomyces pombe*, *Colletotrichum higginsianum*, *Thermothielavioides terrestris*, *Drechmeria coniospora*, *Purpureocillium takamizusanense*, *Thermothelomyces thermophiles*, *Neurospora crassa* and *Sporisorium graminicola*, which accounted for 34% of all samples in the fecal microbiota of the studied sample of swine.

Список литературы. 1. Gut microbiome composition differences among breeds impact feed efficiency in swine / M. Bergamaschi [et al.] // *Microbiome*. – 2020. – Vol. 8, № 1. – P. 110. – doi: 10.1186/s40168-020-00888-9. 2. Core-predominant gut fungus *Kazachstania slooffiae* promotes intestinal epithelial glycolysis via lysine desuccinylation in pigs / J. Hu [et al.] // *Microbiome*. – 2023. – Vol. 11, № 1. – P. 31. – doi: 10.1186/s40168-023-01468-3. 3. The nutritional significance of intestinal fungi: alteration of dietary carbohydrate composition triggers colonic fungal community shifts in a pig model / Y. Luo [et al.] // *Applied and Environmental Microbiology*. – 2021. – Vol. 87. – P. 21. – doi: 10.1128/AEM.00038-21. 4. Gradual changes of gut microbiota in weaned miniature piglets / J. Hu [et al.] // *Frontiers in Microbiology*. – 2016. – Vol. 7. – P. 1727. – doi: 10.3389/fmicb.2016.01727. 5. Phytase produced using *Schizosaccharomyces pombe* ASP595-1 strain (Genetically Modified Feed Additives). Food Safety Commission of Japan (Food Safety Tokyo). – 2017. – Vol. 5, № 2. – P. 72–73. – doi: 10.14252/foodsafetyfscj.2017001s. 6. Tsushima, A. Genomic resources of *Colletotrichum* fungi: development and application / A. Tsushima, K. Shirasu // *Journal of General Plant Pathology*. – 2022. – Vol. 88. – P. 349–357. – doi: 10.1007/s10327-022-01097-y. 7. Genomic and transcriptomic analysis of the thermophilic lignocellulose-degrading fungus *Thielavia terrestris* LPH172 / M. Tölgo [et al.] // *Biotechnology for Biofuels and Bioproducts*. – 2021. – Vol. 14, № 1. – P. 131. – doi: 10.1186/s13068-021-01975-1. 8. Nematophagous fungi from decomposing cattle faeces in Argentina / C. A. Saumell [et al.] // *Revista Iberoamericana de Micología*. – 2015. – Vol. 32, № 4. – P. 252–256. – doi: 10.1016/j.riam.2014.09.003. 9. Singh, B. *Myceliophthora thermophila* syn. *Sporotrichum thermophile*: a thermophilic mould of biotechnological potential / B. Singh // *Critical Reviews in Biotechnology*. – 2016. – Vol. 36, № 1. – P. 59–69. – doi: 10.3109/07388551.2014.923985. 10. Host factors associated with gut mycobiome structure / N. Szóstak [et al.] // *mSystems*. – 2023. – Vol. 8, № 2. – P. e0098622. – doi: 10.1128/mSystems.00986-22.

Поступила в редакцию 10.10.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-4-89-95

УДК 579.62: 577.29

ОЦЕНКА ОТНОСИТЕЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ ГЕНОВ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ БАКТЕРИЙ В КИШЕЧНИКЕ ПОРОСЯТ (*SUS SCROFA DOMESTICUS*) В РАННЕМ НЕОНАТАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ

* ** *** Сыромятников М.Ю. ORCID ID 0000-0001-9028-0613, * Шабунин С.В. ORCID ID 0000-0002-2689-6998, ** *** Нестерова Е.Ю. ORCID ID 0000-0003-0918-3547, *** Гладких М.И. ORCID ID 0000-0003-1173-1565, *** Смирнова Ю.Д. ORCID ID 0000-0002-5820-1804, ** *** Буракова И.Ю. ORCID ID 0000-0002-5881-0845, *** Морозова П.Д. ORCID ID 0009-0000-0075-9170, *** Грязнова М.В. ORCID ID 0000-0003-2076-3868, * Михайлов Е.В. ORCID ID 0000-0001-5457-1325

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

** ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»,

г. Воронеж, Российская Федерация

*** ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,

г. Воронеж, Российская Федерация

В статье представлена оценка наличия и относительного содержания генов антибиотикорезистентности бактерий в кишечном микробиоме поросят в раннем неонатальном периоде. Доминирующим большинством из присутствующих генов антибиотикорезистентности как у здоровых, так и у больных поросят стали гены к бета-лактамам антибиотикам (пенициллины, цефалоспорины, карбапенемы, монобактамы). Гены резистентности к тетрациклинам также содержались в образцах здоровых и больных животных. У здоровых животных присутствовал ген устойчивости к аминогликозидам *Aph3-III* (относительное содержание 81,15%). Гены резистентности к хинолоновым антибиотикам *QnrB5* и *QnrB19* присутствовали как у здоровых, так и у больных животных, а ген *QnrD* был идентифицирован только у поросят с диа-

реей (относительное содержание 10,27%). Продemonстрирована одинаковая относительная обильность гена резистентности к сульфонидам *SulII* (относительное содержание 82%) как у здоровых, так и у больных поросят, в то время как ген *SulIII* был обнаружен только у животных с диареей (относительное содержание 13,44%). Результаты показывают широкое распространение генов антибиотикорезистентности в популяции здоровых и больных диареей поросят и требуют особого внимания со стороны свиноводческих хозяйств, чтобы минимизировать дальнейшую миграцию генов устойчивости к антибиотикам. **Ключевые слова:** поросята, диарея, гены, антибиотикорезистентность, высокопроизводительное секвенирование, антибиотик.

ASSESSMENT OF THE RELATIVE ABUNDANCE OF ANTIBIOTIC RESISTANCE GENES OF BACTERIA IN THE GUT OF PIGLETS (*SUS SCROFA DOMESTICUS*) IN THE EARLY NEONATAL PERIOD

^{*,**,*}Syromyatnikov M.Yu., ^{*}Shabunin S.V., ^{*,**,*}Nesterova E.Yu., ^{*,**,*}Gladkikh M.I., ^{*,**,*}Smirnova Yu.D., ^{*,**,*}Burakova I.Yu., ^{*,**,*}Morozova P.D., ^{*,**,*}Gryaznova M.V., ^{*}Mikhaylov E.V.

^{*}FSBSI "All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy",
Voronezh, Russian Federation

^{**}FSBEI HE "Voronezh State University",
Voronezh, Russian Federation

^{***}FSBEI HE "Voronezh State University of Engineering Technologies",
Voronezh, Russian Federation

The article presents the assessment of the presence and relative amount of antibiotic resistance genes of bacteria in the gut microbiome of piglets in the early neonatal period. The genes for beta-lactam antibiotics (penicillins, cephalosporins, carbapenems, monobactams) have become the dominant majority of the antibiotic resistance genes present in both healthy and sick piglets. Tetracycline resistance genes were also found in the samples of healthy and sick animals. Healthy animals had the aminoglycoside resistance gene *Aph3-III* (relative content - 81.15%). The quinolone antibiotic resistance genes *QnrB5* and *QnrB19* were present in both healthy and sick animals, and the gene *QnrD* was identified only in the piglets with diarrhea (relative content - 10.27%). The same relative abundance of the sulfonamide resistance gene *SulII* (relative content - 82%) was demonstrated in both healthy and sick piglets, while the gene *SulIII* was found only in the animals with diarrhea (relative content - 13.44%). The results show a wide spread of antibiotic resistance genes in the population of healthy piglets and piglets with diarrhea, and this requires special attention from pig breeding farms in order to minimize further migration of antibiotic resistance genes. **Keywords:** piglets, diarrhea, genes, antibiotic resistance, high-throughput sequencing, antibiotic.

Введение. Производство свинины занимает одно из лидирующих положений на мировом рынке. Для любого животноводческого комплекса, в том числе свиноводства, важно контролировать и поддерживать состояние здоровья поголовья на должном уровне. Существует множество критериев, позволяющих проводить такую оценку, однако состояние кишечной микрофлоры является одним из основных показателей здоровья свиней [1].

Кишечник появившихся на свет поросят считается практически лишенным микроорганизмов, но в короткий срок формирует микробное сообщество, которое может потенциально влиять на постоянную структуру микробиома уже взрослых животных [2]. В связи с этим необходимо корректировать и поддерживать здоровую кишечную микрофлору у поросят с раннего возраста, поскольку формирование микробиома тесно связано с множеством внешних и внутренних факторов, одним из которых является питание [1]. Помимо регуляции рациона свиней, на становление микробного сообщества кишечника оказывают влияние потенциально используемые в хозяйствах антибиотики, которые применяют в терапевтических целях и не только [3]. Понимая зависимость сельскохозяйственной отрасли от антибиотиков, необходимо учитывать развитие бактериальной устойчивости к противомикробным препаратам у животных, которая может передаваться и человеку [4].

Одной из серьезных проблем свиноводческих хозяйств является диарея новорожденных поросят. Данное заболевание является причиной больших потерь в поголовье и может составлять порядка 30% от общего числа смертей в хозяйствах [5]. Проявление заболевания различно и зависит от нескольких факторов, среди которых патогенез, иммунитет, а также инфекционная нагрузка на организм животного. Для лечения и профилактики диареи новорожденных поросят широко применяют антибиотики, которые хорошо справляются с этой задачей. Однако активное использование подобных противомикробных препаратов способствует развитию дисбактериоза и формированию резистентности у патогенов [6]. Для минимизации негативных последствий необходимо осуществлять жесткий контроль использования антибиотических препаратов.

Цель исследования - оценка относительной обильности генов антибиотикорезистентности бактерий в кишечнике поросят (*sus scrofa domesticus*) в раннем неонатальном периоде.

Материалы и методы исследований. Экспериментальная работа проведена в условиях специализированного свиноводческого комплекса Воронежской области. В качестве объектов исследования служили клинически здоровые поросята (n=6) и поросята с желудочно-кишечной патологией (n=7) в возрасте 2-3 суток. Материалом для исследования служили фекалии, полученные от поросят в период эксперимента.

Для экстракции ДНК из образцов использовали коммерческий набор HiPure DNA Micro Kit (Magen, Гуанчжоу, Китай). Выделение проводили согласно протоколу производителя. Библиотеки секвенирования готовили по следующему протоколу: ДНК фрагментировали с использованием набора MGIEasy Fast FS Library Prep Module (MGI, Шэньчжэнь, Китай) с последующей очисткой магнитными частицами MGIEasy DNA Clean Beads (MGI, Шэньчжэнь, Китай). Лигирование адаптеров проводили с комплектом адаптеров A для праймеров MGIEasy UDB (MGI, Шэньчжэнь, Китай) и ПЦР-амплификацией. Качество библиотеки ДНК оценивали с использованием Qubit и набора Qubit dsDNA HS Assay Kit (Invitrogen, Уолтем, Массачусетс, США).

Дальнейшую циркуляризацию одной нити осуществляли с использованием модуля MGIEasy Dual Barcode Circularization Module (MGI, Шэньчжэнь, Китай). Окончательные библиотеки были объединены и секвенированы с использованием платформы секвенирования MGI DNBSEQ-G50 с моделью проточной ячейки для секвенирования DNBSEQ-G50RS: FCL (MGI, Шэньчжэнь, Китай). Для создания DNB использовался набор для высокопроизводительного секвенирования DNBSEQ-G50RS. Качество необработанных метагеномных данных оценивали с помощью инструмента FastQC. Технические последовательности и базы низкого качества ($Q < 30$) были обрезаны с помощью fastp.

Профилирование резистома проводилось с использованием программного обеспечения GROOT с предварительно рассчитанным индексом ARG-ANNOT. ARG-ANNOT демонстрирует высокую специфичность для идентификации известных ARG не только для полных последовательностей генов, но также для частичных последовательностей и/или последовательностей с низким уровнем сходства с существующими последовательностями. Метод сочетает в себе графическое представление наборов генов с локально-чувствительной схемой индексации, чтобы обеспечить быструю классификацию считываний метагеномных последовательностей по сходству. Последующее иерархическое локальное выравнивание классифицированных чтений позволяет точно реконструировать полноразмерные последовательности генов с использованием схемы оценки. Для идентификации генов устойчивости к антибиотикам полученные последовательности после выравнивания сопоставляются с эталонными последовательностями ARG, извлеченными из единой кластеризованной базы данных.

Результаты исследований. Биоинформатический анализ прочтений, полученных в результате высокопроизводительного секвенирования образцов кала поросят, позволил выявить группы генов антибиотикорезистентности. Полный перечень детектированных генов и соответствующий им антибиотик представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Гены антибиотикорезистентности и соответствующие им классы антибиотиков

Ген	Антибиотик
<i>Tet(W), Tet(Q), Tet-40, Tet(A), Tet(R)</i>	Тетроциклины
<i>ErmF</i>	Эритромицины
<i>ROB-1, AmpC1_Ecoli, AMPH_Ecoli, Penicillin_Binding_Protein_Ecoli, CARB-2, AmpC2_Ecoli, OXA-10, OXA-17, OXA-256</i> <i>CMY-54, CMY-18, CMY-56, CMY-60, CMY-23, CMY-27, CMY-6, CMY-16, CMY-4</i> <i>TEM-143, TEM-207, TEM-104, TEM-33, TEM-34, TEM-148, TEM-126, TEM-127, TEM-105, TEM-186, TEM-215, TEM-220, TEM-95, TEM-208, TEM-70, TEM-176, TEM-30, TEM-1, TEM-106, TEM-28, TEM-192, TEM-15, TEM-166, TEM-76, TEM-135, TEM-99, TEM-55, TEM-79, TEM-97, TEM-77, TEM-20</i>	Бета-лактамы: пенициллины, цефалоспорины, карбапенемы, монобактамы
<i>QnrB5, QnrB19, QnrD</i>	Хинолоны
<i>SulIII, SulIII, Sull</i>	Сульфонамиды
<i>StrB, StrA</i>	Стрептомицины
<i>Aph3-III, Sat4A, AadA1-pm, Aac6-Ia</i>	Аминогликозиды
<i>Cmr, CmlA5, CmlA1</i>	Хлорамфениколы
<i>DfrA14</i>	Триметопримы
<i>Arr2</i>	Рифампины

Суммарно по здоровым и больным поросятам было получено 32006 прочтений, 20076 прочтений приходилось на поросят с диареей, а 11930 – на здоровых животных. Распределение генов микробной устойчивости к антибиотикам несущественно варьировало в разных группах поросят (рисунок 1).

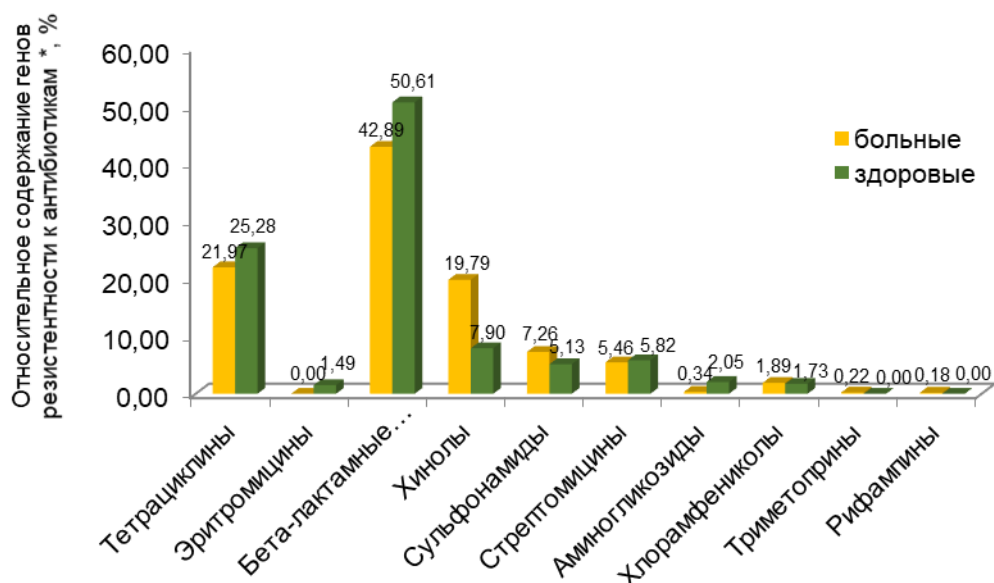


Рисунок 1 – Относительное содержание генов антибиотикорезистентности в кишечнике здоровых и больных поросят. * Относительное содержание генов резистентности к антибиотикам рассчитывается исходя из соотношения прочтений секвенирования генов антибиотикорезистентности к антибиотикам различных групп

В физиологических группах здоровых поросят и поросят с диареей доминировали гены антибиотикорезистентности к бета-лактамам, к которым относят: пенициллины, цефалоспорины, карбапенемы, монобактамы. Бета-лактамы широкого спектра действия активно применяются в качестве терапии грамотрицательных инфекций. Известно большое разнообразие генов резистентности к антибиотикам бета-лактаманной группы, яркими представителями которых стали гены *TEM*, *SHV*, *CTX-M*, *PER* и *OXA* [7].

В таблице 2 продемонстрировано количественное разнообразие обнаруженных генов устойчивости к антибиотикам бета-лактаманной группы. Все разновидности генов *CMY* присутствуют только в организмах здоровых поросят. Резистентность к бета-лактамам обусловлена наличием фермента, который катализирует реакцию гидролиза амидной связи четырехчленного бета-лактаманного кольца [7].

Таблица 2 – Относительное содержание генов резистентности к бета-лактамам антибиотикам (% , $\pm$ SED) в кишечнике больных и здоровых поросят

Ген	Поросята с диареей, %	Здоровые поросята, %
<i>ROB-1</i>	20,61 $\pm$ 19,48	10,00 $\pm$ 7,28
<i>AmpC1Ecoli</i>	5,68 $\pm$ 5,68	2,58 $\pm$ 2,58
<i>AMPH_Ecoli</i>	6,04 $\pm$ 4,80	0,00
<i>Penicillin_Binding_Protein_Ecoli</i>	10,23 $\pm$ 8,03	5,96 $\pm$ 5,96
<i>AmpC2_Ecoli</i>	2,33 $\pm$ 2,33	0,00
<i>CARB-2</i>	0,42 $\pm$ 0,42	0,00
<i>OXA-10</i>	3,35 $\pm$ 2,40	0,00
<i>OXA-17</i>	2,10 $\pm$ 2,10	0,00
<i>OXA-256</i>	2,10 $\pm$ 2,10	0,00
<i>CMY-4</i>	0,00	2,48 $\pm$ 2,48
<i>CMY-6</i>	0,00	2,55 $\pm$ 2,55
<i>CMY-16</i>	0,00	2,25 $\pm$ 2,25

Продолжение таблицы 2

Ген	Поросята с диареей, %	Здоровые поросята, %
CMY-18	0,00	2,95±2,95
CMY-23	0,00	2,58±2,58
CMY-27	0,00	2,55±2,55
CMY-54	0,00	2,98±2,98
CMY-56	0,00	2,91±2,91
CMY-60	0,00	2,72±2,72
TEM-1	1,56±1,53	2,45±2,45
TEM-15	1,46±1,44	1,89±1,89
TEM-20	1,25±1,23	0,00±0,00
TEM-28	1,37±1,35	2,09±2,09
TEM-30	1,63±1,60	2,45±2,45
TEM-33	1,60±1,60	2,82±2,82
TEM-34	1,60±1,60	2,82±2,82
TEM-55	1,49±1,49	0,00
TEM-70	1,58±1,58	2,62±2,62
TEM-76	1,77±1,77	0,00
TEM-77	1,32±1,32	0,00
TEM-79	1,41±1,41	0,00
TEM-95	1,72±1,72	2,52±2,25
TEM-97	1,39±1,39	0,00
TEM-99	0,00	0,00
TEM-104	1,77±1,77	2,85±2,85
TEM-105	1,72±1,72	2,52±2,52
TEM-106	1,65±1,65	2,05±2,05
TEM-126	1,70±1,70	2,58±2,58
TEM-127	1,72±1,72	2,55±2,55
TEM-135	1,58±1,58	0,00
TEM-143	2,38±1,74	2,62±2,62
TEM-148	1,63±1,63	2,72±2,72
TEM-166	0,00	2,55±2,55
TEM-176	1,58±1,58	2,52±2,52
TEM-186	1,67±1,67	2,58±2,58
TEM-192	1,23±1,23	2,25±2,25
TEM-207	2,24±2,24	2,48±2,48
TEM-208	1,77±1,61	2,38±2,38
TEM-215	1,70±1,70	2,55±2,55
TEM-220	1,65±1,65	2,62±2,62

Антибиотики тетрациклиновой группы оказывают положительный эффект против грамположительных и грамотрицательных бактерий. Механизм воздействия тетрациклинов в основном связан с остановкой процессов трансляции в бактериальных клетках за счет взаимодействия антибиотика с высококонсервативной мишенью 16S рРНК в 30S рибосомной субъединице [8]. На рисунке 2 представлена относительная обильность генов антибиотикорезистентности тетрациклиновой группы у поросят с диареей и здоровых животных. Показана тенденция доминирования генов *Tet(W)* (83,31%) и *Tet(A)* (12,11%) в группе больных животных. Гены *Tet(Q)* (39,26%) и *Tet 40* (8,73%) обнаружены у здоровых поросят, но полностью отсутствовали в группе животных с диареей, а ген *Tet(R)* (4,58%) присутствовал в образцах фекалий больных животных, но отсутствовал у здоровых.

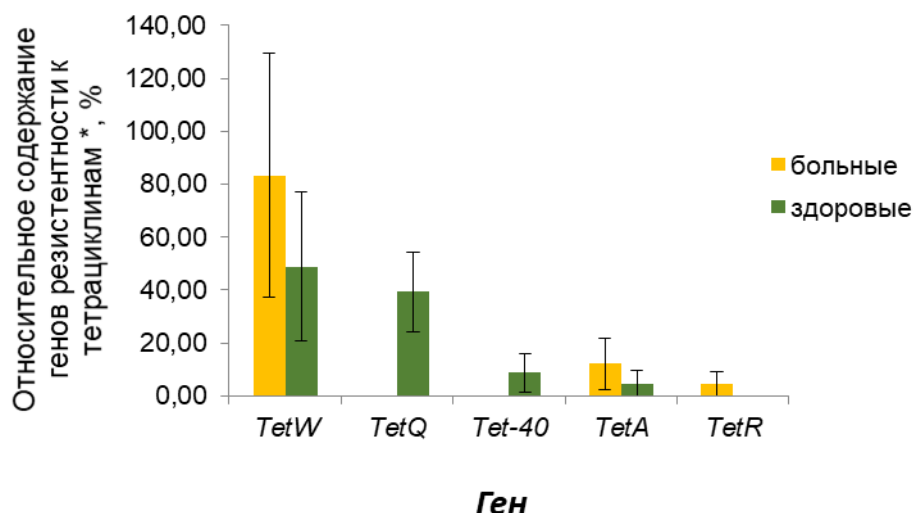


Рисунок 2 - Распространенность генов антибиотикорезистентности в кишечнике здоровых и больных поросят (% , $\pm$ SED). * Относительное содержание рассчитывается исходя из соотношения ридов секвенирования генов антибиотикорезистентности к тетрациклинам

Кроме того, с помощью высокопроизводительного секвенирования удалось обнаружить 14 генов антибиотикорезистентности, принадлежавших к 5 антибиотикам различных групп, среди которых были: аминогликозиды, стрептомицин, хинолоны, хлорамфеникол и сульфонамид. Подробные результаты идентифицированных генов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Распространенность генов антибиотикорезистентности (% , $\pm$ SED) к антибиотикам различных групп у здоровых и больных поросят

Антибиотик	Ген	Поросята с диареей, %	Здоровые поросята, %
Аминогликозиды	<i>Aph3-III</i>	0,00	81,15 $\pm$ 81,15
	<i>Sat4A</i>	58,82 $\pm$ 58,82	18,85 $\pm$ 18,85
	<i>Aac6-Im</i>	41,18 $\pm$ 41,18	0,00
Стрептомицин	<i>StrA</i>	76,09 $\pm$ 65,51	40,92 $\pm$ 33,01
	<i>StrB</i>	23,91 $\pm$ 15,48	59,08 $\pm$ 42,96
Хинолоны	<i>QnrB5</i>	45,55 $\pm$ 43,41	50,53 $\pm$ 29,83
	<i>QnrB19</i>	44,19 $\pm$ 42,11	49,47 $\pm$ 29,13
	<i>QnrD</i>	10,27 $\pm$ 8,88	0,00
Хлорамфеникол	<i>Cmr</i>	0,00	100,00 $\pm$ 100,00
	<i>CmlA5</i>	51,58 $\pm$ 51,58	0,00
	<i>CmlA1</i>	48,42 $\pm$ 48,42	0,00
Сульфонамиды	<i>SulII</i>	82,17 $\pm$ 74,44	82,03 $\pm$ 35,75
	<i>SulIII</i>	13,44 $\pm$ 13,44	0,00
	<i>SulI</i>	4,39 $\pm$ 4,39	17,97 $\pm$ 17,97

К антибиотикам аминогликозидной группы относятся стрептомицин, гигромицин В, паромомицин, гентамицин и др. Только у здоровых поросят обнаружен ген устойчивости к аминогликозидам *Aph3-III* (81,15%). Только у больных поросят выявлен ген устойчивости к аминогликозидам *Aac6-Im* (41,18%).

Высокопроизводительное секвенирование позволило выявить гены устойчивости к антибиотикам хинолоновой группы: *QnrB5* (45,55%), *QnrB19* (44,19%), *QnrD* (10,27%) у поросят с диареей. У здоровых поросят было выявлено только 2 гена резистентности к хинолонам: *QnrB5* (50,53%), *QnrB19* (49,47%). Во всех пробах кишечника здоровых поросят обнаружен ген устойчивости к хлорамфениколу *Cmr*. При этом этот ген полностью отсутствовал в образцах, полученных от больных животных, а гены *CmlA5* (51,58%) и *CmlA1* (48,42%), наоборот, широко присутствовали у поросят с диареей и отсутствовали в группе здоровых животных. Существует несколько путей возникновения резистентности к данной группе антибиотиков, среди которых выделяют насосный отток, действие ацетилтрансферазы или транспозонов, а также передача коротких мобильных генетических элементов содержащих гены резистентности [9].

Были обнаружены гены *SulII*, *SulIII* и *SulI*, которые характеризуются наличием резистентности к антибиотикам сульфонамидану. Так, в группах здоровых и больных поросят одинаково преобладал

ген *SulII* (82%), тогда как *SulIII* был обнаружен только у животных с диареей (13,44%), а *SulI* был выявлен и в образцах фекалий больных (4,39%) и здоровых животных (17,97%). Результаты подтверждают ранее проведенные исследования, в которых показано широкое распространение генов антибиотикорезистентности к сульфонамидану в свиноводческих хозяйствах [10].

Заключение. Проведенное исследование показало, что кишечный микробиом как больных, так и здоровых поросят населен бактериями, имеющие гены резистентности к антибиотикам различных групп, среди которых тетрациклины, эритромицин, пенициллины, цефалоспорины, карбапенемы, монобактамы, хинолоны, сульфонамиды, стрептомицин, аминогликозиды, хлорамфеникол и некоторые другие. Наличие этих генов создаёт риски по развитию устойчивости бактерий к этим антибиотикам. В дальнейшем необходимо проведение исследований по фенотипической резистентности микробиоты кишечника поросят. Понимая главенствующую роль противомикробных препаратов в развитии бактериальных устойчивостей, следует обратить внимание на их рациональное использование в свиноводческих хозяйствах.

Conclusion. The study showed that the intestinal microbiome of both sick and healthy piglets is populated by the bacteria with antibiotic resistance genes of various groups, including tetra cyclines, erythromycin, penicillins, cephalosporins, carbapenems, monobactams, quinolones, sulfonamides, streptomycin, aminoglycosides, chloramphenicol and some others. The presence of these genes creates risks for the development of bacterial resistance to these antibiotics. In the future, it is necessary to conduct research on the phenotypic resistance of the intestinal microbiota of piglets. Understanding the dominant role of antimicrobials in the development of bacterial resistance, attention should be paid to their rational use on pig breeding farms.

Список литературы . 1. Piglet gut microbial shifts early in life: causes and effects / R. B. Guevarra [et al.] // *Journal of Animal Science and Biotechnology*. – 2019. – Vol. 10. – P. 1. – doi: 10.1186/s40104-018-0308-3. 2. Assessment of fecal bacterial diversity among healthy piglets during the weaning transition / A. B. E. Pajarillo [et al.] // *The Journal of General and Applied Microbiology*. – 2014. – Vol. 60, № 4. – P. 140–146. – doi: 10.2323/jgam.60.140. 3. Revealing the combined effects of lactulose and probiotic enterococci on the swine faecal microbiota using 454 pyrosequencing / J. P. Chae [et al.] // *Microbial Biotechnology*. – 2016. – Vol. 9, № 4. – P. 486–95. – doi: 10.1111/1751-7915.12370. 4. Gut microbiota dysbiosis in postweaning piglets: understanding the keys to health / R. Gresse [et al.] // *Trends in Microbiology*. – 2017. – Vol. 25, № 10. – P. 851–873. – doi: 10.1016/j.tim.2017.05.004. 5. Adhesive patterns of *Escherichia coli* F4 in piglets of three breeds / Y. Li [et al.] // *Journal of Genetics and Genomics*. – 2007. – Vol. 34, № 7. – P. 591–599. – doi: 10.1016/S1673-8527(07)60067-8. 6. Antibiotic and medical zinc oxide usage in Danish conventional and welfare-label pig herds in 2016-2018 / C. L. Nielsen [et al.] // *Preventive Veterinary Medicine*. – 2021. – Vol. 189. – P.105283. – doi: 10.1016/j.prevetmed.2021.105283. 7. Prevalence of TEM, SHV, and CTX-M Beta-lactamase genes in the urinary isolates of a tertiary care hospital / T. Bajpai [et al.] // *Avicenna Journal of Medicine*. – 2017. – Vol. 7, № 1. – P. 12–16. – doi: 10.4103/2231-0770.197508. 8. Grossman, T. H. Tetracycline antibiotics and resistance / T. H. Grossman // *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*. – 2016. – Vol. 6, № 4. – P. a025387. – doi: 10.1101/cshperspect.a025387. 9. Lorenzo, D. Chloramphenicol resurrected: a journey from antibiotic resistance in eye infections to biofilm and ocular microbiota / D. Lorenzo // *Microorganisms*. – 2019. – Vol. 7, № 9. – P. 278. – doi: 10.3390/microorganisms7090278. 10. Prioritisation of veterinary medicines in the UK environment / A. B. A. Boxall [et al.] // *Toxicology Letters*. – 2003. – Vol. 142, № 3. – P. 207–218. – doi: 10.1016/S0378-4274(03)00067-5.

References. 1. Piglet gut microbial shifts early in life: causes and effects / R. B. Guevarra [et al.] // *Journal of Animal Science and Biotechnology*. – 2019. – Vol. 10. – P. 1. – doi: 10.1186/s40104-018-0308-3. 2. Assessment of fecal bacterial diversity among healthy piglets during the weaning transition / A. B. E. Pajarillo [et al.] // *The Journal of General and Applied Microbiology*. – 2014. – Vol. 60, № 4. – P. 140–146. – doi: 10.2323/jgam.60.140. 3. Revealing the combined effects of lactulose and probiotic enterococci on the swine faecal microbiota using 454 pyrosequencing / J. P. Chae [et al.] // *Microbial Biotechnology*. – 2016. – Vol. 9, № 4. – P. 486–95. – doi: 10.1111/1751-7915.12370. 4. Gut microbiota dysbiosis in postweaning piglets: understanding the keys to health / R. Gresse [et al.] // *Trends in Microbiology*. – 2017. – Vol. 25, № 10. – P. 851–873. – doi: 10.1016/j.tim.2017.05.004. 5. Adhesive patterns of *Escherichia coli* F4 in piglets of three breeds / Y. Li [et al.] // *Journal of Genetics and Genomics*. – 2007. – Vol. 34, № 7. – P. 591–599. – doi: 10.1016/S1673-8527(07)60067-8. 6. Antibiotic and medical zinc oxide usage in Danish conventional and welfare-label pig herds in 2016-2018 / C. L. Nielsen [et al.] // *Preventive Veterinary Medicine*. – 2021. – Vol. 189. – P.105283. – doi: 10.1016/j.prevetmed.2021.105283. 7. Prevalence of TEM, SHV, and CTX-M Beta-lactamase genes in the urinary isolates of a tertiary care hospital / T. Bajpai [et al.] // *Avicenna Journal of Medicine*. – 2017. – Vol. 7, № 1. – P. 12–16. – doi: 10.4103/2231-0770.197508. 8. Grossman, T. H. Tetracycline antibiotics and resistance / T. H. Grossman // *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*. – 2016. – Vol. 6, № 4. – P. a025387. – doi: 10.1101/cshperspect.a025387. 9. Lorenzo, D. Chloramphenicol resurrected: a journey from antibiotic resistance in eye infections to biofilm and ocular microbiota / D. Lorenzo // *Microorganisms*. – 2019. – Vol. 7, № 9. – P. 278. – doi: 10.3390/microorganisms7090278. 10. Prioritisation of veterinary medicines in the UK environment / A. B. A. Boxall [et al.] // *Toxicology Letters*. – 2003. – Vol. 142, № 3. – P. 207–218. – doi: 10.1016/S0378-4274(03)00067-5.

Благодарность – «Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-26-00020, <https://rscf.ru/project/23-26-00020/>».

Поступила в редакцию 12.10.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-4-96-101
УДК 579.62:577.29**РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ГЕНОВ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ БАКТЕРИЙ У СВИНЕЙ
В ПЕРИОД ОТКОРМА (*SUS SCROFA DOMESTICUS*)**

^{*,**}Сыромятников М.Ю. ORCID ID 0000-0001-9028-0613, ^{*}Шабунин С.В. ORCID ID 0000-0002-2689-6998,
^{**}Нестерова Е.Ю. ORCID ID 0000-0003-0918-3547, ^{***}Гладких М.И. ORCID ID 0000-0003-1173-1565,
^{***}Смирнова Ю.Д. ORCID ID 0000-0002-5820-1804, ^{***}Грязнова М.В. ORCID ID 0000-0003-2076-3868,
^{***}Буракова И.Ю. ORCID ID 0000-0002-5881-0845, ^{**}Морозова П.Д. ORCID ID 0009-0000-0075-9170,
^{*}Михайлов Е.В. ORCID ID 0000-0001-5457-1325

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

^{**}ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»,
г. Воронеж, Российская Федерация

^{***}ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
г. Воронеж, Российская Федерация

Целью исследования стал анализ кишечного микробиома свиней в период откорма, направленный на выявление генов антибиотикорезистентности. Высокопроизводительное секвенирование позволило суммарно получить 119 636 прочтений, биоинформатическое исследование которых выявило 17 генов антибиотикорезистентности, принадлежащих к 4 классам антибиотиков: тетрациклины (81%), бета-лактамы (11%), эритромицины (7%) и аминогликозиды (1%). Среди 5 обнаруженных генов устойчивости к тетрациклину доминировал ген Tet(W), чье процентное соотношение составляло 73% от числа всех генов антибиотикорезистентности тетрациклиновой группы. Гены устойчивости к эритромицину включали ErmB, ErmG и ErmF с преобладающим большинством последнего (88%). Среди генов резистентности к бета-лактамам антибиотикам были выявлены cfxA4 (18%), cfxA5 (10%), cfxA6 (42%) и ACI1 (30%). Было установлено наличие генов резистентности к аминогликозидам – Aph3-III, Ant6-Ia, Ant6-Ib, Sat4A и AadA1-pm. Наибольшую распространенность получили гены Aph3-III (58%), а наименьшую – AadA1-pm (3%). Результаты проведенного исследования свидетельствуют о широком присутствии генов антибиотикорезистентности в кишечном микробиоме свиней. Распространение этих генов может нести угрозу в будущем не только для сельского хозяйства, но и для здравоохранения. **Ключевые слова:** тетрациклин, эритромицин, бета-лактамы, антибиотики, аминогликозиды, гены антибиотикорезистентности, свиньи, высокопроизводительное секвенирование.

**ABUNDANCE OF BACTERIAL ANTIBIOTIC RESISTANCE GENES IN SWINE
DURING THE FATTENING PERIOD (*SUS SCROFA DOMESTICUS*)**

^{*,**}Syromyatnikov M.Yu., ^{*}Shabunin S.V., ^{***}Nesterova E.Yu., ^{***}Gladkikh M.I., ^{***}Smirnova Yu.D.,
^{***}Gryaznova M.V., ^{**}Burakova I.Yu., ^{**}Morozova P.D., ^{*}Mikhaylov E.V.

^{*}FSBSI "All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy",
Voronezh, Russian Federation

^{**}FSBEI HE "Voronezh State University",
Voronezh, Russian Federation

^{***}FSBEI HE "Voronezh State University of Engineering Technologies",
Voronezh, Russian Federation

The aim of the study was to analyze the gut microbiome of swine during the fattening period, aimed at identifying antibiotic resistance genes. High-throughput sequencing allowed a total of 119 636 readings, bioinformatic research of which revealed 17 antibiotic resistance genes belonging to 4 classes of antibiotics: tetracyclines (81%), beta-lactam antibiotics (11%), erythromycins (7%) and aminoglycosides (1%). Among the 5 detected tetracycline resistance genes, the gene Tet(W) dominated, the percentage of which was 73% of the number of all tetracycline antibiotic resistance genes. Erythromycin resistance genes included ermB, ErmG and ErmF with the overwhelming majority of the latter (88%). Among the beta-lactam antibiotic resistance genes, cfxA4 (18%), cfxA5 (10%), cfxA6 (42%) and ACI1 (30%) were identified. The presence of resistance genes to aminoglycosides (Aph3-III, Ant6-Ia, Ant6-Ib, Sat4A and aadA1-pm) was found. The most common genes were Aph3-III (58%), and the least – aadA1-pm (3%). The results of the study indicate the wide presence of antibiotic resistance genes in the gut microbiome of swine. The spread of these genes may pose a threat in the future not only for agriculture, but also for the public healthcare. **Keywords:** tetracycline, erythromycin, beta-lactam antibiotics, aminoglycosides, antibiotic resistance genes, pigs, high-throughput sequencing.

Введение. Производство свинины – одна из важнейших и распространенных отраслей сельского хозяйства во всем мире сейчас и в ближайшем будущем [1]. Основной задачей животноводческого комплекса является отслеживание и регулирование состояния пищеварительной системы свиней и, в частности, кишечного микробиома особей. Это позволяет снизить финансовые расходы на лечение и повысить темпы роста поголовья. Такой подход объясняется тем, что и сами микроор-

ганизмы, населяющие кишечник, и продукты их жизнедеятельности выполняют важнейшую роль в поддержании гомеостаза организма [2].

Интенсивный подход к выращиванию свиней способствует увеличению рисков распространения различных инфекций, борьба с которыми осуществляется благодаря вакцинации и применению антимикробных препаратов [1]. Однако, зачастую, использование антибиотиков не ограничивается терапевтическими и профилактическими целями, а, например, направлено на повышение продуктивности и стимуляцию роста сельскохозяйственных животных [3]. В результате это привело к широкому распространению бактериальных штаммов, в том числе и патогенных, обладающих устойчивостью к антибиотикам различных групп. Такие микроорганизмы обнаруживаются не только на свинофермах в микробиоме животных, но и за пределами хозяйств, тем самым подвергая опасности здоровье человека. Попадая в организм пероральным путем, они способны вызывать серьезные последствия. В связи с этим проблема антибиотикорезистентности бактерий является актуальной не только для сельского хозяйства и пищевой промышленности, но и для здравоохранения [3].

По этой причине **цель нашей работы** заключалась в проведении анализа кишечного микробиома свиней, направленного на выявление генов антибиотикорезистентности.

Материалы и методы исследований. В качестве объектов исследования выступало содержимое толстого отдела кишечника 34 взрослых особей свиней в период откорма. Для экстракции ДНК из образцов использовали коммерческий набор HiPure DNA Micro Kit (Magen, Гуанчжоу, Китай). Выделение проводили согласно протоколу производителя. Библиотеки секвенирования готовили по следующему протоколу: ДНК фрагментировали с использованием набора MGIEasy Fast FS Library Prep Module (MGI, Шэньчжэнь, Китай) с последующей очисткой магнитными частицами MGIEasy DNA Clean Beads (MGI, Шэньчжэнь, Китай). Лигирование адаптеров проводили с комплектом адаптеров A для праймеров MGIEasy UDB (MGI, Шэньчжэнь, Китай) и ПЦР-амплификацией. Качество библиотеки ДНК оценивали с использованием Qubit и набора Qubit dsDNA HS Assay Kit (Invitrogen, Уолтем, Массачусетс, США).

Дальнейшую циркуляризацию одной нити осуществляли с использованием модуля MGIEasy Dual Barcode Circularization Module (MGI, Шэньчжэнь, Китай). Окончательные библиотеки были объединены и секвенированы с использованием платформы секвенирования MGI DNBSEQ-G50 с моделью проточной ячейки для секвенирования DNBSEQ-G50RS: FCL (MGI, Шэньчжэнь, Китай). Для создания DNB использовался набор для высокопроизводительного секвенирования DNBSEQ-G50RS. Модель: FCL PE100 (MGI, Шэньчжэнь, Китай). Качество необработанных метагеномных данных оценивали с помощью инструмента FastQC. Технические последовательности и базы низкого качества ($Q < 30$) были обрезаны с помощью fastp.

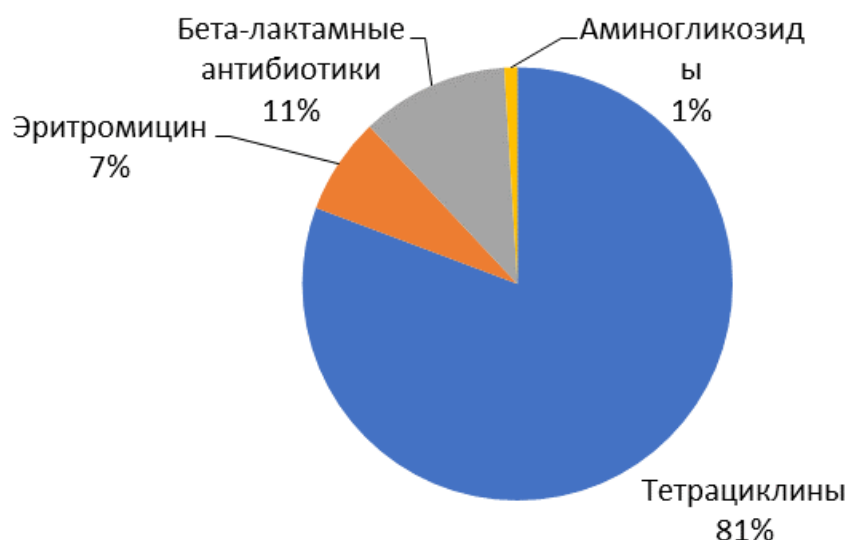
Профилирование резистома проводилось с использованием программного обеспечения GROOT с предварительно рассчитанным индексом ARG-ANNOT. ARG-ANNOT демонстрирует высокую специфичность для идентификации известных ARG не только для полных последовательностей генов, но также для частичных последовательностей и/или последовательностей с низким уровнем сходства с существующими последовательностями. Метод сочетает в себе графическое представление наборов генов с локально-чувствительной схемой индексации, чтобы обеспечить быструю классификацию считываний метагеномных последовательностей по сходству. Последующее иерархическое локальное выравнивание классифицированных чтений позволяет точно реконструировать полноразмерные последовательности генов с использованием схемы оценки. Для идентификации генов устойчивости к антибиотикам полученные последовательности после выравнивания сопоставлялись с эталонными последовательностями ARG, извлеченными из единой кластеризованной базы данных. Относительная обильность генов антибиотикорезистентности рассчитывалась исходя из соотношения ридов секвенирования генов антибиотикорезистентности.

Результаты исследований. По результатам биоинформатического анализа данных, полученных в ходе проведения высокопроизводительного секвенирования, в кишечном микробиоме исследуемой выборки свиней было обнаружено 4 группы генов устойчивости к антибиотикам. Детектированные гены и их принадлежность к той или иной группе антибиотиков представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Наименование генов антибиотикорезистентности, выявленных в микробиоме кишечника свиней

Антибиотик	Ген
Тетрациклины	<i>Tet(W)</i>
	<i>Tet(Q)</i>
	<i>Tet-40</i>
	<i>Tet(L)</i>
	<i>Tet(O)</i>
Эритромицин	<i>ErmF</i>
	<i>ErmB</i>
	<i>ErmG</i>
Бета-лактамы	<i>cfxA6</i>
	<i>cfxA4</i>
	<i>cfxA5</i>
	<i>ACI1</i>
Аминогликозиды	<i>Aph3-III</i>
	<i>Ant6-Ia</i>
	<i>Ant6-Ib</i>
	<i>Sat4A</i>
	<i>AadA1-pm</i>

Высокопроизводительное секвенирование позволило получить суммарно 119 636 ридов для всех исследованных образцов. Было установлено, что подавляющее большинство ридов соответствовало генам антибиотикорезистентности тетрациклиновой группы (96 558), а наименьшее количество было характерно для генов устойчивости к аминогликозидам (1 178) (рисунок 1).

**Рисунок 1 - Относительная обильность генов антибиотикорезистентности к различным группам антибиотиков в кишечнике свиней**

Антибиотики тетрациклиновой группы используются в животноводческих хозяйствах в профилактических и терапевтических целях как самостоятельно, так и в комплексе с другими препаратами для подавления распространения патогенных бактерий, например, *Bacillus anthracis*, *Francisella tularensis* и *Yersinia pestis*. Это одна из наиболее распространенных бактериальных устойчивостей [4]. Среди генов резистентности к тетрациклину были идентифицированы 5 генов, при этом более 70% приходилось на ген *Tet(W)* (рисунок 2). Гены *Tet-40* и *Tet(L)* обеспечивают кодирование белков эффлюксной помпы, а гены устойчивости *Tet(O)*, *Tet(Q)* и *Tet(W)* участвуют в экспрессии защитных белков рибосом. Гены *Tet* можно встретить у представителей филумов *Actinobacteria*, *Firmicutes* и *Bacteroidetes* [5].

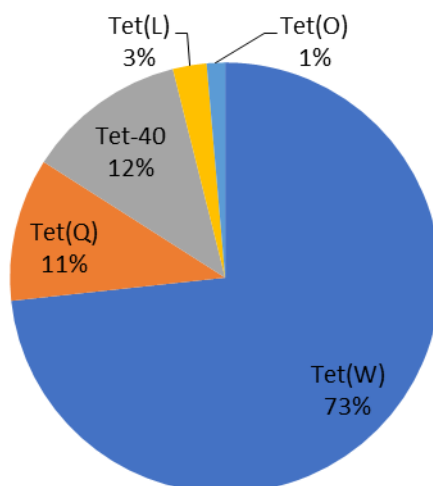


Рисунок 2 - Относительная обильность генов антибиотикорезистентности к тетрациклинам

Эритромицин используют при воспалительных и инфекционных заболеваниях дыхательных путей, кожных инфекциях и болезнях, передающихся половым путем [6]. Основными генами устойчивости к эритромицину у свиней оказались *ErmB*, *ErmF* и *ErmG*, при этом наиболее распространенным геном был *ErmF*. На его долю приходилось порядка 88% от числа всех ридов секвенирования генов резистентности к антибиотикам эритромициновой группы (рисунок 3А). Гены этой группы обычно находят у бактерий таких родов, как *Campylobacter*, *Corynebacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Mobiluncus*, *Peptostreptococcus*, *Ruminococcus*, *Shigella*, *Staphylococcus* [6]. Содержащиеся в желудочно-кишечном тракте свиней бактерии рода *Campylobacter spp.* могут выступать в качестве причины гастроэнтерита и диарейных расстройств у животных. В рамках исследования, проведенного на свиноводческой ферме в Южной Африке, было показано, что наибольшая устойчивость к эритромицину была характерна для видов *C. coli* и *C. jejuni* (99%) [7].

К бета-лактамам антибиотикам относятся пенициллины, цефалоспорины, карбапенемы и монобактамы, обеспечивающие эффективную борьбу с инфекциями, вызываемыми грамотрицательными бактериями, главным образом, *Pseudomonas aeruginosa*. За резистентность к бета-лактамам антибиотикам, формирующуюся у бактерий в результате выработки β -лактамаз, часто ответственны гены группы *cfxA* [8]. Наибольший показатель среди выявленных генов антибиотикорезистентности к препаратам данной группы, принадлежал гену *cfxA6* и составлял 42% (рисунок 3Б).

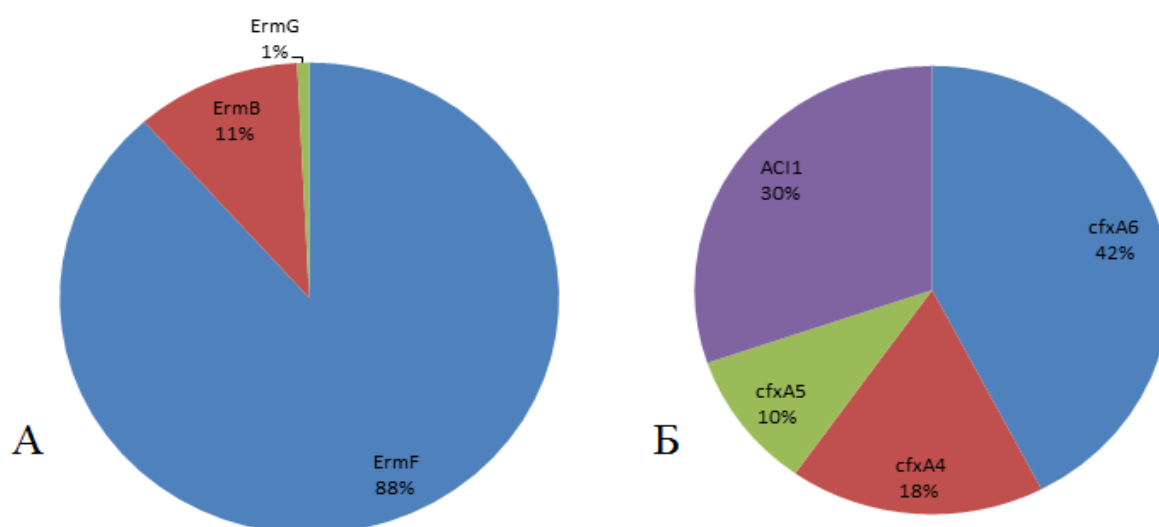


Рисунок 3 - Относительная обильность генов антибиотикорезистентности в кишечнике свиней к эритромицину (А) и бета-лактамам антибиотикам (Б)

Антибиотики аминогликозидной группы эффективны в терапии бактериальных инфекций, вызванных грамотрицательными и грамположительными микроорганизмами, в том числе *Staphylococcus*, *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonas aeruginosa* и *Mycobacterium tuberculosis*. Важной особенностью приобретения резистентности к аминогликозидам у бактерий является способность комплексного запуска каскада реакций в клетке за счет мутации гена 16S рРНК и параллельного метилирования 16S рРНК [9]. В рамках проведенных исследований микробиома кишечника свиней было зафиксировано 5 различных генов резистентности: *AadA1-pm*, *Sat4A*, *Ant6-la*, *Ant6-lb* и *Aph3-III*. Подавляющее большинство ридов было характерно для гена *Aph3-III* (58%) (рисунок 4).

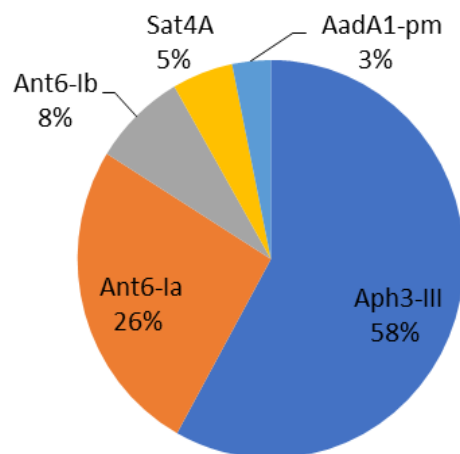


Рисунок 4 - Относительная обильность генов антибиотикорезистентности к аминогликозидам

Ферменты аминогликозидфосфотрансфераза и аминогликозиднуклеотидилтрансфераза, кодирующие геном *aph* (3')-IIIa и *Ant*(4'')-Ia соответственно, у *Enterococcus faecium* позволяют проявлять резистентность к канамицину, амикацину и тобрамицину [10].

Заключение. Метагеномный анализ генов устойчивости к антибиотикам в кишечном микробиоме здоровых взрослых свиней позволил идентифицировать 17 генов антибиотикорезистентности, среди которых 5 генов обуславливали устойчивость к тетрациклину, 5 генов – к аминогликозидам, 3 гена – к эритромицину и 4 гена – к бета-лактамам. Результаты проведенного исследования свидетельствуют о широком присутствии генов антибиотикорезистентности в кишечном микробиоме свиней. Распространение таких генов в окружающей среде может нести угрозу в будущем не только для сельского хозяйства, но и для здравоохранения. Кроме того, это создает риски появления суперинфекции в свиноводческих предприятиях.

Conclusion. Metagenomic analysis of antibiotic resistance genes in the gut microbiome of healthy adult swine made it possible to identify 17 antibiotic resistance genes, among which 5 genes caused resistance to tetracycline, 5 genes - to aminoglycosides, 3 genes - to erythromycin and 4 genes - to beta-lactam antibiotics. The findings indicate the wide presence of antibiotic resistance genes in the intestinal microbiome of swine. The spread of such genes in the environment may pose a threat in the future not only for agriculture, but also for the public healthcare. In addition, this creates risks of superinfection at pig breeding enterprises.

Список литературы. 1. Antibiotic Resistance: From Pig to Meat / X.C. Monger [et al.] // Antibiotics (Basel). – 2021. – Vol. 10, № 10. – P. 1209. – doi: 10.3390/antibiotics10101209. 2. Microbiome definition re-visited: old concepts and new challenges / G. Berg [et al.] // Microbiome. – 2020. – Vol. 8, № 1. – P.103. – doi: 10.1186/s40168-020-00875-0. 3. Kim, J. Emergence and spread of antibiotic-resistant foodborne pathogens from farm to table / J. Kim, J. Ahn // Food Science and Biotechnology. – 2022. – Vol. 31, № 12. – P. 1481–1499. – doi: 10.1007/s10068-022-01157-1. 4. Chopra, I. Tetracycline antibiotics: mode of action, applications, molecular biology, and epidemiology of bacterial resistance / I. Chopra, M. Roberts // Microbiology and Molecular Biology Reviews. – 2001. – Vol. 65, № 2. – P. 232–60. – doi: 10.1128/MMBR.65.2.232-260.2001. 5. The distribution of antibiotic resistance genes in chicken gut microbiota commensals / H. Juricova [et al.] // Scientific Reports. – 2021. – Vol. 11, № 1. – P. 3290. – doi: 10.1038/s41598-021-82640-3. 6. Roberts, M. C. Update on macrolide–lincosamide–streptogramin, ketolide, and oxazolidinone resistance genes / M. C. Roberts // FEMS Microbiology Letters. – 2008. – Vol. 282, № 2. – P. 147–159. – doi: 10.1111/j.1574-6968.2008.01145.x. 7. Antimicrobial resistance, and molecular characterization of campylobacter spp. in intensive pig production in South Africa / V. Sithole [et al.] // Pathogens. – 2021. – Vol. 10, № 4. – P. 439. – doi: 10.3390/pathogens10040439. 8. Binta, B. Detection of *cfxA2*, *cfxA3*, and *cfxA6* genes in beta-lactamase producing

oral anaerobes / B. Binta, M. Patel // *Journal of Applied Oral Science*. – 2016. – Vol. 24, № 2. – P. 142–7. – doi: 10.1590/1678-775720150469. 9. Worldwide disseminated *armA* aminoglycoside resistance methylase gene is borne by composite transposon Tn1548 / M. Galimand [et al.] // *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. – 2005. – Vol. 49, № 7. – P. 2949–2953. – doi: 10.1128/AAC.49.7.2949-2953.2005. 10. Joseph, W. Chow, Aminoglycoside resistance in enterococci / W. Joseph // *Clinical Infectious Diseases*. – 2000. – Vol. 31, № 2. – P. 586–589. – doi: 10.1086/313949.

References. 1. Antibiotic Resistance: From Pig to Meat / X.C. Monger [et al.] // *Antibiotics* (Basel). – 2021. – Vol. 10, № 10. – P. 1209. – doi: 10.3390/antibiotics10101209. 2. Microbiome definition re-visited: old concepts and new challenges / G. Berg [et al.] // *Microbiome*. – 2020. – Vol. 8, № 1. – P.103. – doi: 10.1186/s40168-020-00875-0. 3. Kim, J. Emergence and spread of antibiotic-resistant foodborne pathogens from farm to table / J. Kim, J. Ahn // *Food Science and Biotechnology*. – 2022. – Vol. 31, № 12. – P. 1481–1499. – doi: 10.1007/s10068-022-01157-1. 4. Chopra, I. Tetracycline antibiotics: mode of action, applications, molecular biology, and epidemiology of bacterial resistance / I. Chopra, M. Roberts // *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. – 2001. – Vol. 65, № 2. – P. 232–60. – doi: 10.1128/MMBR.65.2.232-260.2001. 5. The distribution of antibiotic resistance genes in chicken gut microbiota commensals / H. Juricova [et al.] // *Scientific Reports*. – 2021. – Vol. 11, № 1. – P. 3290. – doi: 10.1038/s41598-021-82640-3. 6. Roberts, M. C. Update on macrolide–lincosamide–streptogramin, ketolide, and oxazolidinone resistance genes / M. C. Roberts // *FEMS Microbiology Letters*. – 2008. – Vol. 282, № 2. – P. 147–159. – doi: 10.1111/j.1574-6968.2008.01145.x. 7. Antimicrobial resistance, and molecular characterization of campylobacter spp. in intensive pig production in South Africa / V. Sithole [et al.] // *Pathogens*. – 2021. – Vol. 10, № 4. – P. 439. – doi: 10.3390/pathogens10040439. 8. Binta, B. Detection of *cfxA2*, *cfxA3*, and *cfxA6* genes in beta-lactamase producing oral anaerobes / B. Binta, M. Patel // *Journal of Applied Oral Science*. – 2016. – Vol. 24, № 2. – P. 142–7. – doi: 10.1590/1678-775720150469. 9. Worldwide disseminated *armA* aminoglycoside resistance methylase gene is borne by composite transposon Tn1548 / M. Galimand [et al.] // *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. – 2005. – Vol. 49, № 7. – P. 2949–2953. – doi: 10.1128/AAC.49.7.2949-2953.2005. 10. Joseph, W. Chow, Aminoglycoside resistance in enterococci / W. Joseph // *Clinical Infectious Diseases*. – 2000. – Vol. 31, № 2. – P. 586–589. – doi: 10.1086/313949.

Поступила в редакцию 10.10.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-4-101-104

УДК 619:[612.617.1:616-007.1]:636.4.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИММУНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ ПОРОСЯТ-ГИПОТРОФИКОВ

Шабунин Б.В. ORCID ID 0000-0002-2234-3851, Некрасов А.В. ORCID ID 0000-0002-5957-1583, Степанов Е.М. ORCID ID 0000-0002-4068-7148, Владимиров Ю.Ю. ORCID ID 0000-0001-8888-7264, Михайлов Е.В. ORCID ID 0000-0001-5457-1325

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

В статье представлены данные иммунологических и морфологических показателей крови новорожденных поросят. В опыт были подобраны 20 свиноматок 3-4 опороса и полученный от них приплод. В период опороса поросята проходили клинический осмотр и взвешивание. Не достигшие 900 гр. животные были учтены как поросята-гипотрофики, животные свыше 900 гр. - соответственно нормотрофики. Первая группа (n=10) - поросята гипотрофики, а вторая (n=10) - поросята нормотрофики. При морфологическом исследовании крови у поросят гипотрофиков отмечалось снижение концентрации гематокрита и гемоглобина. Содержание гемоглобина в эритроцитах (MCH) принимало значения на верхней границе физиологической нормы, в то время как средняя концентрация гемоглобина в клетках (MCHC) у нормотрофиков была на 17% выше, чем у гипотрофиков ($p < 0,05$). Ширина распределения эритроцитов (RDW) у нормотрофиков была в 2,3 раза выше, чем у гипотрофиков ($p < 0,05$). При исследовании иммунологического статуса поросят было отмечено, что лизоцимная активность сыворотки крови у гипотрофиков была на 16% ниже, чем у нормотрофиков. ФАЛ у нормотрофиков составлял $79,6 \pm 1,58$, что было на 4,8% выше, чем у гипотрофиков ($p < 0,05$). ФЧ у гипотрофиков было на 11% меньше, чем у нормотрофиков ($p < 0,05$). Фагоцитарный индекс у нормотрофиков был на 10% выше, чем у гипотрофиков ($4,68 \pm 0,16$) ($p < 0,05$). ПР у нормотрофиков был в 1,5 раза выше, чем у гипотрофиков, и составлял $3,03 \pm 0,2$ ($p < 0,05$). **Ключевые слова:** поросята-нормотрофики, поросята - гипотрофики, иммунологический статус, морфологические показатели, общая резистентность.

COMPARATIVE ANALYSIS OF IMMUNOMORPHOLOGICAL BLOOD INDICATORS OF HYPOTROPHIC PIGLETS

Shabunin B.V., Nekrasov A.V., Stepanov E.M., Vladimirova Yu.Yu., Mikhaylov E.V.
FSBSI "All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy",
Voronezh, Russian Federation

The article presents the data on immunological and morphological blood indicators of the newborn piglets. In the experiment, 20 sows of the 3rd-4th farrowing and the offspring obtained from them were selected. During the farrowing period, the piglets underwent clinical examination and weighing. The animals that did not reach 900 g were count-

ed as hypotrophic piglets, the animals over 900 g – normotrophic, respectively. The first group (n=10) - hypotrophic piglets, and the second (n=10) - normotrophic piglets. Morphological blood examination in the hypotrophic piglets showed a decrease in the concentration of hematocrit and hemoglobin. The mean cell hemoglobin (MCH) assumed the values at the upper limit of the physiological norm, while the mean cell hemoglobin concentration (MCHC) in the normotrophics was by 17% higher than in the hypotrophics ($p<0.05$). The red cell distribution width (RDW) in the normotrophics was by 2.3 times higher than in the hypotrophics ($p<0.05$). When studying the immunological status of piglets, it was noted that the serum lysozyme activity in the hypotrophics was by 16% lower than in the normotrophics. The PAL in the normotrophics was 79.6 ± 1.58 , which was by 4.8% higher than in the hypotrophics ($p<0.05$). The PhN in the hypotrophics was by 11% less than in the normotrophics ($p<0.05$). The phagocytic index in the normotrophics was by 10% higher than in the hypotrophics (4.68 ± 0.16) ($p < 0.05$). The PR of the normotrophics was by 1.5 times higher than that of the hypotrophics and was 3.03 ± 0.2 ($p<0.05$). **Keywords:** normotrophic piglets, hypotrophic piglets, immunological status, morphological indicators, general resistance.

Введение. Статистика последних исследований в сфере свиноводства выделяет одну из наиболее распространенных патологий новорожденных поросят - нарушение созревания плода, роста и развития новорожденных животных в постнатальном периоде – гипотрофию. Частота встречаемости недоразвитых плодов варьируется в очень широких пределах: 4–30%, что и обуславливает убыточность свиноводческих предприятий [2]. Гипотрофия как синдромальный комплекс нарушения развития организма плода с точки зрения этиопатогенности обуславливается генетическими нарушениями при гестации эмбриона, но также и технологическим стрессом: недостаток и несбалансированность рациона, нарушение технологии содержания высокопродуктивных свиноматок в период беременности. Как следствие – у новорожденных поросят наблюдается задержка роста и развития тканей организма, дисбиоз кишечной флоры, снижение анаболизма и доминирование катаболизма.

Поросята-гипотрофики гораздо чаще подвержены развитию иммунодефицитных состояний. Это происходит как из-за недостаточной зрелости иммунной системы после рождения, так и недостатка антител в молозиве, равно как и его недополучения. Так, в наших предыдущих исследованиях было показано, что у гипотрофиков доля белой пульпы составила 2%, в то время как у нормотрофиков составляло 13%. При иммуногистохимическом исследовании селезенки также было выявлено, что у гипотрофиков происходила дисплазия Т-лимфоцитарных муфт вокруг фолликулов [4].

Однако, несмотря на широкую распространенность проблемы, в зарубежной и отечественной литературе недостаточно данных о состоянии иммунной системы поросят-гипотрофиков в первые часы после рождения. Получение этих данных позволит глубже изучить патогенез гипотрофии поросят, чтобы в последующем подобрать корректную терапию.

Цель данной работы – сравнительный анализ иммуноморфологических показателей крови поросят-гипотрофиков и нормотрофиков.

Материалы и методы исследований. Исследовательская работа была проведена на базе одного из крупных специализированных свиноводческих комплексов Воронежской области. В ходе эксперимента были подобраны 20 свиноматок 3-4 опороса и полученный от них приплод. В период опороса новорожденные поросята проходили клинический осмотр и взвешивание. Не достигшие 900 гр. животные были учтены как поросята-гипотрофики, животные свыше 900 гр. – соответственно нормотрофики. Первая группа (n=10) – поросята-гипотрофики, а вторая (n=10) - поросята нормотрофики. В период клинического осмотра у животных из орбитального венозного синуса в вакуумные пробирки была отобрана кровь.

Исследования крови проводили на автоматическом гематологическом анализаторе «ABXMicros 60». Бактерицидную (БАСК) и лизоцимную (ЛАСК) активность сыворотки крови, комплементарную активность сыворотки крови (КАСК), фагоцитарную активность лейкоцитов (ФАЛ), фагоцитарное число (ФЧ) и фагоцитарный индекс (ФИ) определяли в соответствии с «Методическими рекомендациями по оценке и коррекции неспецифической резистентности животных» [3]. В качестве референса для морфологических показателей крови была использована работа Perri A. M. [6]. Для статистической обработки результатов использовался MS Office Excel 2013 с пакетом для анализа данных. Статистическую обработку результатов проводили по Стьюденту. Различия считались достоверными при значении p -критерия $< 0,05$.

Результаты исследований. Как видно из таблицы 1, у поросят-гипотрофиков, отмечался сниженный гематокрит и уменьшение концентрации гемоглобина. Количество тромбоцитов составило $279,5\pm52,5$ и $241,6\pm39,1$ и входило в физиологический интервал. Объем эритроцитов (MCV) у нормотрофиков и гипотрофиков также входил в референсный интервал, при этом у гипотрофиков данный показатель был на 6% выше ($p<0,05$). Содержание гемоглобина в эритроцитах (MCH) принимало значения на верхней границе физиологической нормы, в то время как средняя концентрация гемоглобина в клетках (MCHC) у нормотрофиков была на 17% выше, чем у гипотрофиков ($p<0,05$). Ширина распределения эритроцитов (RDW) у нормотрофиков была в 2,3 раза выше, чем у гипотрофиков ($p<0,05$).

Таблица 1 – Морфологические показатели крови поросят-гипотрофики и нормотрофики

Показатель	Поросята-нормотрофики	Поросята-гипотрофики
Эритроциты $\cdot 10^{12}$ / Л	$3,7 \pm 0,30$	$3,3 \pm 0,23$
Гемоглобин, г / Л	$91,8 \pm 6,7$	$86,4 \pm 7,0$
Гематокрит, %	$25,1 \pm 2,13$	$26,8 \pm 1,89$
Тромбоциты $\cdot 10^9$ / Л	$279,5 \pm 52,5$	$241,6 \pm 39,1$
MCV	$66,3 \pm 0,98$	$70,0 \pm 1,34$ *
MCH, пкг	$24,6 \pm 1,6$	$22,3 \pm 0,67$
MCHC, г / Л	$369,8 \pm 20,7$	$319,6 \pm 4,42$ *
RDW %	$44,8 \pm 1,87$	$19,3 \pm 0,96$ ***

Примечания: * - $p < 0,05$; *** - $p < 0,0001$.

При исследовании иммунологического статуса поросят (таблица 2) было отмечено, что лизоцимная активность сыворотки крови (ЛАСК) у гипотрофики была на 16% ниже, чем у нормотрофики. КАСК практически не отличалась между группами, в то время как концентрация общих ИГ у поросят-нормотрофики была в 1,6 раз выше. ЦИК составил 0,161 и 0,162 мг/мл и не имел достоверных различий между группами. ФАЛ у нормотрофики составлял $79,6 \pm 0,98\%$, что было на 4,8% выше, чем у гипотрофики ($p < 0,05$). ФЧ у гипотрофики было на 11% меньше чем у нормотрофики и составило $3,55 \pm 0,10$ ($p < 0,05$). Фагоцитарный индекс (ФИ) у нормотрофики составил $5,13 \pm 0,11$, что на 10% выше, чем у гипотрофики ($4,68 \pm 0,09$) ($p < 0,05$). СП, наоборот, у гипотрофики был в 1,46 раз выше, чем у нормотрофики, и составил $22,8 \pm 0,85$ процентов. СТ у нормотрофики и гипотрофики составлял $46,6 \pm 1,0$ и $47,2 \pm 1,4$ процентов соответственно. ПР у нормотрофики был в 1,5 раза выше чем у гипотрофики, и составлял $3,03 \pm 0,2$ ($p < 0,05$).

Таблица 2 - Иммунологические показатели крови поросят-гипотрофики и нормотрофики

Показатель	Поросята-нормотрофики	Поросята-гипотрофики
ЛАСК, мкг/мл	$1,56 \pm 0,08$	$1,32 \pm 0,09$ *
КАСК, %	$4,87 \pm 0,19$	$4,94 \pm 0,07$
ЦИК, мг/мл	$0,161 \pm 0,03$	$0,162 \pm 0,02$
ФАЛ, %	$79,6 \pm 0,98$	$76,0 \pm 0,81$ *
ФЧ	$3,96 \pm 0,14$	$3,55 \pm 0,10$ *
ФИ	$5,13 \pm 0,11$	$4,68 \pm 0,09$
СП, %	$15,6 \pm 0,72$	$22,8 \pm 0,85$
СТ, %	$46,6 \pm 1,0$	$47,2 \pm 1,4$ *
ПР	$3,03 \pm 0,2$	$2,07 \pm 0,05$ *

Примечание. * - $p < 0,05$.

Низкое количество эритроцитов в первые 3 дня жизни является частым явлением у поросят. Как следствие - наблюдается снижение концентрации гемоглобина и гематокрита. Статистически значимые изменения в среднем объеме эритроцитов и концентрации гемоглобина в клетках могут указывать на наличие признаков железодефицитной анемии. Также увеличение MCV приводит к сдвигу RDW, что также указывает на анизоцитоз [6]. Железодефицитная анемия является распространенным явлением в свиноводческих предприятиях. Это связано с низким содержанием железа

в молоке свиноматки, из-за чего все поросята испытывают дефицит этого микроэлемента. С учетом изначально низкого веса при рождении, поросята-гипотрофики получают меньше железа, чем нормотрофики, что также усугубляет анемичное состояние.

Похожие данные были получены в исследованиях других авторов [1]. Автор отмечал снижение количества эритроцитов, лейкоцитов и гемоглобина, что связывал с недоразвитием кроветворных органов у гипотрофиков. Шаховым А.Г. при исследовании тимуса было отмечено уменьшение площади долек тимуса, стиранием границ между корковым и мозговым слоями и гипоплазией тимоцитов [5]. В костном мозге у поросят-гипотрофиков отмечали нарушение дифференцировки клеток, вследствие чего в русло выходили незрелые формы лейкоцитов [7]. Другим фактором, вызывающим депрессию иммунной системы у поросят-гипотрофиков, является дефицит энергии. На это указывает снижение концентрации глюкозы в сыворотке крови у поросят с гипотрофией на 35% [8]. Недостаток энергии может быть связан как с нарушением абсорбции в кишечнике, так и с внутренней конкуренцией за корм и воду. Так, Востроиловой Г.А. было показано, что у поросят-гипотрофиков отмечается уменьшение длины кишечных ворсинок на 25%, а также глубины крипт – на 30% в двенадцатиперстной кишке [9].

Заключение. Проведенные исследования выявили железодефицитную гипохромную анемию, а также снижение общей резистентности организма у поросят-гипотрофиков. При этом в наибольшей степени затрагивалось клеточное звено иммунной системы у этих животных. Отмечались сниженные значения фагоцитарной активности лейкоцитов (ФАЛ), фагоцитарного числа (ФЧ) и фагоцитарного индекса (ФИ) на 5, 11 и 10% соответственно. На наш взгляд, это может быть следствием дискомплексации органов как иммунной, так и кроветворной системы организма поросят-гипотрофиков в период внутриутробного развития.

Conclusion. The studies carried out revealed iron deficiency hypochromic anemia, as well as a decrease in the general resistance of the body in the hypotrophic piglets. In this case, the cellular component of the immune system in these animals was most affected. There were decreased values of the phagocytic activity of leukocytes (PAL), phagocytic number (PhN) and phagocytic index (Phi) by 5, 11 and 10%, respectively. In our opinion, this may be a consequence of discomplexation of the organs of both the immune and hematopoietic systems of the body of the hypotrophic piglets during the period of intrauterine development.

Список литературы. 1. Вишневская, Т. Я. Корробирующее влияние препарата «Седемин®» на гематологические показатели поросят в состоянии гипотрофии / Т. Я. Вишневская, Г. Ж. Бильжанова // ББК 45 А43. – 2021. – С. 28. 2. Демидович, А. П. Гипотрофия у поросят в условиях промышленных комплексов / А. П. Демидович, С. Ю. Шубарова, А. Э. Герасов // Распространение врожденной гипотрофии у поросят в условиях промышленных комплексов / ред.: П. А. Саскевич, А. А. Киселёв. – 2015. – С. 290. 3. Методические рекомендации по оценке и коррекции неспецифической резистентности животных / А. Г. Шахов [и др.] ; ГНУ ВНИВИПФиТ. – Воронеж, 2005. – 64 с. 4. Архитектоника селезенки новорожденных поросят-гипотрофиков / Е. В. Михайлов [и др.]. – 2020. 5. Mor phofunctional state of thymus in the newborn hypotrophic piglets / А. Г. Шахов [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2020. – № 1. – С. 127–139. 6. Иммунный статус телят-гипотрофиков на фоне применения препаратов на основе рекомбинантных интерферонов / П. А. Паршин [и др.]. – 2022. 7. PSVIII-6 Cytomorphological features of the bone marrow of hypotrophic piglets / E. Mikhaylov [et al.] // Journal of Animal Science. – 2020. – Vol. 98. – № Supplement 4. – P. 256–256. 8. Демидович, А. П. К вопросу о целесообразности лечения поросят с врожденной гипотрофией / А. П. Демидович. – 2012. 9. Гистоморфометрические показатели слизистой оболочки тонкого кишечника у поросят-гипотрофиков при применении Биферона-С и аминоселеферона / Г. А. Востроилова [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2019. – № 2. – С. 21–28.

References. 1. Vishnevskaya, T. YA. Korrobiruyushchee vliyaniye preparata «Sedemin®» na gematologicheskie pokazateli porosyat v sostoyanii gipotrofii / T. YA. Vishnevskaya, G. ZH. Bil'zhanova // BБК 45 А43. – 2021. – S. 28. 2. Demidovich, A. P. Gipotrofiya u porosyat v usloviyah promyshlennykh kompleksov / A. P. Demidovich, S. YU. SHubarova, A. E. Gerasov // Rasprostraneniye vrozhdennoy gipotrofii u porosyat v usloviyah promyshlennykh kompleksov / red.: P. A. Saskevich, A. A. Kiselyov. – 2015. – S. 290. 3. Metodicheskie rekomendacii po ocenke i korrekcii nespecificheskoy rezistentnosti zhivotnykh / A. G. SHahov [i dr.] ; GNU VNIVIPFiT. – Voronezh, 2005. – 64 s. 4. Arhitektonika selezenki novorozhdennykh porosyat-gipotrofikov / E. V. Mihajlov [i dr.]. – 2020. 5. Mor phofunctional state of thymus in the newborn hypotrophic piglets / A. G. SHahov [i dr.] // Veterinarnyj farmakologicheskij vestnik. – 2020. – № 1. – S. 127–139. 6. Immunnyj status telyat-gipotrofikov na fone primeneniya preparatov na osnove rekombinantnykh interferonov / P. A. Parshin [i dr.]. – 2022. 7. PSVIII-6 Cytomorphological features of the bone marrow of hypotrophic piglets / E. Mikhaylov [et al.] // Journal of Animal Science. – 2020. – Vol. 98. – № Supplement 4. – R. 256–256. 8. Demidovich, A. P. K voprosu o celesoobraznosti lecheniya porosyat s vrozhdennoy gipotrofiej / A. P. Demidovich. – 2012. 9. Gisto-morfometricheskie pokazateli slizistoy obolochki tonkogo kishechnika u porosyat-gipotrofikov pri primenении Biferona-S i aminoseleferona / G. A. Vostroilova [i dr.] // Veterinarnyj farmakologicheskij vestnik. – 2019. – № 2. – S. 21–28.

Благодарность - «Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-26-00020, <https://rscf.ru/project/23-26-00020/>».

Поступила в редакцию 12.10.2023.

ВЛИЯНИЕ ВАКЦИНАЦИИ ПРОТИВ ЦИРКОВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ НА НЕСПЕЦИФИЧЕСКУЮ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ У ПОРОСЯТ

Шахов А.Г. ORCID ID 0000-0002-6177-8858, Сашнина Л.Ю. ORCID ID 000-0001-6477-6156,
Манжурина О.А. ORCID ID 0000-0003-0147-8965, Владимирова Ю.Ю. ORCID ID 0000-0001-8888-7264,
Никоненко Г.В. ORCID ID 0000-0003-4983-7170

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

*В статье представлены результаты изучения формирования неспецифической резистентности у поросят при вакцинации против цирковиральной инфекции. Установлено, что вакцинация сопровождается активацией системы врожденного иммунитета. Вместе с тем, вакцинация оказывает влияние на гомеостаз животных, проявляющееся снижением содержания сегментоядерных нейтрофилов, альбуминов, показателя резерва фагоцитов, иммунорегуляторного индекса, повышением уровня циркулирующих иммунных комплексов и их патогенности. Для снижения влияния стресса при вакцинации на организм целесообразно одновременно с ней применять средства оптимизирующие гомеостаз животных. **Ключевые слова:** поросята, вакцинация, цирковиральная инфекция, неспецифическая резистентность.*

EFFECT OF VACCINATION AGAINST CIRCOVIRUS INFECTION ON NONSPECIFIC RESISTANCE IN PIGLETS

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

*The article presents the results of studying the formation of nonspecific resistance in piglets during vaccination against circovirus infection. It has been established that vaccination is accompanied by activation of the innate immune system. At the same time, vaccination has an effect on the homeostasis of animals, manifested by a decrease in the content of segmented neutrophils, albumins, phagocyte reserve index, immunoregulatory index, an increase in the level of circulating immune complexes and their pathogenicity. To reduce the stress effect on the body during vaccination, it is advisable to simultaneously use means that optimize the homeostasis of animals. **Keywords:** piglets, vaccination, circovirus infection, nonspecific resistance.*

Введение. Специфическая профилактика инфекционных болезней животных является важнейшим мероприятием в обеспечении эпизоотического благополучия, сохранения их здоровья и продуктивности. Эффективность вакцинации обеспечивается способностью соответствующих биопрепаратов формировать напряженный иммунитет и генерировать иммунологическую память [7, 10].

Вместе с тем вакцинация животных сопровождается развитием стресс-реакции, проявляющейся развитием у них эндотоксикоза [15], снижением количества лимфоцитов на фоне стабильного значения лейкоцитов, неспецифической резистентности, продуктивности и сохранности животных [5]. Кроме того, вакцины способны вызывать как активацию, так и супрессию отдельных иммунных функций, в частности оказывать отрицательное влияние на функциональную активность нейтрофилов [11].

Промышленным свиноводческим хозяйствам большой экономический ущерб наносят цирковиральные болезни, вызываемые цирковиром II типа, для специфической профилактики которых применяются инаktivированные и рекомбинантные вакцины [8, 10].

Исследования по изучению влияния вакцинации против цирковиральной инфекции на неспецифическую резистентность поросят представляют научный и практический интерес, так как их результаты могут быть использованы для изыскания средств, направленных на повышение иммунного статуса и снижение возможного негативного влияния иммунизации на организм животных.

Цель исследований – изучение влияния вакцинации против цирковиральной инфекции на неспецифическую резистентность поросят.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в промышленном свиноводческом хозяйстве на 2 группах по 25 поросят.

Животные первой (контрольной) группы были интактными, второй (опытная) – в возрасте 20 дней привиты против цирковиральной инфекции инаktivированной вакциной «Ингельвак Цирко Флекс» (производитель Бёрингер Ингельхайм, Германия).

Отъем поросят от свиноматок и перевод их на дорастивание проведен в 28-дневном возрасте. От животных в возрасте 20, 26 и 33 дня проведен забор крови, в которой определяли лейкоцитарную формулу, показатели гуморальной и клеточной защиты: содержание общего белка и его фракций: альбумины, α-глобулины, β-глобулины, γ-глобулины, лизоцимную (ЛАСК), бактерицидную

(БАСК) и комплементарную (КАСК) активность в соответствии с «Методическими рекомендациями по оценке и коррекции неспецифической резистентности животных» [13], содержание общих иммуноглобулинов [4], циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК), показатели фагоцитоза полиморфноядерных нейтрофилов: фагоцитарную активность нейтрофилов (ФАН), фагоцитарный индекс (ФИ) и фагоцитарное число (ФЧ), спонтанный (сп) и стимулированный (ст) НСТ-тест, показатель резерва (ПР) фагоцитарных нейтрофилов в соответствии с «Методическими рекомендациями по оценке и коррекции иммунного статуса животных» [12].

Результаты исследований. У животных обеих групп отмечено увеличение содержания лейкоцитов на 25,5 и 18,8%, свидетельствующее о повышении клеточной защиты, при этом их количество у вакцинированных поросят было меньше на 5,3%.

Таблица 1 - Морфологические показатели крови поросят

Показатели	Возраст				
	20 дней фон	26 дней		33 дня	
		непривитые	6 дней после вакцинации	непривитые	14 дней после вакцинации
Лейкоциты, $10^9/\text{л}$	12,0±0,71	15,0±1,46	14,2±1,58	17,0±1,26	17,8±1,26
Нейтрофилы %: юные	-	-	-	-	-
палочкоядерные	4,9±0,20	7,8±0,74 ⁺	7,8±0,63 ⁺	6,4±0,12	6,4±0,51
сегментоядерные	34,5±0,53	32,4±1,33	29,0±0,80 ⁺	34,6±2,27	36,4±1,60 ⁺
Эозинофилы, %	1,5±0,26	1,2±0,2	1,5±0,65	2,0±0,29 ⁺	2,6±0,8
Моноциты, %	2,5±0,27	2,2±0,37	3,25±0,63	2,4±0,06	3,0±0,01 [*]
Лимфоциты, %	56,6±0,32	56,4±0,69	58,5±0,81 ⁺⁺	54,6±1,39	53,0±2,16 ⁺

Примечания: * $P<0,05$ - $P<0,001$ - по отношению к непривитым поросятам; ++ $P<0,05$ - $P<0,001$ - по отношению к предыдущему периоду.

В лейкограмме поросят контрольной и опытной групп отмечено увеличение содержания палочкоядерных нейтрофилов на 59,8%, обусловленное усилением генерации в костном мозгу нейтрофильных гранулоцитов и последующей миграцией их в систему кровообращения для осуществления фагоцитарной функции. Относительное количество сегментоядерных нейтрофилов снизилось на 6,5 и 19,0%, что связано с повышенным их расходом для осуществления клеточной защиты, особенно у вакцинированных животных, у которых их количество было ниже на 11,7%.

При этом у последних превышало на 25,0% содержание эозинофилов, участвующих в обезвреживании токсинов и ограничивающих местные воспалительные реакции [1].

У непривитых поросят относительное количество моноцитов, предшественников тканевых макрофагов, осуществляющих фагоцитарную, антигенпредставляющую и репаративную функции, снизилось на 12,0%, а у вакцинированных животных под действием вакцинного антигена циркулируса увеличилось на 30,0%. Относительное содержание лимфоцитов, отвечающих за иммунологические реакции, существенных отличий не имело.

В то же время у поросят опытной группы относительное количество моноцитов и лимфоцитов было выше, чем в контроле, на 47,7 и 4,0%, что свидетельствует о клеточном иммунном ответе.

У животных обеих групп по сравнению с фоном повысились ЛАСК на 16,3 и 66,7% и КАСК на 6,2 и 43,4% (таблица 2), при этом их значения у вакцинированных животных были выше на 43,3 и 35,0%, что указывает на более активную гуморальную неспецифическую защиту.

Таблица 2 - Показатели неспецифической резистентности

Показатель	Поросята/возраст				
	20 дней фон	26 дней		33 дня	
		непривитые	6 дней после вакцинации	непривитые	14 дней после вакцинации
ЛАСК, мг/мл	1,35±0,96	1,57±0,05	2,25±0,14*	2,01±0,20+	2,53±0,12+
КАСК, % гем.	6,29±0,30	6,68±0,68	9,02±0,66**	7,59±0,57	7,06±0,20*
Общие ИГ, г/л	19,9±0,88	19,9±0,38	21,1±0,66	19,1±0,57	20,3±0,36
ЦИК 3,0, мг/мл	0,28±0,02	0,28±0,02	0,43±0,02**	0,26±0,01	0,35±0,12
ЦИК 7,0, мг/мл	0,29±0,02	0,31±0,02	0,48±0,03**	0,30±0,04	0,41±0,03
C7/C3	1,07±0,02	1,10±0,13	1,13±0,05	1,11±0,11	1,17±0,08
Белок, г/л	59,9±0,52	59,8±0,99	60,6±0,51	54,8±2,18+	53,4±0,71*
Альбумины, %	48,4±0,18	48,3±0,19	44,8±0,48**	49,9±0,47+	46,1±0,48**
α- глобулины, %	17,7±0,39	15,6±0,22+	18,3±0,62**	14,2±0,29	16,4±0,11**
β- глобулины, %	18,6±0,42	20,5±0,37+	19,9±0,26**	19,6±0,61+	19,5±0,35
γ- глобулины, %	15,2±0,41	15,8±0,34	17,1±0,22+	16,2±1,35	19,0±0,77*
ФАН %	77,8±0,93	76,8±0,8	78,0±0,94*	81,2±0,49	80,4±1,17
ФИ	5,28±0,22	5,2±0,19	5,42±0,14	5,7±0,08+	5,6±0,02
ФЧ	4,28±0,22	4,0±0,16	4,22±0,09	4,35±0,13+	4,41±0,18
сп – НСТ, %	18,4±0,85	16,0±0,71+	21,6±1,33*	17,6±1,47	22,4±0,96*
ст –НСТ, %	36,3±1,20	34,4±0,75	38,8±0,77*	37,6±0,75+	41,4±1,22*
ПР	2,15±0,11	2,17±0,09	1,8±0,07**	2,18±0,14	1,88±0,13

Примечания: * $P<0,05$ - $P<0,001$ - по отношению к непривитым поросётам; ** $P<0,05$ - $P<0,001$ по отношению к предыдущему периоду.

У них же превышало и содержание общих иммуноглобулинов на 6,0%, отражающее активацию гуморального иммунитета.

Уровень циркулирующих иммунных комплексов, являющихся продуктами реакции антиген-антитело, у непривитых поросётов по сравнению с фоном не имел существенных отличий, а у вакцинированных животных претерпел существенные изменения. У них повысилось содержание гигантских и мелких ЦИК на 53,8 и 54,6% соответственно, а также их патогенность (C7/C3) на 5,6% (таблица 2), что указывает на преобладание высокопатогенных мелкодисперсных форм ЦИК. При этом их значения у привитых животных были выше на 53,6%; 54,8 и 2,7% соответственно. Их длительное присутствие в организме истощает нейтрофилы, вызывает повреждение эндотелия почек, печени и других внутренних органов и может привести к развитию цитотоксического эффекта в отношении купферовских клеток и гепатоцитов [3].

У подопытных животных содержание общего белка не отличалось от фоновых значений, в то время как в протеинограмме произошли изменения. Количество альбуминов, поддерживающих коллоидно-осмотическое давление плазмы и играющих значительную роль в детоксикации организма, у непривитых поросётов не изменилось, а у вакцинированных – снизилось на 8,0% и было меньше на 7,3%.

Содержание α-глобулинов, участвующих в процессах системы свертывания крови и системы комплемента, транспортировки и регуляторной функции, у непривитых поросётов уменьшилось на 11,9%, а у вакцинированных - незначительно увеличилось (на 3,4%) и было выше на 17,3%.

При общей тенденции увеличения у животных обеих групп содержания β-глобулинов, к которым относятся белки системы свертывания крови и большинство компонентов системы активации комплемента, на 10,2 и 7,0% их значение у вакцинированных поросётов было несколько ниже. Количество γ-глобулинов, содержащих антитела и обеспечивающих гуморальную защиту организма от инфекции и чужеродных веществ, у непривитых поросётов увеличилось незначительно на 3,9%, а у вакцинированных - на 12,5% и превышало на 8,2%.

Количество активных фагоцитирующих нейтрофилов (ФАН), ФИ и ФЧ у поросётов обеих групп по сравнению с фоновыми показателями претерпели незначительные изменения. Однако у вакцинированных животных ФИ и ФЧ были выше на 4,2 и 5,5% соответственно, что свидетельствует о более выраженной поглотительной функции фагоцитов. У них же фагоцитарная метаболическая активность нейтрофилов повысилась: спНСТ - на 11,7% и стНСТ -на 6,9%, а у непривитых поросётов снизилась - на 13,0 и 5,2% соответственно, в результате чего их значения у вакцинированных поросётов превышали на 35,0 и 12,8%, что указывает на более выраженную переваривающую активность фагоцитов.

При этом у животных опытной группы отмечено снижение показателя резерва фагоцитов на 16,3%, по-видимому, связанное с повышенным содержанием ЦИК и, прежде всего, мелкодисперс-

ных. Пониженный уровень ПР у них на 17,1% по сравнению с контролем обусловлен снижением функционального резерва кислородзависимого механизма биоцидности фагоцитов [6].

В возрасте 33 дней у поросят обеих групп под воздействием технологического стресса, обусловленного отъемом их от свиноматок (28 дней) и переводом на дорастивание, отмечено увеличение количества лейкоцитов на 13,3 и 25,4%, свидетельствующее о повышении клеточной активности, более выраженное у вакцинированных животных (на 4,7%).

У поросят обеих групп отмечено снижение относительного количества палочкоядерных нейтрофилов на 21,9%, за счет увеличения уровня сегментоядерных нейтрофилов на 6,8 и 25,4%, что, возможно, связано с реакцией организма на воздействие стрессоров, содержание которых у вакцинированных животных превышало на 5,2%.

Относительное содержание эозинофилов в группах сравнения повысилось на 66,7 и 73,3%, однако, у поросят опытной группы их количество было выше на 30,0%.

При уменьшении относительного количества моноцитов у вакцинированных животных на 7,7%, их уровень был выше по сравнению с контролем на 25,0%, в котором отмечено их увеличение на 9,1%.

У поросят обеих групп относительное количество лимфоцитов снизилось на 3,9 и 9,1%, и у животных опытной группы оно было меньше на 5,5%. Известно, что из всех субпопуляций лейкоцитов лимфоциты наиболее чувствительны к стрессовым воздействиям [9].

Отмеченные повышение содержания лейкоцитов и снижение количества лимфоцитов у поросят обеих групп под влиянием технологического стресса, а у вакцинированных животных, кроме того и чужеродного антигена, являются общей мобилизацией организма для противодействия повреждающему фактору.

У поросят обеих групп установлено повышение ЛАСК на 28,0 и 12,4%, что связано с увеличением микробного прессинга, обусловленного переводом поросят на дорастивание, при этом у вакцинированных животных ее активность была выше на 25,9%, что связано с дополнительной антигенной нагрузкой.

При увеличении КАСК у непривитых животных на 13,6% отмечено ее снижение у вакцинированных на 21,7%, при этом КАСК была меньше на 7,0% по сравнению с контролем, что связано с повышенным расходом комплемента на освобождение организма от чужеродных агентов.

Содержание общих иммуноглобулинов у животных обеих групп имело тенденцию к снижению на 4,0 и 3,8%, в то же время их количество у вакцинированных животных было выше на 6,3%, что свидетельствует о более выраженной гуморальной защите.

Уровень крупных и мелкодисперсных циркулирующих иммунных комплексов у поросят обеих групп имел тенденцию к незначительному снижению, а степень их патогенность практически не изменилась. При этом у привитых животных ЦИК 3,0; 7,0% и С3/С7 по сравнению с контролем были выше на 34,6; 36,7 и 5,4% соответственно, что свидетельствует о превалировании у них прежде всего мелкодисперсных ЦИК, длительное присутствие которых и нарушение элиминации может привести к ослаблению иммунологических реакций и развитию вторичного иммунодефицита [2, 3].

Содержание общего белка у животных обеих групп уменьшилось на 8,4 и 11,9% соответственно, что связано со снижением белоксинтезирующей функции печени, а количество альбуминов имело тенденцию к незначительному увеличению на 3,3 и 2,9%. У поросят контрольной и опытной групп установлено снижение уровня α -глобулинов на 9,0 и 10,4% и β -глобулинов на 4,4 и 2,0% и повышение γ -глобулинов на 2,5 и 11,1% соответственно. При этом у привитых животных было ниже содержание альбуминов на 7,6%, но выше α - и γ -глобулинов на 15,5 и 17,3% при одинаковом количестве β -глобулинов.

По сравнению с предыдущими показателями у поросят обеих групп увеличилось количество активных фагоцитирующих нейтрофилов на 5,7 и 3,1% и их поглотительная функция – ФИ – на 9,6 и 3,3% и ФЧ – на 8,8 и 4,5%. В то же время, показатели фагоцитарной активности нейтрофилов у вакцинированных и непривитых животных не имели значимых различий. Повышение фагоцитарной активности нейтрофилов и их поглотительной функции у поросят, по-видимому, связано с накапливающимися в их организме экзо- и эндотоксинами бактериальных патогенов.

Также у животных контрольной и опытной групп отмечено увеличение функционально-метаболической активности фагоцитов: спНСТ – на 10,0 и 3,7% и стНСТ – на 9,3 и 6,7% соответственно, при этом их значения у вакцинированных поросят были выше на 27,3 и 10,1% таковых у контроля, а показатель резерва фагоцитов был меньше на 13,7%.

Заключение. Таким образом, при вакцинации поросят против цирковиральной инфекции отмечается активация системы врожденного иммунитета, проявляющаяся увеличением содержания моноцитов, поглотительной и метаболической функции фагоцитов, гемолитической активности системы комплемента, лизоцимной активности сыворотки крови и глобулиновых фракций белка, инициирующая запуск и формирование антигенспецифического адаптивного иммунного ответа, о чем свидетельствует увеличение относительного содержания лимфоцитов.

Под действием технологического стресса у животных контрольной и опытной групп отмечены аналогичные изменения показателей гуморального и клеточного звеньев неспецифического иммунитета, выраженные в большей степени на фоне проведенной вакцинации.

Для снижения негативного влияния стресса на организм животных при вакцинации целесообразно одновременно с ней применять средства, оптимизирующие показатели гомеостаза.

Conclusion. Thus, when vaccinating piglets against circovirus infection, the activation of the innate immune system is observed, manifested by an increase in the content of monocytes, the absorption and metabolic function of phagocytes, the hemolytic activity of the complement system, lysozyme activity of serum and globulin protein fractions, initiating the triggering and formation of an antigen-specific adaptive immune response, as evidenced by the increase in the relative abundance of lymphocytes.

Under the effect of technological stress, the animals in the control and experimental groups showed similar changes in the indicators of humoral and cellular components of nonspecific immunity, more pronounced against the background of vaccination.

To reduce the negative stress effect on the animal body during vaccination, it is advisable to simultaneously use means that optimize homeostasis indicators.

Список литературы. 1. Методологические основы оценки клинко-морфологических показателей крови домашних животных / Е. Б. Бажбина [и др.]. – Москва : Аквариум-Принт, 2005. – 128 с. 2. Фактор некроза опухоли- α , циркулирующие иммунные комплексы и фагоцитоз при хроническом гепатите С / И. А. Булатова [и др.] // Пермский медицинский журнал. – 2014. – Т. XXXI, № 2. – С. 68–72. 3. Динамика уровня циркулирующих иммунных комплексов при лечении преэклампсии / И. И. Иванов [и др.] // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. – 2011. – № 3-4. – С. 37–42. 4. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики / И. П. Кондрахин [и др.]. – Москва : Колос, 2004. – 520 с. 5. Кулаков В. В. Сравнительная оценка влияния вакцинального стресса на ряд физиологических показателей, продуктивность и показатели молока коров / В. В. Кулаков, И. Ю. Быстрова, Н. О. Панина // Молочнохозяйственный вестник. – 2021. – № 1 (41). – С. 44–53. 6. Муртазина, Г. Х. Функционально-метаболическая активность нейтрофилов у больных острыми кишечными инфекциями и влияние на неё селимакцида / Г. Х. Муртазина, В. Х. Фазылов, А. В. Иванов // Казанский медицинский журнал. – 2014. – Т. 95, № 6. – С. 929–934. 7. Орлянкин, Б. Г. Противовирусный иммунитет и стратегия специфической профилактики вирусных болезней свиней / Б. Г. Орлянкин // Труды Федерального центра охраны здоровья животных. – 2008. – Т. 6. – С. 128–145. 8. Обзор по цирковиральной инфекции свиней / В. М. Попова [и др.] // Свиноводство. – 2020. – № 3. – С. 8–10. 9. Прохоренко И. О. Стресс и состояние иммунной системы в норме и патологии. Краткий обзор литературы / И. О. Прохоренко, В. Н. Германова, О. С. Сергеев // Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье. – 2017. – №1 (25). – С. 10. Раев, С. А. Специфическая профилактика цирковиральных болезней свиней: современное состояние и перспективы / С. А. Раев // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. – 2014. – № 1. – С. 26–29. 11. Новые возможности применения рекомбинантных цитокинов в качестве адъювантов при вакцинации / А. С. Симбирцев [и др.] // Биопрепараты. Профилактика, диагностика, лечение. – 2011. – № 1 (41). – С. 16–20. 12. Методические рекомендации по оценке и коррекции иммунного статуса животных / А. Г. Шахов [и др.] // Новые методы исследований по проблемам ветеринарной медицины. Ч. III. Методы исследований по проблемам незаразной патологии у продуктивных животных. – Москва : РАСХН, 2007. – С. 216–292. 13. Методические рекомендации по оценке и коррекции неспецифической резистентности животных / А. Г. Шахов [и др.]. – Воронеж, 2005. – 32 с. 14. Эффективность иммунизации в сочетании с антимикробными препаратами и химиопрофилактики респираторных болезней свиней / А. Г. Шахов [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2018. – № 2(3). – С. 49–53. 15. Развитие эндотоксикоза в организме поросят при стресс-реакции / З. Г. Шляпкинова [и др.] // Морфологические ведомости. – 2007. – № 3-4. – С. 216–219.

References. 1. Metodologicheskie osnovy ocenki kliniko-morfologicheskikh pokazatelej krovi domashnih zhivotnyh / E. B. Bazhibina [i dr.]. – Moskva : Akvarium-Print, 2005. – 128 s. 2. Faktor nekroza opuholi- α , cirkuliruyushchie immunnnye komplekсы i fagocitoz pri hronicheskom gepatite S / I. A. Bulatova [i dr.] // Permskij medicinskij zhurnal. – 2014. – T. XXXI, № 2. – S. 68–72. 3. Dinamika urovnya cirkuliruyushchih immunnnyh komplekсов pri lechenii preeklampsii / I. I. Ivanov [i dr.] // Krymskij zhurnal eksperimental'noj i klinicheskoy mediciny. – 2011. – № 3-4. – S. 37–42. 4. Metody veterinarnoj klinicheskoy laboratornoj diagnostiki / I. P. Kondrahin [i dr.]. – Moskva : Kolos, 2004. – 520 s. 5. Kulakov V. V. Sravnitel'naya ocenka vliyaniya vakcinal'nogo stressa na ryad fiziologicheskikh pokazatelej, produktivnost' i pokazateli moloka korov / V. V. Kulakov, I. YU. Bystrova, N. O. Panina // Molochnohozyajstvennyj vestnik. – 2021. – № 1 (41). – S. 44–53. 6. Murtazina, G. H. Funkcional'no-metabolicheskaya aktivnost' nejtrofilov u bol'nyh ostrymi kishechnymi infekciyami i vliyanie na neyo selimaksida / G. H. Murtazina, V. H. Fazylov, A. V. Ivanov // Kazanskij medicinskij zhurnal. – 2014. – T. 95, № 6. – S. 929–934. 7. Orlyankin, B. G. Protivovirusnyj immunitet i strategiya specificheskoy profilaktiki virusnyh boleznej svinej / B. G. Orlyankin // Trudy Federal'nogo centra ohrany zdorov'ya zhivotnyh. – 2008. – T. 6. – S. 128–145. 8. Obzor po cirkovirusnoj infekcii svinej / V. M. Popova [i dr.] // Svinovodstvo. – 2020. – № 3. – S. 8–10. 9. Prohorenko I. O. Stress i sostoyanie immunnoj sistemy v norme i patologii. Kratkij obzor literatury / I. O. Prohorenko, V. N. Germanova, O. S. Sergeev // Vestnik medicinskogo instituta «Reaviz»: reabilitaciya, vrach i zdorov'e. – 2017. – №1 (25). – S. 10. Raev, S. A. Specificheskaya profilaktika cirkovirusnyh boleznej svinej: sovremennoe sostoyanie i perspektivy / S. A. Raev // Rossijskij veterinarnyj zhurnal. Sel'skohozyajstvennyye zhivotnye. – 2014. – № 1. – S. 26–29. 11. Novye vozmozhnosti primeneniya rekombinantnyh cito-kinov v kachestve ad'yuvantov pri vakcinacii / A. S. Simbircev [i dr.] // Biopreparaty. Profilaktika, di-agnostika, lechenie. – 2011. – № 1 (41). – S. 16–20. 12. Metodicheskie rekomendacii po ocenke i korrekcii immunnogo statusa zhivotnyh / A.

G. SHahov [i dr.] // *Novye metody issledovaniy po problemam veterinarnoy mediciny. CH. III. Metody issledovaniy po problemam nezaraznoy patologii u produktivnykh zhivotnykh.* – Moskva : RASKHN, 2007. – S. 216–292. 13. *Metodicheskie rekomendatsii po ocenke i korrektsii nespecificheskoy rezistentnosti zhivotnykh* / A.G. SHahov [i dr.]. – Voronezh, 2005. – 32 s. 14. *Effektivnost' immunizatsii v sochetanii s antimikrobnymi preparatami i himioprolaktiki respiratornykh bolezney sviney* / A. G. SHahov [i dr.] // *Veterinarnyy farmakologicheskij vestnik.* – 2018. – № 2(3). – S. 49–53. 15. *Razvitie endotoksikoza v organizme porosyat pri stress-reakcii* / Z.G. SHlyapnikova [i dr.] // *Morfologicheskie vedomosti.* – 2007. – № 3-4. – S. 216–219.

Поступила в редакцию 10.10.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-4-110-114

УДК 615.322+616.379-008.64:616-092.9:577.29

ВЛИЯНИЕ БЕТУЛИНА НА СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ АДИПОЦИТОКИНОВ В КРОВИ КРЫС С ДИАБЕТОМ 2 ТИПА

Шляхтун А.Г. ORCID ID 0000-0002-7618-9589

Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие
«Институт биохимии биологически активных соединений Национальной академии наук Беларуси»,
г. Гродно, Республика Беларусь

*Сахарный диабет 2 типа (СД2) сопровождается дисбалансом в содержании адипоцитокинов в крови. Целью настоящего исследования была оценка влияния бетулина на уровни основных адипокинов в крови крыс с СД2. Для моделирования СД2 у самцов крыс линии Wistar использована высокожировая диета и инъекции стрептозотоцина. Бетулин вводили животным с СД2 в течение 28 дней в дозах 50 и 100 мг/кг/сут. Впервые показано, что введение бетулина крысам с СД2 сопровождается дозозависимой нормализацией уровней основных циркулирующих адипоцитокинов (адипонектина, интерлейкина-6 и фактора некроза опухоли α). **Ключевые слова:** сахарный диабет 2 типа, бетулин, адипоцитокин, адипокин, адипонектин, лептин, интерлейкин-6, фактор некроза опухоли α .*

EFFECT OF BETULIN ON LEVELS OF MAIN CIRCULATING ADIPOCYTOKINES IN THE BLOOD OF RATS WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS

Shlyahatun A.H.

The Republican Scientific Research Unitary Enterprise
“The Institute of Biochemistry Biologically Active Compounds, The National Academy of Sciences of Belarus”,
Grodno, Republic of Belarus

*Type 2 diabetes mellitus (T2DM) is accompanied by adipocytokine imbalance in the blood. The aim of the present study was to evaluate the effect of betulin on the abundance of the main circulating adipokines in rats with T2DM. HFD/STZ protocol was used to reproduce T2DM in male Wistar rats. Betulin was administered to diabetic animals for consecutive 28 days at the doses of 50 and 100 mg/kg/day. It was shown for the first time that betulin administration to rats with T2DM is accompanied by dose-dependent normalization of levels of the main circulating adipocytokines (adiponectin, interleukin-6, and TNF α) levels. **Keywords:** type 2 diabetes, betulin, adipocytokine, adipokine, adiponectin, leptin, interleukin-6, tumor necrosis factor α .*

Введение. В течение нескольких последних десятилетий сахарный диабет 2 типа (СД2) стал одной из неинфекционных пандемий. По оценкам экспертов ВОЗ уже к 2025 году во всем мире будет насчитываться около 250 миллионов человек, страдающих СД2. Основной причиной распространения СД2 считается изменение образа жизни населения, сопровождающееся снижением физической активности, алиментарным дисбалансом и развитием ожирения, которые являются триггерами развития диабета. Данные эпидемиологических исследований показывают, что у большинства пациентов с СД2 имеется избыточная масса тела. Ожирение, ключевой фактор риска развития СД2, сопровождается дисфункцией адипоцитов, инфильтрацией жировой ткани макрофагами и развитием воспаления, а также системными нарушениями липидного обмена и дислипидемией.

Известно, что жировая ткань, помимо выполнения накопления избыточной энергии в виде липидов, является высокоактивным эндокринным органом, выделяющим огромное количество гормонов, так называемых адипокинов или адипоцитокинов, которые оказывают глубокое физиологическое воздействие на все виды обмена веществ. Группа адипоцитокинов включает лептин и адипонектин, а также значительное количество других недавно открытых гормонов (апелин, хемерин и другие) и ряд интерлейкинов, таких как фактор некроза опухоли α (ФНО α) и интерлейкин-6 (ИЛ-6), синтез которых происходит в других типах клеток, помимо адипоцитов.

Установлено, что нарушения синтеза адипоцитокинов, возникающие при ожирении, вовлечены в развитие инсулинорезистентности [1]. Также показано наличие тесных корреляционных связей между содержанием отдельных адипоцитокинов в сыворотке крови с развитием сопутствующей

СД2 патологии, например с прогрессированием жирового перерождения печени, атеросклерозом и нарушениями функционирования сердечно-сосудистой системы [2].

Учитывая мощное физиологическое воздействие адипоцитокинов на все звенья метаболизма, соединения, способные регулировать их уровни и возвращать их к нормальным значениям, могут быть использованы в качестве лекарственных средств, в том числе в терапии пациентов с СД2 [3]. Показано, что нормализация адипоцитокинового профиля крови у пациентов является хорошим диагностическим маркером развития СД2 и прогрессирования коморбидной патологии.

Пациентам, страдающим СД2, редко удается достичь нормальных показателей гликемии в долгосрочной перспективе, используя даже новые, внедренные в клиническую практику в последние годы, гипогликемические препараты [4]. Кроме того, синтетические препараты обладают множеством побочных эффектов. Считается, что использование природных соединений может быть перспективным дополнением к современным лекарственным средствам для лечения СД2.

Фармакологические свойства широко распространенного в природе пентациклического три-терпеноида бетулина (луп-20(29)-ен-3 β ,28-диол) интенсивно изучаются в последние десятилетия. Было показано, что бетулин может оказывать противоопухолевое, противомикробное, антиоксидантное, противовоспалительное, иммуномодулирующее и гепатопротекторное действие *in vivo* и *in vitro*. Нами установлено, что бетулин эффективно устраняет нарушения липидного обмена и проявления окислительного стресса при моделировании алкогольного и неалкогольного стеатогепатита у крыс [5, 6], то есть при патологиях, патогенетически близких к СД2.

Принимая во внимание тот факт, что влияние бетулина на уровни адипоцитокинов не изучалось, **целью** настоящего исследования стала оценка влияния бетулина на уровни основных адипоцитокинов, а именно, адипонектина, лептина, ИЛ-6 и ФНО α , в крови крыс с экспериментальным СД2.

Материалы и методы исследований. Все использованные в работе реактивы имели квалификацию не ниже, чем «химически чистый». В работе использован стрептозотозин Sigma-Aldrich S0130 (США). Для приготовления буферных растворов использовали деионизированную воду, полученную на системе водоподготовки Merk Millipore Direct Q3 (США). Бетулин выделяли из коры березы повислой (*Betula pendula* Roth.) путем экстракции по Сокслету, в соответствии с описанным ранее методом [5].

Исследования проведены на 80 крысах-самцах линии Wistar. Животные содержались в помещении с регулируемой температурой, влажностью и освещением и имели свободный доступ к воде и пище, если не указано иное. При выполнении исследования соблюдалась Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых в экспериментальных и других научных целях (ETS № 123).

Для моделирования СД2 у крыс использован ранее описанный способ [7]. Вкратце, животные на протяжении 42 дней содержались на высокожировой диете (ВЖД), содержащей смесь животных жиров, покрывающих 45% пищевой ценности пищи. На 14 и 28 день после начала ВЖД животным вводили внутрибрюшинно стрептозотозин в дозе по 25 мг/кг/раз. Для подтверждения развития СД2 у животных после 42-дневного периода содержания на ВЖД и инъекций стрептозотозина определялись уровни глюкозы в крови натощак и проводился пероральный тест на толерантность к глюкозе. Уровни глюкозы в крови измеряли с помощью портативного глюкометра Roche Diabetes Care Accu-Chek (Германия) после 12-часового периода голодания. Тест на толерантность к глюкозе проводился в соответствии с методом Liu et al. [8]. С этой целью животным вводили внутривенно 40% раствор глюкозы в дозе 2,0 г/кг и после этого измеряли уровни глюкозы в крови, непосредственно после начала теста (базовый уровень) и через 30, 60 и 120 мин. Площадь под кривой «концентрация глюкозы – время» (AUC) рассчитывали с использованием программного обеспечения GraphPad Prism 8.0 (США) для каждого животного.

В эксперимент были отобраны животные с уровнем глюкозы натощак более 12 ммоль/л и значениями AUC более 20 ммоль·ч/л. Крысы были разделены на 5 групп, которые были обозначены как «Контроль» (N=12), «Бетулин» (N=12), «СД2» (N=12), «СД2 + Бетулин 50» (N=10) и «СД2 + Бетулин 100» (N=10). Животные в группах «Контроль» и «Бетулин» содержались на стандартном рационе, тогда как крысам, принадлежащим к группам «СД2», «СД2 + Бетулин 50» и «СД2 + Бетулин 100», продолжала скармливаться ВЖД в течение дополнительных 28 дней, до конца эксперимента.

Животные в группе «СД2 + бетулин 50» получали внутривенно суспензию бетулина в дозе 50 мг/кг/сут, а в группах «Бетулин» и «СД2 + Бетулин 100» – бетулин в дозе 100 мг/кг/сут. В связи с крайне низкой растворимостью бетулина в воде готовили его суспензию в 2% крахмале. Суспензию бетулина вводили внутривенно ежедневно на протяжении 28 суток один раз в день, в утреннее время (в 8.30). Дозы бетулина подобраны и соответствуют ранее опубликованным данным [5, 6]. Животные в группах «Контроль» и «СД2» получали эквивалентные количества 2% крахмала.

В конце эксперимента для оценки возможного влияния бетулина на развитие инсулинорезистентности повторно проводили тест на толерантность к глюкозе как описано выше.

Через 28 суток после начала введения бетулина крыс эвтаназировали путем декапитации. Сыворотку крови получали центрифугированием при 3000 g в течение 10 мин. Уровни гликированного гемоглобина (HbA1c) определяли в лизатах эритроцитарной массы; концентрации инсулина, адипонектина, лептина, ИЛ-6 и ФНО α в сыворотке крови определяли методом иммуноферментного анализа. Определение указанных показателей проводили с использованием наборов реагентов Cusabio (КНР) в соответствии с инструкциями производителя.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программного обеспечения GraphPad Prism 8.0 (США). Нормальность распределения данных оценивали по критерию Шапиро-Уилка. Для выявления статистической значимости отличий между экспериментальными группами использовали однофакторный дисперсионный анализ и *post hoc* тест средневзвешенного Тьюки. Различия между группами считали статистически значимыми, если вероятность ошибочной оценки не превышала 5% ($p < 0,05$). Данные в таблицах представлены в виде $M \pm m$, где M – среднее арифметическое значение, m – стандартная ошибка среднего значения.

Результаты исследований. Для оценки развития признаков, характерных для диабета 2 типа, проанализированы изменения массы тела, уровней глюкозы в крови натощак, толерантность к глюкозе и уровни инсулина в сыворотке крови крыс в конце эксперимента. Показано, что масса тела животных, содержащихся на ВЖД и получавших инъекции стрептозотоцина (группа «СД2»), была на 20,5% выше, чем в контрольной группе. Уровни глюкозы крови натощак у этих крыс были на 124,5% выше, чем в контрольной группе, и средние значения составили $13,4 \pm 1,10$ ммоль/л. Основным доказательством развития стойкой гипергликемии стало повышение уровней гликозилированного гемоглобина в крови на 71,9% по сравнению с контрольными животными, до $9,8 \pm 0,43\%$ ($p < 0,001$). Кроме этого, в дополнение к стабильной гипергликемии, у крыс в группе «СД2» развилась резистентность к инсулину – характеристическая особенность СД2. Это выразилось в нарушении толерантности к глюкозе, а именно, увеличении значений AUC в 2,6 раза, и гиперинсулинемии – зарегистрировано увеличение уровней инсулина в сыворотке крови в 2,8 раза по сравнению с контрольными животными (таблица 1).

Таблица 1 – Значения массы тела, показателей гликемии, толерантности к глюкозе и концентраций инсулина в сыворотке крови крыс с СД2 после 28 суток введения бетулина в дозах 50 и 100 мг/кг/сут

Группы	Показатели				
	Вес, г	Глюкоза, ммоль/л	HbA1c, %	AUC, ммоль·ч/л	Инсулин, нг/мл
Контроль	$295,4 \pm 10,6$	$5,96 \pm 0,23$	$5,7 \pm 0,29$	$12,28 \pm 0,79$	$50,5 \pm 2,2$
Бетулин	$291,3 \pm 5,8$	$5,76 \pm 0,22$	$5,8 \pm 0,26^B$	$11,51 \pm 0,95$	$69,1 \pm 3,7$
СД2	$355,8 \pm 9,9^A$	$13,39 \pm 1,08$	$9,8 \pm 0,4^A$	$31,4 \pm 4,5^A$	$141,0 \pm 22,3^A$
СД2 + Бетулин 50	$327,0 \pm 10,6^A$	$11,02 \pm 0,76$	$8,9 \pm 0,5^A$	$22,6 \pm 1,5^{AB}$	$74,0 \pm 5,2^{AB}$
СД2 + Бетулин 100	$309,5 \pm 6,1^B$	$8,06 \pm 0,40^B$	$7,2 \pm 0,3^{AB}$	$16,1 \pm 1,5^B$	$62,0 \pm 3,3^B$

Примечания: A – $p < 0,05$ по сравнению с контрольной группой; B – $p < 0,05$ по сравнению с группой СД2.

Установлено, что введение бетулина крысам с СД2 дозозависимым образом препятствовало увеличению массы тела животных. Введение бетулина сопровождалось значительным снижением выраженности гипергликемии (уровни глюкозы натощак и содержание гликированного гемоглобина) и инсулинорезистентности (AUC и уровни инсулина). В частности, показано, что уровни глюкозы натощак у животных с диабетом, получавших бетулин в дозе 50 мг/кг/сут, были ниже на 17,7% по сравнению с группой диабетических животных. У крыс с СД2, получавших бетулин в дозе 100 мг/кг/сут, уровни глюкозы натощак были ниже на 39,8%, чем в группе «СД2». Обнаружено, что AUC у крыс с СД2, получавших бетулин в дозах 50 и 100 мг/кг/сут, были ниже на 28,0% и 48,7% соответственно, по сравнению с группой «СД2». Наконец, наиболее яркие и значимые изменения были выявлены в данных об уровнях инсулина, свидетельствующих о том, что высокая доза бетулина полностью снижала этот маркер диабетической патологии до нормальных значений (таблица 1).

Таблица 2 – Содержание ключевых адипоцитокинов в сыворотке крови крыс с СД2 после 28 суток введения бетулина в дозах 50 и 100 мг/кг/сут

Группы	Показатели			
	Адипонектин, мкг/мл	Лептин, нг/мл	ИЛ-6, пг/мл	ФНО α , пг/мл
Контроль	2,93 $\pm$ 0,16	2,01 $\pm$ 0,07	3,01 $\pm$ 0,11	7,60 $\pm$ 0,51
Бетулин	3,01 $\pm$ 0,23	2,01 $\pm$ 0,06	3,31 $\pm$ 0,09	5,98 $\pm$ 0,65
СД2	1,54 $\pm$ 0,09 ^A	4,65 $\pm$ 0,33 ^A	4,35 $\pm$ 0,26 ^A	16,77 $\pm$ 1,11 ^A
СД2 + Бетулин 50	1,87 $\pm$ 0,13 ^A	4,34 $\pm$ 0,34 ^A	4,79 $\pm$ 0,23 ^A	15,01 $\pm$ 1,21 ^A
СД2 + Бетулин 100	2,45 $\pm$ 0,23 ^B	3,26 $\pm$ 0,26 ^{AB}	3,38 $\pm$ 0,25 ^B	11,35 $\pm$ 1,05 ^B

Примечания: А – $p < 0,05$ по сравнению с контрольной группой; В – $p < 0,05$ по сравнению с группой СД2.

Со стороны адипоцитокинового профиля крови у животных с СД2 наблюдались выраженные нарушения. Так, уровни адипонектина в сыворотке крови были ниже на 47,4% по сравнению с контрольной группой. С другой стороны, наблюдалось существенное увеличение концентраций лептина, ИЛ-6 и ФНО α , соответственно в 2,3, 1,5 и 2,2 раза по сравнению с контрольными животными (таблица 2).

Общепринятым является деление адипоцитокинов на две группы – «противовоспалительные» и «провоспалительные». Первые играют защитную роль при различных патологических состояниях, и, в том числе при СД2, тогда как вторые способствуют развитию системного воспаления, а в случае предиабета и начальных стадий СД2 – резистентности к инсулину. Адипонектин – представитель группы противовоспалительных адипоцитокинов, обладающий противодиабетическими и антиатерогенными свойствами. В ряде работ продемонстрировано, что СД2, абдоминальное ожирение и инсулинорезистентность сопровождаются снижением уровня адипонектина в сыворотке крови. Повышенные уровни циркулирующих лептина, ИЛ-6 и ФНО α , которые относят к группе провоспалительных адипокинов, сильно коррелируют с тяжестью гипергликемии, избыточной массой тела, резистентностью к инсулину и лептину, в то время как их пониженные уровни у пациентов с СД2 сопряжены с улучшением клинической картины заболевания и снижением рисков развития сопутствующей патологии.

Направленность изменений в содержании основных адипоцитокинов в крови у крыс с СД2, получавших на протяжении 28 суток бетулин в дозе 50 мг/кг/сут, была схожей с группой диабетических животных, но изменения были менее выраженными, при этом уровни адипонектина были на 21,4% выше, а концентрации лептина и ФНО α – на 6,7% и 10,5% ниже, чем в группе «СД2». Введение бетулина на протяжении 28 суток в более высокой дозе – 100 мг/кг/сут – приводило к практически полной нормализации содержания адипонектина, ИЛ-6 и ФНО α в крови крыс с СД2. Только уровни лептина в сыворотке крови статистически значимо отличались от контрольных уровней, но были практически на треть ниже, чем в группе «СД2» (таблица 2). Учитывая, что ИЛ-6 и ФНО α являются основными маркерами системного воспаления, можно говорить о системном противовоспалительном действии бетулина при СД2.

Закключение. Впервые установлено, что введение бетулина крысам с СД2 дозозависимым образом приводит к улучшению показателей гликемии и инсулинорезистентности и сопровождается нормализацией содержания основных циркулирующих адипоцитокинов (адипонектина, ИЛ-6 и ФНО α). Полученные данные показывают, что бетулин может быть потенциальным средством для купирования системного воспаления при СД2 и, вероятно, при заболеваниях, связанных с ожирением, путем снижения концентрации провоспалительных адипоцитокинов в сыворотке крови.

Conclusion. In the present study, we established for the first time that betulin administration to rats with type 2 diabetes mellitus is accompanied by the dose-dependent normalization of insulin resistance and glycemic control, as well as main circulating adipocytokines (adiponectin, IL-6, and TNF α) imbalance. The data obtained show that betulin might be a potential agent for preventing the occurrence of inflammation in type 2 diabetes and, probably, in obesity-related diseases by a diminishment of proinflammatory adipocytokines levels in serum.

Список литературы. . Adipokine dysregulation and adipose tissue inflammation in human obesity / X. Unamuno [et al.] // Eur. J. Clin. Invest. – 2018. – Vol. 48, Iss. 9. – Article ID: e12997. – doi: 10.1111/eci.12997. ². Adipokines, adiposity, and atherosclerosis / L. Liu [et al.] // Cell. Mol. Life Sci. – 2022. – Vol. 79, Iss. 5. – Article ID: 272. – doi: 10.1007/s00018-022-04286-2. ³. The latest insights into adipokines in diabetes / W. K. Kim [et al.] // J. Clin. Med. – 2019. – Vol. 8, Iss. 11. – Article ID: 1874. – doi: 10.3390/jcm8111874. ⁴. Management of hyperglycemia in type 2 diabetes, 2022. A consensus report by the American Diabetes Association (ADA) and the European Association for the

Study of Diabetes (EASD) / M. J. Davies [et al.] // Diabetes Care. – 2022. – Vol. 45, Iss. 11. – P. 2753–2786. – doi: 10.2337/dci22-0034. ⁵. Betulin attenuated liver damage by prevention of hepatic mitochondrial dysfunction in rats with alcoholic steatohepatitis / V. Buko [et al.] // *Physiology International*. – 2019. – Vol. 106, Iss. 4. – P. 323–334. – doi: 10.1556/2060.106.2019.26. ⁶. Betulin/2-hydroxypropyl- β -cyclodextrin inclusion complex: physicochemical characterization and hepatoprotective activity / V. Buko [et al.] // *J. Mol. Liq.* – Vol. 309. – Article ID: 113118. – doi: 10.1016/j.molliq.2020.113118. ⁷. Skovsø, S. Modeling type 2 diabetes in rats using high fat diet and streptozotocin / S. Skovsø // *J. Diab. Invest.* – 2014. – Vol. 5, Iss. 4. – P. 349–358. – doi: 10.1111/jdi.12235. ⁸. Comparison of area under the curve in various models of diabetic rats receiving chronic medication / K. F. Liu [et al.] // *Arch. Med. Sci.* – 2020. – Vol. 18, Iss. 4. – P. 1078–1087. – doi: 10.5114/aoms.2019.91471.

References. 1. Adipokine dysregulation and adipose tissue inflammation in human obesity / X. Unamuno [et al.] // *Eur. J. Clin. Invest.* – 2018. – Vol. 48, Iss. 9. – Article ID: e12997. – doi: 10.1111/eci.12997. 2. Adipokines, adiposity, and atherosclerosis / L. Liu [et al.] // *Cell. Mol. Life Sci.* – 2022. – Vol. 79, Iss. 5. – Article ID: 272. – doi: 10.1007/s00018-022-04286-2. 3. The latest insights into adipokines in diabetes / W. K. Kim [et al.] // *J. Clin. Med.* – 2019. – Vol. 8, Iss. 11. – Article ID: 1874. – doi: 10.3390/jcm8111874. 4. Management of hyperglycemia in type 2 diabetes, 2022. A consensus report by the American Diabetes Association (ADA) and the European Association for the Study of Diabetes (EASD) / M. J. Davies [et al.] // *Diabetes Care*. – 2022. – Vol. 45, Iss. 11. – P. 2753–2786. – doi: 10.2337/dci22-0034. 5. Betulin attenuated liver damage by prevention of hepatic mitochondrial dysfunction in rats with alcoholic steatohepatitis / V. Buko [et al.] // *Physiology International*. – 2019. – Vol. 106, Iss. 4. – P. 323–334. – doi: 10.1556/2060.106.2019.26. 6. Betulin/2-hydroxypropyl- β -cyclodextrin inclusion complex: physicochemical characterization and hepatoprotective activity / V. Buko [et al.] // *J. Mol. Liq.* – Vol. 309. – Article ID: 113118. – doi: 10.1016/j.molliq.2020.113118. 7. Skovsø, S. Modeling type 2 diabetes in rats using high fat diet and streptozotocin / S. Skovsø // *J. Diab. Invest.* – 2014. – Vol. 5, Iss. 4. – P. 349–358. – doi: 10.1111/jdi.12235. 8. Comparison of area under the curve in various models of diabetic rats receiving chronic medication / K. F. Liu [et al.] // *Arch. Med. Sci.* – 2020. – Vol. 18, Iss. 4. – P. 1078–1087. – doi: 10.5114/aoms.2019.91471.

Поступила в редакцию 02.08.2023.

СОДЕРЖАНИЕ

Ветеринария

1.	ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЕТЕРИНАРНОГО ПРЕПАРАТА «ТЕРБИНАЗОЛ» Авдачёнок В.Д., Туминец О.А. УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь	4
2.	АНАТОМИЧЕСКОЕ И ГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ПОЧЕК УЖА ОБЫКНОВЕННОГО (NATRIX NATRIX) Журов Д.О., Старс К.В. УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь	8
3.	ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ МОРФО-ИММУНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕКРЕТА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПРИ РАЗВИТИИ СУБКЛИНИЧЕСКОГО МАСТИТА У КОРОВ Зимников В.И., Павленко О.Б., Манжурина О.А., Каширина Л.Н., Тюрина Е.В. ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация	12
4.	ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТА РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ «ОРЕГОФАРМ» ПРИ СТРОНГИЛЯТОЗАХ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА ОВЕЦ Минич А.В., Братушкина Е.Л. УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь	17
5.	КЛИНИКО-ЭХОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ БЕРЕМЕННЫХ КОРОВ С РАЗЛИЧНЫМ ХАРАКТЕРОМ ТЕЧЕНИЯ ГЕСТАЦИИ Михалёв В.И., Скориков В.Н. ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация	21
6.	ПРОФИЛАКТИКА МИКОТОКСИКОЗОВ У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА Николаев С.И., Чехранова С.В., Минченко Л.А., Шкаленко В.В., Карапетян А.К., Даниленко И.Ю. ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», г. Волгоград, Российская Федерация	25
7.	ИЗУЧЕНИЕ БЕЗВРЕДНОСТИ КОМПЛЕКСНОЙ МАЗИ «УБЕРОСЕПТ» Перегончий А.Р., Павленко О.Б., Зимников В.И. ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация	31
8.	ГЕПАТАПАТЫ І СІНАМАТАК: МАКРА- І МІКРАСКАПІЧНЫЯ ЗМЯНЕННІ Ў ПЕЧАНІ І НЕКАТОРЫЯ ПАКАЗЧЫКІ ПРАДУКЦЫЙНАСЦІ Пятроўскі С.У., Бальшакова А.І., Жукаў А.І. Віцебская ордэна «Знак Пашаны» дзяржаўная акадэмія ветэрынарнай медыцыны, г. Віцебск, Рэспубліка Беларусь	35
9.	ВЛИЯНИЕ КАРТИСИЛАНА НА КОНСОЛИДАЦИЮ ПЕРЕЛОМОВ У СОБАК *Семененко М.П., **Винокурова Д.П., *Власенко А.А., *Кузьмина Е.В., **Цветков О.Е. *ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии», г. Краснодар, Российская Федерация **ФГБУВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», г. Краснодар, Российская Федерация	42
10.	ЭТИОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОСЛЕРОДОВОГО МЕТРИТА У МОЛОЧНЫХ КОРОВ ПРИ РАЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ Скориков В.Н., Манжурина О.А., Михалёв В.И. ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация	46

11. **МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ Фолликулярного эпителия в овогенезе у аутосексного гибрида японского перепела** 51
***Федотов Д.Н., *Васютёнок В.И., **Кусенков А.В.**
*УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
**ОАО «Солигорская птицефабрика», г. Солигорск, Республика Беларусь
12. **ФОРМИРОВАНИЕ КЛЕТЧНОГО ИММУНИТЕТА У ПОРОСЯТ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ ПОД ПЕРЕБОЛЕВШИМИ ПОСЛЕРОДОВЫМИ БОЛЕЗНЯМИ СВИНОМАТКАМИ** 56
Шахов А.Г., Сашнина Л.Ю., Владимиров Ю.Ю., Никоненко Г.В.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация
13. **ВЛИЯНИЕ ПИЖМЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*TANACETUM VULGARE L.*) НА КАЧЕСТВО МЯСОПРОДУКТОВ ОВЕЦ** 59
Ятусевич А.И., Старовойтова М.В., Алексин М.М., Ятусевич И.А.
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

Зоотехния

14. **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗНЫХ ФОРМ ПРОБИОТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ «БАСУЛИФОР» ТЕЛЯТАМ В МОЛОЧНЫЙ ПЕРИОД** 64
Гамко Л.Н., Талызина Т.Л., Вафина Д.Р.
ФГБОУ «Брянский государственный аграрный университет», с. Кокино, Выгоничский район, Брянская область, Российская Федерация
15. **ЗООТЕХНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ ОВЕЦ ПОЛУТОНКОРУННЫХ ПОРОД БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ** 69
Грекова И.Е., Рудак А.Н.
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь
16. **ФОСФАТИДНО-МАСЛЯНАЯ ЭМУЛЬСИЯ В РАЦИОНАХ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА** 74
Надаринская М.А., Козинец А.И., Голушко О.Г., Козинец Т.Г.
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь

Биология

17. **ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗНООБРАЗИЯ ГРИБКОВЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ КИШЕЧНИКА СВИНЕЙ С РАЗЛИЧНОЙ КОНВЕРСИЕЙ КОРМА** 85
*****Сыромятников М.Ю., *Шабунин С.В., ***Нестерова Е.Ю., ***Гладких М.И., ***Смирнова Ю.Д., ***Буракова И.Ю., ***Морозова П.Д., ***Грязнова М.В., *Михайлов Е.В.**
*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация
**ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Российская Федерация
***ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж, Российская Федерация
18. **ОЦЕНКА ОТНОСИТЕЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ ГЕНОВ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ БАКТЕРИЙ В КИШЕЧНИКЕ ПОРОСЯТ (*SUS SCROFA DOMESTICUS*) В РАННЕМ НЕОНАТАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ** 89
*****Сыромятников М.Ю., *Шабунин С.В., ***Нестерова Е.Ю., ***Гладких М.И., ***Смирнова Ю.Д., ***Буракова И.Ю., ***Морозова П.Д., ***Грязнова М.В., *Михайлов Е.В.**
*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация
**ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Российская Федерация
***ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж, Российская Федерация

19. **РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ГЕНОВ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ БАКТЕРИЙ У СВИНЕЙ В ПЕРИОД ОТКОРМА (*SUS SCROFA DOMESTICUS*)** 96
 * ** * Сыромятников М.Ю., * Шабунин С.В., * ** * Нестерова Е.Ю., * ** * Гладких М.И., * ** * Смирнова Ю.Д., * ** * Грязнова М. В., * ** * Буракова И.Ю., * ** * Морозова П.Д., * Михайлов Е.В.
 * ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация
 * ** ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Российская Федерация
 * ** * ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж, Российская Федерация

20. **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИММУНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ ПОРОСЯТ-ГИПОТРОФИКОВ** 101
 Шабунин Б.В., Некрасов А.В., Степанов Е.М., Владимирова Ю.Ю., Михайлов Е.В.
 ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

21. **ВЛИЯНИЕ ВАКЦИНАЦИИ ПРОТИВ ЦИРКОВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ НА НЕСПЕЦИФИЧЕСКУЮ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ У ПОРОСЯТ** 105
 Шахов А.Г. , Сашнина Л.Ю., Манжурина О.А., Владимирова Ю.Ю., Никоненко Г.В.
 ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

22. **ВЛИЯНИЕ БЕТУЛИНА НА СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ АДИПОЦИТОКИНОВ В КРОВИ КРЫС С ДИАБЕТОМ 2 ТИПА** 110
 Шляхтун А.Г.
 Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие «Институт биохимии биологически активных соединений Национальной академии наук Беларуси», г. Гродно, Республика Беларусь



Учреждение образования
«Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия
ветеринарной медицины»



ЗАОЧНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

СПЕЦИАЛЬНОСТИ

- ✓ **ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА** Срок обучения – 6 лет
только для абитуриентов, окончивших профильный колледж
- ✓ **ПРОИЗВОДСТВО ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**
Срок обучения – 5 лет
- ✓ **ПРОИЗВОДСТВО ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ССПВО**
Срок обучения – 4 года • *только для абитуриентов, окончивших профильный колледж*
- ✓ **ВЕТЕРИНАРНАЯ ФАРМАЦИЯ** НОВАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ
ТОЛЬКО ПЛАТНОЕ ОБУЧЕНИЕ Срок обучения – 5 лет

Лица, окончившие учреждение образования с золотой (серебряной) медалью,
а также имеющие диплом с отличием — зачисляются в УО ВГАВМ
БЕЗ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

«Ветеринарная медицина»,
«Производство продукции
животного происхождения»
и «Ветеринарная фармация»

- ✓ Биология (устно)
- ✓ Химия (устно)

«Производство продукции
животного происхождения»
(ССПВО)

- ✓ Кормление с/х животных (устно)
- ✓ Разведение с/х животных
с основами селекции (устно)

Стоимость за год обучения на 01.09.2023 составляет:

- ✓ ветеринарная медицина — 865 рублей
- ✓ производство продукции животного происхождения — 788 рублей
- ✓ производство продукции животного происхождения (ССПВО) — 749 рублей
- ✓ ветеринарная фармация — 1299 рублей

**Для абитуриентов организуются подготовительные курсы
по химии и биологии (обучение платное).**

Слушателям курсов на время занятий и сдачи экзаменов предоставляется общежитие.

210026, г. Витебск,
ул. 1-я Доватора, 7/11

8 (0212) 33-16-39

8 (0212) 33-16-29 ФАКС

Речица (02340) 6-75-40

Пинск (0165) 67-07-81



+375 29 515-56-56



vk.com/vsavmpriem



pk_vgavm@vsavm.by



vetakademia



www.vsavm.by



УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКАЯ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» ГОСУДАРСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ»

НОВАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ВЕТЕРИНАРНАЯ ФАРМАЦИЯ

с присвоением квалификации
«Провизор ветеринарной медицины»

Срок обучения 5 лет

Обучение платное – 1299 рублей в год *
* на 01.09.2023



ЧТО БУДЕШЬ УМЕТЬ:

- ✓ Изготавливать, стандартизировать, исследовать, хранить и отпускать лекарственные средства
- ✓ Организовывать лекарственное обеспечение в ветеринарии

- ✓ Абитуриенты имеют право вместо сертификатов ЦТ/ЦЭ сдавать вступительные испытания в академии — биология и химия (устно)
- ✓ Для абитуриентов организуются курсы по биологии и химии (обучение платное)
- ✓ Слушателям курсов на время занятий и сдачи экзаменов предоставляется общежитие



Адрес академии: 210026, г. Витебск, ул. 1-я Доватора, 7/11

Телефоны приемной комиссии: 8 (0212) 33-16-39, 33-16-29

Viber, WhatsApp: +375 29 515-56-56

Электронная почта: pk_vgavm@vsavm.by

↑ Официальный сайт академии:
www.vsavm.by

Официальный Telegram-канал:
t.me/vsavm_official

Приемная комиссия в ВКонтакте:
vk.com/vsavmpriem

Ответственный за выпуск А. И. Ятусевич
Технический редактор Е. А. Алисейко
Компьютерная верстка Е. В. Морозова
Корректоры Т. А. Никитенко, Е. В. Морозова
Редактор-переводчик А. И. Картунова

Подписано в печать 15.12.2023 г. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная.
Печать ризографическая. Усл. п. л. 13,95. Уч.-изд. л. 12,03.
Тираж 53 экз. Заказ 2441.

Издатель и полиграфическое исполнение:
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.
ЛП №: 02330/470 от 01.10.2014 г.
Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.
Тел.: (0212) 48-17-82.
E-mail: rio@vsavm.by
<http://www.vsavm.by>

