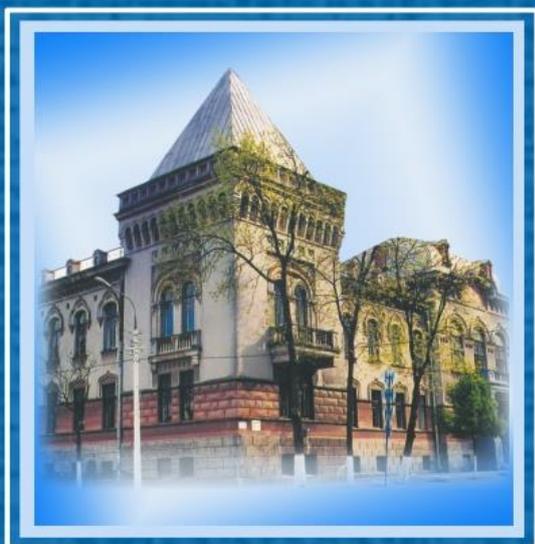


ISSN 2078-0109

# Ученые Записки



Том 60  
Выпуск 2  
2024 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 60, выпуск 2  
(апрель – июнь) 2024 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  
(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](mailto: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 ПОРОСЯТ ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ СТРЕССЕ**

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

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

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

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

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

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

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

**References.** 1. Maksimov, G. V. Sposob otsenki stressoustoychivosti sviney / G. V. Maksimov, N. V. Lenkova, A. G. Maksimov // Veterinarnaya patologiya. – 2014. – № 3–4 (49–50). – P. 62–68. 2. The peculiarities of humoral and cellular immunity in piglets under a technological stress / A. G. Shakhov [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 10.52368/2078-0109-2024-60-2-4-9  
УДК 619:616.995.1:636(470.45)

### АНАЛИЗ ЗАРАЖЕННОСТИ ЖВАЧНЫХ ЖИВОТНЫХ ГЕЛЬМИНТОЗАМИ В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Акимова С.А. ORCID ID 0000-0001-5422-9255, Ряднов А.А. ORCID ID 0000-0001-6381-9353,  
Злепкин Д.А. ORCID ID 0000-0001-6381-9353, Фоменко С.А. ORCID ID 0009-0008-7915-2782,  
Минченко Л.А. ORCID ID 0000-0003-4271-1057**

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»,  
г. Волгоград, Российская Федерация

*Статья содержит материалы по гельминтозам жвачных животных, выявляемым при проведении копрологических исследований фекалий и ветеринарно-санитарной экспертизы туш и внутренних органов на территории Волгоградской области. В работе представлены сведения о количестве выявляемых случаев болезни, их численности на основе статистики лабораторий и боенских предприятий Волгоградской области. **Ключевые слова:** гельминтозы, стронгилятозы, дикроцелиоз, эхинококкоз, инвазионные болезни, сельскохозяйственные животные.*

### ANALYSIS OF RUMINANT ANIMALS' HELMINTHIC INFECTION IN VOLGOGRAD REGION

**Akimova S.A., Ryadnov A.A., Zlepkin D.A., Fomenko S.A., Minchenko L.A.**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Volgograd State Agrarian University",  
Volgograd, Russian Federation

*The article contains materials on ruminant animals' helminthic infection, detected during fecal masses scatalogical studies and carcasses and internal organs veterinary and sanitary examination in the Volgograd region. The work presents information on the detected number of the disease cases, their number based on laboratories and slaughterhouse enterprises' statistics in the Volgograd region. **Keywords:** helminthiases, strongylate infections, dicroceliosis, echinococcosis, invasive diseases, farm animals.*

**Введение.** Развитие и реконструкция молочного, мясного скотоводства в Российской Федерации на современном технологическом, инновационном уровне является составной частью государственной программы повышения эффективности сельского хозяйства [5].

Разнообразные природные условия Волгоградской области позволяют успешно развивать все основные отрасли животноводства: молочное и мясное скотоводство отечественных и зарубежных пород, свиноводство, овцеводство, яичное и бройлерное птицеводство [4]. По данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики Волгоградской области за 2022 год, скота и птицы на убой в живом весе было 220,9 тыс. тонн, молока – 587,9 тыс. тонн, надоено молока в расчете на одну корову молочного стада 9148 кг. Реализовано продукции собственного производства в сельскохозяйственных организациях, не относящихся к субъектам малого предпринимательства, в 2022 году: крупный рогатый скот – 2,3 тыс. тонн, мелкий рогатый скот – 1,1 тыс. тонн [6].

За последние 20 лет наблюдается «не здоровая» тенденция несоблюдения, иногда отказ хозяев животных от проведения плановых профилактических дегельминтизаций домашних жвачных животных. Указанное непонимание проблемы связано с тем, что в настоящее время за здоровье животных отвечает сам хозяин. Такое положение способствует осложнению эпизоотической обстановки по гельминтозам [10].

Одним из резервов повышения продуктивности крупного рогатого скота является предотвращение экономического ущерба, причиняемого гельминтозами, и особенно нематодами, вследствие падежа и снижения темпов роста, развития молодняка, а также количества и качества продукции [7]. Увеличению поголовья и повышению молочной, мясной продуктивности животных препятствуют паразитарные болезни, среди которых особенно опасны гельминтозы [5].

До проведения профилактических обработок обязательно анализируются результаты экспертиз ветеринарных лабораторий по копрологическим исследованиям, а также вскрытий при вынужденном и диагностическом убое животных, где уточняется видовой состав возбудителей, показатели зараженности, компоненты множественных инвазий, доминирующие формы гельминтов. Необходимо принять во внимание, что 86% гельминтов домашних жвачных животных являются общими для овец, крупного рогатого скота, буйволов и коз [2].

Сложность ликвидации паразитарных болезней состоит в видовом многообразии возбудителей и возможностях трансформации циклов развития в изменяющейся экологической обстановке [9].

Комплексный анализ может подтвердить причинно-следственную зависимость между факторами окружающей среды и паразитарными болезнями и прогнозировать риск дальнейших заражений. Полученную информацию необходимо использовать в разработке проекта комплексных профилактических и оздоровительных мероприятий против возбудителей паразитозов [8].

В каждом регионе для конкретной экологической ниши характерен определенный гельминтофаунистический комплекс, который хорошо адаптирован к условиям внешней среды (по В.А. Догелю, 1947 среды второго порядка) и определенным видам хозяев. В части жвачных животных видовой состав гельминтов является общим в более чем 80% [1].

Отдавая должное отечественным и зарубежным исследователям, изучавшим функционирование классических паразитарных систем, следует отметить, что многие вопросы региональных особенностей эпизоотологического проявления паразитозов, и в частности, гельминтозов, считаются недостаточно изученными и необъясненными [3].

**Цель:** изучить данные зараженности жвачных животных гельминтозами на территории Волгоградской области по результатам копрологических исследований фекалий и проведения ветеринарно-санитарной экспертизы.

**Материалы и методы исследований.** Зараженность жвачных животных гельминтами изучали по результатам копрологических исследований, а также анализу подвергли материалы, полученные при проведении ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясных продуктов на рынках, боенских и мясоперерабатывающих предприятиях Волгоградской области. Для выявления видового состава возбудителей паразитарных болезней проводили собственные исследования на кафедре «Ветеринарно-санитарная экспертиза, заразные болезни и морфология».

Сельскохозяйственные животные исследовались как индивидуально (дойное стадо коров, производители, животные частного сектора), так и группами (объединенные пробы – от молодняка, мелкого рогатого скота).

Методы, применяемые при исследовании на гельминтозы разных возрастных групп животных: Фюллеборна или Котельникова-Хренова, последовательного промывания, Бермана-Орлова, Шильникова, Вайда.

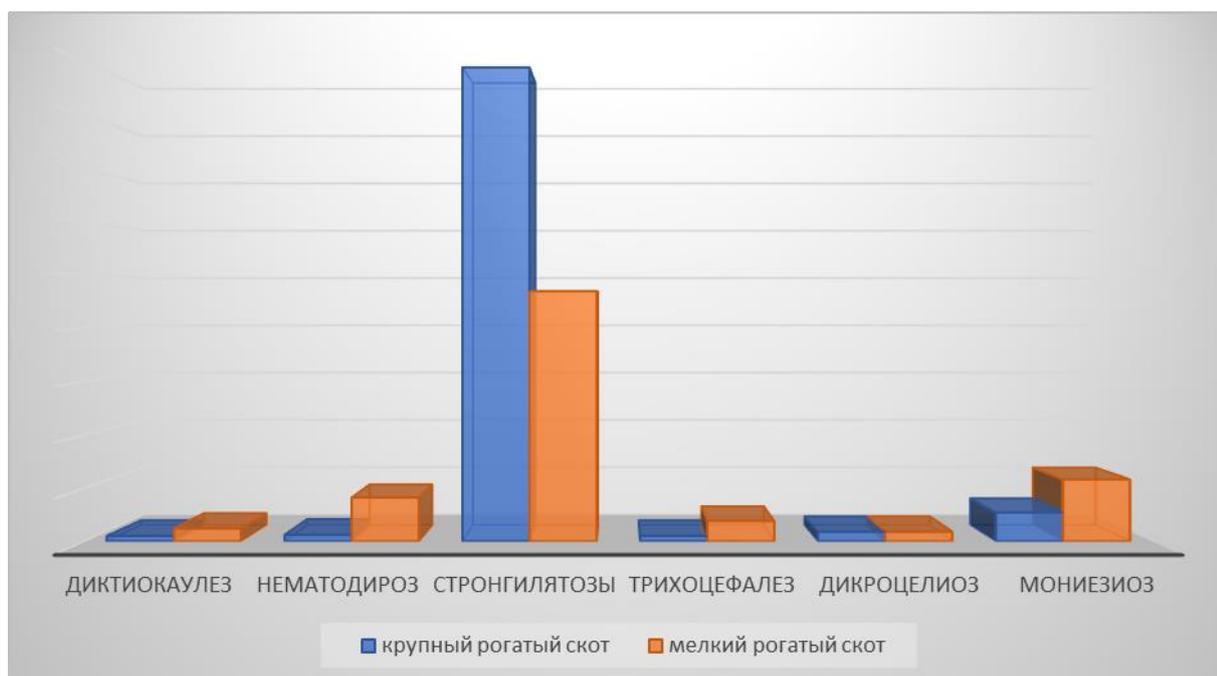
**Результаты исследований** представлены в таблицах (1 - 4) и на рисунках 1 - 4.

**Таблица 1 – Результаты копрологических исследований фекалий жвачных животных на гельминтозы**

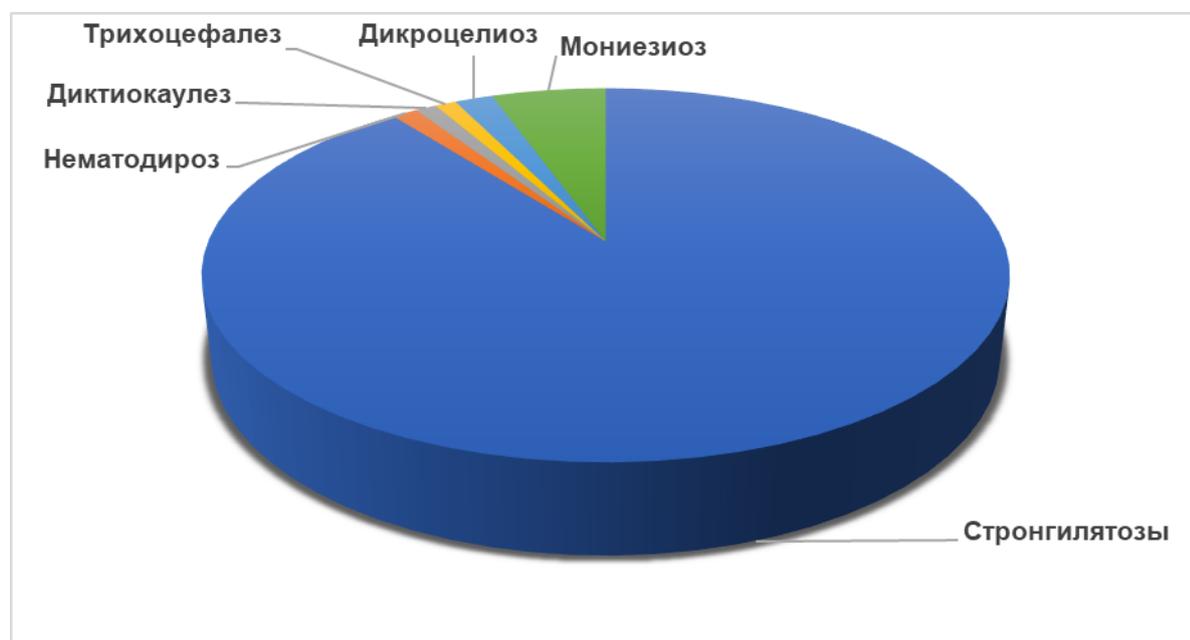
Вид животного	Всего проб	Наименование болезни					
		Диктиокаулез	Нематодироз	Стронгилятозы	Трихоцефалез	Дикроцелиоз	Мониезиоз
крупный рогатый скот	956	5	6	445	5	9	27
мелкий рогатый скот	348	12	41	235	19	9	58
Итого:		17	47	680	24	18	85

Как видно по результатам таблицы 1, у крупного рогатого скота было выявлено шесть паразитарных заболеваний: диктиокаулез – в 5 пробах (ЭИ – 0,52%); нематодироз – в 6 пробах (ЭИ – 0,62%); стронгилятозы – в 445 пробах (ЭИ – 46,55%); трихоцефалез – в 5 пробах (ЭИ – 0,52%); дикроцелиоз – в 9 пробах (ЭИ – 0,94%); мониезиоз – в 27 пробах (ЭИ – 2,82%). У мелкого рогатого скота было выявлено шесть паразитарных заболеваний: диктиокаулез – в 12 пробах (ЭИ – 3,45%); нематодироз – в 41 пробе (ЭИ – 11,78%); стронгилятозы – в 235 пробах (ЭИ – 67,53%); трихоцефалез – в 19 пробах (ЭИ – 5,46%); дикроцелиоз – в 9 пробах (ЭИ – 2,59%); мониезиоз – в 58 пробах (ЭИ – 16,67%).

При подведении итогов по результатам копрологических исследований фекалий жвачных животных видно, что диктиокаулез выявлен в 17 пробах, нематодироз – в 47, стронгилятозы – в 680, трихоцефалез – в 24, дикроцелиоз – в 18 и мониезиоз – в 85 пробах.

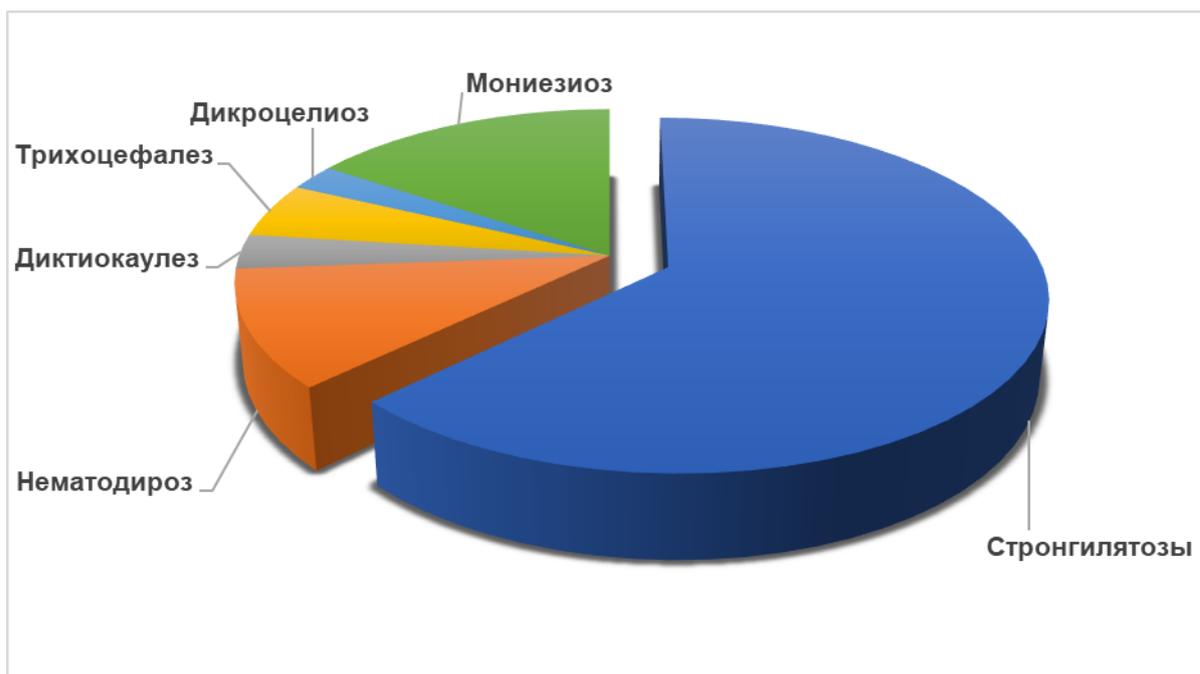


**Рисунок 1 – Паразитарные болезни, выявленные при копрологических исследованиях**



**Рисунок 2 – Гельминтозы крупного рогатого скота, выявленные при копрологических исследованиях**

Из гельминтозов крупного рогатого скота в хозяйствах Волгоградской области наиболее широко распространены стронгилятозы (89,54%), затем идут мониезиозы (5,43%), дикроцелиозы (1,81%), нематодирозы (1,21%), диктиокаулезы (1,01%) и трихоцефалезы (1,01%).



**Рисунок 3 – Гельминтозы мелкого рогатого скота, выявленные при копрологических исследованиях**

Из гельминтозов мелкого рогатого скота в хозяйствах Волгоградской области наиболее широко распространены стронгилятозы (62,83%), затем идут мониезиозы (15,51%), нематодирозы (10,96%), трихоцефалезы (5,08%), диктиокаулезы (3,21%) и дикроцелиозы (2,41%).

Материалы, полученные при проведении ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясных продуктов на рынках, боенских и мясоперерабатывающих предприятиях Волгоградской области по гельминтозам жвачных животных и изучении видового состава на кафедре «Ветеринарно-санитарная экспертиза, заразные болезни и морфология», изложены в таблицах 2 – 4 и на рисунке 4.

**Таблица 2 – Сведения за 2021-2023 гг. по ветеринарно-санитарной экспертизе туш и внутренних органов крупного рогатого скота**

Наименование заболевания	Год			Итого
	2021	2022	2023	
Цистицеркоз	0	0	0	0
Фасциолез	0	0	0	0
Трихинеллез	0	0	0	0
Дикроцелиоз	264	128	0	392
Диктиокаулез	1	0	0	1
Эхинококкоз	148	149	65	362
Итого:	413	277	65	755

Результаты таблицы 2 показывают, что в тушах крупного рогатого скота выявили за 2021-2023 годы: эхинококкоз – в 362 единицах, диктиокаулез – в 1 единице, дикроцелиоз – в 392 единицах. В итоге по результатам проведенной ветеринарно-санитарной экспертизы туш и внутренних органов были выявлены гельминтозы в 755 тушах крупного рогатого скота.

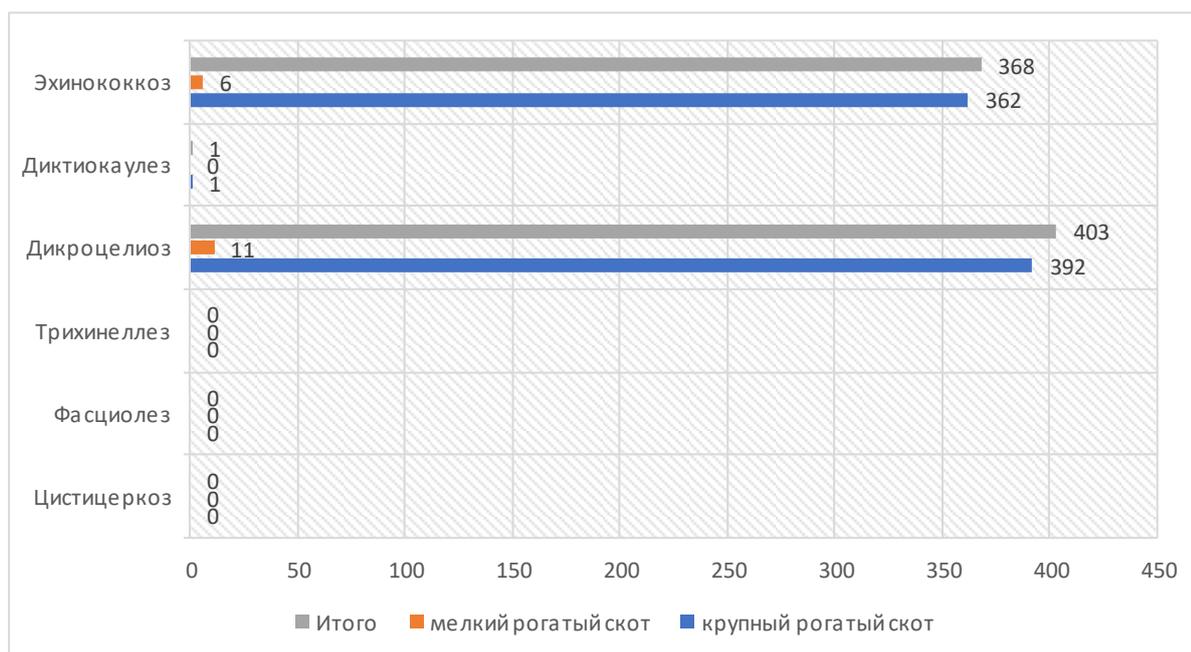
**Таблица 3 – Сведения за 2021-2023 гг. по ветеринарно-санитарной экспертизе туш и внутренних органов мелкого рогатого скота**

Наименование заболевания	Год			Итого
	2021	2022	2023	
Цистицеркоз	0	0	0	0
Фасциолез	0	0	0	0
Трихинеллез	0	0	0	0
Дикроцелиоз	4	7	0	11
Диктиокаулез	0	0	0	0
Эхинококкоз	0	6	0	6
Итого:	4	13	0	17

Таблица 3 показывает, что в тушах мелкого рогатого скота выявили за 2021 – 2023 годы: эхинококкоз – в 6 единицах, дикроцелиоз – в 11 единицах. В итоге по результатам проведенной ветеринарно-санитарной экспертизы туш и внутренних органов были выявлены гельминтозы в 17 тушах мелкого рогатого скота.

**Таблица 4 – Сведения за 2021-2023 гг. по ветеринарно-санитарной экспертизе туш и внутренних органов крупного и мелкого рогатого скота**

Наименование заболевания	Год			Итого
	2021	2022	2023	
Цистицеркоз	0	0	0	0
Фасциолез	0	0	0	0
Трихинеллез	0	0	0	0
Дикроцелиоз	268	135	0	403
Диктиокаулез	1	0	0	1
Эхинококкоз	148	155	65	368
Итого:	417	290	65	772



**Рисунок 4 – Гельминтозы крупного и мелкого рогатого скота, выявленные по результатам проведения ветеринарно-санитарной экспертизы**

При проведении анализа результатов таблицы 4 и рисунка 4 видно, что в тушах крупного и мелкого рогатого скота, за 2021–2023 годы выявили: эхинококкоз – в 368 тушах, диктиокаулез – в 1 туше, дикроцелиоз – в 403 тушах. По результатам проведенной ветеринарно-санитарной экспертизы туш и внутренних органов были выявлены гельминтозы в 772 тушах жвачных животных.

**Заключение.** По результатам копрологических исследований фекалий жвачных животных на территории Волгоградской области выявляются следующие гельминтозы: диктиокаулез, нематодироз, стронгилятозы, трихоцефалез, дикроцелиоз и мониезиоз, а по результатам проведенной ветеринарно-санитарной экспертизы туш и внутренних органов – эхинококкоз, диктиокаулез и дикроцелиоз. Многие из этих заболеваний представляют серьезную угрозу как для сельского хозяйства, так и для медицины. Анализируя показатели за три года, можно сказать, что наблюдается тенденция к снижению зараженности животных, связано это с координацией плана лечебно-профилактических мероприятий, основанных на результатах научных исследований, мониторинга и анализа, проводимых сотрудниками ветеринарной службы.

**Conclusion.** Based on the results of ruminant fecal masses scatological studies in the Volgograd region, the following helminthiases are identified: dictyocaulosis, nematodyrosis, strongylate infections, trichocephalosis, dicrocoeliosis and monieziasis, and according to the results of the carcasses and internal organs veterinary and sanitary examination there are echinococcosis, dictyocaulosis and dicrocoeliosis. Many of these diseases pose a serious threat to both agriculture and medicine. Analyzing the indicators for three years, we can say that there is a trend towards the animals' infection decrease, this is due to the treatment and preventive measures plan coordination based on the scientific research results, monitoring and analysis carried out by veterinary service employees.

**Список литературы.** 1. Белиев, С.М. Распространение гельминтов и гельминтозов овец в Прикаспийском регионе / С.М. Белиев, А.М. Атаев, М.Г. Газимагомедов // Проблемы развития АПК региона. – 2012. – № 10. – С. 89-94. 2. Газимагомедов, М.Г. Современное состояние борьбы с гельминтозами домашних жвачных животных / М.Г. Газимагомедов // Проблемы развития АПК региона. – 2011. – № 8. – С. 33-36. 3. Изучение эпизоотической ситуации по инфекционной и инвазионной патологии в популяции мелкого рогатого скота в Южном и Приволжском Федеральных округах РФ / С.Ш. Хайбрахманова [и др.] // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2014. – № 2. – С. 23-27. 4. Олейник, О.С. Основные характеристики и тенденции развития животноводческой отрасли в Волгоградской области / О.С. Олейник, Н.Н. Балашова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2016. – №3 (43). – С. 295-305. 5. Понамарев, Н.М. Темпоральная динамика инвазированности крупного рогатого скота в Алтайском крае / Н.М. Понамарев, Н.А. Лунева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 5. – С. 128-132. 6. Производство основных видов продукции животноводства по Волгоградской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://34.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Отдел\\_СХ%20Информационно-аналитический%20материал\\_1\\_2-22\\_Производство%20за%202022%20год.pdf](https://34.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Отдел_СХ%20Информационно-аналитический%20материал_1_2-22_Производство%20за%202022%20год.pdf). - Дата доступа : 18.12.2023. 7. Радионов, А.В. Распространение нематодозов крупного рогатого скота при разной технологии содержания в России / А.В. Радионов, И.А. Архипов // Российский паразитологический журнал. – 2010. – № 4. – С. 54-58. 8. Современный подход к профилактике паразитарных болезней / Г.Р. Байрамгулова [и др.] // Российский паразитологический журнал. – 2013. – № 1. – С. 73-75. 9. Формирование паразитарных систем крупного рогатого скота в условиях интенсификации отрасли / А.И. Ятусевич [и др.] // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак почета" государственная академия ветеринарной медицины". – 2017. – Т. 53, вып. 2. – С. 154-157. 10. Хидирова, А.М. Эпизоотология наиболее распространенных гельминтозов домашних жвачных животных в разрезе высотной поясности Ингушской Республики / А.М. Хидирова, А.Х. Цолоев // Проблемы развития АПК региона. – 2012. – № 11. – С. 67-70.

**References.** 1. Believ, S.M. Rasprostranenie gel'mintov i gel'mintozov ovec v Prikaspijskom regione / S.M. Believ, A.M. Ataev, M.G. Gazimagomedov // Problemy razvitiya APK regiona. – 2012. – № 10. – С. 89-94. 2. Gazimagomedov, M.G. Sovremennoe sostoyanie bor'by s gel'mintozami domashnih zhvachnyh zhivotnyh / M.G. Gazimagomedov // Problemy razvitiya APK regiona. – 2011. – № 8. – С. 33-36. 3. Izuchenie epizooticheskoj situacii po infekcionnoj i invazionnoj patologii v populyacii melkogo rogatogo skota v YUzhnom i Privolzhskom Federal'nyh okrugah RF / S.SH. Hajbrahmanova [i dr.] // Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii. – 2014. – № 2. – С. 23-27. 4. Olejnik, O.S. Osnovnye harakteristiki i tendencii razvitiya zhivotnovodcheskoj otrasli v Volgogradskoj oblasti / O.S. Olejnik, N.N. Balashova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. – 2016. – №3 (43). – С. 295-305. 5. Ponomarev, N.M. Temporal'naya dinamika invazirovannosti krupnogo rogatogo skota v Altajskom krae / N.M. Ponomarev, N.A. Luneva // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – № 5. – С. 128-132. 6. Proizvodstvo osnovnyh vidov produkcii zhivotnovodstva po Volgogradskoj oblasti [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa : [https://34.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Отдел\\_СХ%20Информационно-аналитический%20материал\\_1\\_2-22\\_Производство%20за%202022%20год.pdf](https://34.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Отдел_СХ%20Информационно-аналитический%20материал_1_2-22_Производство%20за%202022%20год.pdf). - Data dostupa : 18.12.2023. 7. Radionov, A.V. Rasprostranenie nematodozov krupnogo rogatogo skota pri raznoj tekhnologii soderzhaniya v Rossii / A.V. Radionov, I.A. Arhipov // Rossijskij parazitologicheskij zhurnal. – 2010. – № 4. – С. 54-58. 8. Sovremennyy podhod k profilaktike parazitarnyh boleznej / G.R. Bajramgulova [i dr.] // Rossijskij parazitologicheskij zhurnal. – 2013. – № 1. – С. 73-75. 9. Formirovanie parazitarnyh sistem krupnogo rogatogo skota v usloviyah intensifikacii otrasli / A.I. YAtusevich [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena "Znak pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". – 2017. – Т. 53, вып. 2. – С. 154-157. 10. Hidirova, A.M. Epizootologiya naibolee rasprostranennyh gel'mintozov domashnih zhvachnyh zhivotnyh v razreze vysotnoj pojasnosti Ingushskoj Respubliki / A.M. Hidirova, A.H. Coloev // Problemy razvitiya APK regiona. – 2012. – № 11. – С. 67-70.

Поступила в редакцию 04.03.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-9-14  
УДК 619:618:616-002.2:636.2

## ИММУНОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС ТЕЛЯТ, РОЖДЕННЫХ ОТ КОРОВ С СИНДРОМОМ ХРОНИЧЕСКОГО СИСТЕМНОГО ВОСПАЛЕНИЯ

Востроилова Г.А. ORCID ID 0000-0002-2960-038X, Шапошников И.Т. ORCID ID 0000-0003-0190-9083, Бригадиров Ю.Н. ORCID ID 0000-0003-3804-1732, Жуков М.С. ORCID ID 0000-0002-9317-7344, Сашнина Л.Ю. ORCID ID 0000-0001-6477-6156, Акулова К.О. ORCID ID 0000-0003-0120-9370, Якимчук О.В. ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

В данной работе представлены результаты исследования влияния синдрома хронического системного воспаления у стельных коров на иммунологический статус новорожденных телят. Установлено, что телята, полученные от коров с данным синдромом, имеют напряженный колостральный иммунитет на фоне врожденного иммунодефицита, который характеризуется уменьшением количества Т- и В-лимфоцитов, активности фагоцитов, лизоцима и системы комплемента. Выявленные отклонения у данной группы животных повышают риск возникновения ранней неонатальной инфекции и коморбидной пато-

логии. **Ключевые слова:** коровы, синдром хронического системного воспаления низкой степени интенсивности, новорожденные телята, иммунитет, патология.

## IMMUNOLOGICAL STATUS OF THE CALVES BORN FROM THE COWS WITH CHRONIC SYSTEMIC INFLAMMATION SYNDROME

Vostroilova G.A., Shaposhnikov I.T., Brigadirov Yu.N., Zhukov M.S., Sashnina L.Yu.,  
Akulova K.O., Yakimchuk O.V.

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

*This article presents the results of a study of the effect of chronic systemic inflammation syndrome in pregnant cows on the immunological status of newborn calves. It has been established that the calves obtained from the cows with this syndrome have intense colostral immunity against the background of congenital immunodeficiency, which is characterized by a decrease in the number of T- and B-lymphocytes, the activity of phagocytes, lysozyme and the complement system. The identified abnormalities in this group of animals increase the risk of early neonatal infection and comorbid pathology. **Keywords:** cows, low-intensity chronic systemic inflammation syndrome, newborn calves, immunity, pathology.*

**Введение.** Первостепенной задачей при организации рентабельного интенсивного молочного животноводства является получение ремонтного молодняка, адаптированного к условиям промышленной технологии ведения хозяйственной деятельности. Не вызывает сомнений то обстоятельство, что здоровье теленка определяется задолго до его рождения и напрямую зависит от характера течения гестационного процесса и иммунобиохимического статуса материнского организма. В настоящее время сложилось четкое понимание, что цитокины участвуют в регуляции иммунологических и биохимических процессов, проходящих в организме. Установлено, что при физиологическом течении беременности цитокиновый баланс смещается в сторону иммуносупрессорных цитокинов, ингибирующих реакции клеточного иммунитета, стимулирующих синтез прогестерона и хорионического гонадотропина и выработку блокирующих антител [4]. Однако сохранение воспалительной реакции при хроническом процессе в стадии клинической ремиссии или возникновение осложнений беременности в виде анемии, гестоза и других патологий могут изменять иммунный гомеостаз, который сопровождается сменой цитокинового профиля [2, 5, 10]. При этом в литературе имеются сведения перехода цитокинов через плаценту и проникновения в фетальную циркуляцию. Так, в медицинской литературе выявлено, что проявление гестозов у матерей сопровождалось рождением младенцев с выраженным дисбалансом продукции цитокинов и поражением центральной нервной системы [1]. Также проведенные нами исследования показали, что у новорожденных телят, полученных от коров с синдромом хронического системного воспаления низкой степени интенсивности, имеется повышенный уровень провоспалительных цитокинов и признаки антенатальной гепатодистрофии [3]. Таким образом, можно предположить, что любое длительное отклонение показателей иммунологического гомеостаза беременных влечет за собой нарушение внутриутробного развития плода и снижает резистентность новорожденных. Нарушение внутриутробного развития плода – основная причина ослабления адаптационно-приспособительных механизмов у новорожденных, способствующая, наряду с другими факторами, возникновению неонатальной патологии у молодняка. Гипотеза данного исследования заключается в том, что длительное низкоуровневое смещение цитокинового профиля беременных коров в сторону провоспалительных цитокинов вносит вклад в формирование иммунной системы плода.

**Целью работы** явилось изучение влияния синдрома хронического системного воспаления низкой степени интенсивности на иммунологический статус новорожденных телят.

**Материалы и методы исследований.** Исследования осуществляли с учетом требований биоэтической комиссии ФГБНУ «ВНИВИПФиТ». Опыт проводился в условиях животноводческого предприятия, расположенного в Бобровском районе Воронежской области. В эксперименте были задействованы коровы красно-пестрой породы (голландизированные) в первой половине третьего триместра беременности, находившиеся на беспривязном содержании и получавшие полноценный рацион. При сборе анамнеза, клинического и лабораторного обследования коров было сформировано 2 группы: 1 группа (n = 10) – клинически здоровые коровы с неосложненным течением беременности, 2 группа (n = 7) – коровы с синдромом хронического системного воспаления низкой степени интенсивности. Синдром хронического системного воспаления низкой степени интенсивности – определяли при выявлении увеличения содержания ИЛ-1 $\beta$ , ФНО- $\alpha$  и ИЛ-2 относительно группы 1. Телята, полученные от подобранных коров, были рождены в результате физиологических и неосложненных родов. В первые минуты после рождения коровы облизывали телят, которых после помещали на 2 часа в термоклетку (38,5-40,0 $^{\circ}$ C) для искусственного высушивания. Затем телята переводились в индивидуальные боксы профилактория. Перед первым кормлением с помощью ве-

сов определяли массу тела животных. Через час и 6 часов после рождения с помощью метода «дренчивания» осуществляли выпойку молозива в объеме 2 литра.

Отбор проб крови у коров осуществлялся в начале третьего триместра беременности. Кровь отбирали через 6 часов после кормления из хвостовой вены с помощью вакуумной системы забора крови в пробирки с активатором свертываемости крови SiO<sub>2</sub> («Chengdu Puth Medical Plastics Packaging Co., Ltd.», Китай) для получения сыворотки крови. В ней определяли содержание интерлейкина-1 $\beta$  (ИЛ-1 $\beta$ ), интерлейкина-2 (ИЛ-2), интерлейкина-4 (ИЛ-4), интерлейкина-10 (ИЛ-10), интерферона- $\gamma$  (ИНФ- $\gamma$ ) и фактора некроза опухоли- $\alpha$  (ФНО- $\alpha$ ) методом иммуноферментативного анализа. У телят отбор крови осуществлялся на 3 день от рождения из яремной вены в пробирки с активатором свертывания крови SiO<sub>2</sub> для получения сыворотки и в пробирки с ЭДТА для стабилизации цельной крови.

В цельной крови определяли фагоцитарную активность нейтрофилов (ФАН), фагоцитарное число (ФЧ), фагоцитарный индекс (ФИ), количество Т- и В-лимфоцитов и проводили постановку НСТ-теста. В сыворотке крови телят определяли: ИЛ-1  $\beta$ , ИЛ-2, ИЛ-4, ИЛ-10, ФНО- $\alpha$ , ИНФ- $\gamma$ , IgA, IgM, IgG уровень комплементарной (КАСК), бактерицидной (БАСК) и лизоцимной (ЛАСК) активности сыворотки крови, циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК). Получение всех указанных показателей осуществлялось в соответствии с методическими рекомендациями по оценке и коррекции иммунного статуса животных и официальными инструкциями на коммерческие наборы для определения ИЛ-1  $\beta$ , ИЛ-2, ИЛ-4, ИЛ-10, ФНО- $\alpha$ , ИНФ- $\gamma$ , IgA, IgM, IgG [6].

При выполнении лабораторных исследований использовали фотоэлектроколориметр КФК-3 (Россия), анализатор иммуноферментных реакций АИФР-01 УНИПЛАНтм (Россия) и микроскоп Микромед 3 U3 (Россия) с соблюдением правил эксплуатации приборов.

Полученные данные подвергались статистической обработке с использованием пакета программ Statistica v10. Рассчитывали среднюю арифметическую (M) и стандартную ошибку средней (SE). Достоверность различия между выборками оценивали с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни. Силу влияния между факторами и показателями определяли с помощью коэффициента корреляции Спирмена (R<sub>s</sub>), который оценивался по шкале Чеддока.

**Результаты исследований.** Клиническое обследование коров в третьем триместре беременности (210-220 день) показало, что у всех животных отсутствовали видимые клинические признаки патологий. Однако лабораторные исследования крови позволили выявить у 7 коров (группа 2) достоверное увеличение уровня провоспалительных интерлейкинов по сравнению с показателями здоровых коров: ИЛ-1 $\beta$  был выше в 2,2 раза (3,0 $\pm$ 0,25 против 6,5 $\pm$ 0,22 пг/мл), а ФНО- $\alpha$  и ИЛ-2 были увеличены на 74,1 (2,7 $\pm$ 0,13 против 4,7 $\pm$ 0,06 пг/мл) и 76,5% (3,4 $\pm$ 0,20 против 6,0 $\pm$ 0,30 пг/мл) соответственно. При этом необходимо отметить, что средняя упитанность данных коров была выше группы сравнения на 22,2% (3,6 $\pm$ 0,16 против 4,4 $\pm$ 0,20 балла). В соответствии с этим отмеченное низкоуровневое хроническое воспаление вероятнее всего было обусловлено избыточным накоплением жировой ткани, которая синтезирует провоспалительные цитокины [8].

Клиническое обследование новорожденных телят показало, что они не имели уродств и были симметрично развиты. Вес телят в группе 1 составлял 31,1 $\pm$ 0,95 кг против 31,3 $\pm$ 1,12 кг во второй группе. Осмотр слизистой оболочки десен выявил, что у всех животных она была равномерно окрашена в розово-красный цвет, а количество резцов составляло от 6 до 8 шт. Средняя частота дыхательных движений через 15 мин. после рождения была равна 33,7 $\pm$ 1,06 дд/мин, частота сердечных сокращений – 125,1 $\pm$ 10,21 уд/мин, а температура тела – 39,1 $\pm$ 0,08 °С. Таким образом, все новорожденные телята имели нормальное морфофункциональное развитие и не имели явных клинических признаков патологии.

При определении количества изучаемых цитокинов у новорожденных телят было выявлено, что у животных 2 группы уровень ИЛ-2, ИЛ-4, ИЛ-10 и ИНФ- $\gamma$  был ниже аналогичных показателей телят группы сравнения на 10,0; 29,3; 24,5 и 17,4% соответственно, а ИЛ-1 $\beta$  и ФНО- $\alpha$  были выше на 45,8 и 8,7% (рисунок 1).

Дальнейшее изучение состояния иммунной системы телят, рожденных от коров с синдромом хронического системного воспаления низкой степени интенсивности, показало, что уровень иммуноглобулинов А, М и G не имел достоверно значимого различия с группой сравнения, что позволяет говорить о полноценной передаче колостральных антител и формировании гуморальной иммунной защиты. Однако у них отмечался достоверно низкий уровень лизоцимной и комплементарной активности сыворотки крови на 22,2 и 41,5% соответственно (таблица 1), что свидетельствует о сниженной гуморальной неспецифической резистентности.

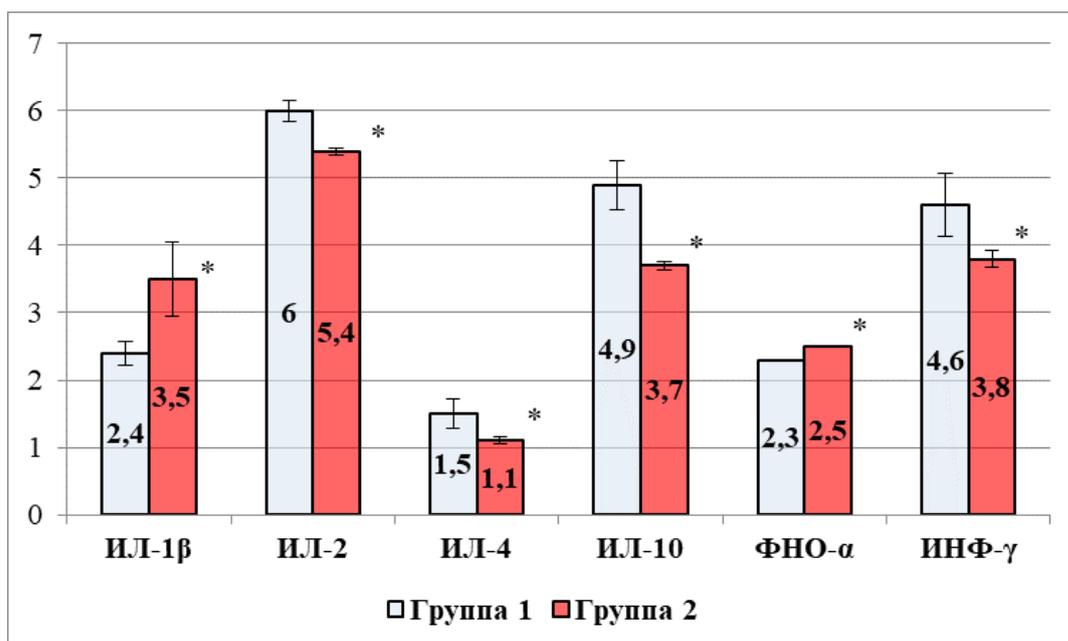


Рисунок 1 – Показатели уровня цитокинов (пг/мл) новорожденных телят, рожденных от коров с синдромом хронического системного воспаления низкой степени интенсивности

Примечание.\* –  $P < 0,05$  в сравнении с группой 1

Таблица 1 - Иммунологический профиль новорожденных телят, рожденных от коров с синдромом хронического системного воспаления низкой степени интенсивности

Показатели	Группа 1 (n=10)	Группа 2 (n=7)
Т-лимфоциты, $10^9/л$	$1,51 \pm 0,089$	$1,04 \pm 0,062^*$
В-лимфоциты, $10^9/л$	$0,54 \pm 0,030$	$0,35 \pm 0,020^*$
БАСК, %	$86,3 \pm 63$	$88,1 \pm 1,25$
ЛАСК, мкг/мл	$1,67 \pm 0,091$	$1,30 \pm 0,041^*$
КАСК, % гем	$14,2 \pm 0,57$	$8,3 \pm 1,28^*$
ФАН, %	$91,9 \pm 0,92$	$81,0 \pm 3,53^*$
ФЧ, ед	$7,8 \pm 0,19$	$7,1 \pm 0,50$
ФИ, ед	$8,8 \pm 0,23$	$8,5 \pm 0,39$
спНСТ, %	$14,2 \pm 1,27$	$13,8 \pm 1,42$
стНСТ, %	$34,9 \pm 1,21$	$37,7 \pm 1,41$
ПР, ед.	$2,6 \pm 0,29$	$3,0 \pm 0,28$
ЦИК, мг/мл	$0,242 \pm 0,037$	$0,240 \pm 0,054$
IgA, мг/мл	$0,330 \pm 0,011$	$0,319 \pm 0,016$
IgM, мг/мл	$4,82 \pm 0,33$	$5,0 \pm 0,21$
IgG, мг/мл	$17,5 \pm 0,69$	$17,09 \pm 1,29$

Примечание.\* –  $P < 0,05$  в сравнении с группой 1.

Лизоцим, синтезируемый гранулоцитами, моноцитами и макрофагами, входит в число основных факторов неспецифической защиты организма. Его количество в сыворотке крови характеризует пролиферативную и функциональную активность этих клеток. Он способен разрушать клеточную стенку бактерий путем гидролиза  $\beta$ -1,4 гликозидных связей между N-ацетилмураминовой кислотой C-1 и N-ацетилглюкозамином C-4 грамположительных бактерий [8], тем самым участвуя в адаптации и в поддержании становления иммунной системы новорожденных. Также необходимо отметить, что при лизисе грамотрицательных бактерий лизоцим действует совместно с системой комплемента, которая представлена комплексом защитных белков, продуцируемых в гепатоцитах и макрофагах. Они присутствуют во всех жидкостях организма и являются важными факторами бактерицидности, так как стимулируют фагоцитоз микробных клеток. В нашем исследовании определение фагоцитарной активности нейтрофилов выявило снижение ее значений на 11,9% у телят, полученных от коров с синдромом хронического системного воспаления низкой степени интенсивности, но метаболическая активность нейтрофилов при этом не изменилась, на что указывают данные НСТ-теста. Поэтому ослабление фагоцитоза, вероятнее всего, связано со снижением синтеза бел-

ков системы комплемента. Также у 2 группы животных был низкий уровень абсолютного количества Т- и В-лимфоцитов на 31,1 и 35,2% соответственно, играющих важную роль в обеспечении клеточного и гуморального иммунитета. Известно, что система комплемента взаимодействует с различными отделами иммунной системы, включая дифференцировку и активацию Т- и В-лимфоцитов [11]. Поэтому снижение активности системы комплемента на фоне низкого количества Т- и В-лимфоцитов, а также низкой фагоцитарной активности нейтрофилов повышает риск возникновения ранней неонатальной инфекции у телят и появления нарушений в формировании гуморальной защиты. Снижение активности системы комплемента может происходить по разным причинам, в частности, из-за снижения уровня белков, распознающих бактерии, недостаточности усиления первичного сигнала протеолитическим каскадом или нарушений в образовании литических отверстий в мембране патогена [7]. Независимо от причины, это ведет к увеличению риска возникновения ранней неонатальной инфекции у телят. Так, в результате наблюдения за телятами обеих групп в течение первых 2 недель жизни, было отмечено, что заболеваемость желудочно-кишечными болезнями в группе 1 составляла 20% против 71,4% в группе 2, а заболеваемость респираторными болезнями – 10% против 28,6% соответственно. Корреляционный анализ Спирмена выявил, что синдромом хронического системного воспаления низкой степени интенсивности у коров во время беременности имеет достоверную умеренную силу влияния ( $R_s = 0,55$ ,  $p < 0,05$ ) на риск возникновения неонатальной патологии у новорожденных телят. Для выявления механизмов, предрасполагающих к возникновению ранней неонатальной инфекции, было проведено два дополнительных корреляционных анализа, которые установили, что синдром хронического системного воспаления низкой степени интенсивности в третьем триместре беременности оказывает достоверное воздействие заметной и высокой силы влияния на иммунную систему плода, проявляющееся увеличением уровня провоспалительных цитокинов и уменьшением противовоспалительных. Также на фоне этого отмечается снижение ЛАСК, КАСК, ФАН, Т- и В-лимфоцитов. При этом наибольшее достоверное влияние на риск возникновения неонатальной патологии у телят оказывают высокие значения ИЛ-1 $\beta$  и ФНО- $\alpha$ , и низкие значения КАСК и ФАН (таблица 2).

**Таблица 2 – Влияние синдрома хронического системного воспаления низкой степени интенсивности в третьем триместре беременности у коров на иммунологические показатели новорожденных и их связь с неонатальной патологией ( $R_s$ , \* -  $P < 0,05$ )**

Иммунологические показатели у телят	Синдромом хронического системного воспаления низкой степени интенсивности в третьем триместре беременности	Возникновение неонатальной патологии у телят
ИЛ-1 $\beta$	<b>0,70*</b>	<b>0,72*</b>
ИЛ-2	<b>-0,62*</b>	-0,43
ИЛ-4	<b>-0,79*</b>	-0,47
ИЛ-10	<b>-0,86*</b>	-0,44
ФНО- $\alpha$	<b>0,88*</b>	<b>0,70*</b>
ИНФ- $\gamma$	-0,31	-0,40
Т-лимфоциты	<b>-0,81*</b>	-0,36
В-лимфоциты	<b>-0,86*</b>	-0,39
БАСК	0,30	-0,08
ЛАСК	<b>-0,66*</b>	-0,25
КАСК	<b>-0,82*</b>	<b>-0,43*</b>
ФАН	<b>-0,86*</b>	<b>-0,55*</b>
ФЧ	-0,22	-0,29
ФИ	-0,35	-0,20
спНСТ-тест	-0,06	0,09
стНСТ-тест	0,30	0,02
ЦИК	-0,09	0
IgA	-0,16	-0,10
IgM	-0,16	-0,25
IgG	-0,06	-0,17

**Заклучение.** Проведенные исследования показали, что синдром хронического системного воспаления у стельных коров влияет на иммунную систему плода. Иммунная система новорожденных телят, полученных от этих коров, имеет напряженный колостральный иммунитет на фоне врожденного иммунодефицита, который характеризуется уменьшением количества Т- и В-лимфоцитов, активности фагоцитов, лизоцима и системы комплемента. Выявленные отклонения у данной группы животных повышают риск возникновения ранней неонатальной инфекции и, следовательно, коморбидной патологии, а также способствуют появлению нарушений в становлении гуморальной и клеточной защиты.

**Conclusion.** The studies have shown that chronic systemic inflammation syndrome in pregnant cows affects the fetal immune system. The immune system of newborn calves obtained from these cows has intense colostrum immunity against the background of congenital immunodeficiency, which is characterized by a decrease in the number of T- and B-lymphocytes, the activity of phagocytes, lysozyme and the complement system. The identified deviations in this group of animals increase the risk of early neonatal infection and, consequently, comorbid pathology, and also contribute to the appearance of disturbances in the development of humoral and cellular defense.

**Список литературы.** 1. Каштальян, О.А. Цитокины как универсальная система регуляции / О.А., Каштальян, Л.Ю. Ушакова. – Медицинские новости. – 2017. – № 9. – С. 3-7. 2. Иммунный статус коров с разным сроком беременности и в ранний послеродовой период / П.А. Паршин [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2023. – № 3 (24). – С. 65-80. – DOI: 10.17238/issn2541-8203.2023.3.65. 3. Роль синдрома хронического системного воспаления у стельных коров в развитии антенатальной патологии печени у новорожденных телят / П.А. Паршин [и др.] // Международный вестник ветеринарии. – 2023. – № 4. – С. 361-369. – DOI:10.52419/issn2072-2419.2023.4.345. 4. Роль цитокинов в обеспечении физиологического течения беременности / Л. Ю. Сашнина [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2022. – № 3 (20). – С. 144-152. – DOI: 10.17238/issn2541-8203.2022.3.144. 5. Чеснокова, Н.П. О роли нарушений иммунного статуса матери и плода в патогенезе гестоза / Н.П. Чеснокова, Н.Н. Яхамова, С.М. Архангельский // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2008. – № 22 (4). – С. 26-29. 6. Методические рекомендации по оценке и коррекции иммунного статуса животных / А.Г. Шахов [и др.]. – Воронеж, 2005. 7. Современное представление о системе комплемента / С.С. Шахиджанов [и др.] // Вопросы гематологии, онкологии и иммунопатологии в педиатрии. – 2019. – № 18 (3). – С. 130-144. – DOI: 10.24287/1726-1708-2019-18-3-130-144. 8. Цитокины и регуляция глюкозы и липидов при ожирении / В.И. Щербakov [и др.] // Ожирение и метаболизм. – 2022. – № 19 (3). – С. 317-323. – DOI: 10.14341/omet12863. 9. Formation of local protection of the respiratory tract in holstein calves / Yu.N Alekhin [i dr.] // Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. –2019. – № 43 (5). – 656-661. – DOI: 10.3906/vet-1903-73. 10. Burton, G.J. Placental origins of chronic disease / G.J. Burton, A.L. Fowden, K.L Thornburg // Physiol Rev. – 2016. – № 96 (4). – С. 1509-1515. – DOI: 10.1152/physrev.00029.2015. 11. Pettigrew, H.D. Clinical Significance of Complement Deficiencies / H.D. Pettigrew, S.S.Teuber, M.E. Gershwin // Annals of the New York Academy of Sciences. – 2009. – № 1173 (1). – С. 108-123. – DOI: 10.1111/j.1749-6632.2009.04633.x.

**References.** 1. Kashtal'yan, O.A. Citokiny kak universal'naya sistema regulyacii / O.A., Kashtal'yan, L.YU. Ushakova. – Medicinskie novosti. – 2017. – № 9. – S. 3-7. 2. Immunnyj status korov s raznym srokom beremennosti i v rannij poslerodovoj period / P.A. Parshin [i dr.] // Veterinarnyj farmakologicheskij vestnik. – 2023. – № 3 (24). – S. 65-80. – DOI: 10.17238/issn2541-8203.2023.3.65. 3. Rol' sindroma hronicheskogo sistemnogo vospaleniya u stel'nyh korov v razvitii antenatal'noj patologii pečeni u novorozhdennyh telyat / P.A. Parshin [i dr.] // Mezhdunarodnyj vestnik veterinarii. – 2023. – № 4. – S. 361-369. – DOI:10.52419/issn2072-2419.2023.4.345. 4. Rol' citokinov v obespechenii fiziologicheskogo techeniya beremennosti / L.YU. Sashnina [i dr.] // Veterinarnyj farmakologicheskij vestnik. – 2022. – № 3 (20). – S. 144-152. – DOI: 10.17238/issn2541-8203.2022.3.144. 5. CHesnokova, N.P. O roli narushenij immunnogo statusa materi i ploda v patogeneze gestoza / N.P. CHesnokova, N. N. YAhamova, S.M. Arhangel'skij // Saratovskij nauchno-medicinskij zhurnal. – 2008. – № 22 (4). – S. 26-29. 6. Metodicheskie rekomendacii po ocenke i korrekcii immunnogo statusa zhivotnyh / A.G. SHahov [i dr.]. – Voronezh, 2005. 7. Sovremennoe predstavlenie o sisteme komplementa / S.S. SHahidzhanov [i dr.] // Voprosy gematologii, onkologii i immunopatologii v pediatrii. – 2019. – № 18 (3). – S. 130-144. – DOI: 10.24287/1726-1708-2019-18-3-130-144. 8. Citokiny i regulyaciya glyukozy i lipidov pri ozhireнии / V.I. SHCHerbakov [i dr.] // Ozhirenie i metabolizm. – 2022. – № 19 (3). – S. 317-323. – DOI: 10.14341/omet12863. 9. Formation of local protection of the respiratory tract in holstein calves / Yu.N Alekhin [i dr.] // Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. –2019. – № 43 (5). – 656-661. – DOI: 10.3906/vet-1903-73. 10. Burton, G.J. Placental origins of chronic disease / G.J. Burton, A.L. Fowden, K.L Thornburg // Physiol Rev. – 2016. – № 96 (4). – S. 1509-1515. – DOI: 10.1152/physrev.00029.2015. 11. Pettigrew, H.D. Clinical Significance of Complement Deficiencies / H.D. Pettigrew, S.S.Teuber, M.E. Gershwin // Annals of the New York Academy of Sciences. – 2009. – № 1173 (1). – S. 108-123. – DOI: 10.1111/j.1749-6632.2009.04633.x.

Поступила в редакцию 13.02.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-15-19  
УДК 619:615.211

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТОВ «ИЗОФЛУРАН» И «ПРОПОФОЛ» ПРИ ОВАРИОГИСТЕРЭКТОМИИ У СОБАК

\*Журба В.А. ORCID ID 0000-0002-1510-1977, \*Золоторев К.В.,  
\*\*Ковалев И.А. ORCID ID 0000-0002-5503-8378

\*ООО «Сас Энимал Сервис», г. Минск, Республика Беларусь  
\*\*УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,  
г. Витебск, Республика Беларусь

*В этой статье мы поделимся опытом применения ингаляционного и тотального внутривенного наркоза животным-компаньонам при проведении хирургической стерилизации собак на базе ветеринарной клиники «Сас Энимал Сервис», г. Минск.*

*Кроме того, развитие ветеринарной анестезиологии способствует развитию других направлений ветеринарной медицины, таких как хирургия, рентгенология и лабораторная диагностика.*

*Нужно помнить, что любая хирургическая операция является стресс-фактором для животного, и конечный результат любой операции зависит не только от течения процессов заживления после операционных вмешательств, но и от возможности самого организма справиться с психоэмоциональным напряжением и условным стрессом. **Ключевые слова:** анестезия, препараты, анальгетики, собаки, операция, нейролептики, интубация, газовый наркоз.*

## COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF ISOFLURANE AND PROPOFOL ADMINISTRATION DURING OVARIHYSTERECTOMY IN DOGS

\*Zhurba V.A., \*Zolotorev K.V., \*\*Kovalev I.A.

\*LLC "Sas Animal Service", Minsk, Republic of Belarus  
\*\*Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

*In this article we will share our experience of applying inhalation and total intravenous anaesthesia to companion animals during surgical sterilisation of dogs on the basis of the veterinary clinic "Sas Animal Service", Minsk.*

*In addition, the development of veterinary anaesthesiology contributes to the development of other areas of veterinary medicine, such as surgery, radiology and laboratory diagnostics.*

*It should be remembered that any surgical operation is a stress factor for the animal, and the final result of any operation depends not only on the course of healing processes after surgical interventions, but also on the ability of the organism itself to cope with psycho-emotional tension and conditional stress. **Keywords:** anesthesia, drugs, analgesics, dogs, surgery, neuroleptics, intubation, gas anesthesia.*

**Введение.** Несмотря на достижения в ветеринарной хирургии и широкий выбор фармакологических средств, используемых в анестезиологическом пособии, задача по поиску адекватной защиты организма от негативных факторов и осложнений во время оперативных вмешательств требует своего решения и по сегодняшний день.

Мультиmodalность в ветеринарной анестезии является эффективным подходом, который позволяет достичь наилучших результатов операции и обеспечить максимальную защиту организма животного от стресса.

Правильный выбор метода анестезии и лекарственных препаратов, а также индивидуальный подход к каждому пациенту позволяют достичь оптимального баланса между безопасностью, обезболиванием и комфортом для животного.

Основными принципами данной системы являются:

1. Индивидуальный подход: каждое животное уникально, поэтому необходимо учитывать его особенности, состояние здоровья, возраст, породу и особенности операции при выборе метода анестезии и лекарственных препаратов.

2. Предварительная оценка боли: перед проведением операции необходимо провести тщательную оценку уровня боли у животного. Это позволяет выбрать наиболее эффективные методы обезболивания и лекарственные препараты для предотвращения и управления болевыми ощущениями во время и после операции.

3. Фармакологическая многокомпонентность: использование комбинации различных лекарственных препаратов и методов их введения позволяет достичь наилучшего эффекта анестезии и снижения рисков побочного действия каждого компонента.

Задачи:

- обеспечение медикаментозного сна с временной амнезией;
- обеспечение обезболивания;
- обеспечение миорелаксации;
- обеспечение нейровегетативной блокады.

4. Профилактика и контроль стресса: стресс является одним из основных факторов, влияющих на результат операции. Поэтому важно предотвращать и контролировать стрессовые ситуации у животного.

5. Мониторинг и поддержка: важно непрерывно мониторировать состояние животного во время операции и после нее, чтобы своевременно выявить и устранить возможные осложнения. Обеспечение адекватной гемодинамики и вентиляции легких.

В ветеринарной анестезиологии, для обеспечения качественного медикаментозного сна во время наркоза, начали широко применять два основных препарата, имеющих разное агрегатное состояние – «Изофлуран» и «Пропофол».

**Изофлуран** – галогенсодержащее средство для ингаляционного наркоза. Вызывает быстрое наступление общей анестезии, ослабление глоточных и гортанных рефлексов, умеренную миорелаксацию.

**Пропофол** - средство неингаляционного наркоза, эмульсия для внутривенного введения. При внутривенном введении глубокая седация наступает примерно в течение 30 сек., без выраженных признаков возбуждения [1, 2, 4].

**Цель исследований** - провести сравнительную оценку седативной эффективности препаратов «Изофлуран» и «Пропофол Каби» в поддержании медикаментозного сна при лапаротомической овариогистерэктомии у собак условно возрастной группы и на этой основе создать более эффективную схему анестезиологического пособия.

**Материалы и методы исследований.** В рамках клинических исследований на базе ветеринарной клиники «Сас энимал сервис» проводились сравнительные испытания препаратов «Изофлуран» и «Пропофол Каби» в качестве снотворных средств для наркоза.

Клинические испытания проводили на животных по мере их поступления в клиническое отделение хирургии для проведения овариогистерэктомии. Согласно принципу клинических аналогов было подобрано 2 группы по 20 собак в возрасте от 7 до 10 лет, городского содержания средних размеров, с массой тела от 15 до 17 кг, поступивших для планового хирургического вмешательства. Содержание животных квартирное, а также в вольере, моцион 2 раза в день, доступ к воде свободный, кормление два раза в день промышленными кормами различных фирм. Всем животным ежегодно проводится плановая профилактическая вакцинация. В эксперимент не включали собак с известной гиперчувствительностью к какому-либо из исследуемых препаратов. Все пациенты имели оценку 1 или 2, согласно критериям ASA, при осмотре перед общей анестезией [3, 5].

Все животные перед началом операции выдерживались на 6-часовой голодной диете.

Перед испытанием у всех животных был собран тщательный анамнез, проведен полный клинический осмотр – измерены масса тела животного, физиологические показатели (температура тела, частота сердечных сокращений, частота дыхания, Эхо сердца, ЭКГ, измерение артериального давления, аускультация сердечных толчков и паренхимы легких), а также лабораторная диагностика: общий анализ крови и биохимический анализ крови. В исследование допущены клинически здоровые животные.

Для проведения испытания использовали оборудование: кислородный генератор, наркозный аппарат с функцией искусственной вентиляции легких Draeger Primus (Германия), шприцевые насосы ДШ-10 (Беларусь), водяная грелка, ветеринарный монитор пациента Mindray MEC10 Vet (Китай).

Всем животным перед операцией был поставлен периферический венозный катетер и подключена система с физиологическим раствором натрия хлорида 0,9%. Необходимость данной процедуры заключается в том, чтобы быстро оказать реанимационные действия пациенту и быстро доставить лекарственные средства.

Общая схема эксперимента: животным двух испытательных групп вводную анестезию проводили комбинациями препаратов:

Диазепам - 0,5 мг/кг внутривенно (анксиолизис).

Кетамин – 2 мг/кг внутривенно (диссоциативная анальгезия).

Дексмедетомидин – 5 мкг/кг внутривенно (миорелаксация).

Это позволило снизить рефлекторную активность центральной нервной системы, а также понизить метаболические процессы организма, что позволяет в значительной мере уменьшить концентрацию компонентов наркоза для получения того же уровня анестезии.

После проведения эндотрахеальной интубации и подготовки операционного поля (стандартным образом) собакам первой группы (А) (n = 20) в качестве снотворного средства применялся препарат «Изофлуран» в качестве газовой смеси эндотрахеально (100% кислород, изофлуран, воздух) через наркозный аппарат ИВЛ. Для точного контроля за подаваемой концентрацией изофлурана использовался специальный откалиброванный испаритель Drager Vapor 2000. Минимальная альвеолярная концентрация (МАК) интраоперационно 1-1,1 об%.

Животным второй группы (В) (n = 20) в качестве средства для медикаментозного сна применялся препарат «Пропофол Каби» в дозе 4 мг/кг внутривенно (индукция) с последующей инфузией с по-

стоянной скоростью в дозе 0,4 мг\кг\мин интраоперационно. Для респираторной поддержки и контроля за дыханием применялась дыхательная смесь (воздух+кислород) через наркозный аппарат ИВЛ.

В качестве основного анальгетического компонента в двух испытуемых группах применялся препарат «Фентанил» на инфузии с постоянной скоростью в дозе 5 мкг\кг\ч (с предварительной загрузкой в дозе 3 мкг\кг).

Животные двух испытательных групп во время операции находились на водных грелках с установленной температурой поддержки в 39 градусов.

Оценка глубины и качества медикаментозного сна проводилась интраоперационно с помощью простой оценочной шкалы (таблица 1).

**Таблица 1 – Оценка глубины анестезии**

ПШО для интраоперационной оценки уровня медикаментозного сна		
Балл	Уровень стадии хирургического наркоза	Внешние признаки и проявления
1	I	Сужение зрачка (реакция на свет сохранена), плавное движение глазных яблок, роговичный и пальпебральный рефлекс сохранены, слезотечение сохранено, положение глазного яблока центральное, мышечный тонус сохранен, дыхание спонтанное
2	II	Постепенное расширение зрачка (реакция на свет ослабевает), движение глазных яблок прекращается, роговичный рефлекс сохранен, пальпебральный – ослаблен, слезотечение менее выражено, положение глазного яблока вентромедиальное, мышечный тонус снижен, дыхание спонтанное, глубокое. Оптимальный уровень сна для проведения операции
1	III	Зрачки расширены (реакция только на сильный световой раздражитель), движение глазных яблок отсутствует, роговичный и пальпебральный рефлекс отсутствуют, слезотечение отсутствует, положение глазного яблока вентромедиальное, мышечный тонус отсутствует, дыхание спонтанное поверхностное
0	IV	Максимальное расширение зрачка (реакция на свет отсутствует), роговичный и пальпебральный рефлекс отсутствуют, положение глазного яблока центральное, легочная вентиляция снижена, дыхание поверхностное диафрагмальное, пульс нитевидный, тахикардия

Контроль состояния пациента во время анестезии проводился при помощи специального оборудования – монитора пациента Mindray MEC10 Vet (Рис.) и наркозного аппарата ИВЛ Draeger Primus. Фиксировались основные показатели:

- Частота сердечных сокращений
- ЭКГ
- Сатурация
- Неинвазивное измерение артериального давления
- Температура тела
- Частота дыхательных движений
- Дыхательный объем легких
- Минутный объем легких
- Концентрация углекислого газа во вдыхаемой и выдыхаемой смеси
- Концентрация кислорода во вдыхаемой смеси

В качестве постоперационного обезболивающего в испытуемых группах животных применялась комбинация препаратов: трамадол – 3 мг\кг + карпрофен – 2 мг\кг, 2 р\сут (после достижения температуры тела не менее 37,5 градусов).

После завершения операции животных переводили в отделение ОПИТ для постоперационной анальгезии и дальнейшего контроля за пробуждением. После возвращения глотательного и кашлевого рефлекса извлекали эндотрахеальную трубку. Фиксировали время от окончания операции до подъема головы и принятия животным лежачего положения на груди, оценивали качество выхода из наркоза по ПОШ от 0 до 3 (таблица 2).

**Таблица 2 - Оценка качества выхода из наркоза**

ПОШ оценки качества выхода из наркоза	
Баллы	Качество выхода из наркоза
0	Плохое (значительные признаки возбуждения, сильное нарушение координации движений, вокализация, неадекватная реакция на внешние раздражители)
1	Умеренное (некоторые признаки возбуждения, быстрые движения без реакции на окружающую обстановку, хорошая реакция на внешние раздражители)
2	Хорошее (легкие признаки возбуждения, которые быстро проходят и собака успокаивается)
3	Превосходное (в период выхода из наркоза собака спокойна и расслаблена)

**Результаты исследований.** После проведения вводной анестезии у всех животных, участвовавших в эксперименте, не наблюдалось побочных явлений. В стадии введения в общую анестезию происходило незначительное снижение артериального давления, которое быстро нормализовалось в хирургической стадии наркоза. Исходные значения ЧСС (общее среднее  $92 \pm 20$  уд\мин) и ЧДД ( $22 \pm 5$  дд\мин) на момент анестезиологического осмотра до операции не различались среди животных группы (А) и (В). Внутри групп не было различий в длительности операции ( $40 \pm 15$  мин.).

После индукции изофлурана в группе (А) наблюдалось незначительное снижение ЧСС ( $83 \pm 6$  уд\мин) и повышение ЧДД ( $24 \pm 5$ ), незначительное снижение АД (среднее АД  $67 \pm 5$ ), которое плавно восстанавливалось при достижении стадии хирургического наркоза. В группе (В) после индукции пропофола Каби отмечалось повышение ЧСС ( $96 \pm 22$  уд\мин), снижение ЧДД ( $14 \pm 3$ ) с временным периодом апноэ (25-30 секунд) и незначительное снижение АД (среднее АД  $63 \pm 5$ ), которое восстанавливалось постепенно после перехода к инфузии с постоянной скоростью в ходе операции.

При оценке глубины медикаментозного сна по ПОШ (таблица 1) группа (А) получила 40 баллов, все испытуемые животные достигали II уровня стадии хирургического наркоза в течение  $10 \pm 5$  минут, которая легко поддерживалась при заданной МАК 1,0 об%. Во второй группе (В) оценка 36 баллов, 4 животным интраоперационно потребовалось дополнительное болюсное введение препарата «Пропофол Каби» в дозе 1,5 мкг\кг для достижения оптимального II уровня стадии хирургического наркоза. Вероятно, это связано с менее управляемым клиренсом распределения и биотрансформации вводимого внутривенно пропофола Каби.

Уровень сатурации крови у животных обеих групп (А) и (В) находился в пределах показателей 95–99%. Снижение кислорода до отметки ниже 90% может свидетельствовать о недостаточности вентиляции либо о низком сердечном выбросе. Отклонений по ЭКГ интраоперационно у животных двух групп не наблюдалось (стабильный синусовый ритм).

При оценке дыхательного и минутного объема легких у всех экспериментальных животных групп (А) и (В) не наблюдалось значительных отклонений от физиологической нормы, концентрация углекислого газа в выдыхаемом воздухе также была в пределах нормы ( $37 \pm 3$  мм.рт.ст.)

У собак (А) группы, участвовавших в эксперименте, наблюдалось умеренное снижение температуры тела во время анестезии ( $37 \pm 0,5$ ), в то время как в группе (В) установлено более стремительное снижение температуры тела ( $36,5 \pm 0,5$ ). Это связано с угнетением механизмов терморегуляции и более выраженным эффектом системной вазодилатации при применении пропофола. В случае максимального снижения температуры тела животное согревается при помощи водных грелок, возможно внутривенное введение физиологических растворов, нагретых до нормальной температуры тела.

Собаки, включенные в исследование в группе (А), имели хорошее/превосходное качество выхода из наркоза, со средним временем пробуждения  $20 \pm 5$  мин. согласно ПОШ 2 (таблица 2). В группе (В) умеренное/хорошее качество выхода, со средним временем пробуждения  $35 \pm 5$  мин. У всех животных наблюдались «плавательные движения» конечностей и незначительный гипертонус мышц шеи в периоде пробуждения, которые самопроизвольно проходили в течение 10 минут без дополнительной терапии.

**Заключение.** В сравнении с тотальным внутривенным методом проведения общей анестезии, ингаляционный компонент наркоза имеет целый ряд преимуществ:

- Быстрое начало и окончание действия. Это позволяет более точно контролировать глубину анестезии и обеспечивает более быстрое пробуждение пациента после операции.
- Низкий уровень риска передозировки. Пациент вдыхает только строго заданное количество газа в дыхательной смеси с воздухом и кислородом.
- Низкий уровень токсичности.
- Возможность применения при длительных операциях.
- Имеет низкий процент метаболизма, что позволяет использовать этот способ анестезии при операциях на животных, находящихся в тяжелом состоянии, и для пациентов в преклонном возрасте; в организме метаболизируется незначительная часть изофлурана. В послеоперационном периоде только 0,17% изофлурана можно обнаружить в виде метаболитов в моче.

- Меньшая вероятность аллергических реакций.

Нашими исследованиями установлено, что при использовании ингаляционного компонента наркоза изофлуран постоперационный и восстановительный период в день проведения хирургического вмешательства значительно короче по продолжительности и имеет значительно меньше побочных явлений в периоде выхода из наркоза по сравнению с внутривенным препаратом «Пропофол Каби». Эти преимущества делают газовый наркоз более эффективным и безопасным методом общей анестезии во время хирургических процедур. Однако выбор между газовым и внутривенным наркозом может зависеть от конкретной ситуации, вида хирургического вмешательства и индивидуальных особенностей пациента. На сегодняшний день в нашем центре расширился возрастной порог пациентов, которым необходимо проведение оперативных вмешательств, и повысилась сложность самих хирургических манипуляций, сокращается срок реабилитации в восстановительном периоде, что в значительной мере увеличивает качество оказания ветеринарной помощи мелким домашним животным.

**Conclusion.** Compared to total intravenous method of general anaesthesia, the inhalation component of anaesthesia has a number of advantages:

- Rapid onset and end of action. This allows more precise control of the depth of anaesthesia and allows the patient to awaken more quickly after surgery.
- Low risk of overdose. The patient inhales only a strictly specified amount of gas in a breathing mixture with air and oxygen;
- Low toxicity;
- Can be used in prolonged surgery;
- It has a low metabolic rate, which allows this method of anaesthesia to be used for operations on animals in serious condition and for elderly patients; only a small proportion of isoflurane is metabolised in the body. In the postoperative period, only 0.17% of isoflurane can be detected as metabolites in the urine.
- Less likelihood of allergic reactions.

Our studies have found that when using the inhalation component of anaesthesia Isoflurane, the postoperative and recovery period on the day of surgery is significantly shorter in duration and has significantly fewer adverse events in the period of withdrawal from anaesthesia compared to intravenous Propofol Kabi. These advantages make gas anaesthesia a more effective and safer method of general anaesthesia during surgical procedures. However, the choice between gas and intravenous anaesthesia may depend on the specific situation, type of surgical intervention and individual characteristics of the patient. To date, our centre has expanded the age threshold of patients who need to undergo surgical interventions and the complexity of the surgical manipulations themselves, the period of rehabilitation in the recovery period is reduced, which significantly increases the quality of veterinary care for small pets.

**Список литературы.** 1. Журба, В. А. Применение ингаляционного наркоза при проведении хирургических операций у собак / В. А. Журба, И. А. Ковалёв, А. Э. Коваленко // Ученые записки учреждения образования «Витебская государственная академия ветеринарной медицины». – 2018. – Т. 54, вып. 3. – С. 16-19. 2. Руколь, В. М. Эффективность препарата «Изофлуран МИРАЛЕК» для ингаляционного наркоза у собак / В. М. Руколь, В. А. Журба, А. Э. Коваленко // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2023. – №1(18). – С. 48-51. 3. Масюкова, В. Н. Обездвиживание животных при проведении хирургических обследований и оказании лечебной помощи : учебно-методическое пособие для студентов по специальности "Ветеринарная медицина" и слушателей ФПК/ПК / В. Н. Масюкова, В. А. Журба ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2009. – 18 с. 4. Общая анестезия животных : учеб.-метод. пособие для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальностям: «Ветеринарная медицина», «Ветеринарная санитария и экспертиза», «Ветеринарная фармация» / В. А. Журба [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 68 с. 5. Оперативная хирургия с топографической анатомией животных : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Ветеринарная медицина», «Ветеринарная санитария и экспертиза» / Э. И. Веремей [и др.]; ред. Э. И. Веремей, Б. С. Семенов. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 576 с.

**References.** 1. Zhurba, V. A. *Primenenie ingyalyatsionnogo narkoza pri provedenii hirurgicheskikh operacij u sobak* / V. A. Zhurba, I. A. Kovalyov, A. E. Kovalenko // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny»*. – 2018. – T. 54, vyp. 3. – S. 16-19. 2. Rukol', V. M. *Effektivnost' preparata «Izofluran MIRALEK» dlya ingyalyatsionnogo narkoza u sobak* / V. M. Rukol', V. A. Zhurba, A. E. Kovalenko // *Veterinarnyj zhurnal Belarusi*. – 2023. – №1(18). – S. 48-51. 3. Masyukova, V. N. *Obezdvizhivanie zhivotnyh pri provedenii hirurgicheskikh obsledovaniy i okazanii lechebnoj pomoshchi : uchebno-metodicheskoe posobie dlya studentov po special'nosti "Veterinarnaya medicina" i slushatelej FPKiPK* / V. N. Masyukova, V. A. Zhurba ; *Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy mediciny*. – Vitebsk : VGAVM, 2009. – 18 s. 4. *Obshchaya anesteziya zhivotnyh : ucheb.-metod. posobie dlya studentov uchrezhdenij vysshego obrazovaniya, obuchayushchihsya po special'nostyam: «Veterinarnaya medicina», «Veterinarnaya sanitariya i ekspertiza», «Veterinarnaya farmaciya»* / V. A. Zhurba [i dr.]. – Vitebsk : VGAVM, 2019. – 68 s. 5. *Operativnaya hirurgiya s topograficheskoy anatomiej zhivotnyh : uchebnoe posobie dlya studentov uchrezhdenij vysshego obrazovaniya po special'nostyam «Veterinarnaya medicina», «Veterinarnaya sanitariya i ekspertiza»* / E. I. Veremej [i dr.]; red. E. I. Veremej, B. S. Semenov. – Minsk : IVC Minfina, 2013. – 576 s.

Поступила в редакцию 04.03.2024.

**ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПОЧКАХ ОЗЕРНОЙ ЧАЙКИ ПРИ МОЧЕКИСЛОМ ДИАТЕЗЕ****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

*В статье приводятся данные по патоморфологическим изменениям в почках озерной чайки (*Larus Ridibundus L.*, 1766) при мочекислотном диатезе. Отбор материала (кусочки почек) проводили от клинически здоровых птиц, изъятых из естественного местообитания общепринятым способом. Макроскопические и гистологические исследования осуществляли в прозектории и лаборатории кафедры патологической анатомии и гистологии УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». Подготовка гистологических срезов и их окраску проводили по общепринятым методикам. При мочекислотном диатезе у озерной чайки почки были увеличены в размере с диффузно расположенными очагами уратов. Микроскопические изменения характеризовались появлением базофильно-эозинофильных цилиндров кристаллической и округло-овальной формы в мочеобразующих канальцах, собирательных трубках и просвете сосудистых клубочков. Отложение солей мочевой кислоты приводило к атрофии структур почек, их некрозу и десквамации. В паренхиме органа выявлялось разрастание соединительной ткани с формированием интерстициального нефрита. **Ключевые слова:** озерная чайка, почки, мочекислотный диатез, гистологическое исследование, ткань.*

**PATHOMORPHOLOGICAL CHANGES IN THE KIDNEYS OF THE BLACK-HEADED GULL WITH URIC ACID DIATHESIS****Zhurov D.O., Stars K.V.**Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine,  
Vitebsk, Republic of Belarus

*The article provides data on pathomorphological changes in the kidneys of the black-headed gull (*Larus Ridibundus L.*, 1766) with uric acid diathesis. The material (kidney pieces) was collected from clinically healthy birds removed from their natural habitat using the generally accepted method. Macroscopic and histological studies were carried out in the dissecting room and laboratory of the Department of Pathological Anatomy and Histology of the Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine. Preparation of histological sections and their staining were carried out according to generally accepted methods. With uric acid diathesis, the black-headed gull's kidneys were enlarged in size with diffusely located foci of urate deposition. Microscopic changes were characterized by the appearance of basophilic-eosinophilic cylinders of crystalline and round-oval shape in the urine-forming tubules, collecting ducts and the lumen of the vascular glomeruli. The deposition of uric acid salts led to atrophy of the kidney structures, their necrosis and desquamation. In the parenchyma of the organ, proliferation of connective tissue with the formation of interstitial nephritis was detected. **Keywords:** black-headed gull, kidneys, uric acid diathesis, histological examination, tissue.*

**Введение.** Синантропные птицы, населяющие города, являются уникальными индикаторами изменений биотопов [7, 8, 9]. Деструктивные морфологические изменения, происходящие в их организме, связаны с уровнем загрязнения окружающей среды и антагонизмом химических веществ, типом питания, наличием необходимой кормовой базы и частотой кормления, местом обитания вида, сезоном года и т.д. При этом птицы в ответ на эколого-антропогенный прессинг реагируют структурными, поведенческими, генетическими и физиологическими изменениями, снижаются их репродуктивные показатели, продолжительность жизни, резистентность и иммунологическая толерантность, возникают нарушения функций отдельных органов [6, 11, 12]. К примеру, избыток селена вызывает выпадение перьев, кадмия и хрома – нарушение метаболических процессов, ртути – врожденные уродства и слепоту у птенцов. Накопление тяжелых металлов и различного рода ксенобиотиков вызывает у молодняка и взрослых птиц изменение биохимических показателей и гомеостаза, проявляющееся нарушением обмена белков, микро- и макроэлементов, проблемы с перекисным окислением липидов, повреждение биологических мембран клеток [2, 13], что имеет типичное макроскопическое проявление в органах и тканях.

**Цель исследования** – описание макро- и микроструктурных изменений в почках озерной чайки при мочекислотном диатезе.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводились в условиях секционного зала и лаборатории кафедры патологической анатомии и гистологии УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». Опыты проведены в соответствии с Европейской конвенцией о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (1986) [3]. Объектом исследования служили клинически здоровые озерные чайки в состоянии половой зрелости (n=5), отловленные общепринятым способом. Предметом иссле-

дования служил комплекс патологоанатомических и гистологических [1] показателей почек представленных видов птиц при мочекишлом диатезе.

Для проведения гистологического исследования кусочки почек фиксировали в 10% растворе нейтрального формалина. Зафиксированный материал подвергали уплотнению путем заливки в парафин по общепринятой методике [10]. 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 гистологических срезов 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 «ScorePhoto».

**Результаты исследований.** При макроскопическом исследовании почки у озерной чайки при мочекишлом диатезе были значительно увеличены в объеме, выходили за пределы пояснично-крестцовой кости, бугристые, дряблой консистенции, на поверхности и разрезе видны очаговые (до 1 мм) или полосчатые плотные белые вкрапления (рисунки 1, 2). Серозные оболочки были незначительно припудрены серо-белым налетом, при снятии которого обнажалась красноватая матовая поверхность. Следует отметить, что аналогичные изменения нами выявлялись при мочекишлом диатезе у цыплят и кур-несушек [4, 5].



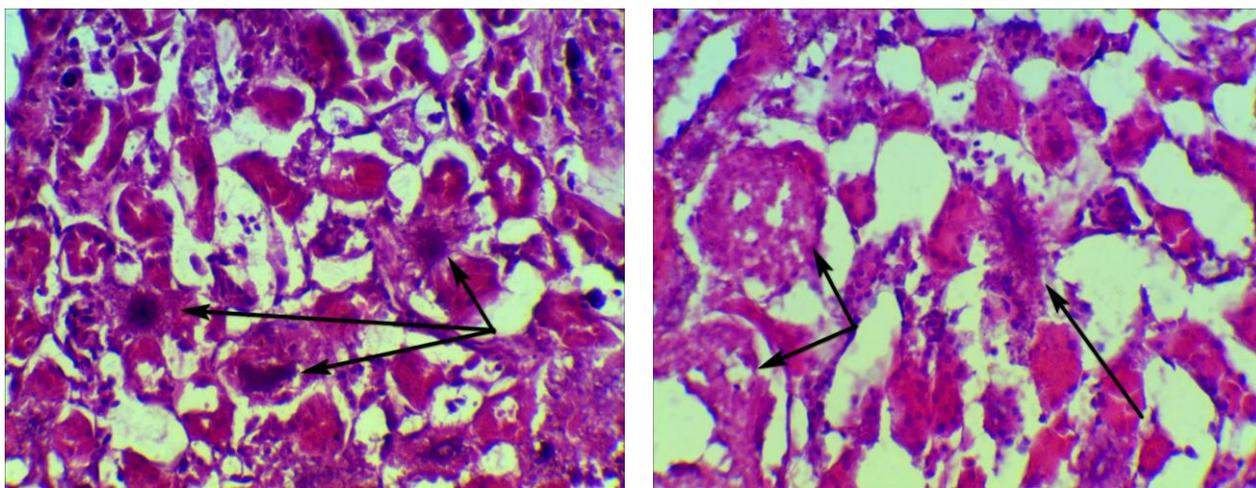
Рисунки 1, 2 – Макрофото. Поражение почек озерной чайки при мочекишлом диатезе

При гистологическом исследовании почек (рисунки 3, 4) установлена острая венозная гиперемия капилляров, серозный отек паренхимы и стромы органа, зернистая дистрофия, местами – некроз и лизис эпителия. В просвете мочеобразующих канальцев и сосудистых клубочках отмечалось отложение уратов в виде кристаллов, которые в центре окрашивались базофильно, а по краям лучиков – эозинофильно. Отложение данных структур приводило к формированию некроза эпителия и его десквамации в полость канальца. Выявлялись также эозинофильно окрашенные цилиндры округло-овальной и корзинчатой форм.

В местах отложения уратов наблюдалась очаговая склеротизация. Выявлялась атрофия выстилающего эпителия, а также вакуолярная дистрофия эпителия собирательных трубок, очаговое разрастание соединительной ткани в паренхиме с формированием интерстициального нефрита, а также склероз капилляров сосудистых клубочков с развитием гиалиновой дистрофии. В то же время капсула нефрона была резко расширена, заполнена аморфным содержимым розового цвета.

Стенки мочеточников были достаточно резко расширены, переполнены содержимым, состоящим из клеточно-некротического детрита. При этом стенка мочеточника вследствие растяжения находилась в состоянии склероза.

Следует отметить, что в органах дыхания и центральной нервной системе птиц изменений не обнаружено, что исключает другие болезни (заразные, незаразные). Поэтому выявленные патологоанатомические и гистологические изменения в почках можно расценивать как проявление висцеральной формы мочекишлого диатеза.



**Рисунки 3, 4 – Микрофото. Отложение уратов в виде кристаллических структур и в виде округло-овальных цилиндров. Атрофия и некроз мочеобразующих канальцев почек озерной чайки. Гематоксилин и эозин. Биомед-6. Ув.: × 240**

**Заключение.** Таким образом, при мочекислотом диатезе у озерной чайки почки увеличены в размере с диффузно расположенными очагами отложения уратов.

Гистологические изменения характеризовались появлением базофильно-эозинофильных цилиндров кристаллической и овально-округлой формы в мочеобразующих канальцах, собирательных трубках и просвете сосудистых клубочков. Отложение солей мочевой кислоты приводило к атрофии структур почек, их некрозу и десквамации. При этом в паренхиме органа выявлялось разрастание соединительной ткани с формированием интерстициального нефрита. Данное состояние может быть связано с типом рациона птицы, поступлением токсических веществ в организм и выведением их почками.

**Conclusion.** Thus, with urate diathesis in black-headed gulls, the kidneys are enlarged in size with diffusely located foci of urate deposition.

Histological changes were characterized by the appearance of basophilic-eosinophilic cylinders of crystalline and oval-round shape in the urine-forming tubules, collecting ducts and the lumen of the vascular glomeruli. The deposition of uric acid salts led to atrophy of the kidney structures, their necrosis and desquamation. At the same time, a proliferation of connective tissue with the formation of interstitial nephritis was detected in the parenchyma of the organ. This condition may be associated with the type of diet the bird eats, the intake of toxic substances into the body and their excretion by the kidneys.

**Список литературы.** 1. Александровская, О. В. Цитология, гистология и эмбриология / О. В. Александровская, Т. Н. Радостина, Н. А. Козлов. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 447 с. 2. Беляченко, А. В. Накопление вторичной продукции озерной чайки (*Larus ridibundus*) в прибрежно-водных биоценозах и их экотонных системах / А. В. Беляченко, А. А. Беляченко // Биоразнообразие наземных и водных животных. Зоресурсы : 2-я Всероссийская научная Интернет-конференция с международным участием, Казань, 27 февраля 2014 года. – Казань : ИП Синяев Д. Н., 2014. – С. 20-30. 3. Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://rm.coe.int/168007aba8>. Дата доступа: 13.02.2024 г. 4. Журов, Д. О. Болезни почек кур / Д. О. Журов, И. Н. Громов ; Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2022. – 167 с. 5. Журов, Д. О. Влияние вируса инфекционного бронхита на структурную организацию почек цыплят / Д. О. Журов, И. Н. Громов, И. В. Клименкова // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2016. – № 1. – С. 32-37. 6. Зубакин, В. А. Урбанизированная популяция озерных чаек (*Larus ridibundus*) города Москвы ближнего Подмосковья: история закономерности формирования пространственной структуры / В. А. Зубакин // Орнитология : история, традиции, проблемы и перспективы : материалы Всероссийской конференции, посвященной 120-летию со дня рождения профессора Г.П. Деметьева, Звенигород, 27 сентября – 01 октября 2018 года. – Звенигород : ООО «Товарищество научных изданий КМК», 2018. – С. 169-175. 7. Экологическая токсикология природных популяций птиц и млекопитающих Севера : монография / Э. В. Ивантер [и др.]; Российская академия наук, Карельский науч. центр, Институт леса. – Москва : Наука, 2008. – 229 с. 8. Лебедева, Н. В. Популяционная экотоксикология птиц / Н. В. Лебедева // Доклады Академии наук. – 1996. – Т. 351, № 3. – С. 425-429. 9. Савицкий, Р. М. Геохимическая экология городских птиц (на примере Ростовской области) : специальность 03.02.08 "Экология (по отраслям)" : дисс. ... канд. биол. наук / Р. М. Савицкий. – Ставрополь, 2003. – 159 с. 10. Саркисов Д. С. Микроскопическая техника : руководство для врачей и лаборантов ; под ред. Д. С. Саркисова, Ю. Л. Петрова. – Москва : Медицина, 1996. – 544 с. 11. Сергеев, А. А. Тяжелые металлы в охотничьих птицах Кировской области (Биологические, индикаторные и санитарно-гигиенические аспекты) : специальность 06.02.03 "Ветеринарная фармакология с токсикологией" : дисс. ... канд. биол. наук / А. А. Сергеев. – Киров, 2003. – 183 с. 12. Сорокина, Т. В. Особен-

ности накопления тяжелых металлов водоплавающими и околоводными птицами Азово-Черноморского бассейна : специальность 03.02.08 "Экология (по отраслям)" : дисс. ... канд. биол. наук / Т. В. Сорокина. – Ростов-на-Дону, 2002. – 181 с. 13. Химическая экология птиц-урбофилов на примере серой вороны / В. А. Пономарев [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5. – С. 665.

**References.** 1. Aleksandrovskaya, O. V. Citologiya, gistologiya i embriologiya / O. V. Aleksandrovskaya, T. N. Radostina, H. A. Kozlov. – Moskva : Agropromizdat, 1987. – 447 s. 2. Belyachenko, A. V. Nakoplenie vtorichnoj produkcii ozernoj chajki (*Larus ridibundus*) v pribrezhno-vodnyh biocenozah i ih ekotonnyh sistemah / A. V. Belyachenko, A. A. Belyachenko // Bioraznoobrazie nazemnyh i vodnyh zhivotnyh. Zooresursy : 2-ya Vserossiyskaya nauchnaya Internet-konferenciya s mezhdunarodnym uchastiem, Kazan', 27 fevralya 2014 goda. – Kazan' : IP Sinyaev D. N., 2014. – S. 20-30. 3. Evropejskaya konvenciya o zashchite pozvonochnyh zhivotnyh, ispol'zuemyh dlya eksperimentov ili v inyh nauchnyh celyah [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa : <https://rm.coe.int/168007a6a8>. Data dostupa: 13.02.2024 g. 4. ZHurov, D. O. Bolezni pochek kur / D. O. ZHurov, I. N. Gromov ; Vitebskaya ordena "Znak Pocheta" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny. – Vitebsk : VGAVM, 2022. – 167 s. 5. ZHurov, D. O. Vliyanie virusa infekcionnogo bronhita na strukturnuyu organizaciyu pochek cyplyat / D. O. ZHurov, I. N. Gromov, I. V. Klimenkova // ZHivotnovodstvo i veterinarnaya medicina. – 2016. – № 1. – S. 32-37. 6. Zubakin, V. A. Urbanizirovannaya populyaciya ozernykh chaek (*Larus ridibundus*) goroda Moskvy blizhnego Podmoskov'ya: istoriya zakonmernosti formirovaniya prostranstvennoj struktury / V. A. Zubakin // Ornitologiya : istoriya, tradicii, problemy i perspektivy : materialy Vserossiyskoj konferencii, posvyashchennoj 120-letiyu so dnya rozhdeniya professora G.P. Dement'eva, Zvenigorod, 27 sentyabrya – 01 oktyabrya 2018 goda. – Zvenigorod : OOO «Tovarishchestvo nauchnyh izdanij KMK», 2018. – S. 169-175. 7. Ekologicheskaya toksikologiya prirodnyh populyacij ptic i mlekopitayushchih Severa : monografiya / E. V. Ivanter [i dr.] ; Rossiyskaya akademiya nauk, Karel'skij nauch. centr, Institut lesa. – Moskva : Nauka, 2008. – 229 s. 8. Lebedeva, N. V. Populyacionnaya ekotoksikologiya ptic / N. V. Lebedeva // Doklady Akademii nauk. – 1996. – T. 351, № 3. – S. 425-429. 9. Savickij, R. M. Geohimicheskaya ekologiya gorodskih ptic (na primere Rostovskoj oblasti) : special'nost' 03.02.08 "Ekologiya (po otraslyam)" : diss. ... kand. biol. nauk / R. M. Savickij. – Stavropol', 2003. – 159 s. 10. Sarkisov D. S. Mikroskopicheskaya tekhnika : rukovodstvo dlya vrachej i laborantov ; pod red. D. S. Sarkisova, YU. L. Petrova. – Moskva : Medicina, 1996. – 544 s. 11. Sergeev, A. A. Tyazhelye metally v ohotnich'ih pticah Kirovskoj oblasti (Biologicheskie, indikacionnye i sanitarno-gigienicheskie aspekty) : special'nost' 06.02.03 "Veterinarnaya farmakologiya s toksikologiej" : diss. ... kand. biol. nauk / A. A. Sergeev. – Kirov, 2003. – 183 s. 12. Sorokina, T. V. Osobennosti nakopleniya tyazhelyh metallov vodoplavayushchimi i okolovodnymi pticami Azovo-CHernomorskogo bassejna : special'nost' 03.02.08 "Ekologiya (po otraslyam)" : diss. ... kand. biol. nauk / T. V. Sorokina. – Rostov-na-Donu, 2002. – 181 s. 13. Himicheskaya ekologiya ptic-urbofilov na primere seroj vorony / V. A. Ponomarev [i dr.] // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2015. – № 5. – S. 665.

Поступила в редакцию 14.02.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-23-28

УДК 619:618.9-002:636.2

#### ФУНКЦИОНАЛЬНО-МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ СТАТУС НЕЙТРОФИЛОВ В ДИНАМИКЕ РАЗВИТИЯ СУБКЛИНИЧЕСКОГО МАСТИТА У ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ

**Зимников В.И. ORCID ID 0000-0002-6371-7143, Сашнина Л.Ю. ORCID ID 0000-0001-6477-6156, Никоненко Г.В. ORCID ID 0000-0003-4983-7170, Фурчаков С.Н. ORCID ID 0000-0001-8917-2324**  
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт патологии, фармакологии и терапии»,  
г. Воронеж, Российская Федерация

*Нейтрофилы – первые эффекторные клетки, в огромном количестве колонизирующие очаг воспаления. В своих антимикробных стратегиях нейтрофилы могут использовать до 300 ферментных и белковых компонентов гранул, обладающих высокой реакционной способностью, широкой субстратной специфичностью и антибактериальной активностью. В статье представлены результаты изучения функционально-метаболического статуса нейтрофилов в динамике развития субклинического мастита у лактирующих коров. **Ключевые слова:** мастит, нейтрофилы, миелопероксидаза, кислая фосфатаза, щелочная фосфатаза.*

#### FUNCTIONAL AND METABOLIC STATUS OF NEUTROPHILS IN THE DYNAMICS OF SUBCLINICAL MASTITIS DEVELOPMENT IN LACTATING COWS

**Zimnikov V.I., Sashnina L.Yu., Nikonenko G.V., Furchakov S.N.**  
FSBSI "All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy",  
Voronezh, Russian Federation

*Neutrophils are the first effector cells that colonize the site of inflammation in large numbers. In their antimicrobial strategies, neutrophils can use up to 300 enzyme and protein granule components that have high reactivity, broad substrate specificity, and antibacterial activity. The article presents the results of a study of the functional and metabolic status of neutrophils in the dynamics of subclinical mastitis development in lactating cows. **Keywords:** mastitis, neutrophils, myeloperoxidase, acid phosphatase, alkaline phosphatase.*

**Введение.** Воспаление молочной железы – мастит – является одной из основных причин снижения технологических и санитарных качеств производимого молока, снижения продуктивности молочных коров и преждевременной выбраковки племенных животных [1, 2, 3, 4].

Патология вымени остается одной из наиболее распространенных заболеваний высокопродуктивного молочного скота и продолжает наносить огромный экономический ущерб молочному животноводству. По данным многих ученых, пораженность маститом в разных хозяйствах колеблется от 7,0 до 60,0% и в среднем составляет 34,9% [6, 9].

Одним из предрасполагающих факторов возникновения воспаления в молочной железе является нарушение в системе неспецифического иммунитета. Нейтрофилы играют важнейшую роль в реализации его механизмов [5, 7].

Результатами множественных исследований было установлено, что активный пул лейкоцитов, к которому относятся нейтрофильные гранулоциты, интенсивно продуцирует, равно как и секретирует, иммуномодуляторные цитокины. Это свойство клеточного иммунитета представляет высокую информационную ценность в качестве понимания физиологических и патоморфологических изменений активности иммунной системы на тот или иной инфектант, а дальнейшее изучение течения иммунной реакции с участием гранулоцитов является актуальной задачей [8, 10].

Важность изучения механизмов активации и непосредственной работы нейтрофилов сложно переоценить. Ввиду продолжающихся исследований, специалисты установили многозадачность данного вида клеток иммунной системы, а именно – кроме прямой бактериостатической функции (фагоцитоза), данный вид клеток обладает выраженным продуцированием биологически активных веществ – так называемая дегрануляция, а также способностью формирования нейтрофильных макроструктур, отвечающих за течение хронического воспаления при повреждениях различных тканей в организме [10].

Нейтрофильный пул клеток крайне активен, о чем свидетельствует скопление нейтрофилов в месте течения воспалительной реакции. Это свойство обусловлено сложной цепной реакцией запуска сигнала, поступающего прямо из клеточных продуцентов, таких как цитокины (интерферон, интерлейкин, фактор некроза опухоли) и микробные молекулы. В этот момент нейтрофилы стремятся к поврежденной воспалением ткани или органу, преодолевая клеточную барьеризацию сосудов малого калибра кровеносного русла, внедряются в эпицентр воспалительного процесса и купируют его. Что интересно, во время отсутствия воспалительных очагов нейтрофилы неактивны, свободно циркулируют по кровотоку и погибают в течение нескольких часов [7].

Таким образом, нейтрофилы являются первыми клетками, участвующими в противовоспалительной активности организма, оказывающиеся непосредственно в очаге воспаления. При этом они запускают определенные реакции, в зависимости от формы и течения воспаления – фагоцитоз, дегрануляцию, образование НВЛ (нейтрофильные внеклеточные ловушки), а также вступают в коллаборацию с другими окружающими их иммунокомпетентными клетками и структурами, определяя вид и интенсивность антибактериальной реакции [8].

Следует сказать, что, вовлекая в антимикробную активность сторонние ткани, нейтрофилы способны индуцировать синтез порядка 300 белковых гранул и ферментных компонентов. Данные компоненты секретируются, как правило, во внеклеточное пространство или остаются в связи с нейтрофилами, обладая повышенной реакционной способностью и антибактериальной специфичностью. Однако, данные вещества токсичны в равной степени и для инфектантов, представленных патогенной микрофлорой, и для тканей организма. Все это, безусловно, актуализирует изучение вышеописанных процессов.

**Цель исследования** – изучить функционально-метаболический статус нейтрофилов в динамике развития субклинического мастита у лактирующих коров.

**Материалы и методы исследований.** Для проведения исследований в условиях животноводческого хозяйства было подобрано 30 клинически здоровых лактирующих коров. От всех животных была отобрана кровь для проведения цитологических исследований. За животными еженедельно проводили клиническое наблюдение, проверку на заболеваемость маститом. При выявлении больных субклиническим маститом коров от них в первый, третий, пятый, седьмой, десятый и четырнадцатый дни заболевания также были отобраны пробы крови для проведения цитохимических исследований.

Цитохимическими исследованиями в периферической крови определяли показатели функционально-метаболического статуса нейтрофилов. такие как фагоцитарная активность лейкоцитов (ФАЛ), фагоцитарный индекс (ФИ), фагоцитарное число (ФЧ), тест восстановления нитросинего тетразолия (НСТ тест), миелопероксидаза, кислая и щелочная фосфатаза.

Фагоцитарную активность лейкоцитов в периферической крови определяли по общепринятой методике (Медведев А.Н., Чаленко В.В., 1991). Для определения фагоцитарного индекса использовали мазки, что и при определении фагоцитарной активности лейкоцитов. В мазках подсчитывали

не менее 100 нейтрофилов и количество поглощенных ими микробных тел. Вычисляли фагоцитарный индекс путем деления числа фагоцитированных бактерий на число активных нейтрофилов.

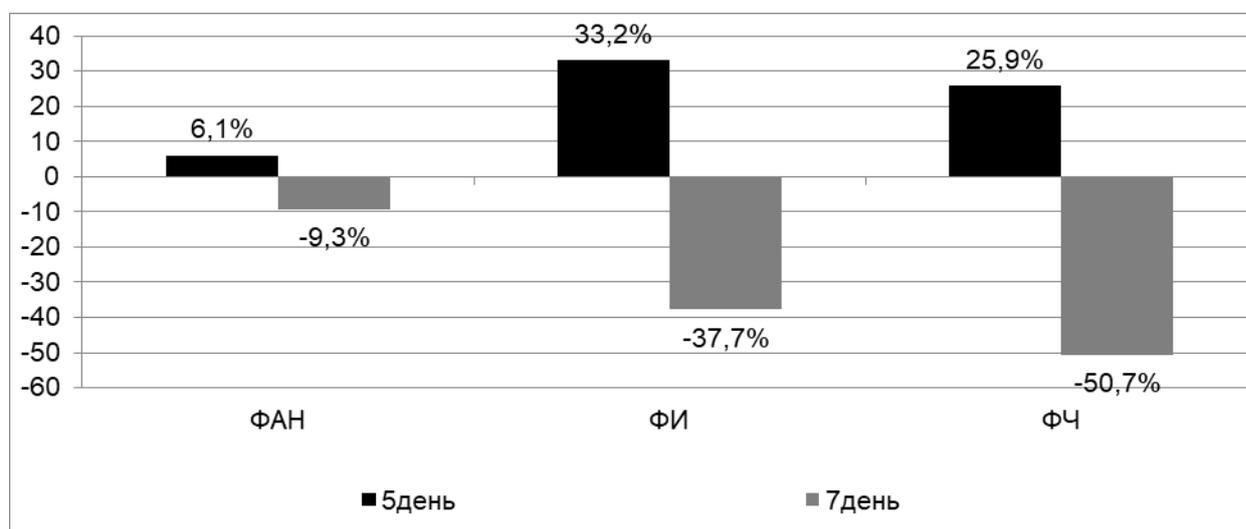
Фагоцитарное число определялось в тех же мазках, в каких и фагоцитарный индекс. Вычисление фагоцитарного числа проводили путем деления количества фагоцитированных бактерий на общее количество подсчитанных нейтрофилов. Фагоцитарное число является дополнительным показателем, характеризующим как агрессивность нейтрофилов, так и их активность.

Тест восстановления нитросинего тетразолия (НСТ – тест), методика основана на цитохимическом выявлении темно-синих гранул диформаза, которые образуются в цитоплазме нейтрофила в результате восстановления нитросинего тетразолия. Эти химические реакции осуществляются благодаря активации кислородзависимой биоцидности нейтрофила (Маянский А.Н. с соавт., 1999 г.)

Резервные возможности нейтрофильных гранулоцитов к стимуляции оксидазных систем определялись коэффициентом стимуляции нейтрофилов (КСН), который вычисляли из соотношения показателя стимулированного теста (НСТ ст.) к спонтанному (НСТ сп.).

Активность миелопероксидазы, щелочной и кислой фосфатазы определяли с помощью наборов «Диахим-цитостейн» фирмы АБРИС+ для цитохимического определения ферментов нейтрофилов.

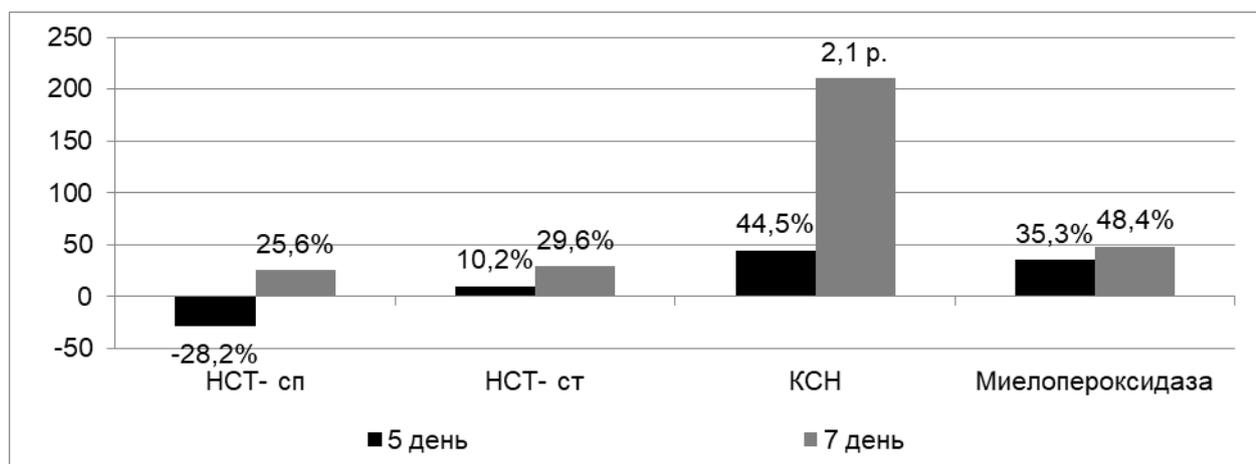
**Результаты исследований.** При изучении функционально-метаболического статуса нейтрофильных гранулоцитов в крови больных субклиническим маститом коров и в динамике его развития на пятый день заболевания было установлено возрастание фагоцитарной активности нейтрофилов на 6,1%, фагоцитарного индекса и фагоцитарного числа - на 33,2% ( $P<0,001$ ) и 25,9% ( $P<0,01$ ) соответственно, что говорит о повышении поглотительной способности нейтрофилов.



**Рисунок 1 - Показатели поглотительной способности нейтрофилов при развитии субклинического мастита**

На седьмой день у животных, больных субклиническим маститом, развился клинически выраженный катаральный мастит. При переходе субклинического мастита в клинически выраженный катаральный, в сравнении с первым днем заболевания, в крови отмечены более глубокие изменения фагоцитарного звена клеточного иммунитета, что выражалось в снижении фагоцитарной активности нейтрофилов на 9,3%, фагоцитарного индекса и фагоцитарного числа - на 37,7% ( $P<0,001$ ) и 50,7% ( $P<0,001$ ) соответственно, что связано с угнетением поглотительной способности нейтрофилов во время обострения воспалительного процесса в молочной железе коров.

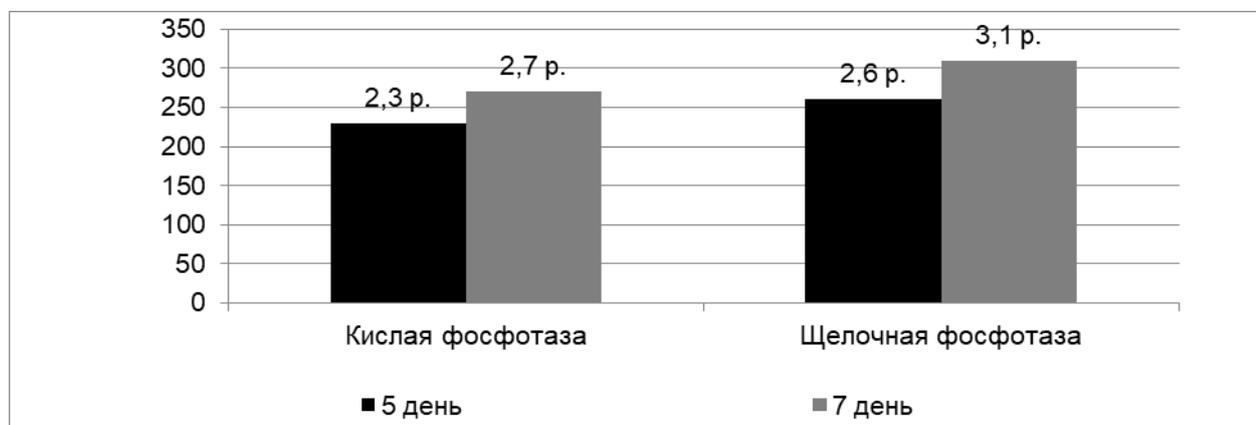
При изучении кислородзависимой биоцидности нейтрофильных гранулоцитов установлено что, на пятый день развития субклинического мастита происходило снижение спонтанного НСТ теста – на 28,2% ( $P<0,01$ ), при повышении стимулированного НСТ теста на 10,2% ( $P<0,05$ ), коэффициента стимуляции нейтрофилов – на 44,5% ( $P<0,001$ ), миелопероксидазы нейтрофилов – на 35,3% ( $P<0,001$ ). Полученные данные свидетельствуют о достаточном метаболическом резерве и переваривающей способности фагоцитов и активации кислородзависимой биоцидности нейтрофилов при развитии субклинического мастита.



**Рисунок 2 - Изменение показателей кислородзависимой биоцидности нейтрофилов при развитии субклинического мастита**

При обострении воспалительного процесса в молочной железе и при переходе субклинического мастита в катаральный происходит возрастание спонтанного НСТ теста – на 25,6% ( $P < 0,002$ ), стимулированного НСТ теста – на 29,6% ( $P < 0,002$ ), коэффициента стимуляции нейтрофилов - в 2,1 раза ( $P < 0,001$ ), сталкиваясь с активированным нейтрофилом НСТ восстанавливается в диформазан, который в виде гранул откладывается на поверхности клеток. Увеличение миелопероксидазы нейтрофилов на 48,4% ( $P < 0,001$ ) говорит о респираторном взрыве связанном с накоплением миелопероксидазы в нейтрофилах и ее высвобождением при наличии большого количества стимуляторов нейтрофилов.

Во время изучения кислороднезависимой биоцидности нейтрофилов установлено, что на пятый день развития субклинического мастита в крови больных животных активность щелочной и кислой фосфатазы увеличилась в 2,3 и 2,6 раза соответственно. Повышение активности данных ферментов, говорит о развитии воспалительного процесса в молочной железе, наблюдается прямая связь между тяжестью воспаления и активностью данных ферментов.



**Рисунок 3 - Изменение показателей кислороднезависимой биоцидности нейтрофилов при развитии субклинического мастита**

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

При переходе субклинического мастита в клинически выраженный также было выявлено увеличение активности щелочной и кислой фосфатазы в 2,7 и 3,1 раза ( $P < 0,001$ ) в сравнении с первым днем заболевания. Увеличение активности КФ и ЩФ рассматривается как неспецифический признак воспаления, что свидетельствует о поражении данного органа, направлено на разрушение бактерий и имеет, очевидно, компенсаторный характер из-за подавления аэробных механизмов бактерицидности. Степень увеличения активности фосфатаз нейтрофилов в крови больных животных находится в прямой зависимости от острого воспалительного процесса и наличия осложнений.

**Заключение.** Таким образом, проведенные исследования показали, что при изучении функционально-метаболического статуса нейтрофильных гранулоцитов в крови больных субклиническим маститом коров и в динамике его развития на пятый день заболевания было установлено возраста-

ние, фагоцитарной активности нейтрофилов, фагоцитарного индекса и фагоцитарного числа, что говорит о повышении поглотительной способности нейтрофилов. На седьмой день у животных, больных субклиническим маститом, развился клинически выраженный катаральный мастит. В этот момент в крови отмечены более глубокие изменения фагоцитарного звена клеточного иммунитета, что выразилось в снижении фагоцитарной активности нейтрофилов, фагоцитарного индекса и фагоцитарного числа, что связано с угнетением поглотительной способности нейтрофилов во время обострения воспалительного процесса в молочной железе коров. При изучении кислородзависимой биоцидности нейтрофильных гранулоцитов установлено, что на пятый день развития субклинического мастита происходило снижение спонтанного НСТ теста, при повышении стимулированного НСТ теста, коэффициента стимуляции нейтрофилов, миелопероксидазы нейтрофилов. Полученные данные свидетельствуют о достаточном метаболическом резерве и переваривающей способности фагоцитов и активации кислородзависимой биоцидности нейтрофилов при развитии субклинического мастита.

Во время изучения кислороднезависимой биоцидности нейтрофилов установлено что, на пятый день развития субклинического мастита в крови больных животных активность щелочной и кислой фосфатазы увеличилась в 2,3 и 2,6 раза соответственно. Повышение активности данных ферментов, говорит о развитии воспалительного процесса в молочной железе, наблюдается прямая связь между тяжестью воспаления и активностью данных ферментов. При переходе субклинического мастита в клинически выраженный также было выявлено увеличение активности щелочной и кислой фосфатазы в сравнении с первым днем заболевания.

**Conclusion.** Thus, the researches have showed that when studying the functional and metabolic status of neutrophil granulocytes in the blood of the cows with subclinical mastitis and the dynamics of its development on day 5 of the disease, an increase has been found in the phagocytic activity of neutrophils, the phagocytic index and the phagocytic number, which indicates an increase in the absorption abilities of neutrophils. On day 7, in the animals with subclinical mastitis, clinically pronounced catarrhal mastitis developed. At this moment, deeper changes in the phagocytic link of cellular immunity were noted in the blood, which was expressed in a decrease in the phagocytic activity of neutrophils, phagocytic index, which was associated with the inhibition of the absorption capacity of neutrophils during the exacerbation of the inflammatory process in the mammary gland of cows. When studying the oxygen-dependent biocidity of neutrophil granulocytes, it had been found that on day 5 of the subclinical mastitis development, there was a decrease in the spontaneous NBT test, with an increase in the stimulated NBT test, the neutrophil stimulation coefficient and neutrophil myeloperoxidase. The data obtained indicate a sufficient metabolic reserve and digestive ability of phagocytes and activation of oxygen-dependent biocidal activity of neutrophils during the subclinical mastitis development.

During the study of oxygen-independent biocidal activity of neutrophils, it had been found that on day 5 of the subclinical mastitis development in the blood of sick animals, the activity of alkaline and acid phosphatase increased by 2.3 and 2.6 times, respectively. An increase in the activity of these enzymes indicates the development of an inflammatory process in the mammary gland; there is a direct connection between the severity of inflammation and the activity of these enzymes. During the transition of subclinical mastitis to clinically pronounced mastitis, an increase in the activity of alkaline and acid phosphatase was also detected in comparison with the first day of the disease.

**Список литературы.** 1. Батраков, А. Я. Разработка и совершенствование профилактических и лечебных мероприятий при воспроизводстве крупного рогатого скота с высокой молочной продуктивностью: дисс. ... в форме научного доклада д-ра вет. наук / А. Я. Батраков. – Воронеж, 1991. – 42 с. 2. Гасанов, Н. Г. Разработка и совершенствование микробиологических тестов диагностики, способов лечения и профилактики мастита у коров : автореф. дис. ... д-ра вет. наук / Н. Г. Гасанов. – Воронеж, 1999. – 33 с. 3. Климов, Н. Т. Экспериментальная и клиническая фармакология лекарственных препаратов на основе диоксидина и доксициклина и их эффективность при мастите у коров : автореф. дисс... доктора вет. наук / Н. Т. Климов. – Воронеж, 2009. – 32 с. 4. Кузьмин, Г. Н. Мастит кокковой этиологии у коров и рациональные способы его терапии и профилактики : автореф. дис. ... д-ра вет. наук / Г. Н. Кузьмин. – Воронеж, 1995. – 44 с. 5. Малашенкова, И.К. Принципы иммунокорректирующей терапии иммунодефицитов, ассоциированных с хронической вирусно-бактериальной инфекцией / И. К. Малашенкова, Н. А. Дидковский // Русский медицинский журнал. – № 28. – 2017. – С. 973. 6. Повещенко, А. Ф. Цитокины - факторы нейроэндокринной регуляции / А. Ф. Повещенко, В. В. Абрамов, В. В. Козлов . – Успехи физиологических наук. – 2007. – № 38(3). – С. 40-46. 7. Симбирцев, А.С. Цитокины - новая система регуляции защитных реакций организма / А. С. Симбирцев // Цитокины и воспаление. – 2002. – Т. 1, №1. – С. 9-17. 8. Симбирцев, А. С. Цитокины: классификация и биологические функции / А. С. Симбирцев // Цитокины и воспаление. – 2004. – Т. 3, №2. – С. 16-23. 9. Актуальные проблемы терапии и профилактики мастита у коров / С. В. Шабунин [и др.] // Ветеринария. – 2011. – №12. – С. 3-6. 10. Akira, S. Toll receptor families: structure and function / S. Akira // Semin Immunol. – 2004. – № 16 (1). – С. 1-2.

**References.** 1. Batrakov, A.YA. *Razrabotka i sovershenstvovanie profilakticheskikh i lechebnykh meropriyatij pri vosproizvodstve krupnogo rogatogo skota s vysokoj molochnoj produktivnost'yu: diss. ... v forme nauchnogo doklada d-ra vet. nauk / A.YA. Batrakov.* – Voronezh, 1991. – 42 s. 2. Gasanov, N.G. *Razrabotka i sovershenstvovanie mikro-*

*logicheskikh testov diagnostiki, sposobov lecheniya i profilaktiki ma-stita u korov : avtoref. dis. ... d-ra vet. nauk / N.G. Gasanov. – Voronezh, 1999. – 33 s. 3. Klimov, N.T. Eksperimental'naya i klinicheskaya farmakologiya lekarstvennykh preparatov na osnove dioksidina i doksiciklina i ih effektivnost' pri mastite u korov : avtoref. diss... doktora vet. nauk / N.T. Klimov. – Voronezh, 2009.– 32 s. 4. Kuz'min, G.N. Mastit kokkovoј etiologii u korov i racional'nye sposoby ego terapii i profilaktiki : avtoref. dis. ... d-ra. vet. nauk / G.N. Kuz'min. – Voronezh, 1995.– 44 s. 5. Malashenkova, I.K. Principy immunokorregiruyushcheј terapii immunodeficitov, associirovannyh s hronicheskој virusno-bakterialnoј infekcieј / I.K. Malashenkova, N.A. Didkovskij // Russkij medicinskij zhurnal. – № 28. – 2017. – S. 973. 6. Poveshchenko, A.F. Citokiny - faktory nejroendokrinnој regulyacii / A.F. Poveshchenko, V.V. Abramov, V.V. Kozlov. – Uspekhi fiziologicheskikh nauk. – 2007. – № 38(3). – S. 40-46. 7. Simbircev, A.S. Citokiny - novaya sistema regulyacii zashchitnyh reakcij organizma / A.S. Simbircev // Citokiny i vospalenie. – 2002. – T. 1, №1. – S. 9-17. 8. Simbircev, A.S. Citokiny: klassifikaciya i biologicheskie funkcii / A.S. Simbircev // Citokiny i vospalenie. – 2004. – T. 3, №2. – S. 16-23. 9. Aktual'nye problemy terapii i profilaktiki mastita u korov / S.V. SHabunin [i dr.] // Veterinariya. – 2011. – №12. – S. 3-6. 10. Akira, S. Toll receptor families: structure and function / S. Akira // Semin Immunol. – 2004. – № 16 (1). – S. 1-2.*

Поступила в редакцию 13.02.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-28-32

УДК 619:616.24-002

### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТЕРАПЕВТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТОВ «КОЛИВЕТ 6000» И «КОЛИСТИН КМ 6000» ПРИ ЛЕЧЕНИИ ТЕЛЯТ И ПОРОСЯТ С ДИАРЕЙНЫМ СИНДРОМОМ**

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

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

*В результате проведенных исследований установлено, что ветеринарный препарат «Коливет 6000», предназначенный для лечения заболеваний животных бактериальной этиологии, обладает высокой лечебной эффективностью, которая составила при лечении телят с болезнями пищеварительной системы 90%, при лечении поросят периода отъема с желудочно-кишечными болезнями – 88%. Ветеринарный препарат «Колистин КМ 6000» также обладает высокой лечебной эффективностью, которая составила при лечении телят с болезнями пищеварительной системы 85%, при лечении поросят периода отъема с желудочно-кишечными болезнями – 90%. Препараты вписываются в технологию ветеринарных мероприятий, не дают осложнений, способствуют нормализации показателей крови, повышению сохранности телят и поросят. **Ключевые слова:** коливет 6000, колистин КМ 6000, телята, поросята, диарейный синдром, комплексная терапия.*

### **COMPARATIVE THERAPEUTIC EFFECTIVENESS OF THE DRUGS "KOLIVET 600" AND "KOLISTIN KM 6000" IN THE TREATMENT OF CALVES AND PIGGLES WITH DIARRHEA SYNDROME**

**Kovzov V.V.**

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

*As a result of the studies, it was established that the veterinary drug "Kolivet 6000", intended for the treatment of animal diseases of bacterial etiology, has a high therapeutic effectiveness, which amounted to 90% in the treatment of calves with diseases of the digestive system, and 88% in the treatment of weaned piglets with gastrointestinal diseases. The veterinary drug "Colistin KM 6000" also has high therapeutic effectiveness, which amounted to 85% in the treatment of calves with diseases of the digestive system, and 90% in the treatment of weaning piglets with gastrointestinal diseases. The drugs fit into the technology of veterinary measures, do not cause complications, help normalize blood counts, and improve the safety of calves and piglets. **Keywords:** "Kolivet 6000", "Colistin KM 6000", calves, piglets, diarrheal syndrome, complex therapy.*

**Введение.** В структуре заболеваний телят и поросят основное место занимают нарушения функции пищеварения, проявляющиеся диареей, и, как следствие, выраженной дегидратацией, мембранопатологией, токсемией, иммунодефицитом и угнетением нервной системы. Диарея регистрируется у 30-100% телят и поросят уже к концу первых суток после рождения, а гибель может достигать 30-50% животных [3, 9].

В этиопатогенезе массовых гастроэнтеритов и диспепсии телят и поросят основная роль принадлежит ассоциации вирусов и бактерий. Вирусы, размножаясь в слизистой оболочке желудочно-кишечного тракта, вызывают дистрофию, некроз и десквамацию клеток эпителия, что способствует колонизации и проникновению в кровь патогенных бактерий или их метаболитов и развитию тяжелых патологических процессов [1, 4, 5].

В основном диарея у телят и поросят протекает в виде смешанных инфекций. При смешанных инфекциях трудно определить ведущую роль того или иного инфекционного агента, который выде-

ляется от больных животных. Существенное значение в развитии диарейных заболеваний играют микотоксикозы и нарушения кормления.

Основным путем заражения при диареех телят и поросят является алиментарный. Чаще всего в организм возбудители попадают в первые часы после рождения. Источником возбудителей инфекционных желудочно-кишечных болезней телят и поросят являются больные и переболевшие животные, выделяющие патогены во внешнюю среду.

Ведущей причиной диарейных патологий телят и поросят являются инфекционные агенты, в том числе вирусы, микробы, простейшие и грибки, вирулентность которых повышается на фоне различных неблагоприятных условий кормления и содержания [7, 8].

Значительному распространению заболевания способствует относительная устойчивость вирусов во внешней среде. Наиболее часто в пробах фекалий больных животных выявляются ротавирусы, коронавирусы, парвовирусы, реовирусы и торовирусы, а также грибки и микоплазмы.

При вирусных диареех наряду с воспалением желудочно-кишечного тракта, дистрофическими и дисциркуляторными процессами во внутренних органах обнаруживаются структурные изменения в органах иммунной системы, которые приводят к развитию иммунодефицита [2, 6].

Из бактериальных агентов, вызывающих диарею или осложняющих вирусные инфекции, это патогенные эшерихии, сальмонеллы, клостридии, цитробактерии, энтерококки, псевдомонас, кампилобактерии и другие [4, 10].

Телята и поросята, переболевшие вирусной и бактериальной диареей, сильно отстают в росте, восстанавливают свою первоначальную массу к 20-30-дневному возрасту, но потенциал роста у них еще длительное время снижен, что обуславливает потерю до 20% будущей мясной продуктивности. Телята, переболевшие диареей, в дальнейшем, как правило, подвержены респираторной патологии [2].

Вышеизложенные причины возникновения желудочно-кишечных заболеваний телят и поросят необходимо учитывать при разработке комплекса мер борьбы с данными заболеваниями, планировать проведение общехозяйственных, противозпизоотических, лечебно-профилактических мероприятий. При этом необходимо учитывать эпизоотическую ситуацию поголовья по инфекционным заболеваниям вирусно-бактериальной природы, соблюдение технологии кормления и содержания животных, балансирование рационов [1, 6].

В настоящее время для лечения данных патологий используется значительное количество antimicrobных препаратов, обладающих различной степенью эффективности. Многие используемые в животноводстве лекарственные средства закупаются за рубежом, имеют высокую стоимость, что в конечном итоге сказывается на себестоимости животноводческой продукции. В этих условиях перспективно осваивать разработку и выпуск отечественных ветеринарных препаратов широкого спектра противомикробного действия с определением их терапевтической эффективности.

**Целью** настоящей работы явилось определение сравнительной терапевтической эффективности ветеринарных препаратов «Коливет 6000» (опытный образец) и «Колистин КМ 6000» при лечении телят и поросят с диарейным синдромом.

Ветеринарные препараты «Коливет 6000» (произведен унитарным предприятием «Витебский завод ветеринарных препаратов», Республика Беларусь) и «Колистин КМ 6000» (производства ООО «ФармПромВет») являются препаратами-аналогами.

**Материалы и методы исследований.** Ветеринарные препараты «Коливет 6000» и «Колистин КМ 6000» представляют собой порошки от белого до светло-желтого цвета, с характерным запахом. В 1 г каждого препарата содержится колистина сульфата 6 млн МЕ и наполнитель.

Препараты относятся к клинико-фармакологической группе «Антибактериальные препараты для системного использования», код группы АТХ J01XB02.

Препараты упаковывают в полимерную тару по 0,1 кг; 0,2 кг; 0,5 кг; 1,0 кг; 2,0 кг; 3,0 кг и 5,0 кг. Хранят в сухом защищенном месте при температуре от +5°C до +25°C. Списание Б. Срок годности препаратов 2 года от даты изготовления.

Действие препаратов обусловлено свойствами колистина сульфата, входящего в их состав. Колистина сульфат – циклический полипептидный антибиотик, синтезируемый аэробной спорообразующей палочкой *Bacillus polymyxa* и действующий на грамотрицательные микроорганизмы. Механизм действия колистина заключается в нарушении фосфолипидов цитоплазматической оболочки бактерии, в результате этого изменяется проницаемость оболочки. После перорального введения препараты практически не всасываются в желудочно-кишечном тракте и не накапливаются в органах и тканях. Препараты обладают широким спектром действия. Активны в отношении *E.coli*, *Streptococcus spp.*, *Enterobacter spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Chlamydia spp.*, *Salmonella spp.*, *Bordetella spp.*, *Pasteurella spp.* и других патогенных микроорганизмов. Препараты характеризуются высокой биологической доступностью и низкой токсичностью. Выводятся из организма в основном с калом и мочой.

Препараты применяют для лечения у телят и поросят гастроэнтеритных инфекций бактериальной этиологии: сальмонеллеза, колибактериоза и других заболеваний, вызванных микроорга-

низмами, чувствительными к колистина сульфату. Препараты задают телятам и пороссятам в дозе 0,2-0,25 г на 10 кг живой массы тела с водой или молоком. Продолжительность лечения 3-5 дней.

Побочных явлений и осложнений при применении препаратов не наблюдается. Убой телят и пороссят на мясо разрешается через 2 суток, после последнего применения препаратов.

Для определения эффективности препаратов на телятах в условиях ОАО «Возрождение» Витебского района было сформировано две группы по 20 телят с диарейным синдромом. Формирование групп осуществляли по принципу условных аналогов. Диагноз устанавливали с учетом анамнеза и клинической картины заболевания. В схему терапевтических мероприятий для телят первой опытной группы был включен препарат «Коливет 6000», который использовали в качестве средства этиотропной терапии и применяли согласно временной инструкции. Препарат задавали телятам в дозе 0,25 г на 10 кг живой массы тела с водой. Продолжительность лечения 4 дня. Вторая опытная группа была обработана препаратом–аналогом («Колистин КМ 6000») согласно инструкции по применению. Животным обеих опытных групп вводили препарат «Тривитамин» для поддержания общей резистентности организма и стимуляции обмена веществ.

Для определения терапевтической эффективности препаратов на пороссятах в условиях свинокомплекса КУСХП «Северный» Городокского района было сформировано две группы по 50 пороссят периода отъема с клиническими признаками болезней пищеварительной системы. В схему лечения пороссят первой опытной группы был включен ветеринарный препарат «Коливет 6000», который применяли в качестве средства этиотропной терапии. Препарат применяли пороссятам внутрь в смеси с кормом, один раз в день, в течение 4 дней в дозе 0,25 г/10 кг массы животного. Пороссята второй опытной группы были обработаны препаратом–аналогом («Колистин КМ 6000») согласно инструкции по применению.

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

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

**Результаты исследований.** Результаты изучения терапевтической эффективности препаратов «Коливет 6000» и «Колистин КМ 6000» на телятах с диарейным синдромом (таблица 1) показали, что из 20 телят первой опытной группы за время опыта выздоровели 18 телят (90%). На 2-3 сутки после дачи препарата «Коливет 6000» у телят прекратилась диарея, на 4-7 день у животных наступило выздоровление, о чем свидетельствовало восстановление аппетита и подвижности. У 2 телят первой опытной группы (10%), которым лечение было оказано в период сильного обезвоживания, отмечалось сильное угнетение и полный отказ от корма, клиническое состояние не улучшалось и одно животное пало на вторые сутки с признаками диареи и обезвоживания. Из 20 телят второй опытной группы, получавших препарат «Колистин КМ 6000», за время опыта выздоровели 17 телят (85%), 3 теленка продолжали болеть (15%). Два теленка пали. Терапевтическая эффективность в первой опытной группе составила 90%, во второй – 85%. У выздоровевших телят во второй опытной группе на 2-3 сутки после начала приема препаратов отмечено улучшение клинического состояния, повышение аппетита и двигательной активности, прекращение диареи. На 5-6 сутки наступило выздоровление.

**Таблица 1 – Результаты изучения терапевтической эффективности препаратов «Коливет 6000» и «Колистин КМ 6000» на телятах с диарейным синдромом**

№ п/п	Наименование показателей	Единицы измерения	Опытная группа № 1, препарат «Коливет 6000»	Опытная группа № 2, препарат «Колистин КМ 6000»
1.	Количество телят в группе	голов	20	20
2.	Выздоровело телят	голов	18	17
		%	90	85
3.	Длительность лечения	дней	4	4
4.	Пало и вынужденно убито	голов	1	2
		%	5	10
5.	Продолжало болеть телят	голов/%	1/5	1/5
6.	Терапевтическая эффективность	%	90	85

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

В результате проведенных гематологических и биохимических исследований крови установлено, что в начале опыта у телят по ряду показателей отмечались отклонения от физиологических норм (лейкоцитоз, низкое содержание гемоглобина, при относительно высокой концентрации общего белка и мочевины). Также в начале опыта отмечены высокие значения скорости оседания эритроцитов ( $2,8 \pm 0,12$  мм/ч в первой опытной группе и  $3,1 \pm 0,11$  мм/ч во второй). После применения препаратов отмечена нормализация показателей крови телят (таблица 2).

**Таблица 2 – Влияние применения препаратов «Коливет 6000» и «Колистин КМ 6000» на показатели крови телят с диарейными болезнями ( $M \pm m, P$ )**

Наименование показателей	Норма	Опытная группа № 1, препарат «Коливет 6000» (n-10)		Опытная группа № 2, препарат «Колистин КМ 6000» (n-10)	
		Начало опыта	Конец опыта	Начало опыта	Конец опыта
Лейкоциты, $10^9$ /л	4,5-12	$15,2 \pm 0,84$	$7,7 \pm 0,33^*$	$12,9 \pm 0,72$	$7,5 \pm 0,69$
Эритроциты, $10^{12}$ /л	5-7,5	$5,1 \pm 0,15$	$6,4 \pm 0,19$	$5,8 \pm 0,24$	$6,2 \pm 0,16$
Гемоглобин, г/л	90-120	$81 \pm 8,13$	$111 \pm 5,91$	$90 \pm 7,71$	$110 \pm 8,12$
Общий белок, г/л	60-86	$94 \pm 7,31$	$85 \pm 5,27$	$96 \pm 7,34$	$69 \pm 6,11$
Глюкоза, ммоль/л	2,3-4,1	$3,1 \pm 0,19$	$2,9 \pm 0,11$	$3,9 \pm 0,19$	$3,7 \pm 0,13$
Мочевина, ммоль/л	3,3-7,0	$9,9 \pm 0,64$	$5,8 \pm 0,17^*$	$10,7 \pm 0,93$	$6,3 \pm 0,57^*$
Кальций, ммоль/л	2,5-3,1	$2,8 \pm 0,11$	$2,9 \pm 0,17$	$2,5 \pm 0,09$	$2,4 \pm 0,14$
Фосфор, ммоль/л	1,4-1,9	$1,9 \pm 0,16$	$1,6 \pm 0,14$	$1,7 \pm 0,12$	$1,5 \pm 0,09$
СОЭ, мм/ч	0,5-1,5	$2,8 \pm 0,12$	$1,5 \pm 0,08^*$	$3,1 \pm 0,11$	$1,3 \pm 0,14^*$

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

Результаты изучения сравнительной терапевтической эффективности препаратов «Коливет 6000» и «Колистин КМ 6000» на поросятах периода отъема с диарейным синдромом (таблица 3) показали, что из 50 поросят, в схему лечения которых был включен ветеринарный препарат «Коливет 6000», выздоровели 44 (88%), средняя продолжительность лечения составила 4 суток, 4 поросенка за этот период пали с признаками диареи и обезвоживания (8%), у 2 поросят болезнь продолжалась (4%).

**Таблица 3 – Результаты изучения терапевтической эффективности препаратов «Коливет 6000» и «Колистин КМ 6000» на поросятах периода отъема с диарейным синдромом**

№ п/п	Наименование показателей	Единицы измерения	Опытная группа № 1, препарат «Коливет 6000»	Опытная группа № 2, препарат «Колистин КМ 6000»
1.	Количество поросят в группе	голов	50	50
2.	Выздоровело поросят	голов	44	45
		%	88	90
3.	Длительность лечения	дней	4	4
4.	Пало и вынужденно убито	голов	4	3
		%	8	6
5.	Продолжало болеть поросят	голов/%	2/4	2/4
6.	Терапевтическая эффективность	%	88	90

Из 50 поросят, в схему лечения которых был включен ветеринарный препарат «Колистин КМ 6000», выздоровели 45 животных (90%), продолжительность лечения составила 4 суток, 3 поросенка пали (6%), у 2 поросят диарея продолжалась (4%).

Терапевтическая эффективность комплексного лечения поросят периода отъема с использованием препарата «Коливет 6000» составила 88%, при использовании препарата «Колистин КМ 6000» – 90%.

**Заключение.** Ветеринарный препарат «Коливет 6000» предназначенный для лечения заболеваний животных бактериальной этиологии, обладает высокой лечебной эффективностью, которая составила при лечении телят с болезнями пищеварительной системы 90 %, при лечении поросят периода отъема с желудочно-кишечными болезнями 88 %. Ветеринарный препарат «Колистин КМ 6000» также обладает высокой лечебной эффективностью, которая составила при лечении телят с болезнями пищеварительной системы 85 %, при лечении поросят периода отъема с желудочно-кишечными болезнями 90 %. Препараты вписываются в технологию ветеринарных мероприятий, не дают осложнений, способствуют нормализации показателей крови, повышению сохранности телят и поросят.

**Conclusion.** The veterinary drug "Kolivet 6000" intended for the treatment of animal diseases of bacterial etiology, has a high therapeutic effectiveness, which amounted to 90% in the treatment of calves with diseases of the digestive system, and 88% in the treatment of weaned piglets with gastrointestinal diseases. The veterinary drug "Colistin KM 6000" also has high therapeutic effectiveness, which amounted to 85% in the treatment of calves with diseases of the digestive system, and 90% in the treatment of weaning piglets with gastrointestinal diseases. The drugs fit into the technology of veterinary measures, do not cause complications, and help improve the safety of calves and piglets.

**Список литературы.** 1. Внутренние болезни животных : учебник / И.М. Карпуть [и др.] ; под ред. проф. И.М. Карпуть. – Минск : Беларусь, 2006. – С. 22-24, 183-200. 2. Выращивание и болезни молодняка : практическое пособие ; под общ. ред. А.И. Ятусевича [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2012. – С. 225-230, 390-399. 3. Оценка эффективности применения экспериментального регидратационного средства при комплексном лечении телят с диарейным синдромом / В.В. Ковзов [и др.] // Ученые записки УО ВГАВМ. – 2017. – Т. 53, вып. 1. – С. 62-67. 4. Ковзов, В.В. Сравнительная эффективность применения препаратов «Доксивет 50%БТ» и «Доксифарм» для лечения телят с болезнями органов дыхания и поросят с диарейным синдромом // В.В. Ковзов, И.В. Фомченко // Ученые записки УО ВГАВМ. – 2012. – Т. 48, вып. 1. – С. 94-97. 5. Козлова, О.А. Влияние комплексной терапии на показатели минерального обмена телят при диарейном синдроме / О.А. Козлова : материалы 102-й Международной научно-практической конференции студентов и аспирантов, Витебск, 29-30 мая 2017 года / Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск, ВГАВМ, 2017. – Ч. 1: Ветеринарная медицина и биологические науки. – С. 18. 6. Болезни крупного рогатого скота и свиней / П.А. Красочко [и др.] ; ред. П.А. Красочко. – Минск : Технопринт, 2003. – 464 с. 7. Оценка эффективности применения препаратов «Ветгидрон» и «Регидравет» при комплексном лечении поросят и телят с желудочно-кишечными болезнями / В. В. Ковзов [и др.] // Ученые записки УО ВГАВМ. – 2012. – Т. 48, вып. 2, ч. 2. – С. 69-71. 8. Телепнев, В.А. Основные симптомы и синдромы болезней животных: учебно-методическое пособие для студентов факультета ветеринарной медицины / В.А. Телепнев. – Витебск: УО ВГАВМ. – 2000. – 76 с. 9. Щербаков, П.Н. Профилактика и лечение при желудочно-кишечных и респираторных болезнях телят / П.Н. Щербаков, А.Г. Гусев // Ветеринария. – 2002. – №3. – С.15-16. 10. Физиологические показатели животных: справочник / Н.С. Мотузко [и др.]. – Минск : Техноперспектива, 2008. – 95 с.

**References.** 1. Vnutrennie bolezni zhivotnyh : uchebnik / I.M. Karput' [i dr.] ; pod red. prof. I.M. Karputya. – Minsk : Belarus', 2006. – S. 22-24, 183-200. 2. Vyrashchivanie i bolezni molodnyaka : prakticheskoe posobie ; pod obshch. red. A.I. YAtusevicha [i dr.]. – Vitebsk : VGAVM, 2012. – S. 225-230, 390-399. 3. Ocenka effektivnosti primeneniya eksperimental'nogo regidratatsionnogo sredstva pri kompleksnom lechenii telyat s diareynym sindromom / V.V. Kovzov [i dr.] // Uchenye zapiski UO VGAVM. – 2017. – T. 53, vyp. 1. – S. 62-67. 4. Kovzov, V.V. Sravnitel'naya effektivnost' primeneniya preparatov «Doksivet 50%BT» i «Doksifarm» dlya lecheniya telyat s boleznyami organov dyhaniya i porosyat s diareynym sindromom // V.V. Kovzov, I.V. Fomchenko // Uchenye zapiski UO VGAVM. – 2012. – T. 48, vyp. 1. – S. 94-97. 5. Kozlova, O.A. Vliyanie kompleksnoj terapii na pokazateli mineral'nogo obmena telyat pri diareynom sindrome / O.A. Kozlova : materialy 102-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov i aspirantov, Vi-tebsk, 29-30 maya 2017 goda / Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny. – Vitebsk, VGAVM, 2017. – CH. 1: Veterinarnaya medicina i biologicheskie nauki. – S. 18. 6. Bolezni krupnogo rogatogo skota i svinej / P.A. Krasochko [i dr.] ; red. P.A. Krasochko. – Minsk : Tekhnoprint, 2003. – 464 s. 7. Ocenka effektivnosti primeneniya preparatov «Vetgidron» i «Regidravet» pri kompleksnom lechenii porosyat i telyat s zheludochno-kishechnymi boleznyami / V. V. Kovzov [i dr.] // Uchenye zapiski UO VGAVM. – 2012. – T. 48, vyp. 2, ch. 2. – S. 69-71. 8. Telepnev, V.A. Osnovnye simptomy i sindromy boleznej zhivotnyh: uchebno-metodicheskoe posobie dlya studentov fakul'teta veterinarnoj mediciny / V.A. Telepnev. – Vitebsk: UO VGAVM. – 2000. – 76 s. 9. SHCHerbakov, P.N. Profilaktika i lechenie pri zheludochno-kishechnyh i respira-tornyh boleznyah telyat / P.N. SHCHerbakov, A.G. Gusev // Veterinariya. – 2002. – №3. – S.15-16. 10. Fiziologicheskie pokazateli zhivotnyh: spravochnik / N.S. Motuzko [i dr.]. – Minsk : Tekhnoperspektiva, 2008. – 95 s.

Поступила в редакцию 29.01.2024.

**ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ СИММЕНТАЛЬСКОЙ ПОРОДЫ ПРИ КОРРЕКТИРОВКЕ РАЦИОНА****Котарев В.И. ORCID ID 0000-0003-4411-9372, Брюхова И.В. ORCID ID 0000-0003-2251-0581, Большаков В.Н. ORCID ID 0000-0001-9764-327X**

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

*В статье рассмотрена важность биохимического состава крови как индикатора физиологического состояния организма. Изучено влияние добавки «Целлобактерин», содержащей пробиотические и ферментативные компоненты, на биохимические показатели крови у коров симментальской породы в период лактации. Результаты исследования показывают, что при корректировке рациона произошло улучшение биохимического состава крови у коров, что связано с влиянием целлобактерина на микробиоту рубца. Применение пробиотика является эффективным подходом для оптимизации питания коров и повышения продуктивности. **Ключевые слова:** коровы, рацион питания, пробиотик, биохимические показатели крови.*

**DYNAMICS OF CHANGES IN BLOOD INDICATORS OF LACTATING SIMMENTAL COWS WHEN ADJUSTING THE DIET****Kotarev V.I., Bryukhova I.V., Bolshakov V.N.**

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

*The article discusses the importance of the biochemical composition of blood as an indicator of the physiological state of the body. The effect of the supplement Cellobacterin, containing probiotic and enzymatic components, on the biochemical blood indicators in Simmental cows during lactation was studied. The results of the study show that when adjusting the diet, there was an improvement in the biochemical blood composition of cows, which is associated with the effect of Cellobacterin on the rumen microbiota. The use of a probiotic is an effective approach to optimize cow nutrition and increase productivity. **Keywords:** cows, diet, probiotic, biochemical blood parameters.*

**Введение.** При сложившейся экономической ситуации в аграрном секторе Российской Федерации одно из лидирующих мест занимает вопрос о необходимости увеличения объемов производства отечественной сельскохозяйственной продукции, а также повышения ее экологической безопасности. В настоящее время агропромышленный комплекс динамично расширяет количество сельскохозяйственных предприятий и производства продукции. Однако интенсификация и быстрые темпы наращивания промышленного производства сопровождаются многочисленными проблемами, тормозящими развитие данной отрасли. Одной из причин возникновения данной ситуации является особенность кормления и содержания животных в современной атмосфере промышленного животноводства. Главным препятствием для развития отрасли становится масштабное применение антибиотиков, дефицит качественной кормовой базы, что, в свою очередь, приводит к появлению антибиотико-резистентных бактерий и быстрому распространению патологий микробной этиологии. Поэтому в России возникла потребность в создании перспективного курса, направленного на изыскание систем мероприятий, нацеленных на повышение эффективности производства.

Огромная роль в поддержании нормальной жизнедеятельности и здоровья животных принадлежит именно сбалансированному питанию. В растениях из неорганических веществ образуются органические вещества – белки, углеводы и жиры, которые в организме животного перевариваются, усваиваются и, в конечном счете, преобразуются в продукцию. Чтобы молочная корова давала большое количество продукции каждый день, ее необходимо обеспечить оптимальным питанием из кормов разных видов, мокрым и сухим питанием и всеми необходимыми биодобавками.

Таким образом, особое внимание должно отводиться улучшению именно кормовой базы и организации качественного питания поголовья. Применение биологически активных добавок имеет весомое агроэкономическое значение, поскольку при тех же кормовых ресурсах они дают возможность для получения дополнительной продукции с меньшими расходами материальных средств, одновременно гарантируя экономический и зоотехнический результат. Важна разработка новых, экологически безопасных биологически активных добавок, в состав которых входят свойственные для скота микроорганизмы, станут альтернативой антибиотикам и будут улучшать питательные свойства кормов, стабилизировать микробиоценоз кишечника, стимулировать иммунную защиту и повышать качество и количество животноводческой продукции.

В отличие от антибиотиков, такое положительное влияние пробиотиков обусловлено различиями в механизме их действия, если антибиотики направлены на ликвидацию, то биологические активные вещества, заселяя кишечник конкурентоспособными штаммами бактерий пробионтов,

действуют методом исключения патогенных и условно-патогенных бактерий из состава кишечного микробиотопа и проводят неспецифический контроль над их численностью путем ее вытеснения. Различные штаммы бацилл, входящих в состав пробиотиков, способны в значительной степени оптимизировать ферментативные процессы переваривания питательных веществ, продуцировать вещества с антибактериальной активностью, стимулировать лимфоидный аппарат, лизоцимную активность, синтез иммуноглобулинов и снижать проницаемость сосудистых тканевых барьеров для токсических веществ. Повышение иммунологической реактивности способствует уничтожению атипичных клеток в организме.

В связи с большой эффективностью применения биологически активных препаратов в животноводстве необходимо проводить поиск новых веществ, на что и направлено наше исследование.

Таким образом, в современном животноводстве одним из ключевых аспектов является оптимизация рациона кормления для обеспечения здоровья и продуктивности животных. В данной статье мы рассмотрим динамику изменений биохимических показателей крови у лактирующих коров симментальской породы при использовании целлобактерина в корректировке рациона.

**Цель исследования.** Целью наших исследований являлось изучение, анализ, влияния и изменения биохимических показателей крови лактирующих коров симментальской породы в ООО «Согласие» в Липецкой области после корректировки основного рациона и введения в него ферментативного пробиотического препарата «Целлобактерин».

Для выполнения этого исследования были поставлены следующие задачи: изучить биохимические показатели крови, провести биометрическую обработку данных, проанализировать их соответствие нормам и рассмотреть состояние обменных процессов в организме животных. Выявить достоверные корреляционные взаимосвязи между этими показателями и обосновать их возникновение.

**Материалы и методы исследований.** Нами был проведен опыт по влиянию корректировки питания на биохимические показатели крови на лактирующих коровах. Для всех подопытных животных были созданы одинаковые условия кормления, содержания и ухода с соблюдением требуемых зооигиенических параметров. Продолжительность эксперимента составила 2 месяца. На первом этапе мы проанализировали рацион питания лактирующих коров на молочном комплексе, взяли кровь для биохимического исследования. Полученные результаты биохимического анализа крови обрабатывали методом вариационной статистики с использованием программ Microsoft Office. Через два месяца после корректировки рациона путем введения в него фитопробиотика целлобактерина была повторно взята кровь.

**Результаты исследований.** Эффективность действия кормовой добавки оценивали по биохимическим показателям крови коров.

У животных до корректировки рациона питания наблюдались значительные отклонения по многим показателям и нарушению обмена веществ. Проводя анализ показателей белкового обмена лактирующих коров (таблица 1), мы видим, что уровень общего белка снизился на 60-й день (с 87,85 г/л до 82,30 г/л), это произошло в результате изменений в обмене веществ. Целлобактерин содержит комплекс живых бактерий *Enterococcus sp.*, это ускоряет созревание рубцовой микрофлоры, способствует лучшему перевариванию клетчатки в корме и повышению целлюлозолитической активности до 20%, а также формированию нормальной микрофлоры в пищеварительном тракте и предупреждает развитие лактатного ацидоза в рубце. Целлобактерин выполняет функции двух кормовых добавок: кормового фермента и пробиотика, что и стало причиной снижения уровня белка в крови коров.

Таким образом, целлобактерин имеет прямое влияние на образование белка в организме коров, что и привело к изменению его уровня на 60-й день.

**Таблица 1 – Показатели белкового обмена лактирующих коров ( $X \pm Sx$ )**

Показатели	Пробы крови	
	1 день	60 дней
Общий белок, г/л	87,85±1,477	82,30±1,352**
Альбумины, г/л	40,95±0,838	40,30±0,539

Примечания: \* –  $p < 0,05$ , \*\* –  $p < 0,001$ , \*\*\* –  $p < 0,0001$  по сравнению с коровами, принимавшими ОП.

Из таблицы 2 следует, что произошли изменения азотистых веществ в крови. Показатели мочевины увеличились (с 3,05 мм/л до 4,81 мм/л). Мочевина - это показатель обмена белка и образования ионов аммиака в организме животных. Увеличение мочевины до нормы после применения целлобактерина может свидетельствовать о его положительном влиянии на обмен азота и улучшение пищеварения у коров.

Креатинин уменьшился с 106,70 мкМ/л до 91,10 мкМ/л. Креатинин - это метаболический продукт, образующийся при разрушении креатинфосфата в мышцах и служащий маркером работы почек. Такие изменения свидетельствуют о следующем:

- восстановление нормальной функции почек у коров;
- улучшение обмена веществ и снижение накопления метаболических отходов, включая креатинин,
- снижение воспалительных процессов, т.к., воспаление в организме может вызывать повышение уровня креатинина. Применение целлобактерина способствовало уменьшению воспалительных процессов в животном организме и, как следствие, снижению уровня креатинина,
- улучшение общего состояния коров, т.к. уменьшение уровня креатинина связано со снижением стресса, повышением иммунитета и общим улучшением пищеварительного процесса.

**Таблица 2 – Биохимические исследования крови лактирующих коров**

Показатели	Пробы крови	
	1 день	60 дней
Мочевина, мМ/л	3,05±0,204	4,81±0,239***
Холестерин, мМ/л	6,13±0,278	4,82±0,264***
Глюкоза, мМ/л	3,64±0,081	2,15±0,092***
Креатинин, мкМ/л	106,70±4,925	91,10±2,611**

Примечания: \* –  $p < 0,05$ , \*\* –  $p < 0,001$ , \*\*\* –  $p < 0,0001$  по сравнению с коровами, принимавшими ОР.

Наблюдаются изменения в жировом и углеводном балансах. Холестерин на 60-й день после изменения рациона животных уменьшился (с 6,13 мМ/л до 4,82 мМ/л), это указывает на то, что пробиотик способен оказывать положительное влияние на метаболизм коров. Высокий уровень холестерина может быть связан с различными заболеваниями, такими как сердечно-сосудистые заболевания или метаболический синдром. Понижение уровня холестерина до нормы указывает на улучшение общего состояния здоровья коров, а это напрямую ведет к производству более здоровых продуктов питания, что полезно для потребителей.

Произошло снижение уровня глюкозы (с 3,64 мМ/л до 2,15 мМ/л), это показывает, что данный пробиотик оказал положительное воздействие на обмен веществ у животных, способствует улучшению рубцового пищеварения, обеспечивает более эффективное использование питательных веществ и снижает уровень глюкозы в крови до нормального значения. Это может быть важно для поддержания здоровья коров, контроля метаболических заболеваний, улучшения роста и производительности животных.

**Таблица 3 – Показатели печеночных маркеров сыворотки крови лактирующих коров ( $X \pm Sx$ )**

Показатели	Пробы крови	
	1 день	60 дней
Щелочная фосфатаза, Е/л	153,70±10,362	153,70±6,605
АлАТ, Е/л	38,45±1,612	40,35±2,189
АсАТ, Е/л	117,05±5,778	112,45±5,722
$\gamma$ -ГТ, Е/л	31,00±2,061	29,40±1,522

Примечания: \* –  $p < 0,05$ , \*\* –  $p < 0,001$ , \*\*\* –  $p < 0,0001$  по сравнению с коровами, принимавшими ОР.

Целлобактерин влияет на состав микрофлоры в рубце коров и ее адаптацию, что приводит к изменениям в процессах переваривания пищи. Эти изменения могут повысить активность АсАТ и АлАТ (таблица 3). Увеличение уровня  $\gamma$ -ГТ связано с нормализацией работы и повышением активности печени. Щелочная фосфатаза осталась практически неизменна на протяжении всего эксперимента.

Лактация у коров симментальской породы представляет собой период интенсивной продукции молока, требующей оптимальной пищевой поддержки. Одним из ключевых аспектов в этом контексте является уровень витаминов, микро- и макроэлементов в сыворотке крови в организме коров. Каротин увеличился с 0,33 мкМ/л до 0,44 мкМ/л, это указывает на то, что данный препарат способен стимулировать синтез и обеспечивать поглощение каротина у животных, поэтому коровы получают достаточное количество каротина из рациона и не имеют недостатка в питательных элементах (таблица 4).

**Таблица 4 – Содержание витаминов, микро- и макроэлементов в сыворотке крови лактирующих коров ( $X \pm Sx$ )**

Показатели	Пробы крови	
	1 день	60 дней
Каротин, мкМ/л	0,33±0,014	0,44±0,025***
Магний, мг%	0,45±0,034	1,00±0,105***
Железо, мМ/л	23,15±1,186	34,88±1,116***
Медь, мкМ/л	12,71±0,235	15,12±0,351***
Цинк мкМ/л	13,08±0,356	14,48±0,761
Общий кальций, мМ/л	2,44±0,029	2,50±0,033
Фосфор неорг., мМ/л	1,75±0,062	2,07±0,034***
Натрий, мМ/л	141,25±1,083	143,33±2,435
Калий, мкМ/л	4,60±0,095	5,00±0,124**
Хлориды, мМ/л	103,10±0,704	107,95±2,864

Значительное увеличение магния (с 0,45 мг% до 1,00 мг%) указывает на адаптацию коровы к процессу лактации под действием пробиотика, который, улучшая общее здоровье кишечника, влияет на состав микробиома, что способствует лучшему расщеплению пищевых волокон и улучшению пищеварения, это, в свою очередь, повышает усвоение магния из корма, а значит и свидетельствует о более эффективном метаболическом процессе.

Железо, медь, цинк, неорганический фосфор также увеличились на 60-й день лактации (23.15 мМ/л, 34.88 мМ/л; 12.71 мкМ/л, 15.12 мкМ/л; 13.08 мкМ/л, 14.48 мкМ/л; 1,75 мМ/л, 2,07 мМ/л соответственно). Увеличение уровней этих микроэлементов может указывать на более эффективное усвоение из рациона. Железо важно для образования гемоглобина, медь влияет на обмен веществ, цинк участвует в иммунной функции и обмене веществ, а фосфор играет важную роль в образовании костей, молока и энергетическом обмене. Увеличение уровня этих показателей способствует улучшению здоровья и продуктивности животных.

Электролиты крови также претерпели под действием пробиотика некоторые изменения. Калий - важный макроэлемент, участвующий в регуляции водного баланса, функции мышц и нервной системы. При коррекции рациона калий увеличился (с 4,60 мкМ/л до 5,00 мкМ/л), такое увеличение свидетельствует о более эффективном обмене веществ, улучшенной работе почек и гомеостазе в организме. Натрий и хлориды остались практически неизменными.

**Заключение.** Результаты данного исследования показывают, что корректировка рациона целлобактерином положительно влияет на показатели крови лактирующих коров симментальской породы. Использование этого пробиотика способствует стабильному обмену веществ, снижению уровня некетонных тел и бета-гидроксибутиратов. Таким образом, пробиотик полезен для бактериального баланса в кишечнике, оказывает положительное влияние на абсорбцию питательных веществ, а следовательно, на пищеварение, здоровье животных и продуктивность. На основании проведенных исследований можно сделать заключение о высоком уровне биологического действия пробиотика, его применение лактирующим коровам является целесообразным. В связи с этим в хозяйствах необходимо корректировать рационы питания и тем самым профилактировать болезни.

**Conclusion.** The results of this study show that adjusting the diet with Cellobacterin has a positive effect on the blood indicators of lactating Simmental cows. The use of this probiotic promotes stable metabolism, reducing the level of non-ketone bodies and beta-hydroxybutyrates. Thus, the probiotic is beneficial for the bacterial balance in the intestines, has a positive effect on nutrient absorption, and therefore on digestion, animal health and productivity. Based on the studies conducted, we can conclude that the probiotic has a high level of biological action; its use in lactating cows is advisable. In this regard, it is necessary to adjust diets on farms and thereby prevent diseases.

**Список литературы.** 1. Володькина, Г.М. Влияние кормового пробиотика «бацелл» на показатели белкового профиля и неспецифической резистентности сыворотки крови коров // Проблемы и перспективы повышения эффективности племенного животноводства и кормопроизводства. – Тверь, 2021. – С. 158–160. 2. Мирошниченко, О.Н. Использование пробиотиков в животноводстве / О.Н. Мирошниченко, М.И. Подчалимов, И.Я. Пигорев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2008. – № 3. – С. 18–20. 3. Котарев, В.И. Эффективность использования пробиотической добавки в рационе телят / В.И. Котарев, В.Н. Большаков, И.В. Брюхова // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. – 2021. –

№ 2 (20). – С. 83–90. 4. Котарев, В.И. Влияние кормовой добавки профорт на клинико-биохимические показатели телят / В.И. Котарев, И.В. Брюхова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4 (90). – С. 199–204. 5. Менякина, А.Г. Эффективность применения пробиотика "басулифор-А" у лактирующих коров / А.Г. Менякина, Г.Ю. Кондалеев // Современные тенденции развития аграрной науки. – 2022. – С. 641–646. 6. Комплексное применение пробиотика "целлобактерин®+" и фитопробиотика "провитол®" в кормлении дойных коров / В.В. Солдатова [и др.] // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения. – 2020. – С. 240–243. 7. Хлыстунова, В.А. Изменение морфологии крови у коров при использовании пробиотика / В.А. Хлыстунова // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 6 (60). – С. 60–61. 8. Хорошевский, М.А. Пробиотики в животноводстве / М.А. Хорошевский, А.И. Афанасьева // Вестник Алтайского аграрного университета. – 2003. – №2. – С. 290–292. 9. Ческидова, Л.В. Перспективные направления создания лекарственных средств нового поколения для животных с применением биотехнологий (обзор) / Л.В. Ческидова, И.В. Брюхова, Н.А. Григорьева // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2019. – № 2 (7). – С. 29–38.

**References.** 1. Volod'kina, G.M. Vliyanie kormovogo probiotika «bacell» na pokazateli belkovogo profilya i nespecificheskoj rezistentnosti syvorotki krovi korov // Problemy i perspektivy povysheniya effektivnosti plemennogo zhivotnovodstva i kormoproizvodstva. – Tver', 2021. – S. 158–160. 2. Miroshnichenko, O.N. Ispol'zovanie probiotikov v zhivotnovodstve / O.N. Miroshnichenko, M.I. Pod-chalimov, I.YA. Pigorev // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2008. – № 3. – S. 18–20. 3. Kotarev, V.I. Effektivnost' ispol'zovaniya probioticheskoj dobavki v racione telyat / V.I. Kotarev, V.N. Bol'shakov, I.V. Bryuhova // Aktual'nye voprosy sel'skohozyajstvennoj biologii. – 2021. – № 2 (20). – S. 83–90. 4. Kotarev, V.I. Vliyanie kormovoj dobavki profort na kliniko-biohimicheskie pokazateli telyat / V.I. Kotarev, I.V. Bryuhova // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – № 4 (90). – S. 199–204. 5. Menyakina, A.G. Effektivnost' primeneniya probiotika "basulifor-A" u laktiruyushchih korov / A.G. Menyakina, G.YU. Kondaleev // Sovremennye tendencii razvitiya agrarnoj nauki. – 2022. – S. 641–646. 6. Kompleksnoe primenenie probiotika "cellobakterin®+" i fitoprotiotika "provitol®" v kormlenii dojnyh korov / V.V. Soldatova [i dr.] // Nauchnoe obespechenie razvitiya APK v usloviyah importozameshcheniya. – 2020. – S. 240–243. 7. Hlystunova, V.A. Izmenenie morfologii krovi u korov pri ispol'zovanii probiotika / V.A. Hlystunova // Agrarnyj vestnik Urala. – 2009. – № 6 (60). – S. 60–61. 8. Horoshevskij, M.A. Probiotiki v zhivotnovodstve / M.A. Horoshevskij, A.I. Afanas'eva // Vestnik Altajskogo agrarnogo universiteta. – 2003. – №2. – S. 290–292. 9. CHeskidova, L.V. Perspektivnye napravleniya sozdaniya lekarstvennyh sredstv novogo pokoleniya dlya zhivotnyh s primeneniem biotekhnologij (obzor) / L.V. CHeskidova, I.V. Bryuhova, N.A. Grigor'eva // Veterinarnyj farmakologicheskij vestnik. – 2019. – № 2 (7). – S. 29–38.

Поступила в редакцию 13.02.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-37-42

УДК 619:[577.121.7:616-056.5]:636.4

#### ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА «ПРОСТИМУЛ» НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН И НЕФЕРМЕНТАТИВНОЕ ЗВЕНО АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ У ПОРОСЯТ С ВРОЖДЕННОЙ ГИПОТРОФИЕЙ

\*Михайлов Е.В. ORCID ID 0000-0001-5457-1325, \*\*Саврасов Д.А. ORCID ID 0000-0002-1293-2249,  
\*Шабунин Б.В. ORCID ID 0000-0002-2234-3851, \*Некрасов А.В. ORCID ID 0000-0002-5957-1583,  
\*Шутиков В.А. ORCID ID 0009-0004-2018-2662, \*\*\*Прокулевич В.А.

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

\*\*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», г. Воронеж, Российская Федерация

\*\*\*Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь

В статье представлены результаты исследования по влиянию препарата «Простимул» на энергетический обмен и неспецифическую антиоксидантную систему поросят с врожденной гипотрофией. Выявлено, что применение препарата «Простимул», в состав которого входят видоспецифичные рекомбинантные альфа- и бета-интерфероны и витамины А, Е и С, способствует нормализации обмена веществ у поросят-гипотрофиков, что видно по увеличению концентрации глюкозы, альбуминов, триглицеридов и общих липидов на 7-е сутки. Так, у поросят-гипотрофиков, получавших препарат «Простимул», концентрация глюкозы достоверно увеличилась на 14,51%, концентрация альбуминов - на 11,92%, концентрация триглицеридов в крови увеличилась в 1,88 и 1,45 раза по сравнению с поросятами, находящимися в других группах. Концентрация общих липидов в крови поросят-гипотрофиков, получающих дополнительно коровье молоко, и поросят-гипотрофиков, получавших препарат «Простимул», была выше в 1,34 и 1,32 раза, чем у поросят-нормотрофиков. При оценке неспецифического звена антиоксидантной системы отмечалось, что препарат «Простимул» после применения поросятам-гипотрофикам способствует нормализации метаболических процессов в организме, что, в свою очередь, отражается на повышении антиоксидантного статуса и проявляется стимуляцией неспецифической резистентности организма. **Ключевые слова:** гипотрофия, поросята, «Простимул», кровь, биохимические показатели, витамины.

## EFFECT OF THE DRUG "PROSTIMUL" ON THE ENERGY METABOLISM AND NON-ENZYMATIC LINK OF THE ANTIOXIDANT SYSTEM IN THE PIGLETS WITH CONGENITAL HYPOTROPHY

\*Mikhaylov E.V., \*\*Savrasov D.A., \*Shabunin B.V., \*Nekrasov A.V., \*Shutikov V.A., \*\*\*Prokulevich V.A.

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

\*\*FSBEI HE "Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great",  
Voronezh, Russian Federation

\*\*\*Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus

*The article presents the results of a study on the effect of the drug "Prostimul" on the energy metabolism and nonspecific antioxidant system of the piglets with congenital hypotrophy. It has been revealed that the use of the drug "Prostimul", which includes species-specific recombinant interferons alpha and beta and vitamins A, E and C, contribute to the normalization of metabolism in hypotrophic piglets, as seen by an increase in the concentration of glucose, albumins, triglycerides and total lipids on day 7. Thus, in the hypotrophic piglets treated with the drug "Prostimul", the glucose concentration significantly increased by 14.51%, the concentration of albumins - by 11.92%, the blood concentration of triglycerides increased by 1.88 and 1.45 times, compared with the piglets in other groups. The blood concentrations of total lipids in the hypotrophic piglets receiving additional cow colostrum, and in the hypotrophic piglets receiving the drug "Prostimul" were by 1.34 and 1.32 times higher than in the normotrophic piglets. When assessing the nonspecific link of the antioxidant system, it has been noted that the drug "Prostimul" after administration to hypotrophic piglets contributes to the normalization of metabolic processes in the body, which in turn affects the increase in the antioxidant status and stimulation of nonspecific resistance of the body. **Keywords:** hypotrophy, piglets, "Prostimul", blood, biochemical indicators, vitamins.*

**Введение.** В условиях современного свиноводства основные силы направлены на увеличение сохранности молодняка. Современный технологический цикл предполагает отъем поросят в возрасте в 16-28 дней, при этом на этот период приходится наибольший процент отхода. По разным данным, он составляет от 10 до 17 процентов [10]. По данным Кузьминой Т.Н., к основным причинам гибели поросят в данном периоде относятся задавливание, голодание, укусы, смерть от инфекций и врожденная гипотрофия [5]. Последний фактор вызывает особые опасения. Так, по данным Кулаченко И.В., смертность поросят-гипотрофиков в подсосный период в условиях промышленного свиноводческого комплекса составляет 11,73% от общего числа падежа [13].

У поросят-гипотрофиков при рождении отмечено нарушение внутриутробного развития, проявляющееся недостатком массы, малой длиной тела, непропорциональным развитием, морфологическим недоразвитием костей, печени, сердца, легких, почек и всего тела [1, 12, 14]. Именно поэтому современные исследования направлены как на профилактику гипотрофии во внутриутробный период, так и на лечение гипотрофии поросят.

Одним из перспективных препаратов для лечения гипотрофии является препарат «Простимул» [9]. В его состав входят видоспецифичные рекомбинантные альфа- и бета-интерфероны и витамины А, Е и С. Согласно предыдущим исследованиям, препарат способствует как активации неспецифического гуморального и клеточного иммунитета и показателей белкового обмена в период адаптации поросят, так и активации ферментативного и неферментативного звеньев антиоксидантной защиты [2].

**Цель исследований** – изучение влияния препарата «Простимул» на энергетический обмен и неспецифическое звено антиоксидантной системы организма поросят с врожденной гипотрофией.

**Материалы и методы исследований.** Эксперимент проведен в крупном промышленном свиноводческом хозяйстве Воронежской области на поросятах раннего неонатального периода, полученных от свиноматок 3-4 опороса. В период опороса все поросята проходили клинический осмотр. Не достигшие 800 гр. животные были учтены как поросята-гипотрофики (n=20), животные свыше 800 гр. – нормотрофики (n=10). В этот период от животных до приема молозива был осуществлен забор крови из сформированных групп.

Для изучения влияния препарата «Простимул» на энергетический обмен [7] и неспецифическое звено антиоксидантной системы [6] организма поросят с гипотрофией были сформированы 3 группы. Первая группа – поросята-нормотрофики (n=10) – служила контролем. Вторая группа – поросята-гипотрофики (n=10), которым *Per os* дополнительно к основному рациону выпаивали коровье молозиво в дозировке 2,5 мл на голову в течение 3 дней. Третья группа – поросята-гипотрофики (n=10) – применяли парентерально рекомбинантный видоспецифичный цитокин «Простимул» двукратно, в первый и третий дни жизни в дозе 0,1 мл/кг. массы тела. В возрасте 7, 14 дней и за 2 дня до отъема у сформированных групп животных (n=5), отбиралась кровь для проведения биохимических исследований.

При проведении статистической обработки данных использовался пакет прикладных программ Statistica v6.1. Для оценки достоверности результатов был применен критерий Стьюдента.

**Результаты исследований.** При оценке энергетического обмена у поросят после рождения до приема молозива (таблица 1) отмечалось, что концентрация глюкозы, указывающая на интен-

сивность процессов метаболизма углеводов, в крови у поросят-нормотрофиков достоверно выше на 60,76% ( $p \leq 0,05$ ), чем у поросят-гипотрофиков. Уровень альбуминов, служащих маркером интенсивности обменных процессов и иммунной резистентности организма, в крови у поросят-нормотрофиков достоверно был выше на 57,02% ( $p \leq 0,05$ ), чем у поросят-гипотрофиков. Концентрация триглицеридов, указывающая на уровень процессов метаболизма жиров у поросят-нормотрофиков, была выше на 52,51% ( $p \leq 0,05$ ) в сравнении с поросятами-гипотрофиками. Концентрация общих липидов в крови поросят обеих групп не имела достоверных различий.

На 7 день жизни у поросят-гипотрофиков, получавших препарат «Простимул» концентрация глюкозы в крови была выше на 14,54% ( $p \leq 0,05$ ) и 2,23% ( $p \leq 0,05$ ), чем у поросят 1 и 2 группы соответственно. Концентрация альбуминов в крови у поросят-гипотрофиков, получающих простимул, была больше на 23,31% ( $p \leq 0,05$ ), чем у поросят-нормотрофиков. Концентрация триглицеридов в крови поросят 2 и 3 группы была выше на 88,35% ( $p \leq 0,05$ ) и 45,89% ( $p \leq 0,05$ ) по сравнению с поросятами 1 группы соответственно. Уровень общих липидов в крови поросят-гипотрофиков, получавших простимул, был выше на 34,11%, чем у поросят-нормотрофиков, в то время как с поросятами-гипотрофиками, получавшими препарат «Простимул», достоверных различий у них не было.

На 14 день жизни отмечалось, что концентрация глюкозы в крови у поросят 3 группы, получавших препарат «Простимул», на 50,05% ( $p \leq 0,05$ ) и 18,82% ( $p \leq 0,05$ ) больше, чем у поросят 1 и 2 группы соответственно. Уровень альбуминов в крови у поросят 1 и 2 групп не имел существенных различий, в то время как у поросят 3 группы концентрация альбуминов была выше на 30,83%. Уровень триглицеридов в крови поросят 2 и 3 групп не имел достоверных различий и составлял в среднем 1,45 мм/л, в то время как у поросят 1 группы данный показатель был достоверно выше на 20,12% ( $p \leq 0,05$ ). У поросят-нормотрофиков показатель общих липидов был выше на 25,32% и 15,47%, чем у поросят 2 и 3 групп соответственно.

На 21 день жизни концентрация глюкозы в крови у поросят 1 и 3 группы не имела достоверных различий, в то время как у поросят 2 группы данный показатель был ниже на 15,31% относительно остальных групп. По концентрации альбуминов в крови все группы поросят, участвующие в исследовании, не имели достоверных различий, данный показатель в среднем составлял 33,33 г/л. У поросят-гипотрофиков 3 группы уровень триглицеридов в крови был достоверно выше в 2,68 ( $p \leq 0,05$ ) и 2,13 ( $p \leq 0,05$ ) раза, чем у поросят 1 и 2 группы соответственно, а количество общих липидов составляло  $5,76 \pm 0,72$  г/л, что на 59,55% и 33,33% ( $p \leq 0,05$ ) больше, чем у поросят-нормотрофиков и поросят-гипотрофиков, получающих простимул, соответственно.

**Таблица 1 – Показатели энергетического обмена у поросят**

Группа	Глюкоза, мг/мл	Альбумин, г/л	Триглицериды, мм/л	Общие липиды, г/л
1 день				
Нормотрофики	$1,68 \pm 0,14^*$	$11,85 \pm 0,43^*$	$0,122 \pm 0,01^*$	$2,89 \pm 0,59$
Гипотрофики	$1,05 \pm 0,11^*$	$7,51 \pm 0,15^*$	$0,08 \pm 0,01$	$2,61 \pm 0,17$
7 день				
Группа 1	$3,54 \pm 0,44^*$	$13,32 \pm 0,46^*$	$1,46 \pm 0,53^*$	$4,53 \pm 0,65^*$
Группа 2	$3,98 \pm 0,37$	$16,48 \pm 1,28^*$	$2,75 \pm 0,37^*$	$6,09 \pm 0,62$
Группа 3	$4,06 \pm 0,39^*$	$15,95 \pm 1,06^*$	$2,13 \pm 0,47$	$5,98 \pm 0,72^*$
14 день				
Группа 1	$4,36 \pm 0,48^*$	$21,86 \pm 0,64^*$	$1,74 \pm 0,35^*$	$8,73 \pm 1,24$
Группа 2	$5,53 \pm 0,38^*$	$21,88 \pm 1,04^*$	$1,48 \pm 0,23^*$	$6,96 \pm 0,31$
Группа 3	$6,54 \pm 0,19^*$	$28,59 \pm 1,96^*$	$1,42 \pm 0,25^*$	$7,56 \pm 0,84$
21 день				
Группа 1	$6,10 \pm 2,43^*$	$32,78 \pm 2,52$	$0,47 \pm 0,04^*$	$3,61 \pm 0,44^*$
Группа 2	$5,28 \pm 0,57^*$	$34,80 \pm 2,68$	$0,60 \pm 0,01^*$	$4,32 \pm 0,63$
Группа 3	$6,09 \pm 0,30$	$32,41 \pm 2,52$	$1,26 \pm 0,24^*$	$5,76 \pm 0,72^*$

Примечание. \*  $p < 0,05$  относительно первой группы.

По результатам оценки неспецифической антиоксидантной системы (таблица 2) сыворотки крови у поросят до начала эксперимента было отмечено, что концентрация витамина С в сыворотке крови поросят-нормотрофиков достоверно выше на 38,01% ( $p \leq 0,05$ ), чем у поросят-гипотрофиков. Концентрация витамина А в сыворотке крови поросят-нормотрофиков была достоверно ниже на 25,20% ( $p \leq 0,05$ ), чем у поросят-гипотрофиков. Концентрация витамина Е в сыворотке крови поросят не имела достоверных различий между поросятами-нормотрофиками и поросятами-гипотрофиками.

На 7 день жизни поросят отмечено, что концентрация витамина С в сыворотке крови 1 группы на 18,42% и 28,61% выше, чем у поросят 2 и 3 группы соответственно. Концентрация витамина А в группе 2 была на 20,02% выше, чем в группе 1 и 3. Концентрация витамина Е в группе 3 была самой высокой и составила 9,0 мкМ/мл, что на 8,44% выше, чем в 1 группе.

На 14 день жизни поросят было отмечено, что концентрация витамина С в сыворотке крови поросят-гипотрофиков, получающих препарат «Простимул», достоверно ниже на 16,02% ( $p \leq 0,05$ ) и на 9,41% ( $p \leq 0,05$ ), чем у поросят 1 и 2 группы соответственно. Уровень витамина А в сыворотке крови поросят всех групп составлял в среднем 0,6 мкМ/л. При оценке содержания витамина Е в сыворотке крови поросят-гипотрофиков, получающих простимул, отмечалось, что концентрация достоверно ниже на 16,25% ( $p \leq 0,05$ ) и 7,51% ( $p \leq 0,05$ ), чем у поросят 1 и 2 групп соответственно.

На 21 день жизни поросят отмечалось, что концентрация витамина С в сыворотке крови поросят-нормотрофиков достоверно выше на 24,03% ( $p \leq 0,05$ ) и 22,10% ( $p \leq 0,05$ ) соответственно, чем у поросят 2 и 3 группы. Концентрация витамина А в 1 группе была на 16,66% выше, чем во 2 и 3 группах. Содержание витамина Е было самым высоким в 1 группе и составило 9,3±0,25 мкМ/л.

**Таблица 2 – Неспецифическая антиоксидантная система**

Группа	Показатели сыворотки крови		
	Витамин С, мкМ/л	Витамин А, мкМ/л	Витамин Е, мкМ/л
1 день			
Нормотрофики	38,0±1,44 *	0,5±0,03*	8,4±0,33
Гипотрофики	28,8±1,38*	0,4±0,02*	8,3±0,43
7 день			
Группа 1	39,1±0,60 *	0,5±0,06	8,3±0,40
Группа 2	33,1±1,2 *	0,6±0,03	8,9±0,21
Группа 3	30,4±1,07*	0,5±0,03	9,0±0,15
14 день			
Группа 1	39,1±3,12*	0,6±0,03*	9,3±0,29*
Группа 2	33,7±2,19*	0,6±0,02	8,6±0,29*
Группа 3	30,8±1,29	0,6±0,03	8,0±0,26*
21 день			
Группа 1	39,6±2,20*	0,7±0,03	9,3±0,25
Группа 2	31,8±1,77*	0,6±0,07	8,8±0,20
Группа 3	32,2±2,22*	0,6±0,03	8,8±0,34

Примечание. \*  $p < 0,05$  относительно первой группы.

Снижение концентрации глюкозы и триглицеридов у поросят-гипотрофиков относительно поросят нормотрофиков до начала применения препарата является следствием недополучения питательных веществ с молозивом, вследствие его дефицита у свиноматки или их некорректного усвоения вследствие функциональной незрелости организма. Развитие гипогликемии в неонатальный период негативно сказывается на нормальном функционировании жизненно важных систем организма в связи с незрелостью ферментативной системы, в противовес которой стоят высокие энергетические затраты, так как глюкоза является основным источником энергии для тканей. Особенно сильно недостаток глюкозы отражается на работе ЦНС, так как большое количество глюкозы участвует в биохимических реакциях тканей мозга. Большое количество глюкозы расходуется при адаптации новорожденных поросят к условиям окружающей среды, поэтому ее недостаток в столь важный период приводит к быстрой утилизации запасов гликогена в печени, вследствие чего возникает углеводное голодание [8, 11].

Уже через 7 дней у поросят, которые получали молозиво и препарат «Простимул», отмечалось значимое повышение концентрации альбумина в 1,34 раза и общих липидов – 1,88 и 1,45 раз относительно нормотрофиков. Это может указывать на благоприятное воздействие препарата «Простимул» и молозива на белковый и липидный обмен в первые 7 дней развития, что в дальнейшем положительно скажется на повышении иммунной резистентности организма и интенсивности обменных процессов. Повышение концентрации альбуминов к 21 дню исследования говорит о том, что у поросят, получавших препарат «Простимул», повышается функционирование гуморального иммунитета, что было вызвано влиянием интерферонов и витамина А, поскольку известно, что они стимулируют их синтез. Также альбумины являются важным фактором плазменной детоксикации,

связывают и удаляют токсины [4]. Через 14 дней у поросят, которые получали препарат «Простимул», также отметили увеличение концентрации глюкозы и альбуминов в 1,5 и 1,3 раза соответственно относительно нормотрофиков. Так как глюкоза является важнейшим компонентом углеводного обмена, благодаря которому образуется более половины необходимой для жизни энергии, повышение ее концентрации в крови поросят-гипотрофиков, получающих препарат «Простимул», говорит о том, что общее физиологическое состояние организма и функционирование окислительно-восстановительной системы повышается. К 21 дню исследования препарат «Простимул» способствовал повышению показателей неспецифической антиоксидантной системы у поросят-гипотрофиков, что обусловлено наличием в составе препарата витаминов, так как витамин А защищает липиды низкой плотности клеточных мембран от окислительного стресса, индуцированного синглетным кислородом, обладает способностью нейтрализовывать свободные радикалы, что связано с наличием в их структуре ненасыщенных (двойных) связей и представляет альтернативный путь для процесса перекисного окисления липидов, витамин Е, являясь антиоксидантом, ингибирует инициацию процессов ПОЛ, препятствует образованию гидропероксидов, блокирует цепную реакцию процесса перекисного окисления липидов, а также нейтрализует широкий круг оксидантов, включая синглетный кислород, пероксильные и алкоксильные радикалы, как структурный элемент клеточных мембран, регулирует синтез и распад фосфолипидов в условиях клеточной активации или при возникновении каких-либо патологических состояний косвенно способствует транспорту кислорода к тканям, кроме антирадикального действия,  $\alpha$ -токоферол имеет наибольшую способность стабилизировать мембраны и образовывать комплексы с жирными кислотами, приводящие к повышению стойкости мембран к свободным радикалам, витамин С как восстанавливающий и антиоксидантный агент взаимодействует с супероксидным и гидроксильным радикалами, синглетным кислородом и различными гидропероксидами, повышая антиокислительную активность плазмы крови. Кроме того, выполняет биологические функции восстановителя и кофермента некоторых метаболических процессов, усиливает детоксикационную и белковообразовательную функцию печени, участвует в регуляции иммунологических реакций, потенцирует эффективность интерферонов [3].

**Заключение.** Полученные данные указывают на то, что препарат «Простимул» способствует нормализации энергетического обмена в организме у поросят-гипотрофиков, что видно по увеличению в крови концентрации глюкозы, альбуминов, триглицеридов и общих липидов уже на 7-е сутки жизни у опытных животных. Препарат «Простимул» способствует нормализации у поросят-гипотрофиков обменных процессов, улучшает утилизацию углеводов, ускоряет процессы метаболизма. При оценке неспецифического звена антиоксидантной системы отмечалось, что данный препарат после применения поросятам-гипотрофикам способствует нормализации метаболических процессов в организме, что, в свою очередь, ведет к повышению антиоксидантного статуса и стимуляции неспецифической резистентности организма.

**Conclusion.** The data obtained indicate that the drug "Prostimul" contributes to the normalization of energy metabolism in the body of hypotrophic piglets, which is seen by an increase in the concentration of glucose, albumins, triglycerides and total lipids in the blood already on day 7 of life in experimental animals. The drug "Prostimul" contributes to the normalization of metabolic processes in hypotrophic piglets, improves the utilization of carbohydrates, accelerates metabolic processes. When assessing the nonspecific link of the antioxidant system, it has been noted that this drug, after administration to hypotrophic piglets, contributes to the normalization of metabolic processes in the body, which in turn leads to an increase in the antioxidant status and stimulation of nonspecific resistance of the body.

**Список литературы.** 1. Архитектоника селезенки новорожденных поросят-гипотрофиков / Е.В. Михайлов [и др.] // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2020. – Т. 56, вып. 4. – С. 45-49. 2. Влияние препарата "Простимул" на показатели эндогенной интоксикации и антиоксидантной защиты у свиноматок / Ю.Н. Бригадинов [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2022. – Т. 58, вып. 4. – С. 140-143. 3. Влияние интерферонсодержащих препаратов на про- и антиоксидантный статус у новорожденных поросят / А.Г. Шахов [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2022. – Т. 58, вып. 1. – С. 109-113. – DOI 10.52368/2078-0109-58-1-109-113. 4. Влияние простимула на иммунный статус, продуктивность и сохранность отставших в росте поросят / А. Г. Шахов [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2021. – Т. 57, вып. 2. – С. 133-137. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-2-133-137. 5. Кузьмина, Т.Н. Как повысить сохранность новорожденных поросят? / Т.Н. Кузьмина // Эффективное животноводство. – 2018. – №3 (142). – С. 16-17. 6. Методические положения по изучению процессов свободнорадикального окисления и системы антиоксидантной защиты организма / М.И. Рецкий [и др.]. – Воронеж, 2010. – 70 с. 7. Кондрахин, И.П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики / И.П. Кондрахин. – Москва : Колос, 2004. – 520 с. 8. Петрянкин, Ф.П. Болезни молодняка животных : учебное пособие / Ф.П. Петрянкин, О.Ю. Петрова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербурге : Лань, 2022. – 352 с. 9. Применение препарата "Простимул" для коррекции иммунного статуса поросят при технологическом стрессе /

А.Г. Шахов [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2021. – Т. 57, вып. 3. – С. 44-49. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-3-44-49. 10. Семенов, С.В. Технологические циклы производства свинины / С.В. Семенов // Приоритетные научные направления: от теории к практике : сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции, Новосибирск, 20 декабря 2013 года / под общ. ред. С.С. Чернова. – Новосибирск : ЦРНС, 2013. – С.22-27. 11. Гипогликемии у новорожденных детей / Т. Е. Таранушенко // Педиатрия имени Г. Н. Сперанского. – 2018. – Т. 97, №1. – С. 55-65. 12.. Morphofunctional state of thymus in the newborn hypotrophic piglets / А.Г. Шахов А. Г. [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2020. – №. 1. – С. 127-139. 13. The influence of the industrial pig complex environment on the age characteristics of the livestock / I.V Kulachenko [et al.] // AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2022. – Т. 2467, №. 1. 14. PSVIII-6 Cytomorphological features of the bone marrow of hypotrophic piglets / E.V. Mikhailov [et al.] // Journal of Animal Science. – 2020. – Vol. 98, No. S4. – P. 256. – DOI 10.1093/jas/skaa278.462.

**References.** 1. Arhitektonika selezenki novorozhdennykh porosyat-gipotrofikov / E.V. Mihajlov [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya Vitebskaya ordena Znak pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny. – 2020. – Т. 56, вып. 4. – С. 45-49. 2. Vliyanie preparata "Prostimul" na pokazateli endogennoj intoksikacii i antioksidantnoj zashchity u svinomatok / YU.N. Brigadirov [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». – 2022. – Т. 58, вып. 4. – С. 140-143. 3. Vliyanie interferonsoderzhashchih preparatov na pro- i antioksidantnyj status u novorozhdennykh porosyat / A.G. SHahov [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». – 2022. – Т. 58, вып. 1. – С. 109-113. – DOI 10.52368/2078-0109-58-1-109-113. 4. Vliyanie prostimula na immunnyj status, produktivnost' i sohrannost' otstavshih v roste porosyat / A. G. SHahov [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». – 2021. – Т. 57, вып. 2. – С. 133-137. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-2-133-137. 5. Kuz'mina, T.N. Kak povysit' sohrannost' novorozhdennykh porosyat? / T.N Kuz'mina // Effektivnoe zhivotnovodstvo. – 2018. – №3 (142). – С. 16-17. 6. Metodicheskie polozheniya po izucheniyu processov svobodnoradikal'nogo okisleniya i sistemy antioksidantnoj zashchity organizma / M.I. Reckij [i dr.]. – Voronezh, 2010. – 70 s. 7. Kondrahin, I.P. Metody veterinarnoj klinicheskoy laboratornoj diagnostiki / I.P. Kondrahin. – Moskva : Kolos, 2004. – 520 s. 8. Petryankin, F.P. Bolezni mladnyaka zhivotnyh : uchebnoe posobie / F.P. Petryankin, O.YU. Petrova. – 2-e izd., pererab. i dop. – Sankt-Peterburg : Lan', 2022. – 352 s. 9. Primenenie preparata "Prostimul" dlya korrekcii immunnogo statusa porosyat pri tekhnologicheskom stresse / A.G. SHahov [i dr.] // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». – 2021. – Т. 57, вып. 3. – С. 44-49. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-3-44-49. 10. Semenov, S.V. Tekhnologicheskie cikly proizvodstva svininy / S.V. Semenov // Prioritetnye nauchnye napravleniya: ot teorii k praktike : sbornik materialov VIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Novosibirsk, 20 dekabrya 2013 goda / pod obshch. red. S.S. CHernova. – Novosibirsk : CRNS, 2013. – С.22-27. 11. Gipoglikemii u novorozhdennykh detej / T. E. Taranushenko // Peditriya imeni G. N. Speranskogo. – 2018. – Т. 97, №1. – С. 55-65. 12.. Morphofunctional state of thymus in the newborn hypotrophic piglets / А.Г. SHahov А. Г. [i dr.] // Veterinarnyj farmakologicheskij vestnik. – 2020. – №. 1. – С. 127-139. 13. The influence of the industrial pig complex environment on the age characteristics of the livestock / I.V Kulachenko [et al.] // AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2022. – Т. 2467, №. 1. 14. PSVIII-6 Cytomorphological features of the bone marrow of hypotrophic piglets / E.V. Mikhailov [et al.] // Journal of Animal Science. – 2020. – Vol. 98, No. S4. – P. 256. – DOI 10.1093/jas/skaa278.462.

Поступила в редакцию 13.02.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-42-46  
УДК 619:618.2:636.2

## СОСТОЯНИЕ НОВОРОЖДЕННОГО МОЛОДНЯКА И КОРОВ-МАТЕРЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ХАРАКТЕРА БЕРЕМЕННОСТИ

**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 состояния новорожденного молодняка и коров-матерей в зависимости от характера течения беременности. У коров с осложненным течением беременности после отела диагностируется нарушение инволюционных процессов. У этих животных, особенно с синдромом задержки развития плода и поздним токсикозом беременных, в 1,8-2,57 раза чаще диагностируется патология родов и послеродового периода. У этих животных продолжительность выделения лохий больше на 3,6-9,0 дней, сроки завершения инволюционных процессов – на 5,0-10,4 дней, продолжительность периода до отела до оплодотворения - на 8,1- 30,3 дней. У теллят, рожденных от коров с СЗРП, осложненного гестозом, масса тела ниже на 15,8%, время проявления уверенной позы стояния больше на 19,8 мин., сосательного рефлекса – на 22,4 мин., свидетельствующее о пониженной их жизнеспособности. **Ключевые слова:** коровы, синдром задержки развития плода, гестоз, телята, заболеваемость, диарея.

## CONDITION OF NEWBORN CATTLE AND MOTHER COWS DEPENDING ON THE PREGNANCY PATTERN

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 for studying the condition of newborn cattle and mother cows, depending on the pregnancy pattern. In the cows with a complicated pregnancy, a disorder of involution processes is diagnosed after calving. In these animals, especially with fetal growth restriction syndrome and late toxicosis of pregnancy, pathology of calving and the postpartum period is diagnosed by 1.8-2.57 times more often. In these animals, the duration of lochia secretion is longer by 3.6-9.0 days, the period of completion of the involution processes is 5.0-10.4 days, and the duration of the period from calving to fertilization is 8.1-30.3 days. In the calves born from the cows with FGRS complicated by gestosis, body weight is by 15.8% lower, the time for the manifestation of a confident standing posture is by 19.8 minutes longer, and the sucking reflex is by 22.4 minutes longer, indicating their reduced viability. **Keywords:** cows, fetal growth restriction syndrome, gestosis, calves, morbidity, diarrhea.*

**Введение.** Беременность является одним из наиболее ответственных периодов в жизни любого животного, определяемого качество получаемого приплода. При этом состоянию здоровья матери принадлежит главная роль. Уровень кормления, содержания, состояние микроклимата помещений оказывают свое влияние на характер течения беременности. При осложненном течении беременности у коров могут диагностироваться патологии эмбрионального развития в виде синдрома задержки развития эмбриона и плода, а также внутриутробная гибель зародыша. Эти нарушения раннего эмбриогенеза по литературным данным регистрируются у 34,4-37,6% беременных животных [1, 2, 3].

Одним из наиболее распространенных осложнений третьего триместра гестации является поздний токсикоз беременных – гестоз, являющийся полиорганный патологией, вовлекающий в процесс практически все системы организма животного. Гестоз у глубокостельных коров диагностируется у 11,5-35,1% [4, 5, 6].

Изменения в гомеостазе беременных коров, особенно в последние месяцы гестации, оказывают свое влияние на развивающийся плод, испытывающий значительные потребности в питательных веществах. Недостаток питательных веществ приводит к рождению потомства с признаками гипотрофии. У этих телят помимо недостатка массы диагностируется тахикардия, аритмия, понижение температуры тела, гипопроотеинемия. Большая роль в сохранении и поддержании беременности на физиологическом уровне принадлежит макро-, микроэлементам и витаминам. Снижение концентрации железа в крови беременных коров приводит к нарушению формирования иммунного ответа, цинка – к снижению функциональной активности лимфоцитов [7, 8, 9]. Все это свидетельствует об актуальности изучения показателей новорожденного молодняка при физиологической и осложненной беременности.

**Цель исследований** – изучить состояние новорожденного молодняка и коров-матерей в зависимости от характера течения беременности.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проведены на коровах черно-пестрой породы ООО «СП Вязноватовка» Нижнедевицкого района Воронежской области. По результатам трансректальных и ультразвуковых исследований коровы были разделены на две группы: физиологическое течение беременности (n=9) и осложненное в форме синдрома задержки развития плода (n=16). В 4-5 месяцев гестации группа с осложненным течением беременности была разделена на две подгруппы: без осложнений поздним токсикозом и осложненным гестозом. Для установления диагноза «синдром задержки развития плода» использовали ультразвуковой сканер Easy-Scan-5, оборудованного датчиком Curve, имеющего частоту 7,5 МГц. Для диагностики позднего токсикоза беременных определяли наличие отеков подкожной клетчатки в области подгрудка, молочной железы и конечностей, белка в моче и повышенного артериального давления, диагностируемого по хвостовой артерии. За животными, включенными в опыт, на протяжении всей беременности проводили клиническое наблюдение. По окончании беременности учитывали характер течения родов и послеродового периода (острая субинволюция матки, острый эндометрит). По окончании послеродового периода были учтены показатели воспроизводительной функции животных: продолжительность выделения лохий, сроки завершения инволюционных процессов, процент оплодотворенных животных, продолжительность периода от отела до оплодотворения, коэффициент оплодотворения. При оценке состояния новорожденного молодняка учитывали: массу плодов и плодных оболочек, количество котиледонов, время появления сосательного рефлекса и уверенной позы стояния. Полученный цифровой материал подвергали математической обработке с использованием пакета прикладных программ Statistica 6.0.

**Результаты исследований.** Установлено (таблица 1), что масса плодов, рожденных от коров с СЗРП без осложнений гестозом, составляет  $34,2 \pm 1,6$  кг, что на 5,3% меньше по сравнению с фи-

зиологическим течением беременности, они на 7,1 минут ( $P<0,05$ ) позже проявляли уверенную позу стояния, на 8,7 минут ( $P<0,05$ ) – сосательный рефлекс и в 1,8 раза чаще у них диагностировали диарейный синдром. Масса плодных оболочек, полученных от коров, у которых диагностировали СЗРП без осложнений поздним токсикозом беременных, на 14,7% меньше, чем при нормальном течении стельности, а количество котиледонов – на 3,2%.

**Таблица 1 - Состояние новорожденных телят и плодных оболочек у коров при различном течении беременности**

Показатели	Физиологическое течение беременности, n=9	Синдром задержки развития плода без позднего токсикоза беременных, n=5	Синдром задержки развития плода, осложненный гестозом, n=7
Масса плода, кг	36,1±1,2	34,2±1,6	30,4±1,7*
Появление уверенной позы стояния, мин.	32,6±1,7	39,7±2,1*	52,4±3,8***
Появление сосательного рефлекса, мин.	35,9±2,1	44,6±3,1*	58,3±3,9***
Заболеваемость новорожденных телят диареей, %	11,1	20,0	28,5
Масса плодных оболочек, кг	5,25±0,31	4,48±0,28	3,97±0,23**
Количество котиледонов	83,4±5,1	80,7±3,3	76,7±5,5

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

Масса плодов от коров с СЗРП, осложненного гестозом, на 15,8% меньше ( $P<0,02$ ), чем при физиологической беременности. Телята, рожденные от этих коров, на 19,8 минут ( $P<0,001$ ) позже проявляли уверенную позу стояния, на 22,4 ( $P<0,001$ ) – сосательный рефлекс, у них в 2,57 раза чаще диагностирован диарейный синдром, что свидетельствует о пониженной жизнеспособности. Масса плодных оболочек от коров с СЗРП, осложненного гестозом, на 24,4% меньше ( $P<0,01$ ) по сравнению с физиологической беременностью, количество котиледонов – на 8,0%, что свидетельствует о снижении интенсивности питания плода во время беременности.

Показатели течения родов и послеродового периода коров при различном характере течения беременности представлены в таблице 2.

**Таблица 2 - Заболеваемость коров во время родов и в послеродовый период**

Показатели	Физиологическое течение беременности, n=9	Синдром задержки развития плода без позднего токсикоза беременных, n=5	Синдром задержки развития плода, осложненный гестозом, n=7
Слабость родовой деятельности, %	11,1	20,0	28,5
Задержание последа, %	11,1	20,0	28,5
Острая субинволюция матки, %	22,2	40,0	42,8
Острый эндометрит, %	22,2	40,0	57,0

Установлено, что у коров с СЗРП без осложнений в форме гестоза слабость родовой деятельности установлена у 20,0% коров, что в 1,8 раза чаще по сравнению с физиологическим течением беременности, задержание последа – в 1,8 раза, острая субинволюция матки и острый эндометрит – в 1,8 раза.

У коров с СЗРП, осложненным гестозом, слабость родовой деятельности диагностируется в 2,57 раза чаще, чем при неосложненной беременности, задержание последа – в 2,57 раза, острая субинволюция матки – в 1,93 раза, острый послеродовой эндометрит – в 2,57 раза.

Показатели воспроизводительной функции коров в зависимости от характера течения предыдущей беременности представлены в таблице 3.

Установлено, что продолжительность выделения лохий у коров, у которых был диагностирован СЗРП без осложнений в форме позднего токсикоза беременных, больше на 3,6 дня, у животных

с СЗРП, осложненного гестозом, - на 9,0 дней ( $P<0,05$ ), по сравнению с физиологическим течением гестации.

**Таблица 3 – Показатели воспроизводительной функции коров с зависимости от характера течения предыдущей беременности**

Показатели	Физиологическое течение беременности, n=9	Синдром задержки развития плода без позднего токсикоза беременных, n=5	Синдром задержки развития плода, осложненный гестозом, n=7
Продолжительность выделения лохий, дни	24,1±1,3	27,7±1,9	33,1±2,1*
Сроки завершения инволюционных процессов, дни	34,8±1,9	39,8±2,1	45,2±2,4*
Оплодотворилось, %	88,9	80,0	71,4
Период от отела до оплодотворения, дни	89,4±4,2	97,9±5,1	119,7±7,8***
Коэффициент оплодотворения	2,51±0,19	2,97±0,21	3,27±0,18**

Примечания: \* -  $P<0,05$ ; \*\* -  $P<0,01$ ; \*\*\* -  $P<0,001$  по сравнению с физиологическим течением беременности.

Сроки завершения инволюционных процессов у коров после беременности, осложненной СЗРП без гестоза, больше на 5,0 дней, у животных с СЗРП, осложненного поздним токсикозом беременных, – на 10,4 дней ( $P<0,05$ ), чем при неосложненной гестации.

У коров после завершения беременности с СЗРП оплодотворилось 80,0% животных, что на 8,9% меньше, чем при физиологическом ее течении, а после беременности с СЗРП и гестоза - на 17,5%.

Период от отела до оплодотворения у коров с осложненной беременностью оказался больше на 8,1- 30,3 дней ( $P<0,001$ ), а коэффициент оплодотворения – на 0,46-0,76 ( $P<0,001$ ).

**Заключение.** У коров с осложненным течением беременности после отела диагностируется нарушение инволюционных процессов. У этих животных, особенно с синдромом задержки развития плода и поздним токсикозом беременных, в 1,8 раза чаще диагностируется патология родов и послеродового периода, более продолжительный лохиальный период, а также продолжительность от отела до оплодотворения - на 8,1- 30,3 дней. У телят, рожденных от коров с СЗРП, осложненного гестозом, масса тела ниже на 15,8%, время проявления уверенной позы стояния больше на 19,8 мин., сосательного рефлекса – на 22,4 мин., свидетельствующее о пониженной их жизнеспособности. Таким образом, осложненное течение беременности сказывается не только на здоровье коров-матерей, но и на состоянии новорожденного молодняка.

**Conclusion.** In the cows with a complicated pregnancy after calving, a disorder of involution processes is diagnosed. In these animals, especially with fetal growth restriction syndrome and late toxicosis of pregnancy, pathology of calving and the postpartum period is diagnosed by 1.8 times more often, a longer lochial period and a duration from calving to fertilization of 8.1-30.3 days. In the calves born from the cows with FGRS complicated by gestosis, body weight is by 15.8% lower, the time for the manifestation of a confident standing posture is by 19.8 minutes longer, and the sucking reflex is by 22.4 minutes longer, indicating their reduced viability. Thus, a complicated course of pregnancy affects not only the health of mother cows, but also the condition of newborns.

**Список литературы.** 1. Дюльгер, Г.П. Репродуктивные потери у коров в период плодношения / Г. П. Дюльгер // Ветеринария. Сельскохозяйственные животные. – 2012. – №11. – С. 30-35. 2. Humblot, A. Use of pregnancy specific proteins and progesterone assays to monitor pregnancy and determine the timing pregnancies and sources of embryonic mortality in ruminants / A. Humblot // Theriogenology. – 2001. – 56. – P. 1417–1433. 3. Sharma, D. Intrauterine growth restriction: antenatal and postnatal aspects / D. Sharma, S. Shastri, P. Sharma // Clinical Medicine Insight: Periatrics. – 2016. – 10. – P. 67-83. 4. Мусайлов, В. Д. Проблема гестоза у беременных животных в молочном скотоводстве и свиноводстве / В. Д. Мусайлов [и др.] // Российский ветеринарный журнал. – 2007. – Спец. выпуск. Май. – С. 13. 5. Нежданов, А. Г. Клинико-гематологический и биохимический статус коров при гестозе / А. Г. Нежданов [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2010. - № 4. – С. 118-123. 6. Сафонов, В. Селемаг и гепатопротектор в профилактике послеродовых осложнений у коров / В. Сафонов, Е. Шишкина // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – № 5. – С. 25-26. 7. Самохин, В. Т. Профилактика нарушений обмена микроэлементов у животных. – Воронеж : Воронежский государственный университет, 2003. – С. 58-117. 8. Замазий, А. А. Влияние функциональной активности системы «Мать-плацента-плод» на параметры роста плода и фетальной части плаценты / А. А. Замазий, М. Д. Камбур, С.

В. Остапенко // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2016. – № 4. – С. 53-56. 9. Дронов, В. В. Состояние здоровья коров и гипотрофия телят / В. В. Дронов, Г. В. Сноз, Г. И. Горшков // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. – 2023. – № 1. – С. 6-8.

**References.** 1. Dyul'ger, G.P. Reproductive poteri u korov v period plodonosheniyai / G.P. Dyul'ger // Veterinariya. Sel'skohozyajstvennyye zhivotnye. – 2012. – №11. – S. 30-35. 2. Humblot, A. Use of pregnancy specific proteins and progesterone assays to monitor pregnancy and determine the timing pregnancies and sources of embryonic mortality in ruminants / A. Humblot // Theriogenology. – 2001. – 56. – R. 1417–1433. 3. Sharma, D. Intrauterine growth restriction: antenatal and postnatal aspects / D. Sharma, S. Shastri, P. Sharma // Clinical Medicine Insight: Periatrics. – 2016. – 10. – P. 67-83. 4. Misajlov, V.D. Problema gestoza u beremennyh zhivotnyh v molochnom skotovodstve i svinovodstve / V.D. Misajlov [i dr.] // Rossijskij veterinarnyj zhurnal. – 2007. – Spec. vypusk. Maj. – S.13. 5. Nezhdanov, A.G. Kliniko-gematologicheskij i biohimicheskij status korov pri gestoze / A.G. Nezhdanov [i dr.] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. – 2010. - № 4. – S. 118-123. 6. Safonov, V. Selemag i gepatoprotektor v profilaktike poslerodovyh oslozhnenij u korov / V. Safonov, E. SHishkina // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. – 2011. – № 5. – S. 25-26. 7. Samohin, V.T. Profilaktika narushenij obmena mikroelementov u zhivotnyh. – Voronezh : Voronezhskij gosudarstvennyj universitet, 2003. – S. 58-117. 8. Zamazij, A.A. Vliyanie funkcional'noj aktivnosti sistemy «Mat'-placenta-plod» na parametry rosta ploda i fetal'noj chasti placenty / A.A. Zamazij, M.D. Kambur, S.V. Ostapenko // Zhivotnovodstvo i veterinarnaya medicina. – 2016. – № 4. – S. 53-56. 9. Dronov, V.V. Sostoyanie zdorov'ya korov i gipotrofiya telyat / V.V. Dronov, G.V. Snoz, G.I. Gorshkov // Rossijskij veterinarnyj zhurnal. Sel'skohozyajstvennyye zhivotnye. – 2023. – № 1. – S. 6-8.

Поступила в редакцию 13.02.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-46-50

УДК 619:618.19-08:612.017.1:636.2

#### ИММУННЫЙ СТАТУС КОРОВ ПРИ ТЕРАПИИ СУБКЛИНИЧЕСКОГО МАСТИТА УБЕРОСЕПТОМ И ИНТЕРФЕРОН-СОДЕРЖАЩИМИ ПРЕПАРАТАМИ

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, Сашнина Л.Ю. ORCID ID 0000-0001-6477-6156  
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии  
и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

В статье представлен сравнительный анализ показателей иммунитета у больных субклиническим маститом лактирующих коров после лечения мазью «Уберосепт» и в сочетании с препаратами, содержащими интерфероны. Было установлено, что схемы лечения с применением иммуномодулирующих препаратов «Субмастин КРС» и «Миксоферон» приводят к повышению бактерицидной и лизоцимной активности сыворотки крови. Существенно увеличилось число общих иммуноглобулинов. При этом после курса лечения отмечали снижение числа циркулирующих иммунных комплексов, что свидетельствовало о снижении антигенной нагрузки и частичного освобождения от микроорганизмов - возбудителей мастита. В опытных группах №2 и №3 отмечена тенденция снижения фагоцитарной активности, фагоцитарного индекса и фагоцитарного числа, что свидетельствовало о стадии выздоровления. При сравнении двух схем лечения с интерферон-содержащими препаратами было отмечено, что в опытной группе, в которой применяли «Миксоферон», наблюдали более выраженный иммуностимулирующий эффект. **Ключевые слова:** мастит, коровы, уберосепт, фагоцитарный индекс, иммунитет.

#### IMMUNE STATUS OF COWS IN CASE OF SUBCLINICAL MASTITIS TREATMENT WITH "UBEROSEPT" AND INTERFERON-CONTAINING DRUGS

Peregonchiy A.R., Pavlenko O.B., Zimnikov V.I., Sashnina L.Yu.  
FSBSI "All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy",  
Voronezh, Russian Federation

The article presents a comparative analysis of immunity indicators in the lactating cows with subclinical mastitis, after treatment with the ointment "Uberosept" and in combination with the drugs containing interferons. It has been found that treatment regimens using the immunomodulatory drugs "Submastin KRS" and "Mixoferon" lead to an increase in the serum bactericidal and lysozyme activity. The number of total immunoglobulins increased significantly. Moreover, after the course of treatment, a decrease in the number of circulating immune complexes was noted, which indicated a decrease in the antigenic load and partial release from microorganisms that cause mastitis. In experimental groups No. 2 and No. 3, there was a tendency towards a decrease in phagocytic activity, phagocytic index and phagocytic number, which indicated the stage of recovery. When comparing two treatment regimens with interferon-containing drugs, it was noted that in the experimental group in which "Mixoferon" was used, a more pronounced immunostimulating effect was observed. **Keywords:** mastitis, cows, "Uberosept", phagocytic index, immunity.

**Введение.** Мастит лактирующих коров является одним из самых уязвимых мест современно-го молочного скотоводства. Ущерб от воспаления молочной железы состоит как из прямого ущерба в виде падения молочной продуктивности и снижения качества молока, так и из косвенного. При

оценке ущерба от мастита для молочной промышленности необходимо добавить стоимость программ борьбы с ним [10].

Нельзя недооценивать важность профилактических и лечебных мер, используемых для решения проблемы мастита, так как от них зависит качество молочной продукции, а следовательно, и здоровье населения. При заболевании коров маститом ключевым фактором в его развитии является патогенная и условно-патогенная микрофлора. Возбудители мастита при попадании в молочную железу быстро развиваются и размножаются. Микроорганизмы вызывают различные иммунные реакции в молочной железе, и следовательно, для защиты хозяину необходимы специфичные и неспецифичные ответные реакции [12].

Молочная железа крупного рогатого скота оснащена анатомическим барьером и множеством иммуно-опосредованных защитных механизмов, которые включают врожденные и адаптивные иммунные реакции. Например, различные факторы иммунной системы работают совместно как локально, так и системно, пытаясь контролировать конкретных микроорганизмов, проникших в молочную железу, но детали ответа зависят от стадии инфекции и природы возбудителя [11].

Взаимодействие между возбудителями мастита и иммунной системой хозяина является сложным, поскольку оба они обладают способностью коэволюционировать, распознавать друг друга, реагировать и адаптироваться. Таким образом, микробные патогены разработали различные стратегии изменения и уклонения от защиты хозяина, чтобы выжить. Важно отметить, что иммунная система хозяина также адаптивна и имеет большой арсенал средств для контроля или устранения микробной угрозы [9].

Воспаление молочной железы оказывает комплексное воздействие на весь организм животного. Помимо перестройки механизма иммунной защиты в ответ на действие возбудителя изменяются и процессы метаболизма в молочной железе. Изменениям подвергается обмен белка, углеводов, билирубина, минеральный обмен [4].

Отмечены изменения, свойственные для вторичного иммунодефицита и нарушения механизмов координации в выборе направления развития иммунного ответа [2].

Наряду с метаболическими нарушениями, отмечается патологическое воздействие мастита на другие системы организма. Репродуктивная система коровы ввиду общего кровоснабжения с выменем наиболее часто претерпевает изменения вследствие воспаления молочной железы. Это приводит к задержке овуляторной активности, появлению ряда воспалительных заболеваний, а как следствие, увеличению времени до успешного осеменения [5, 7].

О функциональном состоянии молочной железы можно сделать вывод по анализу ее секрета. В вымени отмечают наиболее значимые изменения. Об этом свидетельствует повышенное содержание соматических клеток в молоке, повышение бактериальной обсемененности, а также ряд других показателей [1, 6].

Наиболее распространенной формой мастита является субклиническая. При данной форме мастита клинические признаки не выражены, что усложняет диагностику данного заболевания. Даже несмотря на относительно слабое воздействие на организм животного, субклинический мастит приводит к перестройке показателей иммунной системы и ряда биохимических процессов [3, 8].

Исходя из этого, подход к лечению мастита должен быть комплексным и охватывать все стороны патогенеза.

**Цель работы:** изучение иммунного статуса лактирующих коров, больных субклиническим маститом, после применения мази «Уберосепт» и интерферон-содержащих препаратов.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводили в условиях ООО «Агротех-Гарант» Задонье Рамонского района Воронежской области. Материалом для исследований служили лактирующие коровы, больные субклиническим маститом, красно-пестрой, голштинской и симментальской пород, в возрасте от 1 до 8 лактаций. Для диагностики мастита провели исследование всего дойного поголовья 765 голов на наличие субклинического мастита. Диагноз ставили на основании: реакции молока с экспресс-диагностиком «Kenotest», клинического осмотра, данных анамнеза. В результате были сформированы четыре группы животных, больных субклиническим маститом, по 10 голов в каждой, со следующими схемами лечения: 1-я группа комплексная мазь «Уберосепт» - 5 дней, один раз в день; 2-я группа - мазь «Уберосепт» - 5 дней, один раз в день и миксоферон - 3,0 мл в/м 2 раза в день, 7 дней; 3-я группа - мазь «Уберосепт» 5 дней, один раз в день и субмастин 10,0 мл в/м один раз в день, 3 дня; 4-я группа отрицательного контроля. Терапевтическую эффективность оценивали спустя неделю после окончания исследования.

От пяти голов в каждой группе отобрали кровь для исследования. Пробы крови отбирали до лечения, непосредственно после окончания лечения и спустя неделю после лечения. Общие иммуноглобулины, циркулирующие иммунные комплексы (ЦИК), бактерицидную (БАСК) и лизоцимную активность сыворотки крови (ЛАСК), фагоцитарную активность лейкоцитов (ФАЛ), фагоцитарный индекс (ФИ) и фагоцитарное число (ФЧ) определяли на сертифицированном оборудовании согласно утвержденным «Методическим рекомендациям по оценке и коррекции неспецифической рези-

стентности животных» (Москва, 2007). Статистическую обработку данных осуществляли с помощью прикладной программы «Microsoft Excel».

**Результаты исследований.** В результате проведенных исследований ряда гуморальных факторов иммунитета было установлено, что бактерицидная активность сыворотки крови в группах №2 и №3 повышалась в течение опыта. После курса лечения бактерицидная активность сыворотки крови во второй группе выросла на 10,0% ( $P<0,05$ ), а в третьей группе - на 15,0% ( $P<0,05$ ), а спустя неделю после опыта рост бактерицидной активности был незначительным в обеих группах.

Во всех опытных группах наблюдали увеличение лизоцимной активности сыворотки крови. После курса лечения в первой группе наблюдали изменения на 13,2% ( $P<0,05$ ) выше, чем до лечения. В группах № 2 и 3 - на 21,3% ( $P<0,01$ ) и 14,5% ( $P<0,05$ ) соответственно. Спустя неделю после опыта наблюдалось увеличение лизоцимной активности сыворотки крови в первой группе на 15,1% ( $P<0,05$ ), во второй - на 44,2% ( $P<0,01$ ), в третьей - на 34,0% ( $P<0,01$ ). Среди иммунологических показателей стоит отметить также увеличение общих иммуноглобулинов во всех опытных группах. В первой группе количество общих иммуноглобулинов выросло на 62,9% ( $P<0,001$ ), а спустя неделю после опыта - на 83,3% ( $P<0,001$ ). В группе № 2 - на 65,6% ( $P<0,001$ ) и в 2,39 раза ( $P<0,001$ ) соответственно. В третьей опытной группе - на 46,2% ( $P<0,01$ ) и в 2,3 раза ( $P<0,001$ ).

Циркулирующие иммунные комплексы в опытных группах № 2 и 3 значительно снижались. Спустя неделю после последних лечебных мероприятий во второй группе - на 56,6% ( $P<0,001$ ), в третьей группе - на 42,7% ( $P<0,01$ ). Повышение бактерицидной активности, увеличение количества общих иммуноглобулинов подтверждают иммуномодулирующее действие препаратов «Миксоферон» и «Субмастин-КРС». Комплексное применение мази и иммуномодулятора позволили снизить количество ЦИК как в крови, так и в секрете молочной железы, что позволило свести к минимуму антигенную нагрузку на организм животного. Также об иммуномоделирующем действии комплексных схем лечения говорит увеличение числа общих иммуноглобулинов. (таблица 1).

**Таблица 1 – Показатели факторов гуморального иммунитета**

Показатель	До лечения	Первый день после лечения	7 дней после окончания лечения
1 опытная группа			
БАСК, %	85,03±3,61	81,48±4,27	84,3±3,8
ЛАСК, мкг/мл	1,484±0,077	1,680±0,020*	1,708±0,21*
Общие Ig мг/мл	15,42±0,88	25,12±2,76***	28,27±3,67***
ЦИК, мг/мл	0,687±0,083	0,576±0,047	0,517±0,029
2 опытная группа			
БАСК, %	75,48±2,0	83,0±3,0*	83,48±1,46
ЛАСК, мкг/мл	1,426±0,052	1,730±0,039**	2,056±0,018**
Общие Ig мг/мл	17,69±1,44	29,28±3,78***	42,36±2,41***
ЦИК, мг/мл	0,753±0,144	0,694±0,092	0,327±0,028***
3 опытная группа			
БАСК, %	73,20±2,08	84,20±6,45*	86,3±5,2
ЛАСК, мкг/мл	1,479±0,158	1,693±0,72*	1,982±0,018**
Общие Ig мг/мл	15,7±2,5	22,96±2,81**	36,14±2,90***
ЦИК, мг/мл	0,750±0,103	0,725±0,088	0,430±0,059**
Контроль			
БАСК, %	84,5±3,7	85,80±4,58	84,90±1,51
ЛАСК, мкг/мл	1,942±0,337	1,376±0,111	1,459±0,112
Общие Ig крови мг/мл	17,41±5,18	27,26±4,18	24,83±5,24
ЦИК, мг/мл	0,510±0,121	0,905±0,295	0,527±0,120

Примечания: \* -  $p<0,05$ ; \*\* -  $p<0,01$ ; \*\*\* -  $p - 0,001$ .

В дальнейшем при исследовании фагоцитарной активности лейкоцитов, фагоцитарного числа и фагоцитарного индекса было установлено, что наиболее яркие изменения наблюдали в группах, которым применяли интерферон-содержащие препараты «Миксоферон» и «Субмастин КРС». После курса лечения в опытных группах наблюдали снижение фагоцитарной активности лейкоцитов на 5,4% и 6,8% соответственно. Фагоцитарный индекс во второй группе снизился на 6,3 %, а фагоцитарное число - на 10,0%. В опытной группе № 3 также наблюдали незначительное уменьшение фагоцитарного индекса и уменьшение ФЧ на 4,4 %. Наиболее значимые изменения в картине крови наблюдали спустя неделю после окончания лечения. В опытной группе № 2 наблюдали снижение ФАЛ на 11,6% ( $P<0,05$ ), фагоцитарного индекса - на 14,6% ( $P<0,05$ ), фагоцитарного числа - на 18,9% ( $P<0,05$ ). В тот же период в опытной

группе № 3 наблюдали снижение фагоцитарной активности лейкоцитов на 10,7 % ( $P < 0,05$ ), фагоцитарного индекса - на 12,3% ( $P < 0,05$ ), фагоцитарного числа - на 11,7 % ( $P < 0,05$ ) (таблица 2).

**Таблица 2 – Показатели фагоцитарной активности, фагоцитарного числа и индекса**

Показатель	До лечения	Первый день после лечения	7 дней после окончания лечения
1 опытная группа			
ФАЛ	76,5±0,86	75,5±1,1	76,2±0,9
ФЧ	6,29±0,38	6,06±0,55	6,19±0,21
ФИ	4,93±0,36	4,25±0,61	4,84±0,15
2 опытная группа			
ФАЛ	80,7±1,3	76,3±0,67	71,3±0,7*
ФИ	6,87±0,29	6,44±0,29	5,87±0,36*
ФЧ	6,05±0,40	5,44±0,19	4,91±0,25*
3 опытная группа			
ФАЛ	78,53±1,0	73,2±0,87	70,1±1,1*
ФИ	6,39±0,34	6,29±0,44	5,61±0,19*
ФЧ	4,93±0,31	4,71±0,33	4,36±0,22*
Контроль			
ФАЛ	76,7±1,2	78,7±0,67	78,9±0,98
ФИ	5,9±0,17	6,96±0,29	6,94±0,42
ФЧ	4,61±0,05	5,55±0,27	5,78±0,67

Примечания: \* -  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$ .

Повышенный уровень фагоцитарной активности лейкоцитов у коров, больных субклиническим маститом, связан с активизацией фагоцитов комплементом. Также в усилении фагоцитарной способности нейтрофилов играет роль накопление экзотоксинов, которые продуцируют патогенные микроорганизмы – возбудители мастита.

**Закключение.** Использование сочетанного действия комплексной мази «Уберосепт» и интерферон-содержащих препаратов оказывает высокое иммуностимулирующее действие на организм больных животных. Действующие вещества мази «Уберосепт» усиливали местное кровообращение в молочной железе, а также оказывали противовоспалительное действие. В сочетании с иммуномоделирующими препаратами это позволило усилить бактерицидную и лизоцимную активность сыворотки крови, а также существенно увеличить число общих иммуноглобулинов. При этом, после курса лечения отмечали снижение числа циркулирующих иммунных комплексов, что свидетельствовало о снижении антигенной нагрузки и частичного освобождения молочной железы от микроорганизмов - возбудителей мастита. При изучении ряда показателей, характеризующих клеточный иммунитет, установлены менее значительные изменения. В опытных группах №2 и №3 отмечена тенденция снижения фагоцитарной активности, фагоцитарного индекса и фагоцитарного числа, что свидетельствовало о стадии выздоровления. При сравнении двух схем лечения с интерферон-содержащими препаратами, было отмечено, что в опытной группе, которой применяли миксоферон» наблюдали более выраженный иммуностимулирующий эффект.

**Conclusion.** The use of the combined action of the complex ointment "Uberosept" and interferon-containing drugs has a high immunostimulating effect on the body of sick animals. The active ingredients of the ointment "Uberosept" increased local blood circulation in the mammary gland and also had an anti-inflammatory effect. In combination with immunomodulatory drugs, this made it possible to enhance the serum bactericidal and lysozyme activity, as well as significantly increase the number of total immunoglobulins. At the same time, after the treatment course, a decrease in the number of circulating immune complexes was noted, which indicated a decrease in the antigenic load and partial release of the mammary gland from microorganisms that cause mastitis. When studying a number of indicators characterizing cellular immunity, less significant changes were established. In experimental groups No. 2 and No. 3, a tendency towards a decrease in phagocytic activity, phagocytic index and phagocytic number was noted, which indicated the stage of recovery. When comparing two treatment regimens with interferon-containing drugs, it had been noted that in the experimental group that received "Mixoferon", a more pronounced immunostimulating effect was observed.

**Список литературы.** 1. Абдрахманов, Т.Ж. Изучение физико-химических показателей молока при субклиническом мастите коров / Т.Ж. Абдрахманов // Наука и образование. – 2022. – № 1-1 (66). – С. 86-92. – DOI 10.52578/2305-9397-2022-1-1-86-92. 2. Состояние иммунобиохимического гомеостаза у здоровых и больных клиническим маститом лактирующих коров / А.А. Блохин [и др.] // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2014. – №. 2. – С. 118. 3. Ивашкевич, О.П. Субклинический мастит коров (распространение, этиопатогенез

и лечение) / О.П. Ивашкевич, И.Т. Лучко // Проблемы и пути развития ветеринарии высокотехнологичного животноводства : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 45-летию ГНУ ВНИВИП-ФиТ Россельхозакадемии, 1-2 октября 2015 года, г. Воронеж / Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии РАСХН. – Воронеж : Истоки, 2015. – С. 189-194. 4. Клетикова, Л.В. Метаболические изменения у коров при мастите и их динамика на фоне сорбционной терапии / Л.В. Клетикова, М.С. Маннова, Н.Н. Якименко // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2021. – № 7 (172). – С. 135-142. 5. Косовский, Г.Ю. Маститы как причина нарушений репродуктивной функции у коров / Косовский Г.Ю., Панкратова А.В., Самохин А.С. // Проблемы биологии продуктивных животных. – №S4. – 2011. – С. 63-65. 6. Любимов, А.И. Влияние мастита на молочную продуктивность коров и пригодность молока для переработки / А.И. Любимов, В.А. Бычкова, Ю.Г. Мануилова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 8, № 2 (28). – С. 130-134. 7. Самохин, А.С. Мастит как причина задержки возобновления нормоциклической активности яичников после отела у коров молочных пород. / А.С. Самохин, Г.Ю. Косовский, А.В. Панкратова // Проблемы биологии продуктивных животных. - №S4. – 2011. – С. 124-126. 8. Юкомзан, А.И. Перекисное окисление липидов и система антиоксидантной защиты коров при воспалительных патологиях / А.И. Юкомзан // Journal of Agriculture and Environment. – 2021. – № 4 (20). – DOI 10.23649/jae.2021.4.20.7. 9. Hermann, C. Review: variability of host-pathogen interaction / C. Hermann // J Endotoxin Res. – 2007. - №13. – P.199–217. – DOI 10.1177/0968051907082605. 10. Petrovski, K.R. A review of the factors affecting the costs of bovine mastitis / K.R. Petrovski, M. Trajcev, G. Buneski // Journal of the South African Veterinary Association. – 2006. – Т. 77. – №. 2. – P. 52-60. 11. Bovine mastitis: frontiers in immunogenetics / Thompson-Crispi K. [et al.] // Frontiers in Immunology. – 2014. – Т. 5. – С. 493. 12. Wellnitz, O. Lipopolysaccharide and lipoteichoic acid induce different immune responses in the bovine mammary gland / Wellnitz O, E.T. Arnold, R.M. Bruckmaier // J Dairy Sci. – 2011. - №94 (11). – P.5405–5412. – DOI 10.3168/jds.2010-3931.

**References.** 1. Abdrahmanov, T.ZH. Izuchenie fiziko-himicheskikh pokazatelej moloka pri subklinicheskom mastite korov / T.ZH. Abdrahmanov // Nauka i obrazovanie. – 2022. – № 1-1 (66). – S. 86-92. – DOI 10.52578/2305-9397-2022-1-1-86-92. 2. Sostoyanie immunobiohimicheskogo gomeostaza u zdorovyh i bol'nyh klinicheskim mastitom laktiruyushchih korov / A.A. Blohin [i dr.] // Voprosy normativno-pravogo regulirovaniya v veterinarii. – 2014. – №. 2. – S. 118. 3. Ivashkevich, O.P. Subklinicheskij mastit korov (rasprostraneniye, etiopatogenez i lecheniye) / O.P. Ivashkevich, I.T. Luchko // Problemy i puti razvitiya veterinarii vysokotekhnologichnogo zhivotnovodstva : materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferen-cii, posvyashchennoj 45-letiyu GNU VNIVIPFITR Rossel'hozakademii, 1-2 oktyabrya 2015 goda, g. Voronezh / Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij veterinarnyj institut patologii, farmakologii i terapii RASKHN. – Voronezh : Istoki, 2015. – S. 189-194. 4. Kletikova, L.V. Metabolicheskie izmeneniya u korov pri mastite i ih dinamika na fone sorbcionnoj terapii / L.V. Kletikova, M.S. Mannova, N.N. YAKimenko // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – №. 7 (172). – S. 135-142. 5. Kosovskij, G.YU. Mastity kak prichina narushenij reproduktivnoj funkcii u korov / Kosovskij G.YU., Pankratova A.V., Samohin A.S. // Problemy biologii produktivnyh zhivotnyh. – №S4. – 2011. – S. 63-65. 6. Lyubimov, A.I. Vliyaniye mastita na molochnyuyu produktivnost' korov i prigodnost' moloka dlya pererabotki / A.I. Lyubimov, V.A. Bychkova, YU.G. Manuilova // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – Т. 8, № 2 (28). – S. 130-134. 7. Samohin, A.S. Mastit kak prichina zaderzhki vozobnovleniya normociklicheskoj aktivnosti yaichnikov posle otela u korov molochnyh porod. / A.S. Samohin, G.YU. Kosovskij, A.V. Pankratova // Problemy biologii produktivnyh zhivotnyh. - №S4. – 2011. – S. 124-126. 8. YUkomzan, A.I. Perekisnoe okisleniye lipidov i sistema antioksidantnoj zashchity korov pri vospaditel'nyh patologiyah / A.I. YUkomzan // Journal of Agriculture and Environment. – 2021. – № 4 (20). – DOI 10.23649/jae.2021.4.20.7. 9. Hermann, C. Review: variability of host-pathogen interaction / S. Hermann // J Endotoxin Res. – 2007. - №13. – P.199–217. – DOI 10.1177/0968051907082605. 10. Petrovski, K.R. A review of the factors affecting the costs of bovine mastitis / K.R. Petrovski, M. Trajcev, G. Buneski // Journal of the South African Veterinary Association. – 2006. – Т. 77. – №. 2. – P. 52-60. 11. Bovine mastitis: frontiers in immunogenetics / Thompson-Crispi K. [et al.] // Frontiers in Immunology. – 2014. – Т. 5. – S. 493. 12. Wellnitz, O. Lipopolysaccharide and lipoteichoic acid induce different immune responses in the bovine mammary gland / Wellnitz O, E.T. Arnold, R.M. Bruckmaier // J Dairy Sci. – 2011. - №94 (11). – P.5405–5412. – DOI 10.3168/jds.2010-3931.

Поступила в редакцию 13.02.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-50-54  
УДК 619:618.3:636.2.034

### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И РАННЯЯ ДИАГНОСТИКА АКУШЕРСКОЙ ПАТОЛОГИИ У МОЛОЧНЫХ КОРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРИБОРА «ЭЛЕКТРОННЫЙ НОС»

\*Скориков В.Н. ORCID ID 0000-0002-3135-5811, \*\*Кучменко Т.А., \*Михалев В.И. ORCID ID 0000-0001-9684-4045

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

\*\*ФГБУ «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж, Российская Федерация

Проведены исследования по изучению диагностической информативности прибора «электронный нос» при акушерской патологии у высокопродуктивных коров. Установлено, что на основании детектирования шеечно-вагинальной слизи, полученной от здоровых и заболевших метритом коров, прибор при помощи массива газовых сенсоров различает легколетучие соединения химических веществ, характерных для воспалительного процесса. Его применение позволяет установить диагноз в начале развития патологии и использовать как скрининговый метод для прогнозирования и ранней диагностики послеродовых метритов, а также для оценки эффективности проводимых терапевтических мероприятий,

что позволяет значительно экономить время на проведение клинических и лабораторных исследований.  
**Ключевые слова:** высокопродуктивные коровы, послеродовой метрит, «электронный нос-диагност», акушерская патология, массив газовых сенсоров.

## PREDICTION AND EARLY DIAGNOSIS OF OBSTETRIC PATHOLOGY IN DAIRY COWS USING THE DEVICE "ELECTRONIC NOSE"

\*Skorikov V.N., \*\*Kuchmenko T.A., \*Mikhalev V.I.

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

\*\*FSBEI HE "Voronezh State University of Engineering Technologies",  
Voronezh, Russian Federation

*The researches that have been conducted to study the diagnostic information value of the device "electronic nose" for obstetric pathology in high yielding cows. It has been established that, based on the detection of cervical-vaginal mucus obtained from healthy cows and cows with metritis, the device, using an array of gas sensors, distinguishes highly volatile compounds of chemical substances characteristic of the inflammatory process. Its use makes it possible to establish a diagnosis at the beginning of the development of pathology. And used as a screening method for predicting and early diagnosis of postpartum metritis, as well as for assessing the efficacy of ongoing therapeutic measures. This allows significantly save time on clinical and laboratory research. **Keywords:** high yielding cows, postpartum metritis, "electronic diagnostic nose", obstetric pathology, array of gas sensors.*

**Введение.** В настоящее время развитие молочного животноводства в РФ основано на использовании высокопродуктивных коров преимущественно зарубежной селекции и интенсивных технологиях [1].

Мировой опыт ведения молочного животноводства свидетельствует о том, что эксплуатация коров в условиях крупных животноводческих ферм и комплексов породила целый ряд проблем в обеспечении здоровья высокопродуктивных животных. Одной из экономически значимых являются послеродовые заболевания, протекающие по типу острых метритов [2, 3, 4].

Этиология послеродовых метритов тесно связана с инфекционными патогенами. Как правило, это убикваторные (повсеместно) распространенные гноеродные микроорганизмы [5, 6]. Их патогенное действие проявляется при ослаблении организма. В роли ведущего фактора, снижающего резистентные ресурсы организма коров, выступают роды с неизбежной травмой родовых путей. Именно родовая травма открывает ворота для проникновения инфекционных патогенов в ткани матки [5,6]. Тем не менее в роли факторов, снижающих резистентность организма коров, выступают массовые нарушения обмена веществ, порождающие не менее значимую проблему метаболического иммунодефицита [7, 8].

Послеродовой метрит у молочных коров наряду с клиническим течением имеет скрытую (атипичную) форму проявления и создает трудности в проведении его диагностики. В результате проведенных исследований удалось создать теоретическую основу, разработать меры профилактики и борьбы с данным заболеванием. Однако ранее разработанные и внедряемые в производство диагностические, лечебные и профилактические технологии не позволяют добиться значительного снижения тяжелых форм послеродовых осложнений [5, 6]. Кроме того, отсутствие в условиях производства квалифицированной и своевременной диагностики заболеваний репродуктивных органов коров и соответственно их адекватного лечения порождает широкое распространение этих патологий среди маточного поголовья хозяйств и, как следствие, увеличение доли болезней репродуктивных органов в общей заболеваемости скота [9].

В этой связи разработка и совершенствование современных методов прогнозирования и ранней диагностики являются актуальными задачами ветеринарной науки и практики. К инновационным малоинвазивным приборам можно отнести «электронный нос», который обладает возможностью определять газы и их концентрацию как в выдыхаемом воздухе, так и различных патологических секретах [10].

**Цель исследований.** Разработать экспрессный информативный способ ранней диагностики послеродового метрита у коров путем анализа шеечно-вагинальной слизи с применением газовых сенсоров в устройстве «электронный нос-диагност».

**Материалы и методы исследований.** Объектом исследований служили молочные коровы красно-пестрой породы на заключительном этапе беременности и в раннем послеродовом периоде, принадлежащие хозяйствам Воронежской области. Материалом для исследования служила шеечно-вагинальная слизь, полученная от здоровых (n=10) и заболевших метритом (n=10) животных. Цервикальную слизь в количестве 5-10 мл отбирали в стерильную пробирку, переносили к прибору «электронный нос-диагност». Для анализа биопроб прогревали его и проверяли стабильность сенсоров в течение 5-10 мин. согласно паспорту. Прибор оснащен массивом сенсоров с торговым наименованием «Bio®» (ООО «Сенсорика-Новые технологии», Россия) [10]. Ватной палочкой отби-

рали слизь не менее 0,5 мл для жидкой и 0,1 г для густой пробы, переносили на чашку Петри и измеряли летучие соединения сенсорами в течение 60-80 сек. После истечения указанного времени прерывали его и переносили прибор на подставку, при этом сенсоры восстанавливались в течение 120-140 сек. Пробы измеряли поочередно. Рассчитывали 6 параметров качественного состава летучих соединений пробы путем деления максимальных сигналов сенсоров при измерении попарно  $df_i/df_j$ . Сопоставляли полученные значения с референтными интервалами, полученными при обучении прибора по пробам от здоровых, больных, пролеченных животных. Фиксировали числа положительных попаданий в границы с меткой «воспаление». Устанавливали состояние акушерско-гинекологического статуса животного в соответствии с числом положительных попаданий в границы: норма - от 0 до 2 параметров воспаления; начальная/мало выраженная стадия эндометрита - от 3 до 4 параметров воспаления; воспаление - более 4 положительных параметров воспаления, при этом положительными являлись попадания расчетного значения для пробы с интервалами значений параметров «воспаление»:  $df_1/df_5 = [0,84-0,96]$ ;  $df_2/df_3 = [0,60-0,79]$ ;  $df_3/df_5 = [0,60-0,75]$ ;  $df_3/df_6 = [0,24-0,30]$ ;  $df_6/df_8 = [0,10-0,13]$ ;  $df_7/df_8 = [0,080-0,13]$ , где индексы соответствовали номеру сенсоров в массиве. Полученные результаты сравнивали с клиническим диагнозом.

**Результаты исследований.** При проведении клинико-акушерского исследования было установлено, что у коров с инвентарными номерами 4918, 4648, 11354, 15119, 1, 14181, О1, 15228, 2172 признаки воспалительного процесса не регистрировали, у остальных животных диагностировали послеродовую патологию. Отобранные пробы слизи объемом 5-10 мл в стерильных полимерных пробирках с наполнителем (рисунки 1 а, б) анализировали непосредственно в условиях хозяйства. При этом в программном обеспечении прибора зафиксировали отклики всех сенсоров ( $df_i$ -s, Гц). Полученные значения сравнили с референтными границами, которые были зафиксированы при обучении прибора по пробам от здоровых, больных, пролеченных животных. Рассчитывали шесть параметров, которые отражают качественный состав летучих соединений пробы. Для этого делили максимальные сигналы сенсоров попарно  $df_i/df_j$ , где  $i$  и  $j$  – номера сенсоров в массиве (они постоянны и регламентированы производителем) [10]. Полученные значения сопоставляли с референтными границами, которые фиксировали ранее при обучении прибора по пробам от здоровых, больных, пролеченных животных. Эти границы наиболее тесно связаны с химическими веществами, которые содержат слизь при воспалении и развитии метрита, при разной степени выраженности воспаления. На основании полученных результатов (таблица 1) разделили группу животных с диагнозом «воспаление» от здоровых. Далее принимали решение о состоянии акушерско-гинекологического статуса животного в соответствии с числом положительных попаданий измеренного и рекомендованного значений в группе «воспаление». Установлено, что из 9 проб с клиническим диагнозом совпадают 8 результатов тестирования. Проба 15119 на момент измерения относилась к группе здоровых животных, но через 2 недели были зафиксированы признаки развития послеродового эндометрита. Это значит, что на момент исследования у животного состояние было уже отличным от нормы. У животных с клинически выраженным метритом число параметров превышало 5 значений.

Уменьшение времени детектирования летучих компонентов над пробами слизи менее 60 сек. приводит к появлению ложно-отрицательных результатов; увеличение времени измерения более 80 сек. приводит к неоправданному завышению времени анализа и восстановления системы после измерения. Уменьшение объема/массы пробы слизи приводит к повышению частоты ложно-отрицательного прогноза о состоянии животного и переходе из группы «воспаление» в группу норма. Показатель точности метода составил: 90,0%, специфичности – 87,5%.

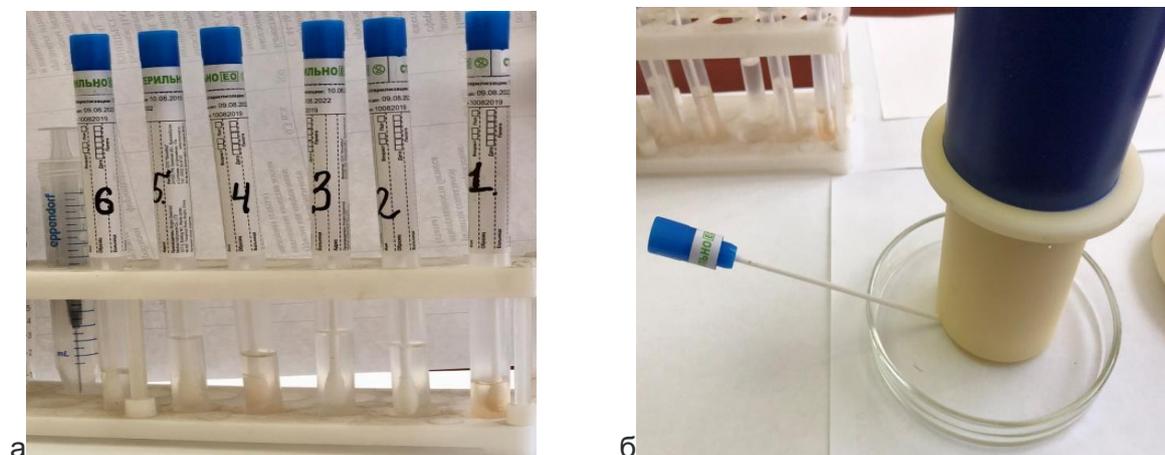


Рисунок 1 (а, б) – Пробы цервикальной слизи

**Таблица 1 – Анализ проб легко летучей слизи коров**

№ коров	Клинический диагноз	Число совпавших параметров
1	2	3
4918	Норма	2
4648	Норма	1
11354	Норма	2
15119	Норма	4
1	Стельная	0
14181	Стельная	0
О1	Стельная	1
15228	Стельная	1
2172	Норма	2
4098	Метрит	7
9978	Метрит	7
18222	Метрит	4
183500	Метрит	7
3420	Метрит	6
522265	Метрит	7
522190	Метрит	7
8926	Метрит	7
64	Метрит	7
2238	Метрит	5
4768	Метрит	7

**Закключение.** Представленные данные свидетельствуют, что предложенный метод прогнозирования и ранней диагностики послеродового метрита у коров по составу легко летучих соединений слизи отличается высокой чувствительностью, простотой и надежностью. Позволяет существенно упростить и повысить контроль эффективности лечения воспалительного процесса, снизить экономические и временные затраты на клинические и лабораторные исследования, анализ их результатов, сформировать базу данных и составить индивидуальную карту состояния животного по результатам, оценить терапевтическую эффективность и на более ранней стадии установить начало воспалительного процесса, а также позволяет определять группы риска развития метрита у коров путем анализа слизи с применением газовых сенсоров в устройстве «электронный нос-диагност».

**Conclusion.** The presented data indicate that the proposed method for predicting and early diagnosis of postpartum metritis in cows based on the composition of easily volatile mucus compounds is highly sensitive, simple and reliable. It allows significantly simplify and increase control over the efficacy of treatment of the inflammatory process, reduce economic and time costs for clinical and laboratory studies, analysis of their results, forming a database and drawing up an individual map of the animal's condition based on the results, assessing therapeutic efficacy and establishing the onset of the inflammatory process at an earlier stage. It also allows determine risk groups for metritis developing in cows by analyzing mucus using gas sensors in the device an "electronic diagnostic nose".

**Список литературы.** 1. Войтенко, Л.Г. Система комплексной фармакотерапии острого послеродового эндометрита у коров : автореф. дис. ... д-ра. вет. наук / Л.Г. Войтенко. – Краснодар, 2012. – 42 с. 2. Григорьева, Т.Е. Сравнительная оценка воспроизводительной функции коров в условиях привязного и беспривязного содержания / Т.Е. Григорьева., Н.С. Сергеева // Ветеринарная патология. – 2016. – № 2. – С. 49–52. 3. Джакупов, И.Т. Послеродовые болезни и их диагностика у импортных коров в условиях Северного Казахстана / И.Т. Джакупов, Г.Т. Есжанова, А.Т. Кузурбаева // Ветеринария. – № 7. – 2015. – С. 47-50 4. Турченко, А.Н. Акушерско-гинекологическая патология у коров на фермах промышленного типа в Краснодарском крае / А.Н. Турченко, И.С. Коба : материалы междунар. научно-практ. конф. – Краснодар. – 2012. – С. 92-94. 5. Микробная контаминация гениталий у коров в зависимости от технологий содержания / А.Н. Турченко [и др.] // Российский ветеринарный журнал. – 2007. – Спец. вып. – С. 14. 6. Епанчинцева, О.С. Распространение и сезонная динамика акушерско-гинекологических болезней у коров в хозяйствах Омской области / О.С. Епанчинцева, Б.В. Гуринов, А.А. Колупаев // Омский научный вестник. – 2013. – № 1 (118). – С. 208-213. 7. Мищенко, В.А. Метаболические заболевания крупного рогатого / В.А. Мищенко // Ветеринария сегодня. – 2021. – №10(3). – С. 184-189. 8. Евглевский, А.А. Проблемы обеспечения здоровья высокопродуктивных коров в промышленном животноводстве и практические пути их решения / А.А. Евглевский / Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 4. – С. 26-30. 9. Гордеева, И.В. Эпизоотологический и микробиологический скрининг болезней репродуктивных органов коров в условиях Среднего Поволжья (микробиоценозы и их коррекция) : автореф. дис. ... канд. вет. наук / И.В. Гордеева. – Нижний Новгород. – 2005. – 24 с. 10. Portable electronic nose system for fast gynecological-conditions diagnosis in consulting room : A case study / T.A. Kuchmenko [et al.] // Sensors and Actuators B: Chemical. – 2022. – Vol. 358. – P. 131538. – DOI 10.1016/j.snb.2022.131538.

**References.** 1. Vojtenko, L.G. Sistema kompleksnoj farmakoterapii ostrogo poslerodovogo endometrita u korov : avtoref. dis. ... d-ra. vet. nauk / L.G. Vojtenko. – Krasnodar, 2012. – 42 s. 2. Grigor'eva, T.E. Sravnitel'naya ocenka vosproizvoditel'noj funkcii korov v usloviyah privyaznogo i besprivyaznogo soderzhaniya / T.E. Grigor'eva., N.S. Sergeeva // Veterinarnaya patologiya. – 2016. – № 2. – S. 49–52. 3. Dzhakupov, I.T. Poslerodovye bolezni i ih diagnostika u importnyh korov v usloviyah Severnogo Ka-zahstana / I.T. Dzhakupov, G.T. Eszhanova, A.T. Kuzerbaeva // Veterinariya. – № 7. – 2015. – S. 47-50 4. Turchenko, A.N. Akushersko-ginekologicheskaya patologiya u korov na fermah promyshlennogo tipa v Krasnodarskom krae / A.N. Turchenko, I.S. Koba : materialy mezhdunar. nauchno-prakt. konf. – Krasnodar. – 2012. – S. 92-94. 5. Mikrobnaya kontaminaciya genitalij u korov v zavisimosti ot tekhnologij soderzhaniya / A.N. Turchenko [i dr.] // Rossijskij veterinarnyj zhurnal. – 2007. – Spec. vyp. – S. 14. 6. Epanchinceva, O.S. Rasprostranenie i sezonnaya dinamika akushersko-ginekologicheskikh boleznej u korov v hozyajstvax Omskoj oblasti / O.S. Epanchinceva, B.V. Gurinov, A.A. Kolupaev // Omskij nauchnyj vestnik. – 2013. – № 1 (118). – S. 208-213. 7. Mishchenko, V.A. Metabolicheskie zabolevaniya krupnogo rogatogo / V.A. Mishchenko // Veterinariya segodnya. – 2021. – №10( 3). – S.184-189. 8. Evglevskij, A.A. Problemy obespecheniya zdorov'ya vysokoproduktivnyh korov v promyshlennom zhivotnovodstve i prakticheskie puti ih resheniya / A.A. Evglevskij / Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2017. – № 4. – S. 26-30. 9. Gordeeva, I.V. Epizootologicheskij i mikrobiologicheskij skrining boleznej reproduktivnyh organov korov v usloviyah Srednego Povolzh'ya (mikrobiocenozy i ih korrekciya) : avtoref. dis. ... kand. vet. nauk / I.V. Gordeeva. – Nizhnij Novgorod. – 2005. – 24 s. 10. Portable electronic nose system for fast gynecological-conditions diagnosis in consulting room : A case study / T.A. Kuchmenko [et al.] // Sensors and Actuators B: Chemical. – 2022. – Vol. 358. – P. 131538. – DOI 10.1016/j.snb.2022.131538.

Поступила в редакцию 13.02.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-54-57

УДК 611:639.113.3

#### **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕСТРОЙКИ СЕМЕННИКОВ У САМЦОВ ВЫДРЫ РЕЧНОЙ В ЗОНЕ ВЫСОКОГО РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**

**\*Федотов Д.Н. ORCID ID 0000-0003-3366-8704, \*Стасевич Н.С., \*Морозов Т.И., \*\*Юнусов Х.Б.**

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

\*\*Самаркандский государственный университет ветеринарной медицины, животноводства и биотехнологий, г. Самарканд, Республика Узбекистан

*Впервые определены анатомические, гистологические и морфометрические критерии по радиационно-индуцированному воздействию на семенники самцов выдры речной. У взрослых животных удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в семенниках равна  $1,03\pm 0,09$  кБк/кг. **Ключевые слова:** семенники, морфология, выдра, радиация.*

#### **REGULARITIES OF AGE STRUCTURAL-FUNCTIONAL RESTRUCTURING OF TESTES IN MALE RIVER OTTERS IN THE ZONE OF HIGH RADIOACTIVE CONTAMINATION IN THE TERRITORY OF BELARUS**

**\*Fiadotau D.N., \*Stasevich N.S., \*Morozov T.I., \*\*Yunusov H.B.**

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

\*\*Samarkand State University of Veterinary Medicine, Animal Husbandry and Biotechnology, Samarkand, Republic of Uzbekistan

*For the first time, anatomical, histological and morphometric criteria have been determined for radiation-induced effects on the testes of male river otters. In adult animals, the specific activity of  $^{137}\text{Cs}$  in the testes is  $1.03\pm 0.09$  kBq/kg. **Keywords:** testes, morphology, otter, radiation.*

**Введение.** Радиационно-экологический мониторинг государственного природоохранного научно-исследовательского учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник» включает наблюдение и контроль состояния загрязненной радионуклидами ближней зоны Чернобыльской АЭС, получение базовой информации для оценки и прогноза общей радиологической обстановки. Использование данных радиологического мониторинга позволяет выявлять многие закономерности изменения радиационной обстановки территории, существования и развития наземных и водных экосистем в условиях радиоактивного загрязнения территории и снятия антропогенной нагрузки [1, 2, 4].

Выдра является типичным представителем хищников Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. Как и другие хищники, выдра может служить биоиндикатором состояния природной среды, поэтому изучение ее органов и систем на гистологическом уровне представляет большой интерес для научных исследований [2, 8]. В современной биологии и ветерина-

рии имеется значительное количество работ, которые доказывают, что при воздействии ионизирующего излучения в клетках и тканях развиваются морфологические изменения разной степени выраженности [4].

Как и другие хищники, выдра может служить биоиндикатором состояния природной среды, поэтому изучение ее органов и систем на гистологическом уровне представляет большой интерес для научных исследований [5].

В научной литературе исследований репродуктивного цикла речной выдры немного. В отечественной и зарубежной литературе отсутствуют исследования, касающиеся возрастной морфологии семенников у выдры.

**Цель исследований** – определить возрастные морфологические изменения семенников у самцов выдры речной, обитающей в условиях белорусского сектора зоны отчуждения.

**Материалы и методы исследований.** Добыча материала (при помощи капканов), вскрытие и изучение анатомических особенностей животных осуществлялось на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. В результате полученного материала было сформировано 2 возрастные группы: 2-4 года (половозрелые); 6-7 лет (взрослые, ранний геронтологический период). Нами была определена удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в семенниках выдры речной, обитающей в условиях белорусского сектора зоны отчуждения.

У животных изучали абсолютную массу семенников на электронных весах Scout Pro. Топография описывалась с учетом голотопии (местоположением в теле), скелетотопии (расположением органов в теле животного относительно элементов скелета) и синтопии (топографическое отношение органа к соседним анатомическим образованиям). Также отмечали внешние морфологические признаки – цвет, консистенцию, поверхность, вид, форму и абрис органов.

Макрофотографирование исследуемых эндокринных желез проводили при помощи цифрового фотоаппарата Lumix производства Panasonic, модели DMC – FX12 (с функцией для макроскопического или анатомического фото).

Семенники фиксировали в 10%-ном растворе нейтрального формалина. Гистологические срезы изготавливали на санном микротоме и окрашивали гематоксилин-эозином.

Абсолютные измерения структурных компонентов семенников осуществляли при помощи светового микроскопа «Olympus» модели BX-41 с цифровой фотокамерой системы «Altra<sub>20</sub>» и спектрометра HR 800 с использованием программы «Cell^A» и проводили фотографирование цветных изображений (разрешением 1400 на 900 пикселей). Дополнительно на цифровом микроскопе Celestron с LCD-экраном PentaView, модели #44348, проводили фотографирование с последующим анализом цветных изображений (разрешением 1920 на 1080 пикселей).

Все цифровые данные, полученные при проведении исследований, были обработаны статистически с помощью компьютерной программы Microsoft Excel.

**Результаты исследований.** Установлено, что у самцов речной выдры семенники эллипсоидной, несколько объемной формы, упругой консистенции, с хорошо развитым придатком. Семенники располагаются в горизонтальной плоскости, головчатым концом направлены краниально, а хвостатым – каудально. Придатковый край соответственно – дорсально, а свободный – вентрально. На разрезе семенника средостение у исследуемых возрастов проглядывается только у особей 6-7 лет. Паренхима семенника серовато-желтого цвета.

**Таблица 1 – Морфометрические показатели извитых семенных канальцев семенника речной выдры**

Показатели	Возрастная группа, г	
	2-4	6-7
Количество извитых семенных канальцев в одном поле зрения, шт.	34,08±2,39	25,69±2,06
Площадь просвета канальца, мкм <sup>2</sup>	8879,17±832,41	20145,15±910,75
Толщина сперматогенного эпителия, мкм	36,66±2,14	29,84±1,77
Ширина базальной части клетки Сертоли, мкм	13,39±1,43	13,09±1,55
Площадь ядра клетки Сертоли, мкм <sup>2</sup>	16,89±0,73	11,07±1,72
Диаметр стволового сперматогония, мкм	13,85±0,36	13,86±0,16
Диаметр ядра стволового сперматогония, мкм	5,63±0,31	5,61±0,34
Площадь сперматоцита, мкм <sup>2</sup>	41,19±3,06	35,12±2,05
Площадь сперматиды, мкм <sup>2</sup>	32,79±1,36	28,88±1,24
Площадь цитоплазмы сперматиды, мкм <sup>2</sup>	29,77±2,07	26,59±2,16
Площадь головки сперматозоида, мкм <sup>2</sup>	18,08±2,12	16,33±1,82

Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в семенниках увеличивается в 2 раза ( $p < 0,01$ ) до  $1,03 \pm 0,09$  кБк/кг.

В результате гистологических исследований установлено, что у молодых самцов выдр (в возрасте 2-4 года) в семенных канальцах присутствуют все клетки сперматогенного эпителия. Количество извитых семенных канальцев в одном поле зрения составляет  $34,08 \pm 2,39$  шт. Сперматогонии имеют крупные овальные или округлые ядра, их средний диаметр равен  $5,63 \pm 0,31$  мкм. Сперматоциты первичные молодые (лептотенные и зиготенные) всегда располагаются в первом ряду сперматогенных клеток. Особенно легко определить сперматоциты первичные в стадии зиготены. Спаренные хромосомы приобретают форму вытянутой петли, прикрепленной своими концами к ядерной оболочке, и ядра в этот период принимают характерную букетную конфигурацию. В извитых семенных канальцах выявляются ранние округлые и удлинённые сперматиды, а также сперматозоиды.

При изучении кариометрических показателей сустентоцитов и интерстициальных эндокриноцитов у выдры различного возраста обнаружено статистически значимое увеличение площади ядер этих клеток у самцов, при этом численность сустентоцитов не изменяется.

**Таблица 2 – Функциональная активность семенников самцов речной выдры**

Показатели	Возрастная группа, г	
	2-4	6-7
Абсолютная масса, г	$0,98 \pm 0,02$	$0,71 \pm 0,01$
Индекс сперматогенеза, усл. ед.	$3,32 \pm 0,15$	$2,98 \pm 0,12$

В результате гистологических исследований установлено, что у речной выдры в возрастной группе 2-4 года в интерстициальной ткани семенников присутствуют немногочисленные эндокриноциты – клетки Лейдига, залегающие группами по 5-8 клеток, преимущественно вокруг сосудов. Изредка встречаются и одиночные клетки. Общее количество клеток Лейдига в поле зрения достигало до 20. Они чаще округлой и многоугольной формы, иногда овальной или веретеновидной. Ядра клеток Лейдига крупные, сферические, содержат мелкодисперсный хроматин и 1-2 крупных ядрышка.

Нами установлено, что в возрастной группе 6-7 лет происходит увеличение площади интерстициальной ткани между извитыми семенными канальцами в семенниках самцов речной выдры. Клетки Лейдига располагаются преимущественно одиночно, лишь изредка встречаются небольшие группы по 3-5 клеток. Общее их количество в поле зрения достигало 10. Они округлой или овальной формы. Отмечено значительное уменьшение площади клеток и площади их ядер. Мелкодисперсный хроматин в ядрах практически не просматривается.

**Таблица 3 – Морфометрические показатели эндокринной ткани семенников речной выдры**

Показатели	Возрастная группа, г	
	2-4	6-7
Площадь интерстициальной ткани, мкм <sup>2</sup>	$1226,14 \pm 93,75$	$1319,17 \pm 93,15$
Диаметр клетки Лейдига, мкм	$7,18 \pm 1,14^{**}$	$4,48 \pm 1,18$
Площадь ядра клетки Лейдига, мкм <sup>2</sup>	$10,82 \pm 1,22$	$3,28 \pm 1,17$
Площадь цитоплазмы клетки Лейдига, мкм <sup>2</sup>	$29,62 \pm 3,63$	$12,43 \pm 3,89$
Количество клеток Лейдига в участке интерстиция, шт.	$9,20 \pm 1,20$	$7,20 \pm 1,80$

В результате проведенных морфометрических исследований эндокринной ткани семенников речной выдры установлено, что у возрастной группы 2-4 года площадь интерстициальной ткани составляет  $1226,14 \pm 93,75$  мкм<sup>2</sup>. Диаметр клеток Лейдига достоверно выше на 60,3% ( $p < 0,01$ ) у молодых особей, чем у возрастной группы 6-7 лет ( $4,48 \pm 1,18$  мкм).

При гистологическом исследовании обнаружено, что у половозрелого самца выдры общая влажная оболочка к белочной оболочке прилегает неплотно, поэтому на большей части периметра они разделены мелкими кровеносными и широкими лимфатическими сосудами. На участках, где серозная оболочка утолщается, толщина белочной оболочки увеличивается незначительно, но прослойка рыхлой соединительной ткани между ними увеличивается, и в этой прослойке часто встречаются артериальные и венозные сосуды, в том числе и крупные.

**Заключение.** 1. Семенники располагаются в горизонтальной плоскости, головчатым концом направлены краниально, а хвостатым – каудально. На разрезе семенника средостение у исследуемых возрастов проглядывается только у особей 6-7 лет. Паренхима семенника серовато-желтого цвета. Наибольшая абсолютная масса семенников в возрастной группе 2-4 года –  $0,98 \pm 0,02$  г. 2. Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в семенниках увеличивается в 2 раза ( $p < 0,01$ ) до  $1,03 \pm 0,09$  кБк/кг. 3. Активный сперматогенез в семенниках выдры речной выявлен у самцов в возрастной группе 2-4 года. У этих самцов площадь семенных канальцев достигает максимальной величины, извитые семенные канальцы содержат все сперматогенные клетки, включая сперматозоиды. Сустентоциты и интер-

стициальные эндокриноциты характеризуются признаками высокой функциональной активности. Индекс сперматогенеза низкий в возрастной группе 6-7 лет –  $2,98 \pm 0,12$  усл. ед. 4. В постнатальном онтогенезе у речной выдры в семенниках с возрастом проявляется изменение формы клеток Лейдига, хроматин в ядрах практически не просматривался. Отмечено уменьшение площади ядра и диаметра клеток Лейдига, а также уменьшение их количества и расположение в интерстиции до  $7,20 \pm 1,80$  шт. При этом одновременно было выявлено у 6-7-летних самцов увеличение площади интерстициальной ткани, в которой находятся клетки Лейдига до  $1319,17 \pm 93,15$  мкм<sup>2</sup>. Предположительно это связано с возрастанием дегенеративных процессов, происходящих в клетках Лейдига и их ядрах, а также окружающей их интерстициальной ткани. 5. Для объективизации установления причин изменения популяции или морфофизиологических особенностей выдры, экологически обусловленных патологией органов, целесообразно проводить комплексное морфологическое исследование семенников. Установленные нами адаптационные изменения в семенниках выдры речной следует рассматривать при организации системы мониторинга диких животных на загрязненных территориях для процесса принятия экологических решений и прогнозирования изменений радиоэкологической ситуации на продолжительное время.

**Conclusion.** 1. The testes are located in a horizontal plane, the capitate end is directed cranially, and the caudate end is directed caudally. In the section of the testis, the mediastinum at the studied ages is visible only in individuals 6-7 years old. The parenchyma of the testis is grayish-yellow. The largest absolute mass of testes in the age group 2-4 years is  $0.98 \pm 0.02$  g. 2. The specific activity of <sup>137</sup>Cs in the testes increases 2 times ( $p < 0.01$ ) to  $1.03 \pm 0.09$  kBq/kg. 3. Active spermatogenesis in the testes of the river otter was detected in males in the age group of 2-4 years. In these males, the area of the seminiferous tubules reaches its maximum value; the convoluted seminiferous tubules contain all spermatogenic cells, including spermatozoa. Sustentocytes and interstitial endocrinocytes are characterized by signs of high functional activity. The spermatogenesis index is low in the age group of 6-7 years –  $2.98 \pm 0.12$  arb. units. 4. In postnatal ontogenesis in the river otter, a change in the shape of Leydig cells is manifested in the testes with age; chromatin in the nuclei was practically not visible. There was a decrease in the nuclear area and diameter of Leydig cells, as well as a decrease in their number and location in the interstitium to  $7.20 \pm 1.80$  pcs. At the same time, an increase in the area of interstitial tissue in which Leydig cells are located up to  $1319.17 \pm 93.15$  μm<sup>2</sup> was detected in 6-7-year-old males. Presumably this is due to an increase in degenerative processes occurring in Leydig cells and their nuclei, as well as the interstitial tissue surrounding them. 5. To objectify the establishment of the causes of changes in the population or morphophysiological characteristics of the otter, environmentally determined by the pathology of the organs, it is advisable to conduct a comprehensive morphological study of the testes. The adaptive changes we have established in the testes of the river otter should be considered when organizing a monitoring system for wild animals in contaminated areas for the process of making environmental decisions and predicting changes in the radioecological situation for a long time.

**Список литературы.** 1. Бондарь, Ю.И. Вертикальное распределение <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr, <sup>241</sup>Am в почве при прохождении пожаров на территории Белорусского сектора зоны отчуждения / Ю.И. Бондарь, В.И. Садчиков, В.Н. Калинин // Сахаровские чтения 2015 года : экологические проблемы XXI века : материалы 15-й Междунар. науч. конф., 21-22 мая 2015 г., г. Минск, Республика Беларусь / МГЭУ им. А.Д.Сахарова. – Минск, 2015. – С. 200. 2. Биологическое разнообразие животного мира Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / М.Е. Никифоров [и др.] ; Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ по биоресурсам, Полес. гос. радиац.-экол. заповедник. – Минск : Беларуская навука, 2022. – 407 с. 3. Олейников, А.Ю. Выдра (*lutra lutra* L., 1758) в Ботчинском заповеднике / А.Ю. Олейников // Амурский зоологический журнал. – 2010. – №4. – С. 378-388. 4. Федотов, Д.Н. Формообразовательные процессы и морфологические изменения периферических эндокринных желез при адаптивно-приспособительных реакциях енотовидной собаки в зоне снятия антропогенной нагрузки и при действии радиоактивного загрязнения / Д.Н. Федотов, И.С. Юрченко // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2019. – №1 (10). – С. 68-71. 5. Fiadotau, D.N. Veterinary Histology : Textbook / D.N. Fiadotau, Kh.B. Yunusov. – Tashkent : Publishing house «Fan ziyosi», 2023. – 80 p.

**References.** 1. Bondar', YU.I. Vertikal'noe raspredelenie <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr, <sup>241</sup>Am v pochve pri prohozhdenii pozharov na territorii Belorusskogo sektora zony otchuzhdeniya / YU.I. Bondar', V.I. Sadchikov, V.N. Kalinin // Saharovskie chteniya 2015 goda : ekologicheskie problemy XXI veka : materialy 15-j Mezhdunar. nauch. konf., 21-22 maya 2015 g., g. Minsk, Respublika Belarus' / MGEU im. A.D.Saharova. – Minsk, 2015. – S. 200. 2. Biologicheskoe raznoobrazie zhivotnogo mira Poleskogo gosudarstvennogo radiacionno-ekologicheskogo zapovednika / M.E. Nikiforov [i dr.] ; Nac. akad. nauk Belarusi, NPC po bioresursam, Poles. gos. radiac.-ekol. zapovednik. – Minsk : Belaruskaya navuka, 2022. – 407 s. 3. Olejnikov, A.YU. Vydra (*lutra lutra* L., 1758) v Botchinskom zapovednike / A.YU. Olejnikov // Amurskij zoologicheskij zhurnal. – 2010. – №4. – S. 378-388. 4. Fedotov, D.N. Formoobrazovatel'nye processy i morfologicheskie izmeneniya perifericheskikh endokrinnykh zhelez pri adaptivno-prisposobitel'nykh reakciyah enotovidnoj sobaki v zone snyatiya antropogennoj nagruzki i pri dejstvii radioaktivnogo zagryazneniya / D.N. Fedotov, I.S. YUrchenko // Veterinarnyj zhurnal Belarusi. – 2019. – №1 (10). – S. 68-71. 5. Fiadotau, D.N. Veterinary Histology : Textbook / D.N. Fiadotau, Kh.B. Yunusov. – Tashkent : Publishing house «Fan ziyosi», 2023. – 80 p.

Поступила в редакцию 21.03.2024.

## ВЛИЯНИЕ ВАКЦИНАЦИИ ПОРОСЯТ ПРОТИВ ЦИРКОВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ

Шахов А.Г. ORCID ID 0000-0002-6177-8858, Коцарев В.Н. ORCID ID 0000-0002-9114-1176, Сашнина Л.Ю. ORCID ID 0000-0001-6477-6156, Чусова Г.Г. ORCID ID 0000-0003-1494-8807, Владимирова Ю.Ю. ORCID ID 0000-0001-8888-7264, Боев В.Ю. ORCID ID 0000-0001-9438-9480  
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

*У иммунизированных поросят через 6 и 13 дней после применения биопрепарата гемоморфологический статус, по сравнению с таковым у интактных животных, характеризовался сниженным содержанием эритроцитов, гемоглобина и тромбоцитов, свидетельствующим о меньшей интенсивности эритропоэза и активности сосудисто-тромбоцитарного механизма гемостаза, повышенным количеством эозинофилов, моноцитов, а также лимфоцитов (через 6 дней после вакцинации), указывающим на активацию клеточной защиты, увеличением СОЭ, вероятно, обусловленным возрастанием уровня глобулинов. В их биохимическом статусе регистрировали сниженное содержание общего белка, связанное с включением его в продукцию специфических антител, интенсификацию белкового обмена, о чем свидетельствует повышенный уровень мочевины, возросшие значения АлАТ, АсАТ и  $\gamma$ ГТ, указывающие на более высокую нагрузку на печень, и количество билирубина, характеризующее повышение ее утилизационной функции, меньший уровень креатинина в результате активации мочеводелительной системы из-за повышенной антигенной нагрузки на организм, превышение количества холестерина, свидетельствующее о более выраженном липидном обмене. **Ключевые слова:** поросята, цирковиральная инфекция, вакцинация, морфологические и биохимические показатели крови.*

## EFFECT OF VACCINATION OF PIGLETS AGAINST CIRCOVIRUS INFECTION ON MORPHOLOGICAL AND BIOCHEMICAL BLOOD INDICATORS

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

*In immunized piglets, 6 and 13 days after application of the biological product, the hemomorphological status, compared with that of intact animals, was characterized by a reduced content of erythrocytes, hemoglobin and platelets, indicating a lower intensity of erythropoiesis and activity of the vascular-platelet mechanism of hemostasis, an increased number of eosinophils, monocytes, as well as lymphocytes (6 days after vaccination), indicating activation of cellular defense, an increase in ESR, probably due to an increase in the level of globulins. In their biochemical status, a reduced content of total protein was recorded, associated with its inclusion in the production of specific antibodies, an intensification of protein metabolism, as evidenced by an increased level of urea, increased values of ALT, AST and  $\gamma$ GT, indicating a higher load on the liver, and the amount of bilirubin, characterizing an increase in its utilization function, a lower level of creatinine as a result of activation of the urinary system due to an increased antigenic load on the body, an excess of cholesterol, indicating a more pronounced lipid metabolism. **Keywords:** piglets, circovirus infection, vaccination, morphological and biochemical blood indicators.*

**Введение.** В промышленных свиноводческих хозяйствах РФ предусмотрена вакцинация животных против наиболее значимых инфекционных болезней [1, 2], которая наряду с обеспечением формирования специфического иммунитета сопровождается стрессовым воздействием, проявляющимся изменениями в организме, затрагивающими обменные процессы [3]. Особенно чувствителен к воздействию стрессоров молодняк свиней, обладающий наиболее высокой интенсивностью роста и развития [4, 5]. При введении вакцин животные испытывают повышенную антигенную нагрузку, что не может не отразиться на гематологическом статусе и течении метаболических процессов [6]. **Целью** наших исследований явилось изучение гематологического и биохимического статуса поросят после применения вакцины против цирковиральной инфекции свиней.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проведены в промышленном свиноводческом хозяйстве на 2 группах по 25 поросят-сосунов. Животные первой (контрольная) группы были интактными, второй (опытная) – в возрасте 20 дней привиты против цирковиральной инфекции инактивированной вакциной «Ингельвак Цирко Флекс» производства Берингер Ингельхайм (Германия).

Отъем поросят от свиноматок и перевод на доразивание проведен в 28-дневном возрасте. От пяти животных обеих групп в возрасте 20, 26 и 33 дней взяты пробы крови, в которой определяли содержание эритроцитов, гемоглобина, гематокрит, тромбоциты, скорость оседания эритроцитов (СОЭ), лейкоциты, лейкограмму, общий белок, мочевину, креатинин, холестерин, щелочную фосфатазу (ЩФ), аланинаминотрансферазу (АлАТ), аспартатаминотрансферазу (АсАТ), гаммаглутамилтрансферазу ( $\gamma$ ГТ), билирубин, общий кальций, фосфор неорганический. Исследования крови вы-

полнены на гематологическом анализаторе «ABX Micros 60» и на биохимическом анализаторе «Hitachi-902» согласно «Методическим рекомендациям по диагностике, терапии и профилактике нарушений обмена веществ у продуктивных животных» (М., 2007) и в соответствии с инструкциями к приборам.

Достоверность различий сравниваемых величин определяли по t-критерию Стьюдента.

**Результаты исследований.** Фонowymi исследованиями крови установлено, что большинство показателей гематологического и биохимического статуса подопытных поросят соответствовали нормативным величинам (таблицы 1 и 2).

**Таблица 1 – Морфологические показатели крови поросят**

Показатели	Возраст (дни), группы				
	20 (фон)	26		33	
		контрольная	опытная (6 дней после вакцинации)	контрольная	опытная (14 дней после вакцинации)
Эритроциты, $10^{12}/л$	5,46±0,13	6,05±0,12 <sup>+</sup>	5,66±0,23	4,27±0,09 <sup>+</sup>	3,95±0,03 <sup>+</sup>
Гемоглобин, г/л	109,6±3,04	109,0±2,37	106,7±2,85	108,2±0,24	106,2±1,24
Гематокрит, %	32,5±0,85	33,32±1,03	33,37±1,79	24,14±0,31 <sup>+</sup>	24,94±0,46 <sup>+</sup>
Тромбоциты, тыс/мкл	256,6±7,31	322,6±11,2 <sup>+</sup>	304,7±5,59 <sup>+</sup>	328,2±8,59	324,0±9,09
СОЭ, мм/ч	3,14±0,69	3,00±0,07	3,30±0,09	4,60±0,25 <sup>+</sup>	4,8±0,37 <sup>+</sup>
Цветовой показате- ль, ед.	0,62±0,016	0,68±0,012	0,60±0,012	0,73±0,02	0,80±0,01 <sup>+</sup>
Лейкоциты, $10^9/л$	11,95±0,71	15,0±1,46	14,15±1,58	17,0±1,26	17,80±1,26
Нейтрофилы, %					
юные	–	–	–	–	–
палочкоядерные	4,9±0,20	7,8±0,74 <sup>+</sup>	7,8±0,63 <sup>+</sup>	6,4±0,60	6,4±0,51
сегментоядерные	34,5±0,53	32,4±1,33	29,0±0,80 <sup>+</sup>	34,6±2,20	36,4±1,60 <sup>+</sup>
Эозинофилы, %	1,5±0,26	1,2±0,20	1,5±0,65	2,0±0,29	2,6±0,81
Моноциты, %	2,5±0,27	2,2±0,37	3,2±0,63	2,4±0,60	3,00±0,01
Лимфоциты, %	56,6±0,32	56,4±1,03	58,5±1,56	54,6±1,30	51,60±2,18 <sup>+</sup>

Примечания: <sup>+</sup> –  $p < 0,05-0,001$  – к интактным; <sup>+</sup> –  $p < 0,05-0,001$  – к предыдущему периоду.

При исследовании крови через 6 дней установлено, что у интактных поросят количество эритроцитов возросло на 10,8% ( $p < 0,01$ ), а содержание гемоглобина и показатель гематокрита – не претерпели значительных изменений. У вакцинированных животных их значения практически не изменились.

У животных обеих групп содержание тромбоцитов, влияющих на реологические и гемостатические свойства крови, регулирующих уровень притока к тканям организма насыщенного кислородом гемоглобина крови и питательных веществ [7], повысилось – на 25,7% ( $p < 0,001$ ) и 18,7% ( $p < 0,001$ ), при этом у поросят опытной группы их количество было меньше на 5,5%.

Показатель СОЭ, отражающий соотношение белковых фракций плазмы, повысился у поросят сравниваемых групп, при этом у вакцинированных его значение было на 10,0% выше, чем у интактных, что, вероятно, обусловлено увеличением количества глобулинов за счет синтеза иммунных белков.

Величина цветового показателя, отражающего степень насыщения эритроцитов гемоглобином, у поросят контрольной группы стала выше на 9,7%, а у животных опытной группы – ниже на 3,2% и по отношению к контролю была меньше на 11,8%.

Содержание лейкоцитов, выполняющих в организме антимикробные, антиоксидантные функции и участвующих в иммунных реакциях, за счет усиления лейкопоэза повысилось у интактных и вакцинированных поросят на 25,5 и 18,4% соответственно.

У животных обеих групп произошло значительное повышение содержания палочкоядерных нейтрофилов (на 59,2%,  $p < 0,01$ ), выполняющих в организме фагоцитарную функцию, но уменьшилось количество сегментоядерных нейтрофилов на 6,1 и 15,9% ( $p < 0,001$ ). Более существенное снижение их уровня у привитых поросят вызвано повышенным использованием на процессы клеточной защиты. В то же время у них на 25,0% было выше содержание эозинофилов, обладающих обезвреживающим действием на токсины белкового происхождения.

Содержание моноцитов, выполняющих фагоцитарную функцию и участвующих в реакциях гуморального и клеточного иммунитета, у интактных поросят уменьшилось на 12,0%, а у вакцинированных под влиянием антигена введенной вакцины возросло на 28,0% и превышало контрольный

показатель на 45,5%. Относительное количество лимфоцитов, участвующих в формировании специфических иммунных реакций у интактных поросят не изменилось, у вакцинированных – незначительно (на 3,4%) повысилось, что свидетельствует о проявлении клеточного иммунного ответа.

Содержание общего белка у интактных поросят не изменилось, а у вакцинированных его количество уменьшилось на 12,6% ( $p < 0,001$ ) в результате использования для продукции специфических антител (таблица 2). Количество мочевины, характеризующей интенсивность течения белкового обмена, у поросят обеих групп уменьшилось на 19,7% ( $p < 0,05$ ) и 6,4%, при этом у вакцинированных животных ее значение превышало на 16,6%, что обусловлено повышенным белковым метаболизмом, включенным в формирование специфического иммунитета.

**Таблица 2 – Биохимические показатели крови поросят**

Показатели	Возраст (дни), группы				
	20 (фон)	26		33	
		контрольная	опытная (6 дней после вакцинации)	контрольная	опытная (14 дней после вакцинации)
Общий белок, г/л	60,9±1,09	59,8±0,99	53,2±0,87 <sup>+</sup>	54,8±2,18	53,4±0,71
Мочевина, мМ/л	3,3±0,25	2,65±0,07 <sup>+</sup>	3,09±0,26	3,01±0,06 <sup>+</sup>	3,75±0,36
Креатинин, мкМ/л	52,7±5,97	83,4±7,05 <sup>+</sup>	61,33±0,26	59,75±4,21 <sup>+</sup>	43,4±3,97 <sup>+</sup>
Холестерин, мМ/л	4,95±0,22	4,63±0,32	4,88±0,29	1,76±0,07 <sup>+</sup>	1,89±0,11 <sup>+</sup>
ЩФ, Е/л	1070,0±56,6	774,2±25,3 <sup>+</sup>	610±22,5 <sup>+</sup>	379,0±31,9 <sup>+</sup>	483,6±30,6 <sup>+</sup>
АлАТ, Е/л	42,2±2,69	38,7±2,08	40,43±4,08	33,2±2,39	43,98±2,11 <sup>+</sup>
АсАТ, Е/л	45,3±2,67	44,30±2,64	58,93±2,5 <sup>+</sup>	41,3±3,76	69,5±4,08 <sup>+</sup>
γГТ, Е/л	41,98±5,29	42,9±3,61	49,1±4,99	39,9±1,17	42,04±1,99
Общий билирубин, мкМ/л	-	10,93±1,20	14,33±2,59	5,66±0,79	7,27±0,39 <sup>+</sup>
Общий кальций, мМ/л	2,9±0,04	3,43±0,14 <sup>+</sup>	3,10±0,03	2,63±0,06 <sup>+</sup>	2,76±0,11 <sup>+</sup>
Фосфор неорг., мМ/л	3,5±0,07	3,64±0,07	3,19±0,08 <sup>+</sup>	2,85±0,13 <sup>+</sup>	3,03±0,10

Примечания: \* –  $p < 0,05-0,001$  – к интактным; + –  $p < 0,05-0,001$  – к предыдущему периоду.

Уровень креатинина у интактных поросят увеличился на 58,3% ( $p < 0,01$ ), у вакцинированных – на 16,4%, при этом у последних он был ниже на 26,5% в результате активации мочевыделительной системы из-за повышенной нагрузки на организм, обусловленной вакцинацией животных.

Концентрация холестерина, обеспечивающего стабильность клеточных мембран, у интактных поросят снизилась на 6,5%, а у вакцинированных его количество не изменилось, но превышало показатель контроля на 5,4%.

Активность щелочной фосфатазы, катализирующей разрушение сложноэфирных связей фосфорной кислоты, снизилась у интактных и вакцинированных поросят на 27,6% ( $p < 0,001$ ) и 43,0% ( $p < 0,001$ ), при этом у последних ее показатель был меньше на 21,2% ( $p < 0,01$ ), обусловленный усиленным расходом неорганического фосфора в процессе выработки антител на введение вакцины [8]. На фоне незначительного понижения у интактных животных активности АлАТ, АсАТ и γГТ у вакцинированных наблюдали увеличение АсАТ на 30,1% ( $p < 0,01$ ) в результате возросшей белоксинтезирующей активности печени и γГТ – на 17,0%, свидетельствующее о повышении адаптационного иммунитета и стрессустойчивости [9], при этом их значения превышали контрольные показатели на 33,0% ( $p < 0,01$ ) и 14,5% соответственно.

Количество общего билирубина у вакцинированных поросят превышало его уровень у интактных на 31,0%, что связано с возросшей утилизационной активностью печени, а меньшее содержание кальция и фосфора на 9,6% и 12,4% ( $p < 0,01$ ) указывает на менее выраженный уровень обмена и подтверждается пониженной активностью щелочной фосфатазы.

У поросят обеих групп в возрасте 33 дней по сравнению с предыдущим периодом уменьшилось содержание эритроцитов на 29,4% ( $p < 0,001$ ) и 30,2% ( $p < 0,001$ ), при этом у вакцинированных их количество было меньше на 7,5% ( $p < 0,01$ ). Показатели гемоглобина у животных сравниваемых групп остались на прежнем уровне, гематокрита – снизились на 27,7% ( $p < 0,01$ ) и 27,6% ( $p < 0,001$ ), тромбоцитов – имели тенденцию к повышению при отсутствии разницы в их значениях.

У поросят обеих групп повысились СОЭ на 45,5% ( $p < 0,01$ ) и 53,3% ( $p < 0,001$ ), при этом у вакцинированных ее значение было выше на 4,3%, и цветовой показатель – на 7,4 и 33,3% ( $p < 0,01$ ) с

превышением его у иммунизированных на 9,6%, что свидетельствует о большей насыщенности эритроцитов гемоглобином.

Концентрация лейкоцитов у поросят сравниваемых групп увеличилась на 13,3 и 25,8%, при этом у вакцинированных она превышала на 4,7%, что обусловлено усилением лейкопоза на введенную вакцину. В лейкограмме при равном снижении у подопытных поросят содержания палочкоядерных нейтрофилов (на 17,9%) и при незначительном увеличении количества сегментоядерных нейтрофилов у интактных животных (на 6,8%) отмечали существенное повышение их содержания у вакцинированных поросят (на 25,5%,  $p < 0,01$ ), характеризующее активацию фагоцитарной, антитоксической и трофической функций на вакцинный антиген. Содержание эозинофилов у животных обеих групп увеличилось соответственно на 66,7 и 73,3%, количество которых у вакцинированных было выше на 30,0%.

На фоне повышения содержания моноцитов у интактных поросят (на 9,1%) произошло снижение их количества у вакцинированных (на 6,2%), при этом их уровень превышал контрольный показатель на 25,0%, что свидетельствует о проявлении выраженной клеточной защиты. Содержание лимфоцитов у поросят обеих групп снизилось на 3,2 и 11,8% ( $p < 0,05$ ) под действием стрессоров, к которым они из всех субпопуляций лейкоцитов наиболее чувствительны [10].

У интактных поросят отмечено понижение количества общего белка на 8,4%, а у вакцинированных – не изменилось, но было меньше на 2,6%, что указывает на его использование для продукции специфических антител. У животных обеих групп уровень мочевины повысился на 13,6% ( $p < 0,01$ ) и 21,4%, при этом у вакцинированных он превышал на 25,0%, что свидетельствует о более интенсивном течении у них белкового метаболизма. Концентрация креатинина, продукта азотистого обмена, понизилась у животных обеих групп соответственно на 28,4% ( $p < 0,05$ ) и 29,2% ( $p < 0,05$ ), при этом у вакцинированных поросят была ниже на 27,4% ( $p < 0,05$ ), что указывает на более высокую фильтрующую функцию почек.

Уровень холестерина снизился у поросят обеих групп соответственно на 62,0% ( $p < 0,001$ ) и 61,3% ( $p < 0,001$ ), что связано с понижением липидного обмена из-за смены кормления и перевода их на доращивание. Вместе с тем у иммунизированных животных его содержание было выше на 7,4%, что обусловлено поствакцинальным стрессом, вызвавшим усиление гликолиза с образованием ацетоацетил-КоА, являющегося основой образования холестерина [11].

Активность щелочной фосфатазы у поросят обеих групп снизилась на 51,0% ( $p < 0,001$ ) и 20,7% ( $p < 0,05$ ), при этом у вакцинированных ее значение было выше на 27,6%, ( $p < 0,05$ ), что свидетельствует о нормализации у них активности индикаторного фермента [8].

Показатели активности АлАТ и АсАТ у интактных поросят снизились на 14,2 и 6,8%, а у вакцинированных – возросли на 8,8 и 17,9%, превышая таковые в контроле на 32,8% ( $p < 0,05$ ) и 68,3% ( $p < 0,01$ ), что характеризует более высокую нагрузку на печень.

Активность  $\gamma$ ГТ у животных обеих групп снизилась соответственно на 7,0 и 14,4%, но у вакцинированных была выше на 5,4%.

Количество общего билирубина как у интактных, так и у вакцинированных поросят снизилось на 48,2 и 49,3% ( $p < 0,05$ ) соответственно, при этом его значение у последних превышало на 28,4%, что указывает на более интенсивную утилизационную активность печени.

Кальциево-фосфорный обмен у подопытных животных характеризовался понижением интенсивности его течения, проявившимся в большей степени у интактных поросят, у которых концентрация кальция и фосфора была меньше соответственно на 4,7 и 5,9%.

**Заключение.** У поросят, вакцинированных против цирковирусной инфекции, гематологический статус по сравнению с таковым у интактных животных характеризовался меньшей интенсивностью эритропоза и активностью сосудисто-тромбоцитарного механизма гемостаза, активацией защитных клеточных реакций, а биохимический статус характеризовался повышением белкового обмена, обусловленный включением белка в синтез специфических антител, активацией белоксинтезирующей и утилизационной функций печени, увеличением нагрузки на мочевыделительную систему.

**Conclusion.** In the piglets vaccinated against circovirus infection, the hematological status, compared with that of intact animals, was characterized by a lower intensity of erythropoiesis and activity of the vascular-platelet mechanism of hemostasis, activation of protective cellular reactions, and the biochemical status was characterized by an increase in protein metabolism, due to the inclusion of protein in the synthesis of specific antibodies, activation of protein synthesizing and utilization functions of the liver, increasing the load on the urinary system.

**Список литературы.** 1. Особенности формирования поствакцинального иммунитета против цирковирусной инфекции свиней и его коррекция / П.В. Бурков [и др.] // *Аграрная наука.* – 2022. – Т. 363 (10). – С. 32-37. DOI 10.32634/0869-8155-2022-363-10-32-37; 2. Крысенко, Ю.Г. Сравнительная эффективность вакцинации при цирковирусной инфекции свиней / Ю.Г. Крысенко, Е.И. Трошин // *Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана.* – 2012. – №1. – С. 183-185; 3. Иммунологические особенности адаптации свиней к технологиче-

скому стрессу в неблагополучных сельскохозяйственных предприятиях по цирковирусной инфекции / О.Г. Петрова [и др.] // *Аграрный вестник Урала*. – 2014. – № 1 (119). – С. 31-35.; 4. Рост и развитие поросят в зависимости от их живой массы при рождении / Л.Р. Михайлова [и др.] // *Аграрная наука*. – 2022. – № 1 (11). – С. 55-59. DOI 10.32634/0869-8155-2022-364-11-55-59; 5. Состояние неспецифического иммунитета у поросят под влиянием технологического стресса / А.Г. Шахов [и др.] // *Ветеринарный фармакологический вестник*. – 2020. – № 2 (11). – С. 166-176. – DOI 10.17238/issn2541-8203.2020.2.166.; 6. Морфологические и биохимические показатели крови телят при применении живой ассоциированной вакцины против вирусных респираторных инфекций / П.А. Красочко [и др.] // *Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии*. – 2021. – Т. 10, № 1. – С. 35-39. DOI 10.48612/v4x1-f9kt-hf1n; 7. Максимов, В.И. Оценка тромбоцитарных функций у телят и поросят в раннем онтогенезе / В.И. Максимов, И.Н. Медведев // *Ветеринария*. – 2008. – № 11. – С. 50-54.; 8. Громова, Л.Н. Биохимические показатели сыворотки крови цыплят при пероральной иммунизации против инфекционной бурсальной болезни / Л.Н. Громова, С.И. Парханович, И.Н. Громов // *Ученые записки УО ВГАВМ*. – Т. 47, вып. 2. – С. 163-165.; 9. Чернобровкина, Т.В. Роль гамма-глутамилтрансферазы в адаптациогенезе и общей резистентности организма человека, реализуемая посредством участия в нейромедиаторном балансе и структурно-регуляторных функциях соединительной ткани (часть III) / Т.В. Чернобровкина, Б.М. Кершенгольц // *Наука и образование*. – 2016. – № 4. – С. 106-119. 10. 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. 82-90. 11. Биохимический статус крови и мясная продуктивность свиней при разных схемах использования препарата «ЭМ-ВИТА» / Е.В. Крапивина [и др.] // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2019. – № 4. – С. 73-82.

**References.** 1. Osobennosti formirovaniya postvakcinal'nogo immuniteta protiv cirkovirusnoj infekcii svinej i ego korrekciya / P.V. Burkov [i dr.] // *Agrarnaya nauka*. – 2022. – Т. 363 (10). – С. 32-37. DOI 10.32634/0869-8155-2022-363-10-32-37; 2. Krysenko, YU.G. Sravnitel'naya effektivnost' vakcinacii pri cirkovirusnoj infekcii svinej / YU.G. Krysenko, E.I. Troshin // *Uchenye zapiski KGAVM im. N.E. Baumana*. – 2012. – №1. – С. 183-185; 3. Immunologicheskie osobennosti adaptacii svinej k tekhnologicheskomu stressu v neblagopoluchnyh sel'skhozajstvennyh predpriyatiyah po cirkovirusnoj infekcii / O.G. Petrova [i dr.] // *Agrarnyj vestnik Urala*. – 2014. – № 1 (119). – С. 31-35.; 4. Rost i razvitie porosyat v zavisimosti ot ih zhivoj massy pri rozhdenii / L.R. Mihajlova [i dr.] // *Agrarnaya nauka*. – 2022. – № 1 (11). – С. 55-59. DOI 10.32634/0869-8155-2022-364-11-55-59; 5. Sostoyanie nespecificheskogo immuniteta u porosyat pod vliyaniem tekhnologicheskogo stressa / A.G. SHahov [i dr.] // *Veterinarnyj farmakologicheskij vestnik*. – 2020. – № 2 (11). – С. 166-176. – DOI 10.17238/issn2541-8203.2020.2.166.; 6. Morfologicheskie i biokhimicheskie pokazateli krvi telyat pri primenenii zhivoj associirovannoj vakciny protiv virusnyh respiratornyh infekcij / P.A. Krasochko [i dr.] // *Sbornik nauchnyh trudov Krasnodarskogo nauchnogo centra po zootekhnii i veterinarii*. – 2021. – Т. 10, № 1. – С. 35-39. DOI 10.48612/v4x1-f9kt-hf1n; 7. Maksimov, V.I. Ocenka trombocitarnykh funkcij u telyat i porosyat v rannem ontogeneze / V.I. Maksimov, I.N. Medvedev // *Veterinariya*. – 2008. – № 11. – С. 50-54.; 8. Gromova, L.N. Biohimicheskie pokazateli syvorotki krvi cyplyat pri peroral'noj immunizacii protiv infekcionnoj bursal'noj bolezni / L.N. Gromova, S.I. Parhanovich, I.N. Gromov // *Uchenye zapiski UO VGAVM*. – Т. 47, вып. 2. – С. 163-165.; 9. Chernobrovkina, T.V. Rol' gamma-glutamyltransferazy v adaptaciogeneze i obshchej rezistentnosti organizma cheloveka, realizuemaya posredstvom uchastiya v nejromediatornom balanse i strukturno-regulyatornykh funkciyakh soedinitel'noj tkani (chast' III) / T.V. Chernobrovkina, B.M. Kershengol'c // *Nauka i obrazovanie*. – 2016. – № 4. – С. 106-119. 10. Prohorenko, I.O. Stress i sostoyanie immunnnoj sistemy v norme i patologii. Kratkij obzor literatury / I.O. Prohorenko, V.N. Germanova, O.S. Sergeev // *Vestnik medicinskogo instituta «Reaviz»: rehabilitaciya, vrach i zdorov'e*. – 2017. – №1 (25). – С. 82-90. 11. Biohimicheskij status krvi i myasnaya produktivnost' svinej pri raznykh skhemah ispol'zovaniya preparata «EM-VITA» / E.V. Krapivina [i dr.] // *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skhozajstvennoj akademii*. – 2019. – № 4. – С. 73-82.

Поступила в редакцию 13.02.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-62-67

УДК 619:[612.12:618.14-002]:636.4

### **МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ ПОРОСЯТ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ ПОД КЛИНИЧЕСКИ ЗДОРОВЫМИ И ПЕРЕБОЛЕВШИМИ ПОСЛЕРОДОВЫМ ЭНДОМЕТРИТОМ СВИНОМАТКАМИ**

**Шахов А.Г. ORCID ID 0000-0002-6177-8858, Коцарев В.Н. ORCID ID 0000-0002-9114-1176,  
Сашнина Л.Ю. ORCID ID 0000-0001-6477-6156, Никоненко Г.В. ORCID ID 0000-0003-4983-7170,  
Моргунова В.И. ORCID ID 0000-0002-7148-7624**

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

В статье представлены результаты гематологического и биохимического статуса у поросят, выращиваемых под свиноматками с разным характером течения послеродового периода. Гематологический статус поросят, находящихся в период подсоса под переболевшими эндометритом свиноматками, характеризовался меньшим содержанием в 5-ти и 20-дневном возрасте эритроцитов, гемоглобина, показателем гематокрита, в 5-дневном возрасте – палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов, моноцитов, в 20-дневном возрасте – лимфоцитов, повышенными в 5- и 20-дневном возрасте СОЭ, количества тромбо-

цитов, лейкоцитов, эозинофилов, свидетельствующими о сниженной интенсивности эритропоэза, повышенном лейкопоэзе, усилении антитоксической активности и меньшей клеточной защите. В их биохимическом статусе регистрировали меньшее содержание в 20-дневном возрасте общего белка, в 5-дневном возрасте – активность щелочной фосфатазы, в 5-ти и 20-дневном возрасте – креатинина, активность гаммаглутамилтрансферазы, повышенные количества в 5-дневном возрасте общего белка, в 5-ти и 20-дневном возрасте – мочевины, холестерина, билирубина, активность АлАТ и АсАТ, свидетельствующие об уменьшении интенсивности белкового обмена и утилизации продуктов его распада, расстройстве функциональной активности печени и уменьшении стрессоустойчивости организма. **Ключевые слова:** свиноматки, послеродовой эндометрит, поросята, гематологический и биохимический статус.

## MORPHOLOGICAL AND BIOCHEMICAL BLOOD INDICATORS OF THE PIGLETS REARED UNDER CLINICALLY HEALTHY SOWS AND THE SOWS WHO HAVE HAD POSTPARTUM ENDOMETRITIS

Shakhov A.G., Kotsarev V.N., Sashnina L.Yu., Nikonenko G.V., Morgunova V.I.

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

*The article presents the results of the hematological and biochemical status of piglets reared under the sows with different patterns of the postpartum period. The hematological status of piglets during the period of suckling under the sows who had recovered from endometritis was characterized by a lower content of erythrocytes, hemoglobin and hematocrit at the age of 5 and 20 days; at the age of 5 days - stab and segmented neutrophils, monocytes; at the age of 20 days – lymphocytes, ESR increased at the age of 5 and 20 days, the number of platelets, leukocytes, eosinophils, indicating a reduced intensity of erythropoiesis, increased leukopoiesis, increased antitoxic activity and less cellular protection. In their biochemical status, lower levels of total protein were recorded at the age of 20 days, alkaline phosphatase activity - at the age of 5 days, creatinine - at the age of 5 and 20 days, gamma-glutamyl transferase activity, increased amounts of total protein at the age of 5 days, at the age of 5 and 20 days – urea, cholesterol, bilirubin, ALT and AST activity, indicating a decrease in the intensity of protein metabolism and utilization of its breakdown products, a disorder in the functional activity of the liver and a decrease in the body resistance to stress. **Keywords:** sows, postpartum endometritis, piglets, hematological and biochemical status.*

**Введение.** В условиях промышленного свиноводства ограничена возможность максимальной реализации репродуктивного потенциала свиноматок, получать и выращивать здоровый молодняк с генетически заложенными продуктивными качествами [1, 2]. Из-за изменившихся традиционных условий кормления и содержания, отсутствия активного моциона и инсоляции у свиноматок нарушаются обменные процессы, снижается иммунитет, что приводит к развитию патологических состояний, включая воспалительные процессы в репродуктивных органах. В таких случаях у полученного приплода наблюдается отставание в росте и развитии, что, в конечном итоге, приводит к недополучению продукции и экономическим потерям [3]. Известно, что состояние и интенсивность обменных процессов у животных характеризуются морфологическим и биохимическим составом крови [4].

**Целью исследований** явилось изучение гематологического и биохимического статуса поросят-сосунов, выращиваемых под клинически здоровыми и переболевшими послеродовым эндометритом свиноматками.

**Материалы и методы исследований.** Исследования выполнены в условиях промышленного хозяйства на 56 поросятах-сосунах. В первую группу (n=28) вошли поросята, выращиваемые под клинически здоровыми свиноматками (контрольная группа), во вторую (n=28) – поросята, находящиеся под переболевшими послеродовым эндометритом свиноматками (опытная группа).

От 10 поросят обеих групп в 5-ти- и 20-дневном возрасте проводили забор крови, в которой определяли содержание эритроцитов, гемоглобина, гематокрит, тромбоциты, скорость оседания эритроцитов (СОЭ), лейкоциты, лейкограмму, общий белок, мочевину, креатинин, холестерин, щелочную фосфатазу (ЩФ), аланинаминотрансферазу (АлАТ), аспартатаминотрансферазу (АсАТ), гаммаглутамилтрансферазу (γГТ), билирубин, общий кальций, фосфор неорганический. Исследования крови выполнены на гематологическом анализаторе «ABX Micros 60» и на биохимическом анализаторе «Hitachi-902» согласно «Методическим рекомендациям по диагностике, терапии и профилактике нарушений обмена веществ у продуктивных животных» (М., 2007) и в соответствии с инструкциями к приборам.

Достоверность различий сравниваемых величин крови определяли по t-критерию Стьюдента.

**Результаты исследований.** У поросят, выращиваемых под переболевшими послеродовым эндометритом свиноматками, по сравнению с контролем в 5-дневном возрасте (таблица 1) были меньше количество эритроцитов на 7,7%, выполняющих в организме транспортную функцию, перенос кислорода из легких к органам и тканям, участвующим в поддержании гомеостаза и иммунных процессах [2], гемоглобина, являющегося основным компонентом буферной системы крови, – на 7,0%, показатель гематокрита, представляющий соотношение форменных элементов и жидкой части крови, – на 10,5%, что свидетельствует о меньшей интенсивности течения эритропоэза и окислительно-восстановительных процессов в организме [5]. Вместе с тем у них были выше на 12,5% содержание тромбоцитов – компонента сосудисто-тромбоцитарного механизма гемостаза [6, 7],

свидетельствующее об усилении тромбоцитарной активности, СОЭ – на 4,2%, что, вероятно, связано с увеличением концентрации глобулиновой фракции белка. Цветовой показатель у подопытных поросят не отличался по величине.

Количество лейкоцитов, выполняющих в организме антимикробные, антитоксические функции и участвующих в иммунных реакциях, у поросят опытной группы превышало на 24,9%, что, вероятно, обусловлено повышенным их содержанием в молоке свиноматок, переболевших эндометритом, сопровождаемым субклиническим маститом [8].

Содержание палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов, выполняющих фагоцитарную функцию, у них было меньше соответственно на 11,8 и 4,8%, а эозинофилов, обладающих антитоксическим действием, больше в 1,6 раза, повышенный синтез которых направлен на обезвреживание компонентов соматических клеток при потреблении молока от переболевших эндометритом свиноматок. На фоне меньшего на 21,4% содержания моноцитов, участвующих в реакциях гуморального и клеточного иммунитета, было выше на 10,6% количество лимфоцитов, формирующих специфические иммунные реакции [9].

**Таблица 1 – Морфологические показатели крови поросят, выращиваемых под свиноматками с разным характером течения послеродового периода**

Показатели	Возраст (дни), группы			
	5		20	
	контрольная	опытная	контрольная	опытная
Эритроциты, $10^{12}/л$	3,86±0,16	3,56±0,17	4,02±0,90	3,92±0,61
Гемоглобин, г/л	87,40±1,72	81,25±2,78	109,3±4,58°	100,1±3,06°
Гематокрит, %	23,9±0,68	21,40±0,97	28,60±1,72°	26,40±2,40
Тромбоциты, тыс./мкл	461,0±22,46	518,0±36,61	345,0±11,74°	407,7±18,27°
СОЭ, мм/ч	2,40±0,21	2,50±0,15	3,30±0,18°	3,70±0,17°
Цветовой показатель, ед.	0,68±0,024	0,68±0,016	0,82±0,04°	0,81±0,05°
Лейкоциты, $10^9/л$	9,48±0,74	11,84±1,43	11,93±0,33°	12,80±0,68
Нейтрофилы, %				
юные	–	–	–	–
палочкоядерные	13,6±0,25	12,0±0,55	7,3±0,88°	7,2±0,25°
сегментоядерные	46,0±2,68	43,8±0,98	35,0±0,99°	40,3±1,00°
Эозинофилы, %	0,8±0,49	1,3±0,26	1,7±0,88	2,2±0,63
Моноциты, %	2,8±0,37	2,2±0,20	2,7±0,33	2,5±0,29
Лимфоциты, %	36,8±1,60	40,7±0,70	53,3±0,76°	47,8±0,90°

Примечания: ° –  $p < 0,05-0,01$  – к контролю; ° –  $p < 0,05-0,001$  – к предыдущему периоду.

У поросят опытной группы превышали значения контроля содержание общего белка, участвующего в формировании структуры клеточных элементов организма, осуществляющего пластическую, энергетическую, антитоксическую и защитную функции, на 7,4%, мочевины – конечного продукта белкового метаболизма, на 30,4%, а количество креатинина, связанного с метаболизмом в мышечной ткани и зависящего от ее массы [1], и также отражающего функциональное состояние выделительной системы, было меньше на 24,0% ( $p < 0,05$ ) (таблица 2).

**Таблица 2 – Биохимические показатели крови поросят, выращиваемых под свиноматками с разным характером течения послеродового периода**

Показатели	Возраст (дни), группы			
	5		20	
	контрольная	опытная	контрольная	опытная
Общий белок, г/л	62,56±0,34	67,20±1,94	56,18±1,16°	54,05±0,70°
Мочевина, мМ/л	3,42±0,28	4,46±0,53	3,66±0,28	4,52±0,65
Креатинин, мкМ/л	51,67±1,33	39,25±4,59°	47,3±0,33°	39,67±4,68
Холестерин, мМ/л	2,94±0,23	3,65±0,31	2,86±0,28	3,16±0,40
ЩФ, Е/л	2008,3±8,69	1756,3±13,70°	610,5±25,51°	612,8±53,41°
АлАТ, Е/л	30,73±2,75	55,35±4,82°	44,75±4,35°	55,70±4,26
АсАТ, Е/л	35,87±1,43	81,57±16,23°	36,2±1,19	75,53±9,81°
γГТ, Е/л	53,70±2,05	37,33±3,74°	39,10±11,50	27,37±3,98
Общий билирубин, мкМ/л	11,70±1,90	23,28±1,40°	-	-
Общий кальций, мМ/л	2,70±0,12	3,34±0,16°	2,74±0,02	2,72±0,04°
Фосфор неорганический, мМ/л	2,67±0,14	2,93±0,19	3,22±0,10°	3,20±0,16

Примечания: ° –  $p < 0,05-0,001$  – к контролю; ° –  $p < 0,05-0,001$  – к предыдущему периоду.

Активность АсАТ и АлАТ, характеризующих белоксинтезирующую функцию печени, у них была выше соответственно на 80,1% ( $p < 0,01$ ) и в 2,3 раза ( $p < 0,05$ ). Более высокий уровень общего белка и мочевины при меньшем содержании креатинина, обусловленном активацией мочевыделительной системы, и повышенной активности АлАТ и АсАТ могут быть обусловлены снижением синтеза печенью белковых структур. У поросят опытной группы активность  $\gamma$ ГТ, участвующей в формировании адаптивного иммунитета и стрессоустойчивости [10], была меньше на 30,5%.

Количество холестерина, являющегося компонентом клеточных плазматических мембран, у них превышало на 24,1%, увеличение уровня которого наблюдается при гиперлиппротеинемии, обусловленной элиминацией  $\beta$ -липопротеидов из лизированных гепатоцитов при нарушениях печени.

Уровень билирубина у поросят опытной группы превышал показатель контроля на 98,9%, что свидетельствует о недостаточной детоксикационной функции печени. Концентрация общего кальция и фосфора у них была больше на 23,7% ( $p < 0,05$ ) и 9,7% при меньшей на 12,6% ( $p < 0,001$ ) активности щелочной фосфатазы, катализирующей разрушение сложноэфирных связей фосфорной кислоты [3], что характеризует течение кальциево-фосфорного обмена на более низком уровне.

В 20-дневном возрасте у поросят обеих групп повысились содержание эритроцитов на 4,1 и 10,1%, гемоглобина – на 25,1% ( $p < 0,01$ ) и 23,2% ( $p < 0,01$ ), показатель гематокрита – на 19,7% ( $p < 0,05$ ) и 29,4%, при этом у животных опытной группы их значения были меньше соответственно на 2,5%, 5,6 и 7,7%. Количество тромбоцитов у подопытных поросят снизилось на 25,2% ( $p < 0,01$ ) и 21,3% ( $p < 0,05$ ) при большем на 18,2% ( $p < 0,05$ ) их содержании у поросят, выращиваемых под переболевшими эндометритом свиноматками, свидетельствующем о проявлении компенсаторной реакции сосудисто-тромбоцитарным механизмом гемостаза.

У животных обеих групп повысились СОЭ на 37,5% ( $p < 0,01$ ) и 48,0% ( $p < 0,01$ ) с превышением ее значения у поросят опытной группы на 12,1%, что, по-видимому, связано с увеличением глобулиновой фракции белков, и цветовой показатель на 20,6% ( $p < 0,05$ ) и 19,1% ( $p < 0,05$ ) при отсутствии разницы в его величине у подопытных поросят.

Содержание лейкоцитов увеличилось у поросят обеих групп на 25,8 и 8,1% с превышением у животных опытной группы на 7,3%, что свидетельствует о более выраженном течении лейкопоза, но уменьшилось количество палочкоядерных нейтрофилов в 1,9 ( $p < 0,001$ ) и 1,7 раза ( $p < 0,001$ ) при отсутствии у них разницы в величинах. Количество сегментоядерных нейтрофилов уменьшилось на 23,9% ( $p < 0,01$ ) и 8,0% ( $p < 0,01$ ) с превышением их значения на 15,1% ( $p < 0,01$ ) у поросят опытной группы, характеризующим активацию фагоцитарной функции.

Количество эозинофилов у животных обеих групп увеличилось соответственно в 2,1 и 1,7 раза, содержание которых у поросят, выращиваемых под переболевшими эндометритом свиноматками, было выше на 29,4%, что свидетельствовало о большей чувствительности организма к стрессам.

На фоне незначительного (на 3,6%) уменьшения содержания моноцитов у поросят контрольной группы их количество у животных опытной группы возросло на 13,6%, но было меньше, чем в контроле, на 7,4%, что указывает на снижение клеточной защиты.

Содержание лимфоцитов повысилось у поросят обеих групп на 44,8% ( $p < 0,001$ ) и 17,4% ( $p < 0,001$ ), при этом у животных опытной группы их было меньше на 10,3% ( $p < 0,01$ ), что может привести к снижению развития иммунных реакций.

Содержание общего белка снизилось у поросят обеих групп соответственно на 10,2% ( $p < 0,01$ ) и 19,6% ( $p < 0,01$ ), при этом у животных опытной группы его было меньше на 3,8%.

У поросят контрольной группы уровень мочевины возрос на 7,0%, креатинина снизился на 8,5% ( $p < 0,01$ ), а у животных опытной группы их значения мало изменились. При этом у последних концентрация мочевины была выше на 23,5%, а креатинина – ниже на 16,1%.

Содержание холестерина у животных контрольной группы на 2,7% уменьшилось, а у поросят опытной группы его снижение было более существенным – на 13,4%, но превышало значение контроля на 10,5%.

Активность щелочной фосфатазы у поросят контрольной группы снизилась на 69,6% ( $p < 0,001$ ), у животных опытной группы – возросла на 34,9% ( $p < 0,001$ ) при отсутствии у них разницы в ее величине. Активность АлАТ возросла у поросят контрольной группы на 45,6% ( $p < 0,05$ ), а у животных опытной группы не изменилась, но была выше на 24,5%. Активность АсАТ, наоборот, осталась на том же уровне в контроле, а у поросят опытной группы снизилась на 7,4%, но превышала значение контроля в 2,1 раза ( $p < 0,001$ ), что свидетельствует о повышении функциональной нагрузки на печень.

У животных обеих групп снизилась активность  $\gamma$ ГТ на 27,2 и 26,7%, при этом у выращиваемых под переболевшими свиноматками поросят она была меньше на 30%, что указывает на сниженный адаптивный иммунитет и стрессоустойчивость.

Содержание кальция у поросят контрольной группы не претерпело значительных изменений, у животных опытной группы снизилось на 18,6% ( $p < 0,05$ ), а фосфора – повысилось на 20,6%  $p < 0,05$  и 9,2% при отсутствии у них разницы в значениях обоих показателей, что характеризует равную интенсивность течения кальциево-фосфорного обмена.

**Заключение.** У поросят, выращиваемых под переболевшими послеродовым эндометритом свиноматками, гематологический статус характеризовался меньшим, чем в контроле, содержанием эритроцитов и гемоглобина, показателем гематокрита, палочкоядерных нейтрофилов, моноцитов, лимфоцитов (в 20-дневном возрасте), повышенными СОЭ, количеством тромбоцитов, лейкоцитов, эозинофилов, свидетельствующими о пониженной интенсивности эритропоэза, повышенном лейкопоэзе и усилении антитоксической активности. В их биохимическом статусе регистрировали понижение содержания общего белка (в 20-дневном возрасте) и креатинина, активности щелочной фосфатазы и гаммаглутамилтрансферазы при большей концентрации общего белка (в 5-дневном возрасте), мочевины, холестерина, активности аланинаминотрансферазы и аспартатаминотрансферазы, величине билирубина, (в 5-дневном возрасте), свидетельствующих об уменьшении интенсивности белкового обмена и утилизации продуктов его распада, расстройстве функциональной активности печени, понижении адаптивного иммунитета и стрессоустойчивости организма.

Полученные данные о гематологическом и биохимическом статусе поросят, выращиваемых под переболевшими эндометритом свиноматками, свидетельствуют о необходимости применения средств, оптимизирующих их гомеостаз.

**Conclusion.** In the piglets reared under the sows who have had postpartum endometritis, the hematological status was characterized by lower levels of erythrocytes and hemoglobin, hematocrit, band neutrophils, monocytes, lymphocytes (at the age of 20 days), increased ESR, the number of platelets, leukocytes, eosinophils, indicating a decreased intensity of erythropoiesis, increased leukopoiesis and increased antitoxic activity. In their biochemical status, a decrease in the content of total protein (at the age of 20 days) and creatinine, activity of alkaline phosphatase and gammaglutamyltransferase with a higher concentration of total protein (at the age of 5 days), urea, cholesterol, activity of alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase, the value of bilirubin, (at the age of 5 days), indicating a decrease in the intensity of protein metabolism and utilization of its breakdown products, a disorder of the functional activity of the liver, a decrease in adaptive immunity and stress resistance of the body.

The data obtained on the hematological and biochemical status of the piglets reared under the sows who have had endometritis indicate the need to use the means that optimize their homeostasis.

**Список литературы.** 1. Гусев, И.В. Состояние белкового и азотистого обмена у свиней разных технологических групп в условиях промышленной технологии / И.В. Гусев, Л.С. Гимадеева, Р.А. Рыков // Зоотехния. – 2014. – № 9. – С. 11-14. 2. Белоус, Н.М. Концепция развития животноводства Брянской области / Н.М. Белоус, В.Е. Ториков // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – Спец. выпуск. – С. 59-61. 3. К вопросу этиологии, диагностики, профилактики и терапии послеродовых гнойно-воспалительных заболеваний половых органов у свиноматок / В.Н. Коцарев [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2014. – №4 (39). – С. 225-229. 4. Перевойко, Ж.А. Основные биохимические показатели крови хряков и свиноматок крупной белой породы / Ж.А. Перевойко, В.И. Косилов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 5 (49). – С. 196-199. 5. Сравнительная оценка гематологических показателей свиней разных технологических групп / Л.С. Гимадеева [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 5 (55). – С. 148-151. 6. Стрельцов, В. Кровь как индикатор продуктивности свиноматок / В. Стрельцов, В. Лаеров // Животноводство России. – 2018. – № 6. – С. 12. DOI 10.25701/ZZR.2019.60.53.010. 7. Максимов, В.И. Оценка тромбоцитарных функций у телят и поросят в раннем онтогенезе / В.И. Максимов, И.Н. Медведев // Ветеринария. – 2008. – № 11. – С. 50-54. 8. Боев, В.Ю. Распространение болезней репродуктивной системы воспалительного характера у свиноматок с различной системой ведения производства / В.Ю. Боев, В.Н. Коцарев // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2020. – № 3. – С. 68-71. DOI 10.17238/issn2072-6023.2020.3.68. 9. Иммуномоделирующая профилактика послеродовых болезней у свиноматок и влияние ее на иммунный и клинический статус поросят / А.Г. Шахов [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. – 2020. – №3 (12). – С. 207-214. DOI 10.17238/issn2541-8203.2020.3.207. 10. Чернобровкина, Т.В. Роль гамма-глутамилтрансферазы в адаптационном балансе и общей резистентности организма человека, реализуемая посредством участия в нейромедиаторном балансе и структурно-регуляторных функциях соединительной ткани (часть III) / Т.В. Чернобровкина, Б.М. Кершенгольц // Наука и образование. – 2016. – № 4. – С. 106-119.

**References.** 1. Gusev, I.V. Sostoyaniye belkovogo i azotistogo obmena u sviney raznykh tekhnologicheskikh grupp v usloviyakh promyshlennoy tekhnologii / I.V. Gusev, L.S. Gimadeeva, R.A. Rykov // Zootekhnika. – 2014. – № 9. – С. 11-14. 2. Belous, N.M. Konceptsiya razvitiya zhivotnovodstva Bryanskoj oblasti / N.M. Belous, V.E. Torikov // Vestnik Bryanskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2015. – Spec. vypusk. – С. 59-61. 3. K voprosu etiologii, diagnostiki, profilaktiki i terapii poslerodovykh gnojno-vospalitel'nykh zabolevanij polovykh organov u svinomatok / V.N. Kocarev [i dr.] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – №4 (39). – С. 225-229. 4. Perevojko, ZH.A. Osnovnye biohimicheskie pokazateli krovi hryakov i svinomatok krupnoj beloj porody / ZH.A. Perevojko, V.I. Ko-silov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 5 (49). – С. 196-199. 5. Sravnitel'naya ocenka gematologicheskikh pokazatelej sviney raznykh tekhnologicheskikh grupp / L.S.

Gimadeeva [i dr.] // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2015. – № 5 (55). – S. 148-151. 6. Strel'cov, V. Krov' kak indikator produktivnosti svinomatok / V. Strel'cov, V. Lavrov // *Zhivotnovodstvo Rossii*. – 2018. – № 6. – S. 12. DOI 10.25701/ZZR.2019.60.53.010. 7. Maksimov, V.I. Ocenka trombocitarnykh funktsiy u telyat i porosyat v rannem ontogeneze / V.I. Maksimov, I.N. Medvedev // *Veterinariya*. – 2008. – № 11. – S. 50-54. 8. Boev, V.YU. Rasprostraneniye boleznej reproduktivnoy sistemy vospalitel'nogo haraktera u svinomatok s razlichnoy sistemoy vedeniya proizvodstva / V.YU. Boev, V.N. Kocarev // *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii*. – 2020. – № 3. – S. 68-71. DOI 10.17238/issn2072-6023.2020.3.68. 9. Immunomodeliruyushchaya profilaktika poslerodovykh boleznej u svinomatok i vliyaniye ee na immunnyj i klinicheskij status porosyat / A.G. SHahov [i dr.] // *Veterinarnyj farmakologicheskij vestnik*. – 2020. – №3 (12). – S. 207-214. DOI 10.17238/issn2541-8203.2020.3.207. 10. CHernobrovkina, T.V. Rol' gamma-glutamilttransferazy v adaptaciogeneze i obshchej rezistentnosti organizma cheloveka, realizuemaya posredstvom uchastiya v nejromediatornom balanse i strukturno-regulyatornykh funktsiyah soedinitel'noj tkani (chast' III) / T.V. CHernobrovkina, B.M. Kershengol'c // *Nauka i obrazovanie*. – 2016. – № 4. – S. 106-119.

Поступила в редакцию 13.02.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-67-71

УДК 619:614-31:637.54

### ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ КРИПТОСПОРИДИОЗА В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ОВЦЕВОДЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВ

Ятусевич А.И. ORCID ID 0000-0003-2701-6419, Старовойтова М.В. ORCID ID 0009-0000-0752-8404

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

*В статье приведены данные о распространении и возрастной динамике криптоспоридиоза овец в племенных, фермерских хозяйствах и индивидуальных подворьях. Установлено, что наибольшая экстенсивность и интенсивность криптоспоридиозной инвазии отмечается у ягнят 1-2-месячного возраста. Широко распространен криптоспоридиоз также у молодняка овец после рождения (с 4-5-дневного возраста) до 1 месяца. Более высокая инвазированность наблюдалась в племенных и фермерских хозяйствах. У взрослых животных экстенсивность и интенсивность инвазии низкая. **Ключевые слова:** овцы, простейшие, криптоспоридии, распространение, различные типы овцеводческих хозяйств.*

### EPIZOOTOLOGICAL MONITORING OF CRYPTOSPORIDIOSIS IN DIFFERENT TYPES OF SHEEP FARMS

Yatusevich A.I., Starovoitava M.V.

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

*The article provides data on the distribution and age-related dynamics of cryptosporidiosis in sheep in breeding and farming enterprises and individual farmsteads. It has been established that the greatest extent and intensity of cryptosporidial infestation is observed in lambs 1-2 months of age. Cryptosporidiosis is also widespread in young sheep after birth (from 4-5 days of age) to 1 month. A higher level of infestation was observed in breeding farms and farms. In adult animals, the extent and intensity of invasion is low. **Keywords:** sheep, protozoa, cryptosporidium, distribution, various types of sheep farms.*

**Введение.** В последние годы в нашем государстве предпринято ряд мер по возрождению овцеводства. Этой проблеме посвящен Указ Президента Республики Беларусь (2012). Уже в 2013-2020 годы было завезено овец 10 пород (тексель, немецкий меринос, суффолк, иль-де-франс и др.) из других стран.

Согласно информации журнала «Белорусское сельское хозяйство» (№ 6, июнь, 2023г.) основное поголовье овец сконцентрировано в хозяйствах населения (61%), в крестьянских (фермерских) хозяйствах (24%). Организовано 13 племенных хозяйств с численностью поголовья 8,3 тыс. овец (13% от общей численности овец составляют такие породы, как прекос (36%), романовская (16,5%) и иль-де-франс (16%).

В целях активизации развития овцеводства Совет Министров Республики Беларусь утвердил своим Постановлением от 07.08.2019 г. № 524 «Комплекс мер по развитию овцеводства в Республике Беларусь на 2019-2025 годы». Как сообщает Герман Ю. (2023), в настоящее время в Беларуси имеется около 20 пород овец, племенная работа с которыми ведется в направлении улучшения их мясных качеств и шерстной продуктивности.

В связи с активным ввозом в Республику Беларусь большого количества племенных животных создаются предпосылки заноса в овцеводческие хозяйства многочисленных возбудителей паразитарных болезней. Среди них большое значение в патологии молодняка имеет криптоспоридиоз, о чем пишут Никитин В.Ф., Ятусевич А.И. с соавт. и др. [3, 7, 8]. В Республике Беларусь много

внимания уделено изучению криптоспоридиоза поросят [2, 5]. Сведения о паразитировании крипто-споридиоза у овец на территории Беларуси имеются в сообщениях исследователей [8, 9, 10].

Между тем, о распространении криптоспоридиоза овец сообщают во многих регионах мира [1, 3, 4, 6, 7, 8].

В связи с этим значительная часть наших исследований посвящена изучению эпизоотологии криптоспоридиоза в овцеводческих хозяйствах Республики Беларусь.

**Цель работы:** изучить распространение криптоспоридиоза в различных типах овцеводческих хозяйств на территории Республики Беларусь.

**Материалы и методы исследований.** Работа выполнялась в течение многих лет в различных регионах Республики Беларусь. С этой целью отбирался диагностический материал (фекалии, содержимое и соскобы со слизистых оболочек кишечника), который исследовали по методу Дарлингга и Щербовича, готовили мазки-отпечатки, которые окрашивали по Цилю-Нильсену.

Анализировали данные областных и межрайонных ветеринарных лабораторий. Количество выделяемых с содержимым кишечника ооцист криптоспоридий подсчитывали в 1 г фекалий, а в окрашенных мазках – в 20 п.з.м.

При отборе диагностического материала учитывали возраст животных, сезонность, условия содержания и кормления овец.

**Результаты исследований.** В настоящее время в Республике Беларусь функционирует 13 племхозов, в которых сосредоточено 8,3 тыс. овец (13% от общего поголовья). В них разводят до 20 пород для племенных целей. Наиболее известные предприятия по разведению и воспроизводству овец ОАО «Жеребковичи» («Конюхи») Брестской области, РУП «Витебское племпредприятие» Витебской области, КСУП «Хвиневици» Гродненской области, ОАО «Восток» Гомельской области (Царенок А.А., Карпенко А.Ф., 2022).

Результаты исследований по изучению распространения криптоспоридиоза в племенных овцеводческих хозяйствах изложены в таблице 1.

**Таблица 1 – Экстенсивность и интенсивность криптоспоридиозной инвазии в овцеводческих предприятиях**

Возрастные группы животных	Обследовано овец (голов)	Заражено (голов)	ЭИ, %
0-1 мес.	389	312	80,2
1-2 мес.	274	208	75,9
3-4 мес.	321	126	37,4
4-5 мес.	336	83	24,7
6-8 мес.	228	53	23,2
8-10 мес.	364	28	7,7
10-12 мес.	295	14	4,7
Взрослое поголовье (овцематки)	269	11	4,1
Бараны-производители	39	0	0

Анализ данных таблицы 1 показывает, что наиболее высокая экстенсивность инвазии наблюдается у ягнят до 1-месячного возраста (80,2%), а также в 1-2-месячном (75,9%). Однако уже к 6-8-месячному возрасту ЭИ снизилась до 23,2%. У ягнят старших возрастов и овцематок она была невысокой (от 7,7% до 4,1%). Следует отметить, что у баранов-производителей криптоспоридий не обнаружено.

Развитие и тяжесть патологических процессов при протозойных болезнях во многом определяется интенсивностью инвазии, особенно при кокцидиозах.

Результаты изучения интенсивности криптоспоридиозной инвазии изложены в таблице 2.

**Таблица 2 – Интенсивность криптоспоридиозной инвазии у овец различных возрастных групп в племенных хозяйствах**

Возрастные группы овец	Количество исследованных проб фекалий	Количество ооцист в 1 г фекалий (ИИ), тыс.
0-1 мес.	39	1,8
1-2 мес.	41	13,5
3-4 мес.	33	9,8
4-5 мес.	37	10,3
6-8 мес.	42	4,2
8-10 мес.	38	0,2
10-12 мес.	46	0,1
Взрослые овцематки	29	0,1

Полученные данные по изучению интенсивности криптоспорициозной инвазии (таблица 2) показывают, что ИИ была наиболее высокой у ягнят 1-2-месячного возраста и составляла 13,5 тыс. ооцист в 1 г фекалий. У последующих возрастных групп овец она уменьшалась (9,8-10,3 тыс. в 1 г фекалий). У старших возрастных групп и взрослых животных она была минимальной и составляла 0,1-0,2 тыс. ооцист. Следует отметить, что у ягнят первого месяца жизни ИИ была также относительно высокой (1,8 тыс. ооцист в 1 г фекалий). Это свидетельствует о том, что заражение молодняка происходит уже в первые дни после рождения. Таким образом, исходя из данных таблиц 1 и 2, можно сделать заключение о преимущественном поражении криптоспорициозом молодняка первых месяцев жизни.

При изучении распространения и возрастной динамики криптоспорициоза овец нами в фермерских хозяйствах было отмечено, что условия содержания, кормления, породный состав животных в них весьма разнообразные. В них содержится 24% овец.

Результаты исследования овец на зараженность криптоспорициозом изложены в таблице 3.

**Таблица 3 – Инвазированность овец криптоспорициозом в фермерских хозяйствах**

Возрастные группы животных	Обследовано овец (гол.)	Заражено овец (гол.)	ЭИ, %
0-1 мес.	163	142	87,1
1-2 мес.	199	190	95,5
3-4 мес.	208	193	92,8
4-5 мес.	212	27	12,7
6-8 мес.	181	38	21,0
8-10 мес.	176	12	7,0
Взрослое поголовье (овцематки)	188	11	5,9
Бараны-производители	14	-	0

Анализ данных таблицы 3 показывает, что наиболее высокая экстенсивность инвазии, как и в племхозах, отмечена у ягнят ранних возрастов. При этом также максимальная экстенсивность инвазии отмечена у молодняка 1-2-месячного возраста (95,5%). Несколько ниже (на 2,7%) она установлена у 3-4-месячных животных. В дальнейшем у молодняка старших возрастов экстенсивность начала снижаться до 12,7-5,9%. Однако следует отметить, что среди животных 6-8-месячного возраста она была выше (21%). У баранов-производителей криптоспорициоз не обнаружено.

При изучении интенсивности криптоспорициозной инвазии были отмечены также существенные отличия в зависимости от возраста овец (таблица 4).

**Таблица 4 – Интенсивность криптоспорициозной инвазии у овец в фермерских хозяйствах**

Возрастные группы овец	Количество исследованных проб	Количество ооцист в 1 г фекалий (ИИ), тыс.
0-1 мес.	24	2,1
1-2 мес.	56	14,8
3-4 мес.	43	16,3
4-5 мес.	48	1,2
6-8 мес.	53	0,4
8-10 мес.	29	0,2
10-12 мес.	31	0,1
Взрослые овцы	36	0,002

Наиболее высокая интенсивность инвазии установлена среди ягнят 3-4-месячного возраста (16,3 тыс. ооцист в 1 г фекалий). У ягнят 1-2-месячного возраста она составила 14,8 тыс. Значительная интенсивность отмечена у ягнят первого месяца жизни (2,1 тыс.). У молодняка старших возрастов и взрослых овцематок интенсивность инвазии была незначительной (0,02-1,2 тыс. ооцист).

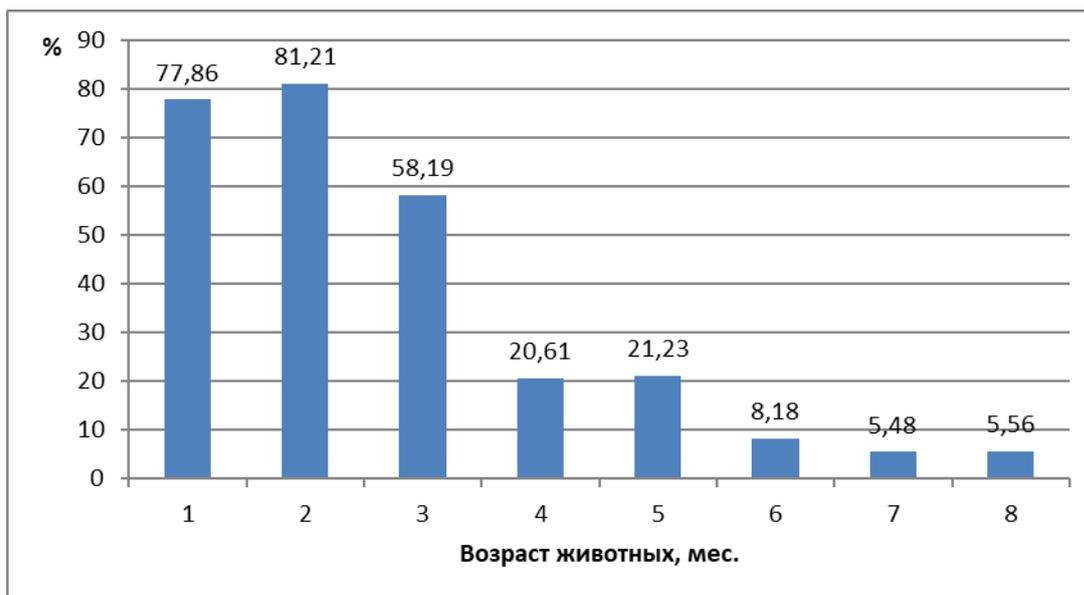
В настоящее время основное поголовье овец сконцентрировано на частных подворьях (66% животных). Количество животных у каждого из индивидуальных владельцев небольшое. Породный состав представлен в основном романовскими овцами и прекосами. Естественно, содержание животных и кормление весьма разнообразные и определяется конкретными условиями (почвенно-климатическими) и материальными возможностями хозяев. На разведение овец с увеличением их численности оказали влияние радиоактивное загрязнение сельскохозяйственных угодий, особенно в Гомельской и Могилевской областях, так как на теле животных могут накапливаться радионуклиды (Царенок А.А., Карпенко А.Ф., 2022).

Результаты исследования овец различных возрастов, принадлежащих индивидуальным владельцам, изложены в таблице 5.

**Таблица 5 – Зараженность криптоспоридиями овец, принадлежащих индивидуальным владельцам**

Возрастная группа животных	Обследовано овец (голов)	Зараженность овец (голов)	ЭИ, %
0-1 мес.	94	49	52,1
1-2 мес.	102	69	67,5
3-4 мес.	81	36	44,4
4-5 мес.	73	18	24,7
6-8 мес.	76	12	15,8
8-10 мес.	83	11	13,3
Взрослые овцематки	64	7	10,9
Бараны-производители	8	1	0,1

Как видно из данных таблицы 5, наиболее высокая экстенсивность инвазии отмечена среди ягнят 1-2-месячного возраста (67,5%). Несколько ниже она у животных до 1-месячного (52,1%). У молодняка 3-4 месяцев она снизилась до 44,4%. В последующих возрастных группах экстенсивность инвазии была значительно ниже (10,9-24,7%). Однако сравнивая показатель экстенсивности инвазии среди разных категорий хозяйств, можно отметить, что у молодняка и взрослых овцематок, принадлежащих индивидуальным владельцам, она была выше, чем среди аналогичного поголовья других категорий хозяйств. Отмечено паразитирование криптоспоридий у 1 барана-производителя.



**Рисунок 1 – Диаграмма инвазированности овец криптоспоридиями во всех типах хозяйств**

При изучении криптоспоридиоза в хозяйствах, практикующих безвыгульное и пастбищное содержание овец, существенных различий в экстенсивности и интенсивности криптоспоридиозной инвазии не установлено.

**Заключение.** В результате проведенных исследований установлено, что наибольшая экстенсивность и интенсивность криптоспоридиозной инвазии отмечается у ягнят 1-2-месячного возраста. Более высокая инвазированность наблюдалась в племенных и фермерских хозяйствах. У взрослых животных экстенсивность и интенсивность инвазии низкая.

**Conclusion.** As a result of the conducted studies, it was found that the greatest extent and intensity of cryptosporidiosis invasion is observed in 1-2 months lambs. Higher invasiveness was observed in breeding farms and farms. In adult animals, the extent and intensity of invasion is low.

**Список литературы.** 1. Гасанов, Р.Б. Основные вопросы эпизоотологии смешанных инвазионных болезней (стронгилоидоза, эймериоза, криптоспоридиоза) ягнят раннего возраста: автореф. дисс.... канд. вет. наук : 03.00.20 ; 03.00.19 / Р.Б. Гасанов. – Москва. – 1994. – 18 с. 2. Нестерович, С.Г. Криптоспоридиоз свиней (экспериментально-клинические исследования, особенности эпизоотологии, патогенеза и меры борьбы): автореф. дис..... канд. вет. наук : 03.02.11 / С.Г. Нестерович. – Минск, 2003. – 20 с. 3. Никитин,

В.Ф. Криптоспоридиоз домашних животных (возбудители, клиническая картина, эпизоотология, диагностика, профилактика и терапия) / В.Ф. Никитин ; Всероссийский ин-т гельминтологии им. К. И. Скрябина. – Москва, 2007. – 36 с. 4. Никитин, В.Ф. Ассоциация гельминтов и кокцидий у телят в промышленных комплексах / В.Ф. Никитин, И. Павласек // II Всес. съезд паразитологов : тезисы докладов науч. конф. – Киев. – 1983. – С. 235-236. 5. Пахноцкая, О.П. Криптоспоридиоз телят (патогенез, иммуноморфогенез, разработка и эффективность нового иммуностимулирующего препарата «Янсевит») / О.П. Пахноцкая. – Минск, 2016. – 28 с. 6. Якубовский, М. В. Криптоспоридиоз животных в Беларуси / М. В. Якубовский, Т. Я. Мяцова, С. И. Лавор // Вестник ветеринарии. – 2002. – № 3 (24). – С. 57. 7. Адаптационные процессы и паразитозы животных: монография / А.И. Ятусевич [и др.]. – 2-е изд. перераб. – Витебск: ВГАВМ, 2020. – 572 с. 8. Ятусевич, А.И. Протозойные болезни сельскохозяйственных животных: монография / А.И. Ятусевич. – Витебск, 2012. – 243 с. 9. Ятусевич, А.И. Лечение криптоспоридиоза свиней / А.И. Ятусевич, В.Ф. Савченко // Технология получения и выращивания здорового молодняка сельскохозяйственных животных и рыболовского материала : тезисы докладов Республиканской научно-практической конференции / Витебский ветеринарный институт. – Минск, 1993. – С. 149-150. 10. Ятусевич, А.И. Эпизоотологическая ситуация по криптоспоридиозу телят в Республике Беларусь / А.И. Ятусевич, Ю.А. Бородин // Современные технологии сельскохозяйственного производства. XV Международная научно-практическая конференция : материалы конференции, (Гродно, 18 мая 2012 года) / Гродненский государственный аграрный университет. – Гродно, 2012. – Ч. 1 : Агрономия. Защита растений. Зоотехния. Ветеринария. – С. 456–457.

**References.** 1. Gasanov, R.B. Osnovnye voprosy epizootologii smeshannyh invazionnyh boleznej (strongiloidoza, ejmerioza, kriptosporidioza) yagnyat rannego vozrasta: avtoref. diss.... kand. vet. nauk : 03.00.20 ; 03.00.19 / R.B. Gasanov. – Moskva. – 1994. – 18 s. 2. Nesterovich, S.G. Kriptosporidiaz svinej (eksperimental'no-klinicheskie issledovaniya, osobennosti epizootologii, patogeneza i mery bor'by): avtoref. dis..... kand. vet. nauk : 03.02.11 / S.G. Nesterovich. – Minsk, 2003. – 20 s. 3. Nikitin, V.F. Kriptosporidiaz domashnih zhivotnyh (vozбудiteli, klinicheskaya kartina, epizootologiya, diagnostika, profilaktika i terapiya) / V.F. Nikitin ; Vserossijskij in-t gel'mintologii im. K. I. Skryabina. – Moskva, 2007. – 36 s. 4. Nikitin, V.F. Assotsiatsiya gel'mintov i kokcidij u telyat v promyshlennyh kompleksah / V.F. Nikitin, I. Pavlasek // II Vses. s'ezd parazitocenologov : tezisy dokladov nauch. konf. – Kiev. – 1983. – S. 235-236. 5. Pahnockaya, O.P. Kriptosporidiaz telyat (patogenez, immunomorfogenez, razrabotka i effektivnost' novogo immunostimuliruyushchego preparata «YAnsevit») / O.P. Pahnockaya. – Minsk, 2016. – 28 s. 6. YAkubovskij, M. V. Kriptosporidiaz zhivotnyh v Belarusi / M. V. YAkubovskij, T. YA. Myascova, S. I. Lavor // Vestnik veterinarii. – 2002. – № 3 (24). – S. 57. 7. Adaptacionnye processy i pa-razitozy zhivotnyh: monografiya / A.I. YAtusevich [i dr.]. – 2-e izd. pererab. – Vitebsk: VGAVM, 2020. – 572 s. 8. YAtusevich, A.I. Protozojnye bolezni sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh: monografiya / A.I. YAtusevich. – Vitebsk, 2012. – 243 s. 9. YAtusevich, A.I. Lechenie kriptosporidioza svinej / A.I. YAtusevich, V.F. Savchenko // Tekhnologiya polucheniya i vyrashchivaniya zdorovogo molodnyaka sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh i ryboposadochnogo materiala : tezisy dokladov Respublikanskoj nauchno-prakticheskoy konferencii / Vitebskij veterinarnyj institut. – Minsk, 1993. – S. 149-150. 10. YAtusevich, A.I. Epizootologicheskaya situatsiya po kriptosporidiazu telyat v Respublike Belarus' / A.I. YAtusevich, YU.A. Borodin // Sovremennye tekhnologii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva. XV Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya : materialy konferencii, (Grodno, 18 maya 2012 goda) / Grodnenskiy gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – Grodno, 2012. – CH. 1 : Agronomiya. Zashchita rastenij. Zootekhniya. Veterinariya. – S. 456–457.

Поступила в редакцию 12.03.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-72-77

УДК 636.086.3

**ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ И СКОРОСТЬ ПРОВЯЛИВАНИЯ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ**

**Ганущенко О.Ф.** ORCID ID 0000-0002-2373-3325, **Зенькова Н.Н.** ORCID ID 0000-0002-7071-8830,  
**Моисеева М.О.** ORCID ID 0000-0003-1740-2877, **Ковалёва И.В.** ORCID ID 0000-0003-2301-1397,  
**Шлома Т.М.** ORCID ID 0000-0001-5151-290, **Патафеев В.А.** ORCID ID 0000-0003-2563-5320  
 УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,  
 г. Витебск, Республика Беларусь

*В статье представлены результаты изучения влияния технологических приемов на продолжительность и скорость провяливания многолетних бобовых трав в зависимости от фазы. Установлено, что в условиях Витебской области ускоренное провяливание зеленой массы до минимально необходимого уровня сухого вещества возможно при уборке в расстил с плющением. **Ключевые слова:** клевер, люцерна, галега, плющение, скорость провяливания, влагоотдача, сухое вещество.*

**DURATION AND RATE OF WILING OF PERENNIAL LEGUMINES  
DEPENDING ON TECHNOLOGICAL METHODS**

**Zenkova N.N., Moiseeva M.O., Kovaleva I.V., Shloma T.M., Ganuschenko O.F., Patafeev V.A.**  
 Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

*The article presents the results of a study of the influence of technological methods on the duration and rate of wilting of perennial legumes depending on the phase. It has been established that in the conditions of the Vitebsk region, accelerated wilting of green mass to the minimum required level of dry matter is possible when harvested in a flattened crop. **Keywords:** clover, alfalfa, galega, flattening, wilting rate, moisture release, dry matter.*

**Введение.** Провяливание зеленой массы – обязательный технологический прием при заготовке силлажа (сенажа) из многолетних трав. На скорость влагоотдачи влияют различные факторы: вид и фаза развития растений при скашивании; погодные условия; технологические приемы механического воздействия [1, 3]. Бобовые травы (клевер, люцерна) сохнут медленнее (примерно в 1,5-2 раза), чем злаковые, так как высокое содержание у них белка неизменно сопровождается повышенным количеством связанной в коллоидах воды, в результате чего динамика влагоотдачи при их провяливании резко снижается. Кроме этого, у растений в ранние фазы развития водоудерживающая сила выше. Республика Беларусь находится в зоне умеренного влажного климата с частыми пасмурными периодами и достаточно высокой влажностью воздуха, поэтому высокая скорость влагоотдачи у бобовых трав (2,5-5,5% в час) характерна только в условиях жаркой летней погоды с низкой относительной влажностью воздуха. Климат Беларуси характеризуется повышенным увлажнением, где получение высококачественного корма из провяленных трав затруднительно из-за частых кратко-временных дождей, утренней росы [2, 5, 6].

Сочетание типичных параметров погодных условий и существующих технологий заготовки кормов (традиционное скашивание бобовых трав в валок без плющения) в нашей республике не позволяет достигнуть в течение одного светового дня необходимого минимального уровня сухого вещества (*СВ<sub>min</sub>*), тем более при скашивании бобовых в фазе стеблевания при уровне СВ 10-12%. Обычно при сушке в валках процесс затягивается свыше 24 часов, растительная масса каждый час теряет 0,5-4% сахара в абсолютно сухом веществе. В идеале процесс провяливания трав должен быть организован таким образом, чтобы желаемые 35% сухого вещества достигались за 6-8 часов сушки, а скошенная зеленая масса не оставалась в поле на ночь и дольше 24 часов. Для достижения целевого значения сухого вещества и ускорения процесса сушки трав необходимо использовать доступные агрегаты и механизмы. Плющение стеблей бобовых трав не только ускоряет скорость влагоотдачи трав, но и сокращает потерю листьев в процессе их досушивания, что повышает сохранность сухого вещества в 1,5 раза, сырого протеина – в 3,5, каротина – в 2,4 раза по сравнению с сушкой трав без предварительного плющения [4, 7, 8].

**Целью** наших исследований было изучение продолжительности и скорости провяливания многолетних бобовых трав в зависимости от технологических приемов в условиях Витебской области.

**Материалы и методы исследований.** Продолжительность и скорость проявлявания многолетних бобовых трав (клевер луговой, люцерна посевная, галега восточная) проводили в первом укосе: в фазу стеблевания и бутонизации в зависимости от разных технологических приемов:

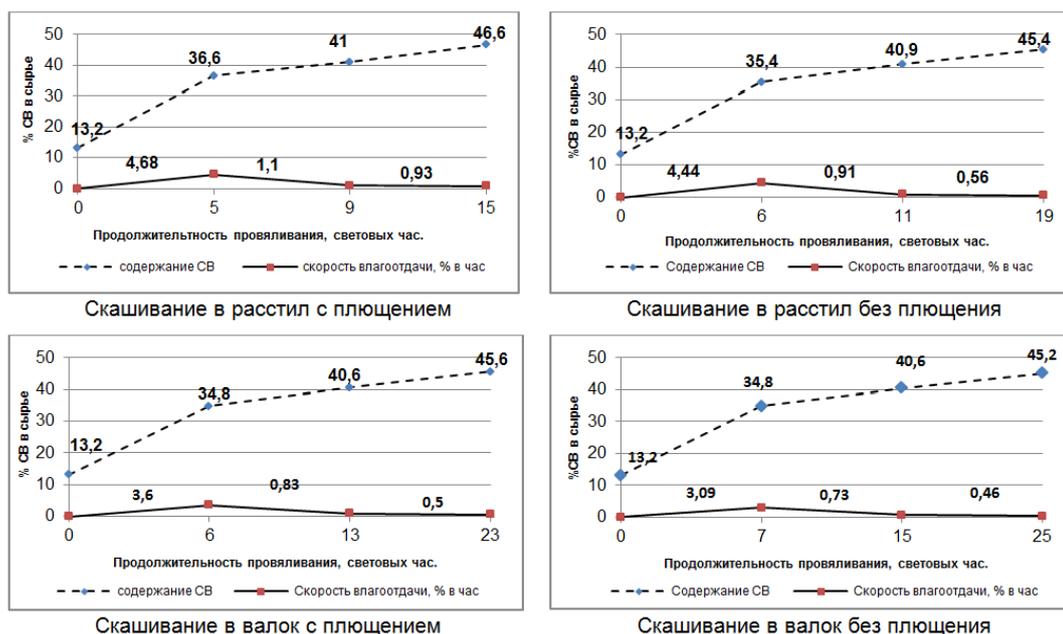
- 1 вариант – скашивание зеленой массы в расстил с плющением;
- 2 вариант – скашивание зеленой массы в расстил без плющения;
- 3 вариант – скашивание в валок с плющением;
- 4 вариант – скашивание в валок без плющения.

Скорость влагоотдачи (% в час) рассчитывали с учетом продолжительности проявлявания (в световых часах) и разницы по СВ (в процентах) в сырье за соответствующий период. С целью оперативного получения готовых данных по содержанию СВ в сырье (в зеленой и проявленной массе) использовали портативный анализатор кормов AgriNIR.

**Результаты исследований.** Выявлено, что при уборке трав в 1 укосе урожайность зеленой массы клевера была минимальной среди всех изучаемых культур, при прочих равных условиях: в фазу стеблевания – 68 ц/га, в фазу бутонизации – 115 ц/га. У люцерны урожайность зеленой массы в соответствующие фазы вегетации составляла 124 и 168 ц/га, а у галеги восточной – 180 и 228 ц/га.

В условиях проведения опытов (длительной засухи) установлена высокая обратная корреляционная связь между содержанием СВ и скоростью влагоотдачи у клевера в фазу стеблевания ( $r=-0,85115$  до  $-0,93461$ ), фазу бутонизации ( $r=-0,86452$  до  $-0,92541$ ); у люцерны – ( $r=-0,85913$  до  $-0,96010$ ) и ( $r=-0,83386$  до  $-0,90783$ ) соответственно; у галеги – ( $r=-0,70400$  до  $-0,91031$ ) и ( $r=-0,73400$  до  $-0,91654$ ) соответственно.

В разрезе отдельных изучаемых бобовых трав максимальной скоростью влагоотдачи характеризовался клевер луговой с минимальной урожайностью, средней – люцерна и низкой – галега восточная с максимальной урожайностью (рисунки 1-6). В фазе стеблевания скорость проявлявания у клевера лугового в самом оптимальном варианте с предварительной механической обработкой сырья для проявлявания (вариант 1) в течение первых световых часов составляла 4,68% в час, у люцерны – 2,93, у галеги – 2,45% в час. Таким образом, скорость проявлявания клевера была в этом случае выше, чем у люцерны и галеги соответственно в 1,6 и 1,9 раза (рисунки 1, 3, 5).



**Рисунок 1 – Продолжительность и скорость проявлявания клевера лугового в фазу стеблевания при разных технологических приемах**

Установлено, что у всех изучаемых бобовых трав максимальная скорость влагоотдачи (скорость повышения СВ в проявляемом сырье, % в час) наблюдалась в течение первых часов после их скашивания в первый световой день, при этом к концу этого светового дня она снижалась. В последующие световые дни ее снижение было еще более очевидным. Например, скорость проявлявания у галеги восточной в фазе бутонизации при скашивании в расстил без плющения стеблей составляла: в течение первого светового дня – 1,85% в час, второго – 0,43, третьего – 0,37% в час (рисунок 6). Такая тенденция объясняется поступательным уменьшением доли свободной воды в клетках растений при одновременном возрастании удельного веса связанной (коллоидной) воды в

них по мере увеличения продолжительности и степени проявления трав. Существенное влияние на скорость влагоотдачи изучаемых бобовых трав оказал вариант проявления в зависимости от параметров предварительной механической обработки зеленой массы. Выявлено, что скорость влагоотдачи у всех видов изучаемых бобовых трав поступательно снижалась: вариант 1 → вариант 2 → вариант 3 → вариант 4.

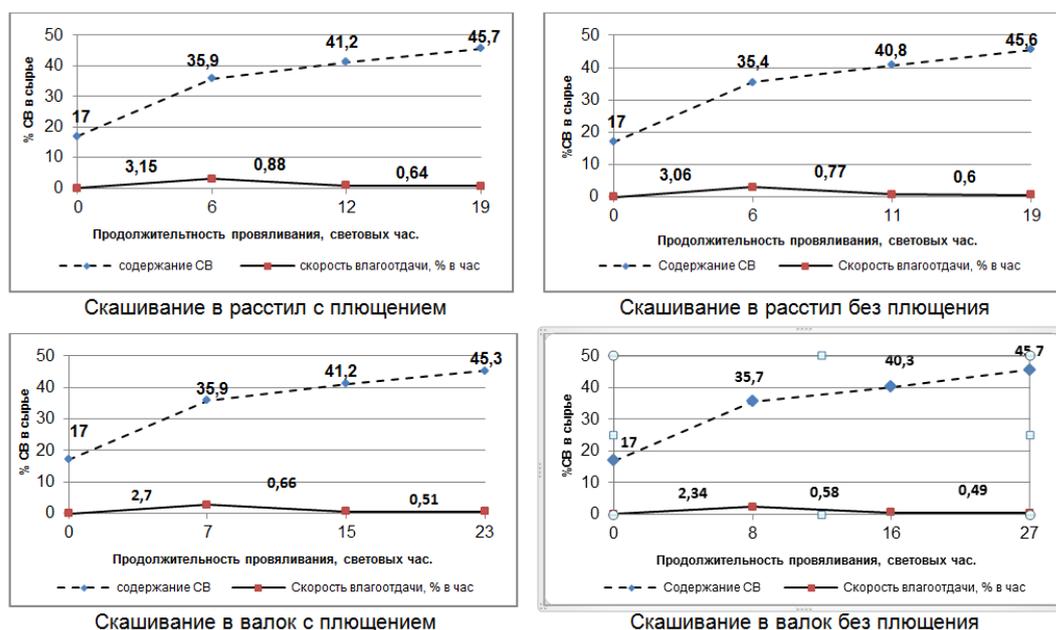


Рисунок 2 – Продолжительность и скорость проявления клевера лугового в фазу бутонизации при разных технологических приемах

Так, у клевера лугового в фазе стеблевания средняя скорость проявления, в оптимальном варианте с механической обработкой сырья, при скашивании зеленой массы в расстил с плющением стеблей, за весь период проявления до показателя СВ около 45% (за 15 часов) составляла 2,22% в час. При скашивании зеленой массы в фазе бутонизации с формированием валка без плющения стеблей (вариант 4) содержание СВ около 45% было достигнуто за 27 световых часов, таким образом, скорость проявления уменьшилась до 1,28% в час, т. е. в 1,7 раза ниже, чем в 1 варианте.

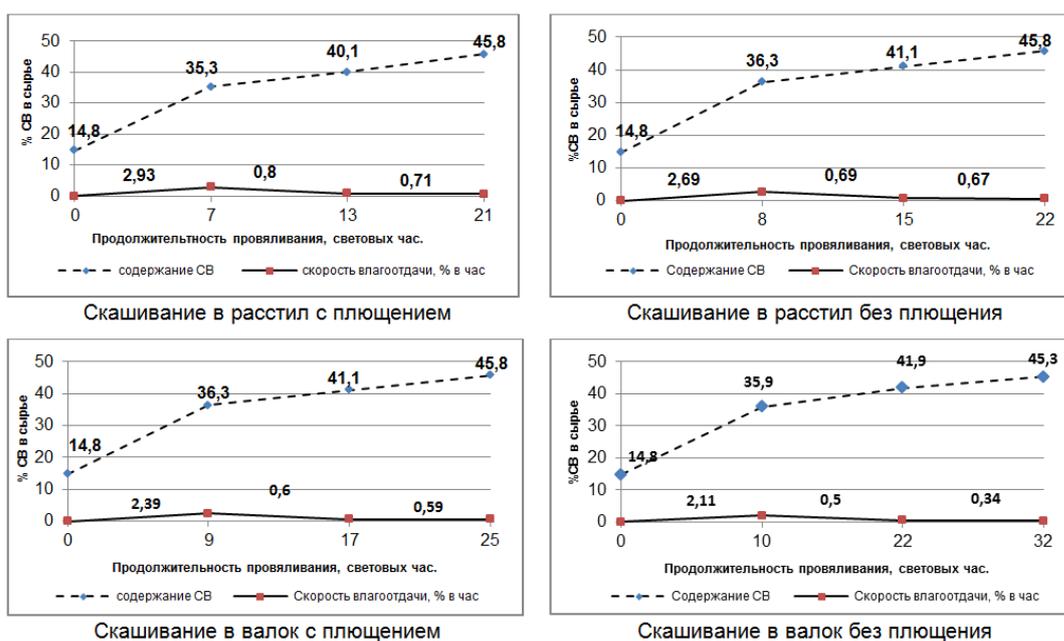
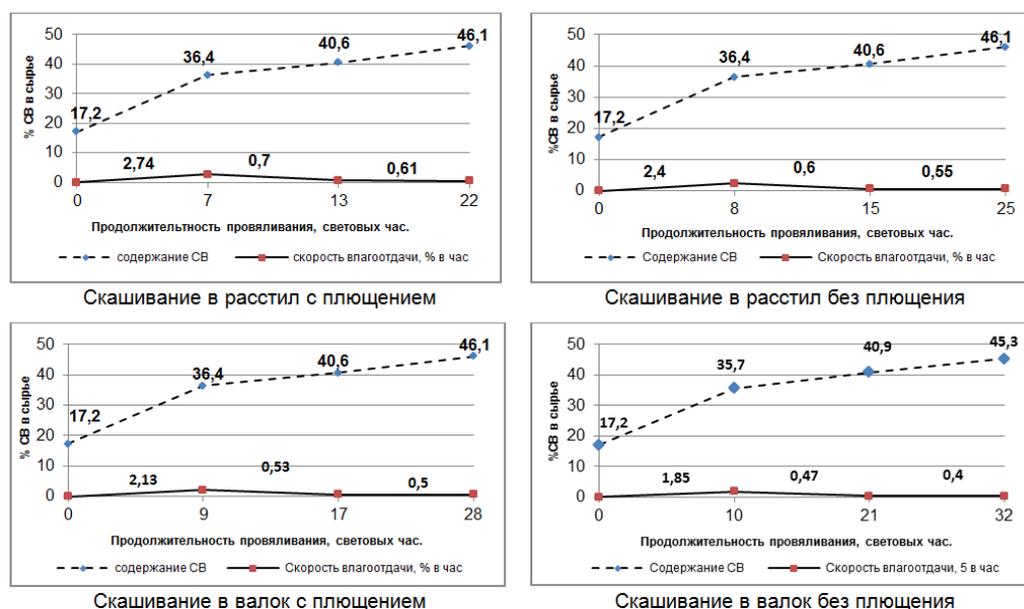


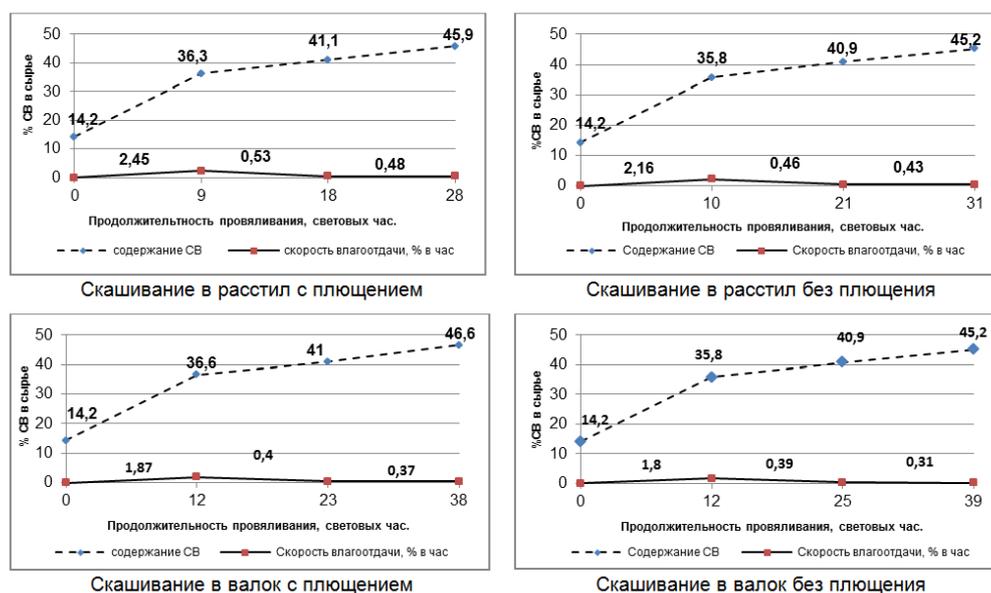
Рисунок 3 – Продолжительность и скорость проявления люцерны в фазу стеблевания при разных технологических приемах

Как показали наши исследования, при данных показателях урожайности, даже в благоприятные солнечные дни (в конце мая – начале июня), в условиях Витебской области достичь уровня СВ не менее 45% (когда все культуры силосуются без образования масляной кислоты при соблюдении технологии заготовки корма) в течение первого светового дня не представляется возможным. При этом во всех изучаемых вариантах уровень СВ около 35% для клевера и люцерны (при сравнительно невысокой их урожайности), как в фазу стеблевания, так и в фазу бутонизации, достигается в условиях благоприятной солнечной погоды в течение первого светового дня. Данное содержание СВ (35%) в 1 укосе позволяет получить качественный готовый корм только при обязательном использовании бактериальных консервантов и соблюдении технологии заготовки силоса.



**Рисунок 4 – Продолжительность и скорость провяливания люцерны в фазу бутонизации при разных технологических приемах**

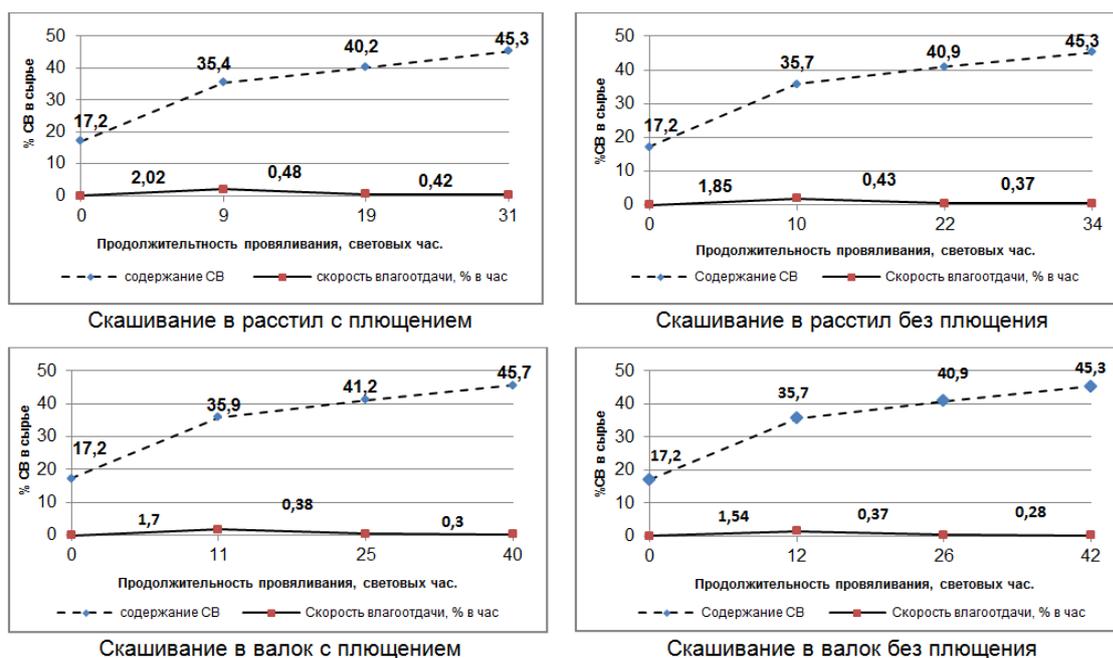
В зависимости от варианта провяливания, к подбору массы клевера (при урожайности 68 ц/га) в фазе стеблевания приступали во второй половине первого светового дня, начиная с 16:00 при 1 варианте провяливания и с 18:00 – при 4 варианте (рисунок 1). По причине большей урожайности (115 ц/га) начало подбора массы клевера в фазу бутонизации проводили на один час позже (17.00 и 19.00 соответственно) по отношению к фазе стеблевания.



**Рисунок 5 – Продолжительность и скорость провяливания галеги восточной в фазу стеблевания при разных технологических приемах**

К подбору массы люцерны в фазе стеблевания и бутонизации (урожайность 124 и 168 ц/га) при СВ 35% приступали во второй половине первого светового дня, начиная с 18:00 в 1 варианте и с 21:00 – в 4 варианте.

Для уборки галеги в конце первого светового дня, как в фазу стеблевания, так и бутонизации, целесообразно использовать исключительно первый и второй варианты провяливания: скашивание в расстил с плющением стеблей и скашивание в расстил без плющения. Менее эффективные варианты провяливания, а именно третий и четвертый, не позволяют достигнуть уровня сухого вещества 35% в первый день провяливания и, следовательно, не смогут обеспечить получение качественного силлажа даже при соблюдении технологии его заготовки. К подбору галеги с использованием 1 и 2 вариантов провяливания в фазу стеблевания и бутонизации (урожайность 180 и 228 ц/га) при СВ 35% можно приступать в конце первого светового дня в 20.00-21.00.



**Рисунок 6 – Продолжительность и скорость провяливания галеги восточной в фазу бутонизации при разных технологических приемах**

Достижение уровня СВ 40% при провяливании всех изучаемых видов бобовых трав позволяет получить качественный корм при заготовке и без использования консервантов при соблюдении технологии. Однако, как показали проведенные исследования, в течение первого светового дня достигнуть такого уровня СВ можно только у клевера исключительно в фазу стеблевания при урожайности 68 ц/га. Во всех остальных вариантах достижение уровня СВ 40% возможно лишь в течение второго светового дня, что неизбежно ведет к существенному росту потерь наиболее ценных питательных веществ в процессе провяливания, особенно в ночные часы.

Достижение уровня СВ 45%, при использовании малоэффективных вариантов (3 и 4), у люцерны и галеги, даже в условиях хорошей солнечной погоды, растягивает сроки провяливания до 3-4 световых дней, что неизбежно приводит к росту потерь питательных веществ в процессе провяливания.

**Заключение.** В благоприятные солнечные дни (в конце мая – начале июня), в условиях Витебской области, достичь уровня СВ не менее 45% (когда все культуры силосуются без образования масляной кислоты при соблюдении технологии заготовки корма) в течение первого светового дня не представляется возможным.

Установлено, что направленное механическое повреждение стеблей и листьев растений специальными устройствами (плющение) в процессе их скашивания позволяет увеличить скорость влагоотдачи провяленной массы. При таком технологическом приеме уровень СВ около 35% для клевера и люцерны, как фазу стеблевания, так и фазу бутонизации, достигается в условиях благоприятной солнечной погоды в течение первого светового дня (к 16.00 и 18.00). К подбору зеленой массы галеги можно приступать только в конце первого светового дня в 20.00-21.00.

**Conclusion.** On favorable sunny days (late May - early June), in the conditions of the Vitebsk region, it is not possible to achieve a DM level of at least 45% (when all crops are ensiled without the formation of butyric acid, subject to forage harvesting technology) during the first daylight hours.

It has been established that targeted mechanical damage to the stems and leaves of plants using special devices (flattening) during the process of mowing them allows one to simultaneously increase the rate of moisture transfer of the wilted mass. With this technological method, a DM level of about 35% for clover and alfalfa, both the stemming phase and the budding phase, is achieved under favorable sunny weather conditions during the first daylight hours (at 16.00 and 18.00). The selection of green mass of galega can only be started at the end of the first daylight hours at 20.00-21.00.

**Список литературы.** 1. Ганущенко, О.Ф. Многолетние бобовые травы – недооцененный резерв энергоресурсосбережения в практике кормопроизводства : рекомендации / О.Ф. Ганущенко, Н.Н. Зенькова. Витебск : ВГАВМ, 2023. – 16 с. 2. Зенькова, Н.Н. Научно-практические рекомендации по планированию и производству кормов для дойного стада : методические рекомендации / Н.Н. Зенькова, В.Г. Микуленок. – Витебск : ВГАВМ, 2018. – 35 с. 3. Изучение показателей силосуемости и питательной ценности зеленой массы галеги восточной в зависимости от фазы уборки, укоса и степени провяливания / Н.Н. Зенькова [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2021. – Т. 57, вып. 4. – С. 42-46. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-4-42-47. 4. Научно-технические основы производства и использования кормов в молочном скотоводстве : монография / Н.С. Яковчик [и др.] ; под общ. ред. И.В. Брыло. – Минск : РИВШ, 2022. – 491 с. 5. Практическое руководство по использованию кормовых ресурсов в кормопроизводстве : практическое руководство / Н. Н. Зенькова [и др.] ; под общ. ред. Н.Н. Зеньковой, О.Ф. Ганущенко. – Витебск : ВГАВМ, 2021. – 176 с. 6. Современные подходы к приготовлению кормов : учебное пособие / О.Ф. Ганущенко [и др.]. – Москва : Русайнс, 2021. – 416 с. 7. Сырьевая база кормопроизводства и оптимизация приемов заготовки кормов [Электронный ресурс] / Н.Н. Зенькова [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2021. – 356 с. – Режим доступа : <https://www.vsavm.by/kafedra-kormoproizvodstva-i-proizvo/literatura>. – Дата доступа: 15.07.2022. 8. Кормопроизводство с основами ботаники. Практикум : учебное пособие / Т.М. Шлома [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2022. – 131 с.

**References.** 1. Ganushchenko, O.F. *Mnogoletnie bobovye travy – nedoocenennyj rezerv energoresursosberezheniya v praktike kormoproizvodstva : rekomendacii* / O.F. Ganushchenko, N.N. Zen'kova. Vitebsk : VGAVM, 2023. – 16 s. 2. Zen'kova, N.N. *Nauchno-prakticheskie rekomendacii po planirovaniyu i proizvodstvu kormov dlya dojnogo stada : metodicheskie rekomendacii* / N.N. Zen'kova, V.G. Mikulenok. – Vitebsk : VGAVM, 2018. – 35 s. 3. *Izuchenie pokazatelej silosuемости i pitatel'noj cennosti zelenoj massy galegi vostochnoj v zavisimosti ot fazy uborki, ukosa i stepeni provyalivaniya* / N.N. Zen'kova [i dr.] // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny»*. – 2021. – T. 57, vyp. 4. – S. 42-46. – DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-4-42-47. 4. *Nauchno-tehnicheskie osnovy proizvodstva i ispol'zovaniya kormov v molochnom skotovodstve : monografiya* / N.S. YAKOVCHIK [i dr.] ; pod obshch. red. I.V. Brylo. – Minsk : RIVSH, 2022. – 491 s. 5. *Prakticheskoe rukovodstvo po ispol'zovaniyu kormovyh resursov v kormoproizvodstve : prakticheskoe rukovodstvo* / N. N. Zen'kova [i dr.] ; pod obshch. red. N.N. Zen'kovoj, O.F. Ganushchenko. – Vitebsk : VGAVM, 2021. – 176 s. 6. *Sovremennye pod-hody k prigotovleniyu kormov : uchebnoe posobie* / O.F. Ganushchenko [i dr.]. – Moskva : Rusajns, 2021. – 416 s. 7. *Syr'evaya baza kormoproizvodstva i optimizaciya priemov zagotovki kormov [Elektronnyj resurs]* / N.N. Zen'kova [i dr.]. – Vitebsk : VGAVM, 2021. – 356 s. – *Rezhim dostupa* : <https://www.vsavm.by/kafedra-kormoproizvodstva-i-proizvo/literatura>. – *Data dostupa*: 15.07.2022. 8. *Kormoproizvodstvo s osnovami botani-ki. Praktikum : uchebnoe posobie* / T.M. SHLOMA [i dr.]. – Vitebsk : VGAVM, 2022. – 131 s.

Поступила в редакцию 11.03.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-77-81  
УДК 636.2.082

## КОРМОВАЯ ДОБАВКА «НАНОПЛАНТ ХРОМ (К)» В РАЦИОНЕ ПЛЕМЕННЫХ БЫКОВ

\*Карпеня М.М. ORCID ID 0000-0002-4762-676X, \*Ногина Т.Н., \*\*Козинец А.И.

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

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

В результате проведенных исследований установлено, что применение кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» в количестве 0,2 мг на 1 кг сухого вещества рациона в кормлении растущих быков-производителей способствует увеличению содержания хрома в суточном рационе 30,0%, повышению среднесуточных приростов живой массы на 5,5% ( $P < 0,05$ ), относительной скорости роста – на 0,6 п.п. и позволяет улучшить их гематологические показатели, о чем свидетельствует увеличение в сыворотке крови гемоглобина на 5,3 г/л, или на 4,8%, и содержания общего белка – на 6,1 г/л, или на 8,1% ( $P < 0,01$ ). **Ключевые слова:** быки-производители, рацион, хром, наночастицы, живая масса, гемоглобин, общий белок.

## FOOD ADDITIVE "NANOPLANT CHROMIUM (K)" IN THE DIET OF BREEDING BULLS

\*Karpenia M.M., \*Nogina T.N., \*\*Kozinets A.I.

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

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

As a result of the studies, it was established that the use of the feed additive "Nanoplant Chrome (K)" in the amount of 0.2 mg per 1 kg of dry matter of the diet in feeding growing sire bulls contributes to an increase in the content of chromium in the daily diet of 30.0%, an increase in the average daily increase in live weight by 5.5% ( $P < 0.05$ ), relative growth rate - by 0.6 p.p. and makes it possible to improve their hematological indicators, as evidenced by an increase in serum hemoglobin by 5.3 g/L, or by 4.8% and total protein content - by 6.1 g/L, or by 8.1% ( $P < 0.01$ ). **Key-words:** sire bulls, diet, chromium, nanoparticles, live mass, hemoglobin, total protein.

**Введение.** Необходимым условием повышения эффективности племенной работы в Республике Беларусь, ускорения темпов роста генетического потенциала продуктивности крупного рогатого скота и правильного использования племенных ресурсов является создание специализированной системы выращивания и использования племенных быков. Кормление быков-производителей должно обеспечить получение от них высококачественной спермы для искусственного осеменения независимо от сезона года [2, 4]. Немаловажная роль в этом принадлежит минеральному питанию. Микроэлементы участвуют в процессах, оказывающих влияние на рост и развитие тканей и органов, состояние здоровья, продуктивность и размножение животных. Без минеральных элементов рост и развитие невозможны, поэтому природа предусмотрела специальные механизмы ионных «насосов» и транспортных белков, которые переносят ионы через поры защитной мембраны. Но ресурс такого транспорта ограничен, поэтому степень усваивания микроэлементов, в том числе и хрома – очень низкая (менее 10%) [1, 3, 8].

Перспективным направлением обеспечения животных хромом и другими микроэлементами является использование нанотехнологий, обладающих огромным потенциалом и способных кардинально изменить существующие технологии в животноводстве. Исследования, проводимые в настоящее время мировой наукой, подтверждают предположение о положительном влиянии ввода наночастиц хрома на организм животных. В практике кормления появились препараты нового поколения – на основе наночастиц микроэлементов с размером менее 100 нм. Основное преимущество нанопрепаратов – явление «сверхпроницаемости» через защитные мембраны клеток, что позволяет им проявлять высокую биологическую эффективность при существенно меньших расходах в сравнении с традиционными соевыми и хелатными формами [5, 6, 7].

Хром в организме животных выполняет множество функций: поддержание нормального уровня глюкозы в крови, участвует в регуляции жирового обмена, обеспечивает структурную целостность нуклеиновых кислот, регулирует работу щитовидной железы, нейтрализует и способствует выведению из организма органических токсинов, солей тяжелых металлов, радионуклидов [6].

**Цель исследований** – установить эффективность использования кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» в рационе племенных быков.

**Материалы и методы исследований.** Для решения поставленной цели провели научно-хозяйственный опыт в РУП «Витебское племпредприятие» на быках-производителях голштинской породы, средний возраст которых в начале эксперимента составил 29 месяцев. Сформировали 3 группы быков по 8 голов в каждой с учетом генотипа, возраста, живой массы и показателей спермы. Продолжительность учетного периода опыта составила 90 дней, подготовительный период длился 15 дней. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Количество быков в группе	Продолжительность опыта, дней	Условия кормления
1-я (контрольная)	8	90	Основной рацион (ОР): сено клеверотимофеечное (6,4 кг), сенаж разнотравный (5,1 кг), комбикорм-концентрат КД-К-66С (4,2 кг)
2-я (опытная)	8		ОР + 0,1 мг хрома на 1 кг сухого вещества рациона кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» (или 0,32 г на голову в сутки)
3-я (опытная)	8		ОР + 0,2 мг хрома на 1 кг сухого вещества рациона кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» (или 0,64 г на голову в сутки)

Различия в кормлении быков-производителей заключались в том, что животным 2-й и 3-й опытных групп в рацион вводили кормовую добавку «Наноплант Хром (К)» в количестве 0,1 мг хрома на 1 кг сухого вещества рациона (или 0,32 г на голову в сутки) и производителям 3-й опытной группы – 0,2 мг хрома на 1 кг сухого вещества рациона (или 0,64 г на голову в сутки).

Кормовая добавка «Наноплант Хром (К)» представляет собой стабилизированный модифицированными полисахаридами коллоидный раствор темно-коричневого цвета на основе наночастиц нерастворимого оксида хрома. Содержание хрома (чистого элемента) в 1000 г добавки 1100 мг. Наночастицы хрома были получены на основе технологии синтеза нанопрепаратов в виде водных коллоидных растворов наночастиц соединений микроэлементов в ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси».

Условия содержания подопытных животных были одинаковыми. Быков-производителей содержали на привязи на бетонных полах. Кормление у всех животных было трехразовое, поение – из автопоилок. Параметры микроклимата соответствовали рекомендуемым нормам. Ежедневно всем быкам-производителям предоставляли моцион.

Исследования химического состава кормов проводили в Научно-исследовательском институте прикладной ветеринарной медицины и биотехнологии учреждения образования «Витебская орден «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» по общепринятым методикам. Динамику живой массы растущих быков-производителей определяли путем индивидуального взвешивания в начале и в конце опыта. Морфологические показатели крови быков-производителей определяли на анализаторе клеток MEK-6450K, биохимические исследования проводили с помощью анализатора клеток MIDRAY BS-200. Концентрацию хрома в кормах определяли в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству».

Цифровой материал, полученный в научно-хозяйственном опыте, обработан методом биометрической статистики.

Результаты исследований. Рацион животных должен содержать в соответствующих количествах все необходимые для организма питательные и биологически активные вещества. Недостаток хотя бы одного из них ухудшает степень использования питательных веществ рациона в целом. Фактическое потребление кормов растущими быками всех подопытных групп было на сравнительно высоком уровне. Рационы были равноценны по энергетической питательности в результате одинаковой поедаемости кормов. Основной рацион животных всех подопытных групп состоял из сена клеверо-тимофеечного, сенажа разнотравного и комбикорма-концентрата (таблица 2).

**Таблица 2 – Среднесуточное потребление кормов быками-производителями за период опыта (по фактически съеденным кормам)**

Показатели	Группа		
	1-я – контрольная	2-я – опытная	3-я – опытная
Сено клеверо-тимофеечное, кг		6,4	
Сенаж разнотравный, кг		5,1	
Комбикорм КД-К-66С, кг		4,2	
Кормовая добавка «Наноплант Хром (К)», г	-	0,32	0,64

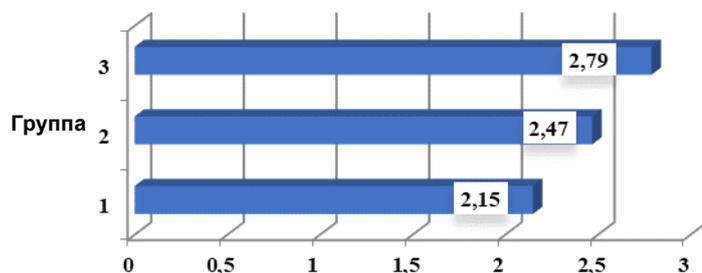
Сено и сенаж соответствовали первому классу качества. Для повышения полноценности и сбалансированности кормления животных в рационы вводили сухое молоко, сахар и подсолнечное масло. Содержание кормовых единиц в рационе быков-производителей всех групп находилось на уровне 9,5 кг, обменной энергии – 122,3 МДж и сухого вещества – 13,81 кг. В рационах быков на 1 корм. ед. приходилось 147-150 г переваримого протеина.

На начальном этапе исследований установили концентрацию хрома в рационе быков-производителей, используя данные, полученные в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» (таблица 3).

**Таблица 3 – Концентрация хрома в кормах для быков-производителей**

Корма	Концентрация хрома, мг/кг корма
Сено клеверо-тимофеечное, кг	0,082
Сенаж разнотравный, кг	0,212
Комбикорм КД-К-66С, кг	0,130
Молоко сухое обезжиренное, кг	0,0018
Масло подсолнечное (нерафинированное 1 сорт)	0,0014

В суточном рационе содержание хрома быков-производителей 1-й контрольной группы составило 2,15 мг, у животных 2-й опытной группы - больше на 15% и у производителей 3-й опытной группы – на 30%. Содержание хрома в рационе быков 1-й контрольной группы было ниже рекомендуемой нормы (0,2 мг на 1 кг сухого вещества). Его содержание в рационе подопытных быков-производителей приведено на рисунке.



**Рисунок – Содержание хрома в рационе подопытных быков-производителей, мг**

Известно, что продолжительность роста и развития у крупного рогатого скота сохраняется до 4 лет [4]. В результате эксперимента установлено, что использование кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» в рационах быков оказало положительное влияние на интенсивность роста молодых производителей. Средняя живая масса быков-производителей в начале опыта находилась практически на одном уровне. В конце опыта живая масса животных 2-й опытной группы была больше на 2 кг, или на 0,3%, и 3-й опытной группы – на 3 кг, или на 0,4%, чем у аналогов 1-й контрольной группы у производителей. Наиболее точно о характере роста животных можно проследить по среднесуточным приростам живой массы. Так, среднесуточный прирост живой массы молодых быков-производителей 1-й контрольной группы за период опыта составил  $822 \pm 17,1$  г. У животных 2-й опытной группы этот показатель был больше на 34 г, или на 4,1%, у быков 3-й группы – на 45 г, или на 5,5% ( $P < 0,05$ ). Показатели абсолютного роста важны с практической точки зрения, но по ним нельзя судить о напряженности процессов роста в организме. В связи с этим использовали показатель относительной скорости роста. В нашем эксперименте быки-производители 2-й и 3-й опытных групп имели более высокие показатели относительной скорости роста по сравнению со сверстниками 1-й контрольной группы. Так, у быков 1-й контрольной группы относительная скорость роста составила 11,2%, у аналогов 2-й опытной группы она была выше на 0,4 п.п., а у животных 3-й опытной группы – на 0,6 п.п.

Применение кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» положительно отразилось на некоторых гематологических показателях быков-производителей. В начале опыта морфологические и биохимические показатели крови у подопытных животных всех групп находились практически на одинаковом уровне и соответствовали физиологической норме. В конце опыта наибольшее содержание гемоглобина в крови было у быков 3-й опытной группы. Так, производители этой группы превосходили аналогов 1-й контрольной группы на 5,3 г/л, или на 4,8%, животные 2-й опытной группы – на 2,3 г/л, или на 2,1%. У быков-производителей 2-й и 3-й опытных групп количество эритроцитов в крови было больше соответственно на 4,0 и 4,4%, чем в крови сверстников 1-й контрольной группы. Следует отметить достоверное увеличение общего белка в крови быков. Так, количество общего белка в крови животных 3-й опытной группы увеличилось на 6,1 г/л, или на 8,1% ( $P < 0,01$ ), в крови быков 2-й опытной группы – на 4,5 г/л, или 4,7%, по сравнению с аналогами 1-й контрольной группы.

Применение кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» благоприятно отразилось на минеральном составе крови быков-производителей всех опытных групп, но более интенсивно усвоение макро- и микроэлементов проходило у животных 3-й группы (таблица 4). Так, в конце эксперимента в крови у производителей 3-й опытной группы повысилось содержание кальция на 2,9% и фосфора – на 7,3% по сравнению с аналогами 1-й контрольной группы.

В крови быков-производителей 2-й и 3-й опытных групп прослеживалась тенденция к увеличению в крови макроэлементов. У животных 3-й опытной группы содержание микроэлементов в сыворотке крови увеличилось по сравнению с 1-й контрольной группой: цинка – на 10,5% ( $P < 0,05$ ), меди – на 6,4 и кобальта – на 5,8%; у быков 2-й опытной группы: кальция на 0,7%, фосфора – на 4,9%, цинка – на 7,0%, меди – на 1,4, марганца – на 3,3 и кобальта – на 7,7%.

**Таблица 4 – Минеральный состав крови быков-производителей, М±m (n=4)**

Показатели	Нормативное значение	Группа					
		1-я – контрольная		2-я – опытная		3-я – опытная	
		период опыта					
		начало	конец	начало	конец	начало	конец
Кальций, ммоль/л	2,5-2,9	2,72±0,14	2,76±0,22	2,70±0,15	2,78±0,19	2,71±0,12	2,84±0,17
Фосфор, ммоль/л	1,5-1,9	2,48±0,13	2,46±0,29	2,43±0,17	2,58±0,11	2,42±0,12	2,64±0,27
Цинк, мкмоль/л	46-77	50,1±1,94	48,5±1,89	49,5±2,03	51,9±1,61	51,0± 2,36	53,6±1,74*
Медь, мкмоль/л	14-17	14,4±0,94	14,0±1,09	14,1±1,03	14,2±0,81	14,7± 1,26	14,9± 0,79
Марганец, мкмоль/л	2,7-4,5	2,8±0,18	3,0±0,21	2,7±0,23	3,1±0,17	2,6±0,19	3,0±0,24
Кобальт, мкмоль/л	0,5-0,8	0,53±0,02	0,52±0,03	0,51±0,04	0,56±0,03	0,54± 0,02	0,55± 0,05

**Заключение.** 1. В результате лабораторных исследований кормов установлен дефицит хрома в рационе быков-производителей. Применение в кормлении племенных быков кормовой добавки «Наноплант Хром (К)» в количестве 0,2 мг на 1 кг сухого вещества рациона (или 0,64 г на голову в сутки) способствует увеличению содержания хрома в суточном рационе на 30,0%.

2. Использование наночастиц хрома в составе рациона растущих быков-производителей способствует повышению среднесуточных приростов живой массы на 5,5% ( $P<0,05$ ), относительной скорости роста – на 0,6 п.п. и позволяет улучшить их гематологические показатели, о чем свидетельствует увеличение в сыворотке крови гемоглобина на 5,3 г/л, или на 4,8%, и содержания общего белка – на 6,1 г/л, или на 8,1% ( $P<0,01$ ).

**Conclusion.** 1. As a result of laboratory tests of feed, a shortage of chromium in the diet of sire bulls was established. The use of the fodder additive «Nanoplant Chromium (K)» in feeding breeding bulls in the amount of 0.2 mg per 1 kg of dry substance of the diet (or 0.64 g per head per day) contributes to an increase in the content of chromium in the daily diet by 30.0%.

2. The use of chromium nanoparticles in the diet of growing sire bulls contributes to an increase in the average daily growth of live weight by 5.5% ( $P<0.05$ ), relative growth rate - by 0.6 p.p. and allows to improve their hematological indicators, as evidenced by an increase in hemoglobin serum by 5.3 g/l, or by 4.8% and co-retention of total protein - by 6.1 g/l, or by 8.1% ( $P<0.01$ ).

**Список литературы.** 1. Абрамова, Н.В. Минеральная питательность кормов и обеспеченность потребности молодняка крупного рогатого скота в минеральных веществах / Н.В. Абрамова // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2012. – № 7. – С. 16–18. 2. Витаминно-минеральное питание племенных бычков и быков-производителей : монография / М.М. Карпеня [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2012. – 104 с. 3. Зайчик, В.Е. Медицинская и биологическая элементология как новые научные дисциплины: состояние и перспективы / В.Е. Зайчик // Геохимия живого вещества: материалы Международной молодежной школы-семинара, г. Томск, 2–5 июня 2013 г. – Томск, 2013. – С. 76–82. 4. Карпеня, М.М. Оптимизация кормления племенных бычков и быков-производителей : монография / М.М. Карпеня. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 172 с. 5. Наноматериалы и нанотехнологии / В.М. Анищик [и др.]; под ред. В.Е. Борисенко, Н.К. Толочко. – Минск : Изд. Центр БГУ, 2008. – 372 с. 6. Наночастицы хрома в кормлении молодняка крупного рогатого скота и ремонтных свинок : рекомендации / В.М. Голушко [и др.]. – Жодино : Научно-практический центр Национальной академии наук по животноводству, 2021. – 28 с. 7. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие / А.П. Калашников и [ др.]. – Москва. 2003. – 456 с. 8. Рекомендации по витаминно-минеральному питанию быков-производителей / С.Л. Карпеня [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2009. – 19 с.

**References.** 1. Abramkova, N.V. Mineral'naya pitatel'nost' kormov i obespechennost' potrebnosti molodnyaka krupnogo rogatogo skota v mineral'nyh veshchestvah / N.V. Abramkova // Kormlenie sel'skoxozyajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo. – 2012. – № 7. – S. 16–18. 2. Vitaminno-mineral'noe pitanie plemennyh bychkov i bykov-proizvoditelej : monografiya / M.M. Karpenya [i dr.]. – Vitebsk : VGAVM, 2012. – 104 s. 3. Zajchik, V.E. Medicinskaya i biologicheskaya elementologiya kak novye nauchnye discipliny: sostoyanie i perspektivy / V.E. Zajchik // Geohimiya zhivogo veshchestva: materialy Mezhdunarodnoj molodezhnoj shkoly-seminara, g. Tomsk, 2–5 iyunya 2013 g. – Tomsk, 2013. – S. 76–82. 4. Karpenya, M.M. Optimizaciya kormleniya plemennyh bychkov i bykov-proizvoditelej : monografiya / M.M. Karpenya. – Vitebsk : VGAVM, 2019. – 172 s. 5. Nanomaterialy i nanotekhnologii / V.M. Anishchik [i dr.]; pod red. V.E. Borisenko, N.K. Tolochko. – Minsk : Izd. Centr BGU, 2008. – 372 s. 6. Nanochasticy hroma v kormlenii molodnyaka krupnogo rogatogo skota i remontnyh svinok : rekomendacii / V.M. Golushko [i dr.]. – ZHodino : Nauchno-prakticheskij centr Nacional'noj akademii nauk po zhivotnovodstvu, 2021. – 28 s. 7. Normy i raciony kormleniya sel'sko-hozyajstvennyh zhivotnyh: sprav. posobie / A.P. Kalashnikov i [ dr.]. – Moskva. 2003. – 456 s. 8. Rekomendacii po vitaminno-mineral'nomu pitaniyu bykov-proizvoditelej / S.L. Karpenya [i dr.]. – Vitebsk: VGAVM, 2009. – 19 s.

Поступила в редакцию 21.03.2024.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕМИКСА В РАЦИОНЕ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ В ПЕРИОД РАЗДОЯ**

\*Карпеня М.М. ORCID ID 0000-0002-4762-676X, \*Подрез В.Н. ORCID ID 0000-0001-7527-2228,  
\*\*Орехво Д.А., \*\*Клундук Л.Ф., \*Горovenко М.В. ORCID ID 0000-0002-2426-9595,  
\*Медведская Т.В. ORCID ID 0000-0002-4347-9889, \*Карпеня С.Л. ORCID ID 0000-0001-7690-9091, \*Гуйван В.В.  
\*УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,  
г. Витебск, Республика Беларусь  
\*\*ЗАО «Консул», г. Брест, Республика Беларусь

*В профилактике нарушений обмена веществ в период раздоя важная роль принадлежит витаминам и минеральным элементам. Разработан премикс «МуМикс премиум» для высокопродуктивных коров в период раздоя. Установлено, что он не обладает токсическим действием и относится к IV классу опасности (вещества малоопасные  $DL_{50}$  свыше 5000,0 мг/кг). Доказана эффективность использования премикса в составе рациона высокопродуктивных коров в период раздоя в количестве 100 г на голову в сутки, что выразилось в повышении среднесуточного удоя на 4,8%, производства молока в зачетной массе – на 4,6%, увеличении массовой доли жира в молоке – на 0,22 п.п. ( $P < 0,001$ ), массовой доли белка в молоке – 0,06 п.п. ( $P < 0,05$ ), массовой доли СОМО – на 0,12, массовой доли лактозы – на 0,11 п.п. и уменьшении количества соматических клеток на 7,9%. **Ключевые слова:** премикс, витамины, минеральные элементы, токсичность, коровы, молочная продуктивность, качество молока.*

**EFFECTIVENESS OF USING PREMIX IN HIGHLY PRODUCTIVE DIET COWS DURING THE PERIOD OF STRIPPING**

\*Karpenia M.M., \*Podrez V.N., \*\*Orehvho D.A., \*\*Klunduk L.F. \*Gorovenko M.V.,  
\*Medvedskaya T.V., \*Karpenia S.L., \*Guyvan V.V.  
\*Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus  
\*\*Consul, Brest, Republic of Belarus

*Vitamins and mineral elements play an important role in the prevention of metabolic disorders during strife. The «MuMix premium» premix for highly productive cows during the strife has been developed. It has been established that it is not toxic and belongs to hazard class IV (low-hazard substances  $DL_{50}$  over 5000.0 mg/kg). The effectiveness of using the premix in the diet of highly productive cows during stripping in the amount of 100 g per head per day was proved, which resulted in an increase in the average daily yield by 4.8%, milk production in the reference weight by 4.6%, an increase in the mass share of fat in milk by 0.22 p.p. ( $P < 0.001$ ), mass fraction of protein in milk - 0.06 p.p. ( $P < 0.05$ ), mass fraction of COMO - by 0.12, mass fraction of lactose - by 0.11 p.p. and decrease in the number of somatic cells by 7.9%. **Keywords:** premix, vitamins, mineral elements, toxicity, cows, milk productivity, milk quality.*

**Введение.** В настоящее время животноводство в Республике Беларусь располагает достаточно высоким генетическим потенциалом, что позволяет производить конкурентоспособную продукцию. Следует отметить, что только за последние годы за счет использования современных технологий и генетического потенциала удой коров возрос более чем на 1000 кг молока за лактацию. Важнейшей задачей в отрасли животноводства и молочной промышленности является не только увеличение производства молока, но и улучшение его качества [2, 10].

Для достижения экономически эффективного производства продукции животноводства необходимо, в первую очередь, обеспечить биологически полноценное кормление животных. Полноценность кормления основывается на прочной кормовой базе и достигается кормлением, сбалансированным по основным питательным и биологически активным веществам. Особое отношение к оптимизации условий кормления должно быть в стадах, имеющих высокий генетический потенциал продуктивных качеств, для реализации которых требуется научно обоснованная система кормления, ориентированная на учет особенностей обмена веществ высокопродуктивных животных. Такие животные чрезвычайно чувствительны к негативным эффектам дисбаланса, так как они живут на максимальном уровне обмена веществ. Поэтому главная цель сбалансированного кормления – помочь корове произвести такое количество молока, которое генетически в ней заложено [1, 3].

В профилактике нарушений обмена веществ в наиболее напряженный период лактации, первые 100 дней, важная роль принадлежит витаминам и минеральным веществам. Недостаток отдельных из них, или, наоборот, избыток, неправильное соотношение минеральных элементов является причиной алиментарных заболеваний, нарушений функций воспроизводства. Исключительно важную роль в питании коров на пике лактации играют каротин, витамины D, E. Их недостаток резко снижает интенсивность белкового, углеводного, жирового обменов, ведет к перерасходу кормов, нарушениям воспроизводительного цикла [5, 8].

Наиболее эффективно восполнить дефицит микроэлементов и витаминов можно с помощью применения специально разработанных адресных рецептов премиксов, составленных с учетом содержания данных биологически активных веществ в кормах рациона [4]. Применение витаминно-минеральных добавок дает возможность приготовить полноценную кормовую смесь в условиях каждого предприятия, повысить продуктивность на 10-25% при сокращении расхода кормов на единицу продукции на 8-15%. Основным источником витаминов и минеральных веществ для животных являются корма растительного происхождения. Но, поскольку минеральный состав кормов непостоянен, подвержен значительным колебаниям по сельскохозяйственным регионам и находится в зависимости от вида растений, сорта, вегетации, почвы и других условий, количество минеральных веществ в рационе не обеспечивает физиологическую потребность животных. В связи с этим животноводы вынуждены использовать другие источники минеральных веществ, содержащие те или иные недостающие в рационе минеральные элементы [6, 7].

**Цель исследований** – установить эффективность использования премикса «МуМикс премиум» в рационе высокопродуктивных коров в период раздоя.

**Материалы и методы исследований.** ЗАО «Консул» разработан премикс «МуМикс премиум» (ТУ BY 200534611.055-2023). Состав премикса представлен в таблице 1.

**Таблица 1 – Содержание биологически активных веществ в премиксе**

Показатель	Единицы измерения	Содержание в 1 т
Витамин А	млн. МЕ	1 000,000
Витамин D <sub>3</sub>	млн. МЕ	250,000
Витамин Е	г	10 000,000
Медь	г	2 000,000
Цинк	г	12 000,000
Марганец	г	6 000,000
Кобальт	г	60,000
Йод	г	120,000
Селен	г	60,000
Кальций	%	9,998
Магний	%	10,000
Натрий	%	0,008
Фосфор	%	0,280
Сера	%	1,500

Проведена оценка безопасности премикса на клинически здоровых белых беспородных нелинейных мышах в соответствии с «Руководством по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ» (Москва, 2005) [9].

Определение эффективности использования премикса «МуМикс премиум» проводили на высокопродуктивных коровах в период раздоя в агрокомплексе «Возрождение» ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» Витебского района в соответствии со схемой опыта, приведенной в таблице 2.

**Таблица 2 – Схема опыта**

Группа	Количество коров в группе	Продолжительность опыта, дней	Условия кормления
1-я (контрольная)	10	60	Основной рацион (ОР): сено злаковое – 2 кг, сенаж разнотравный – 10 кг, силос кукурузный – 29 кг, комбикорм КК-61С – 11 кг, жмых рапсовый – 1,1 кг и патока – 1 кг
2-я (опытная)			ОР + премикс «МуМикс премиум» 100 г на голову в сутки

Для проведения научно-хозяйственного опыта по принципу аналогов сформировали 2 группы коров (контрольная и опытная) по 10 голов в каждой. Продолжительность опыта составила 60 дней.

Для определения количественных и качественных показателей молочной продуктивности проведены контрольные дойки коров в начале и в конце опыта. Качество молока определено согласно требованиям СТБ 1598-2006 «Молоко коровье сырое. Технические условия» с изменениями № 4 к указанному стандарту. Показатели качества молока определяли в начале и в конце опыта. Оценку качества молока проводили в соответствии с ГОСТ: органолептические показатели молока – по ГОСТ

28283–2015 «Молоко коровье. Метод органолептической оценки вкуса и запаха»; содержание массовой доли жира и белка, СОМО, лактозы, плотность – на анализаторе качества молока «Лактан 1-4М исполнения 600 Ultra»; титруемая кислотность – по ГОСТ 3624-92 «Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности»; количество соматических клеток – по ГОСТ 23453-90 «Молоко. Методы определения количества соматических клеток» и на анализаторе соматических клеток «EcomilkScan».

Цифровой материал, полученный в опытах, обработан методами биометрической статистики. В работе приняты следующие обозначения уровня достоверности: \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ ; \*\*\* –  $P < 0,001$ .

**Результаты исследований.** Оценка безопасности премикса «Мумикс премиум» для высокопродуктивных коров показала, что он не обладает токсическим действием на организм белых лабораторных мышей при однократном пероральном введении в дозе 7500,0 мг/кг, что позволяет отнести его к IV классу опасности – вещества малоопасные ( $DL_{50}$  свыше 5000,0 мг/кг).

В результате проведенного эксперимента установлено, что использование в рационе высокопродуктивных коров премикса «МуМикс премиум» способствовало повышению молочной продуктивности (таблица 3). В начале опыта удой коров всех подопытных групп был практически одинаковым. В конце опыта коровы 2-й опытной группы, в рацион которых вводили премикс «МуМикс премиум» в количестве 100 г на голову в сутки, превосходили аналогов 1-й контрольной группы по среднесуточному удою на 1,4 кг, или на 4,8%.

**Таблица 3 – Молочная продуктивность коров**

Показатели	1-я контрольная группа		2-я опытная группа	
	период опыта			
	начало	конец	начало	конец
Суточный удой на одну корову, кг	30,0±2,38	29,4±3,19	29,8±3,11	30,8±2,60
Среднесуточный удой за период опыта, кг	29,7±2,79		30,3±1,86	
Валовой надой за 60 дней опыта, кг	17820,0		18180,0	
Массовая доля жира в среднем за период опыта, %	3,95		4,05	
Количество полученного молока в зачетной массе, кг	19552,5		20452,5	
в % к контролю	100		104,6	

Валовой надой за 60 дней опыта у коров 1-й контрольной группы был меньше, чем у сверстниц 2-й опытной группы, на 360 кг, или на 2,0%. Так как у коров 2-й опытной группы массовая доля жира в молоке была больше, то количество молока, полученного в зачетной массе, у них увеличилось на 900 кг, или на 4,6%, чем у аналогов 1-й контрольной группы.

Анализ показателей качества молока коров начинали проводить с органолептической оценки. Установлено, что по цвету, вкусу, запаху и консистенции как в начале, так и в конце научно-хозяйственного опыта молоко соответствовало нормативным требованиям ГОСТа 28283–2015 «Молоко коровье. Метод органолептической оценки вкуса и запаха». В начале эксперимента показатели качества молока у коров подопытных групп практически не различались (таблица 4).

**Таблица 4 – Показатели качества молока коров**

Группа	Показатели качества молока						
	массовая доля жира, %	массовая доля белка, %	СОМО, %	плотность, кг/м <sup>3</sup>	лактоза, %	титруемая кислотность, °Т	количество соматических клеток, тыс./см <sup>3</sup>
в начале опыта							
1-я (контрольная)	4,01±0,05	3,27±0,02	8,54±0,14	1029,7±9,8	4,54±0,05	17,2±0,28	286±25,1
2-я (опытная)	3,98±0,03	3,25±0,04	8,58±0,18	1029,4±8,6	4,52±0,03	17,5±0,41	292±21,9
в конце опыта							
1-я (контрольная)	3,89±0,04	3,21±0,05	8,46±0,17	1029,8±10,1	4,64±0,09	16,8±0,49	278±24,6
2-я (опытная)	4,11±0,02***	3,27±0,03*	8,58±0,09	1030,8±8,9	4,75±0,08	16,6±0,31	256±20,2

В конце опыта по массовой доле жира в молоке коровы 2-й опытной группы превосходили животных 1-й контрольной группы на 0,22 п.п. ( $P < 0,001$ ). Необходимо отметить достоверное различие между подопытными коровами по массовой доле белка в молоке. Так, в конце опыта коровы 2-й опытной группы по этому показателю превосходили аналогов 1-й контрольной группы на 0,06 п.п. ( $P < 0,05$ ).

**Закключение.** 1. Премикс «МуМикс премиум» для высокопродуктивных коров не обладает токсическим действием и относится к IV классу опасности (вещества малоопасные  $DL_{50}$  свыше 5000,0 мг/кг).

2. Включение в состав рациона высокопродуктивных коров в период раздоя премикса «МуМикс премиум» в количестве 100 г на голову в сутки позволяет повысить суточный удой на 1,4 кг, или на 4,8%, производство молока в зачетной массе – на 4,6%.

3. Использование в кормлении новотельных высокопродуктивных коров разработанного премикса способствует увеличению массовой доли жира в молоке на 0,22 п.п. ( $P < 0,001$ ), массовой доли белка в молоке – 0,06 п.п. ( $P < 0,05$ ), массовой доли СОМО – на 0,12, массовой доли лактозы – на 0,11 п.п. и уменьшению количества соматических клеток – на 22 тыс./ $cm^3$ , или на 7,9%.

**Conclusion.** 1. The premix "MuMix premium" for highly productive cows has no toxic effect and belongs to hazard class IV (low-hazard substances  $DL_{50}$  over 5000.0 mg/kg).

2. The inclusion of highly productive cows in the diet during the distribution of the premix "MuMix premium" in the amount of 100 g per head per day allows to increase the daily yield by 1.4 kg, or by 4.8%, milk production in the reference mass - by 4.6%.

3. The use of the developed premix in feeding newly produced highly productive cows contributes to an increase in the mass share of fat in milk by 0.22 p.p. ( $P < 0.001$ ), mass fraction of protein in milk - 0.06 p.p. ( $P < 0.05$ ), mass fraction of COMO - by 0.12, mass fraction of lactose - by 0.11 p.p. and decrease in the number of somatic cells by 22 thousand/ $cm^3$ , or by 7.9%.

**Список литературы.** 1. Байгенов, Ф.Н. Молочная продуктивность и качество молока при включении в рацион коров витаминно-минеральных кормовых добавок / Ф. Н. Байгенов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1 (69). – С. 194-197. 2. Кормление сельскохозяйственных животных : учебник / В.К. Пестис [и др.] ; под. ред. В. К. Пестиса. – Минск : ИВЦ Минфина, 2021. – 657 с. 3. Ляпченко, В.А. Эффективное кормление высокопродуктивного молочного стада / В.А. Ляпченко, А.И. Артюхов, А.Е. Сорокин // Зоотехния. – 2014. – № 6. – С. 8-9. 4. Медведский, В.А. Гигиенические аспекты получения экологически чистой продукции животноводства / В.А. Медведский, Т.В. Медведская. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 352 с. 5. Микуленок, В.Г. Технология конструирования и изготовления комбикормов, БВМД и премиксов для крупного рогатого скота : монография / В.Г. Микуленок, М.М. Карпеня, А.М. Карпеня. – Витебск : ВГАВМ, 2022. – 191 с. 6. Организационно-технологические требования при производстве молока на молочных комплексах промышленного типа : утв. Постановлением МСХиП Республики Беларусь, 4 июня 2018 г., № 16. 7. Остякова, М.Е. Болезни обмена веществ крупного рогатого скота, связанные с неполноценным кормлением / М.Е. Остякова // Вестник Красноярского ГАУ. – 2015. – № 2. – С. 195-198. 8. Романов, В.Н. Оптимизация пищеварительных и обменных процессов в организме крупного рогатого скота с применением биологически активных веществ / В.Н. Романов, С.В. Воробьева, В.А. Девяткин // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 3. – С. 23-25. 9. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / Р.У. Хабриев [и др.] ; под ред. Р. У. Хабриева. – Москва : Медицина, 2005. – 892 с. 10. Физиологические и технологические аспекты выращивания здоровых нетелей с высоким потенциалом продуктивности : монография / Н.С. Мотузко [и др.] – Витебск : ВГАВМ, 2021. – 328 с.

**References.** 1. Bajgenov, F.N. Molochnaya produktivnost' i kachestvo moloka pri vkluchenii v racion korov vitaminno-mineral'nyh kormovyh dobavok / F. N. Bajgenov [i dr.] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – № 1 (69). – S. 194-197. 2. Kormlenie sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh : uchebnik / V.K. Pestis [i dr.] ; pod. red. V. K. Pestisa. – Minsk : IVC Minfina, 2021. – 657 s. 3. Lyapchenkov, V.A. Effektivnoe kormlenie vysokoproduktivnogo molochnogo stada / V.A. Lyapchenkov, A.I. Artyuhov, A.E. Sorokin // Zootekhnika. – 2014. – № 6. – S. 8-9. 4. Medvedskij, V.A. Gigienicheskie aspekty polucheniya ekologicheskoi chistoi produkcii zhivotnovodstva / V.A. Medvedskij, T.V. Medvedskaya. – Vitebsk : VGAVM, 2019. – 352 s. 5. Mikulenok, V.G. Tekhnologiya konstruirovaniya i izgotovleniya kombikormov, BVMD i premiksov dlya krupnogo rogatogo skota : monografiya / V.G. Mikulenok, M.M. Karpenya, A.M. Karpenya. – Vitebsk : VGAVM, 2022. – 191 s. 6. Organizacionno-tekhnologicheskie trebovaniya pri proizvodstve moloka na molochnyh kompleksah promyshlennogo tipa : utv. Postanovleniem Ministerstva sel'skogo hozyajstva i prodovol'stviya Respubliki Belarus', 4 iyunya 2018 g., № 16. 7. Ostyakova, M.E. Bolezni obmena veshchestv krupnogo rogatogo skota, svyazannye s nepolnocennym kormleniem / M.E. Ostyakova // Vestnik Krasnoyarskogo GAU. – 2015. – № 2. – S. 195-198. 8. Romanov, V.N. Optimizatsiya pishchevaritel'nyh i obmennyh processov v organizme krupnogo rogatogo skota s primeneniem biologicheskii aktivnyh veshchestv / V.N. Romanov, S.V. Vorob'eva, V.A. Devyatkin // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2013. – № 3. – S. 23-25. 9. Rukovodstvo po eksperimental'nomu (doklinicheskomu) izucheniyu novykh farmakologicheskikh veshchestv / R.U. Habriev [i dr.] ; pod red. R. U. Habrieva. – Moskva : Medicina, 2005. – 892 s. 10. Fiziologicheskie i tekhnologicheskie aspekty vyrashchivaniya zdorovyh netelej s vysokim potencialom produktivnosti : monografiya / N.S. Motuzko [i dr.] – Vitebsk : VGAVM, 2021. – 328 s.

Поступила в редакцию 21.03.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-86-94

УДК 579.222

### АНАЛИЗ ГЕНОВ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПУТЕЙ *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ МОЛОКА КОРОВ, БОЛЬНЫХ МАСТИТОМ

\*, \*\*, \*\*\*Сыромятников М.Ю. ORCID ID 0000-0001-9028-0613, \*Шабунин С.В. ORCID ID 0000-0002-2689-6998,  
\*Манжурина О.А. ORCID ID 0000-0003-0147-8965, \*\*Буракова И.Ю. ORCID ID 0000-0002-5881-0845,  
\*\*Смирнова Ю.Д. ORCID ID 0000-0002-5820-1804, \*\*, \*\*\*Морозова П.Д. ORCID ID 0009-0000-0075-9170,  
\*\*Грязнова М.В. ORCID ID 0000-0003-2076-3868, \*Паршин П.А. ORCID ID 0000-0002-8790-0540,  
\*\*Корнеева О.С. ORCID ID 0000-0002-2863-0771

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

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

\*\*\*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»,  
г. Воронеж, Российская Федерация

Известно, что бактерии рода *Staphylococcus* являются одними из наиболее распространенных бактериальных возбудителей в патогенезе мастита. Подробные и всесторонние знания о метаболизме *Staphylococcus* необходимы для понимания его патогенеза. Целью исследования было идентифицировать метаболические пути бактерий *S. aureus*, изолированных из молока коров, больных маститом. Для исследуемых *S. aureus* всего было идентифицировано 88 метаболических путей. В бактериях ярко выражено доминировали пути биосинтеза, наиболее распространенными из которых были: биосинтез 5-аминоимидазолрибонуклеотидов, биосинтез L-лизина, L-треонина и L-метионина II, биосинтез кофермента А, биосинтез L-изолейцина и биосинтез уридинмонофосфата. У бактерий *S. aureus* обнаружен путь синтеза N-ацетилглюкозамина. Этот путь может быть важен для вирулентности бактерий. Также был обнаружен путь биосинтеза пептидогликана III. Данный путь ранее был описан для *Mycobacteriaceae*. Кроме того, в клетках *S. aureus* обнаружены гены смешаннокислого брожения, которые более характерны для представителей *Enterobacteriaceae*. По результатам секвенирования было выявлено, что в клетках *S. aureus* широко представлены различные пути метаболизма фолата, подчеркивающее его очевидно большое значение для данного вида бактерий. **Ключевые слова:** *Staphylococcus aureus*, метаболические пути, мастит, метагеномика, секвенирование.

### ANALYSIS OF METABOLIC PATHWAY GENES OF *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* ISOLATED FROM THE MILK OF THE COWS WITH MASTITIS

\*, \*\*, \*\*\*Syromyatnikov M.Yu., \*Shabunin S.V., \*Manzhurina O.A., \*\*Burakova I.Yu., \*\*Smirnova Yu.D.,  
\*\*, \*\*\*Morozova P.D., \*\*Gryaznova M.V., \*Parshin P.A., \*\*Korneeva O.S.

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

\*\*FSBEI HE "Voronezh State University of Engineering Technologies", Voronezh, Russian Federation

\*\*\*FSBEI HE "Voronezh State University", Voronezh, Russian Federation

It is known that the bacteria of the genus *Staphylococcus* are among the most common bacterial pathogens in the pathogenesis of mastitis. Detailed and comprehensive knowledge of the metabolism of *Staphylococcus* is necessary to understand its pathogenesis. The aim of the study was to identify the metabolic pathways of *S. aureus* bacteria isolated from the milk of the cows with mastitis. A total of 88 metabolic pathways were identified for the studied *S. aureus*. Biosynthesis pathways were strongly dominated in bacteria, the most common of which were biosynthesis of 5-aminoimidazole ribonucleotides, biosynthesis of L-lysine, L-threonine and L-methionine II, biosynthesis of coenzyme A, biosynthesis of L-isoleucine and biosynthesis of uridine monophosphate. A pathway for the synthesis of N-acetylglucosamine has been found in *S. aureus* bacteria. This pathway may be important for bacterial virulence. The pathway of peptidoglycan III biosynthesis has been discovered. This pathway was previously described for *Mycobacteriaceae*. In addition, in the cells of *S. aureus* there have discovered mixed acid fermentation genes, which are more typical for representatives of *Enterobacteriaceae*. According to the sequencing results, it has been revealed that various folate metabolism pathways are widely represented in *S. aureus* cells, emphasizing its obvious great importance for this type of bacteria. **Keywords:** *Staphylococcus aureus*, metabolic pathways, mastitis, metagenomics, sequencing.

**Введение.** Мастит крупного рогатого скота – это многофакторное воспалительное заболевание, зависящее от сочетания нескольких факторов: животного происхождения, окружающей среды и патогенов [1]. Данное заболевание не только влияет на здоровье и благополучие животных, а также ставит под угрозу экономику молочных ферм. В свою очередь, отсутствие защиты от возбудителей может быть связано со множеством факторов: нецелевые мишени для вакцины; большое разнообразие штаммов, провоцирующих мастит; различия в иммунном ответе у животных и неспособность вызвать иммунный ответ, подходящий для защиты от очень сложного патогена [2].

Известно, что бактерии рода *Staphylococcus* (например, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*) являются одними из наиболее распространенных бактериальных возбудителей в патогенезе мастита. Ранее было показано, что бактериальный вид *S. aureus* является метаболически универсальным патогеном. Подробные и всесторонние знания о метаболизме *Staphylococcus* необходимы для понимания его патогенеза. Кроме того, полученные данные свидетельствуют о том, что *S. aureus* использует различные центральные метаболические пути для адаптации к различным источникам углерода или кислорода, которые доступны в системе органов или очаге инфекции [3]. Способность организма использовать множество метаболических субстратов является критическим компонентом патогенеза [4]. Ранее уже были выделены 101 негомологичный белок и 64 белка, уникальных в нескольких метаболических путях для *S. aureus*. Кроме того, в ходе исследования были получены 7 по существу уникальных ферментов и 15 негомологичных белков, участвующих в метаболических путях, которые способны стать потенциальной лекарственной мишенью [5].

**Целью** исследования было идентифицировать метаболические пути бактерий *S. aureus*, изолированных из молока коров, больных маститом.

**Материалы и методы исследований.** Объектом исследования служили культуры бактерий рода *Staphylococcus*, изолированные из молока коров с диагнозом «мастит» на территории Воронежской области. Всего анализу подвергалось 9 изолятов бактерий, выделенных из молока разных коров.

Из каждого полученного образца чистой культуры была получена тотальная ДНК с использованием коммерческого набора HiPure Microbiome DNA Kit (Magen, Китай). Экстракция проводилась согласно протоколу производителя. Количество тотальной ДНК, полученной из образцов, определяли с использованием флуорометра Qubit 2.0 (Thermo Fisher, США) и набора Qubit dsDNA HS Assay Kit (Invitrogen, США). Оценка качества ДНК производилась с помощью электрофореза в 2% агарозном геле.

Приготовление библиотек для секвенирования на платформе DNBSEQ-G50 (MGI, Китай) производилось согласно протоколу производителя MGIEasy Fast FS DNA Library Prep Set User Manual. На первом этапе полученную тотальную ДНК фрагментировали с использованием набора MGIEasy Fast FS Library Prep Module (MGI, Китай). На следующем этапе производили лигирование адаптеров. В дальнейшем к каждому образцу пришивали уникальный баркод. Затем для всех образцов проводили контроль выхода ПЦР продукта с помощью электрофореза в 2% агарозном геле. Измеряли концентрацию с помощью флуорометра. После определения длины продукта производили расчет массы ПЦР продукта. После производили пулирование образцов. Далее каждый пул денатурировали. В дальнейшем была произведена циркуляризация одноцепочечной ДНК, которую проводили с использованием набора MGIEasy Dual Barcode Circularization Module (MGI, Китай). Далее проводили контроль качества циркуляризации путем измерения концентрации ДНК с помощью флуорометра и набора QuDye ssDNA Assay Kit (Lumiprobe, Россия). После этого производили расчет количества каждого пула, которое необходимо внести при создании суперпула. Затем измеряли концентрацию полученного суперпула, и рассчитывали количество суперпула, соответствующее 60 фмоль для дальнейшего создания наночастиц ДНК. После этого производили загрузку картриджа для проведения секвенирования.

Качество необработанных метагеномных данных оценивали с помощью FastQC. Технические последовательности и некачественные базы ( $Q < 30$ ) были обрезаны с помощью fastp. Последовательности «хозяина» из образцов были удалены путем картирования метагеномных прочтений с эталонными геномами с использованием инструмента Bowtie2. Таксономическое профилирование образцов было выполнено с использованием Metaphlan4 со стандартными базами данных бактерий, вирусов и эукариот. Функциональное профилирование метаболических путей проводили с использованием HUMAnN3.0.

**Результаты исследований.** Первоначально был проведен анализ бактериального состава исследуемых образцов культур с помощью высокопроизводительного секвенирования (рисунок 1).



Продолжение таблицы 1

Метаболический путь	St1	St2	St3	St4	St5	St6	St7	St8	St9
Биосинтез биотина II	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Биосинтез гондоата	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Биосинтез гуанозиндезоксирибонуклеотидов (de novo)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Биосинтез изопрена II	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Биосинтез инозин-5'-фосфата	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Биосинтез квевозина I (de novo)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Биосинтез молибдоптерина	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
Биосинтез октаноил-[ацил-переносящего белка]	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Биосинтез пептидогликана	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Биосинтез полиизопреноидов	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Биосинтез селеноаминокислот	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Биосинтез тетрапиррола	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Биосинтез транс-фарнезолов	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Биосинтез УДФ-N-ацетил-D-глюкозамина I	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02
Биосинтез УДФ-N-ацетилмурамоилпентапептида	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Биосинтез УМФ	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Биосинтез флавина	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Биосинтез фосфопантотената I	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Биосинтез хоризматов	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Биосинтез ЦДФ-диацилглицерина	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Суперпуть биосинтеза (R,R)-бутандиола	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02
Суперпуть биосинтеза 5-аминоимдазолрибонуклеотидов	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Суперпуть биосинтеза L-изолейцина	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Суперпуть биосинтеза L-лизина, L-треонина и L-метионина II	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Суперпуть биосинтеза L-серина и глицина I	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Суперпуть биосинтеза L-тирозина	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Суперпуть биосинтеза L-треонина	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Суперпуть биосинтеза L-фенилаланина	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Суперпуть биосинтеза prcQ0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Продолжение таблицы 1

Метаболический путь	St1	St2	St3	St4	St5	St6	St7	St8	St9
Суперпуть биосинтеза аденозиновых нуклеотидов (de novo)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Суперпуть биосинтеза аминокислот с разветвленной цепью	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Суперпуть биосинтеза ароматических аминокислот	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Суперпуть биосинтеза гема-b	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Суперпуть биосинтеза геранилгеранилдифосфата I	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
Суперпуть биосинтеза гуанозинового нуклеотида (de novo)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Суперпуть биосинтеза кофермента A	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Суперпуть биосинтеза менахинола	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
Суперпуть биосинтеза пиримидинрибонуклеотидов (de novo)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Суперпуть биосинтеза пуриновых нуклеотидов I (de novo)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Суперпуть биосинтеза тетрагидрофолата	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

У бактерий *S. aureus* обнаружен путь синтеза N-ацетилглюкозамина. Ранее на мышиных моделях было показано, что этот путь важен для вирулентности бактерий [6]. Также были выявлены пути биосинтеза орнитина. Наличие внутриклеточных пулов орнитина регулирует биосинтез важнейшей аминокислоты аргинина у *S. aureus* в отсутствие глюкозы [7]. В клетках *S. aureus* выявлены гены биосинтеза пиримидина. Известно, что метаболические пути биосинтеза пиримидина могут выступать как потенциальная цель для новых антибактериальных препаратов [8].

Метаболический путь биосинтеза полиизопреноидов был обнаружен во всех образцах нашего исследования. Известно, что на этом пути несколько единиц изопентенилдифосфата подвергаются серии полимеризаций с образованием различных полиизопреноидов. Существует два разных пути биосинтеза изопентенилдифосфата. Бактерии, обладающие убихиноном, обычно используют метилэритритфосфатный путь I, тогда как эукариотические микроорганизмы используют мевалонатный путь I [9].

Биосинтез пептидогликана I (содержащий мезодиаминопимелат) обнаруживается у большинства грамотрицательных бактерий, а также у некоторых грамположительных бактерий. Показано, что клинические штаммы *S. aureus* с множественной лекарственной устойчивостью способны предотвращать биосинтез пептидогликана [10]. Было обнаружено присутствие пути биосинтеза пептидогликана III во всех образцах *S. aureus*. Данный путь был описан для *Mycobacteriaceae* [11]. Микобактериальный пептидогликан подобен пептидогликану, обнаруженному в *E. coli*, с одним основным отличием: мембранная акцепторная часть молекулы представляет собой необычный трансоктацис-декапренилфосфат вместо гораздо более распространенного транс-ундекапренилфосфата. Большинство межпептидных связей у микобактерий являются L,D-поперечными [12]. Преобладание перекрестных связей L,D позволяет бактериям противостоять  $\beta$ -лактамам антибиотикам.

Устойчивость к противомикробным препаратам является глобальной проблемой здравоохранения, требующей немедленного внимания с точки зрения новых антибиотиков и новых целей применения антибиотиков. Путь биосинтеза L-лизина является многообещающим направлением для открытия лекарств, поскольку он необходим для роста и выживания бактерий и не требуется человеку [13]. В нашем исследовании во всех образцах были обнаружены два пути биосинтеза L-лизина.

Кроме того, в клетках *S. aureus* были широко представлены пути деградации и реутилизации различных соединений (таблица 2).

**Таблица 2 – Относительное содержание генов метаболических путей деградации и реутилизации, идентифицированных у *S. aureus***

Метаболический путь	St1	St2	St3	St4	St5	St6	St7	St8	St9
Деградация (S)-пропан-1,2-диола	0	0	0	0	0,0001	0	0	0	0
Деградация L-аргинина XIII	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Деградация L-гистидина I	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Деградация инозин-5'-фосфата	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Деградация лактозы и галактозы I	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Деградация пуриновых рибонуклеозидов	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Деградация сахарозы	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Деградация фитолов	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Реутилизация S-аденозил-L-метионина I	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Реутилизация аденина и аденозина III	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Реутилизация тиаминдифосфата	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Суперпуть анаэробной деградации сахарозы	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Суперпуть деградации N-ацетилглюкозамина, N-ацетилманнозамина и N-ацетилнейрамата	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Суперпуть деградации глюкозы и ксилозы	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Суперпуть деградации метилглиоксаля	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Суперпуть деградации пуриновых дезоксирибонуклеозидов	0,01	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0	0	0,01
Суперпуть реутилизации пиримидиндезоксирибонуклеозидов	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Суперпуть реутилизации пиримидиновых азотистых оснований	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Суперпуть реутилизации пуриновых нуклеотидов	0,01	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0	0	0,01

Интересно, что в клетках *S. aureus* обнаружены гены окисления октана. Суперпуть деградации пуриновых дезоксирибонуклеозидов, а также реутилизации пуриновых нуклеотидов, также известный как «запасной путь синтеза пуриновых нуклеотидов» не был обнаружен у трех образцов St4, St7, St8 в нашем исследовании. Пуриновые нуклеотиды участвуют во многих аспектах клеточного метаболизма, включая структуру ДНК и РНК, служат кофакторами ферментов, участвуют в клеточной передаче сигналов, действуют как доноры фосфатных групп и генерируют клеточную энергию, что играет важную роль в нормальном функционировании организма. Роль отсутствия этого пути у бактерий, а в частности у *S. Aureus*, еще предстоит выяснить. Установлено, что мастит может вызывать повреждения в ДНК микроорганизмов, в том числе генов, ответственных за метаболизм пуриновых дезоксирибонуклеозидов, а также подавлять энергетический обмен. При этом, суперпути реутилизации пиримидиновых дезоксирибонуклеозидов были обнаружены у всех исследуемых штаммов *S. aureus*. Известно, что цитотоксический дезоксирибонуклеозид, вырабатываемый *S. Aureus*, направлен на уничтожение макрофагов человеческого и животного происхождения, чтобы максимизировать выживаемость внутри хозяина и является одним из главных факторов вирулентности *S. aureus* [14].

Также были обнаружены различия в пути разложения L-1,2-пропандиола, его присутствие обнаружилось только в образце под номером St5, в то время как в остальных образцах, этот путь отсутствовал. В исследовании Bobik T.A. et al. (1999) было показано, что *Salmonella enterica* может использовать (S)-пропан-1,2-диол в качестве источника углерода, и ее метаболизм может быть фактором вирулентности [15]. Возможно, подобными свойствами могут обладать и другие бактерии, однако для однозначного утверждения необходимо провести больше исследований.

Другие выявленные метаболические пути *S. aureus* представлены в таблице 3.

**Таблица 3 – Относительное содержание генов других метаболических путей, идентифицированных у *S. aureus* (St)**

Метаболический путь	St1	St2	St3	St4	St5	St6	St7	St8	St9
Аминоацилирование тРНК	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Ассимиляция формальдегида II	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Гликолиз	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Инициация биосинтеза жирных кислот	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Малолактическая ферментация	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Мевалонатный путь I	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Образование тиаминфосфата из пиритинамина и окситиамина	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Окисление формальдегида I	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Октановое окисление	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Орнитинный цикл	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Пентозофосфатный путь	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Пируватная ферментация до изобутанола	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Смешанное кислотное брожение	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Созревание пептидогликана	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Ферментация пирувата до ацетата и лактата	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
Фолатная трансформация	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Фосфорилирование пиримидиндезоксирибонуклеотидов	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Цикл Кальвина	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Элонгация насыщенных жирных кислот	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Во всех образцах бактерий *S. aureus* обнаружен путь гомолактической ферментации (окисление глюкозы с образованием двух молекул молочной кислоты) [16]. Выявлено наличие пути элонгации жирных кислот. Этот метаболический путь важен для построения мембран клеток у бактерий *S. aureus* и является одной из целей новых антимикробных препаратов [17]. Кроме того, в клетках *S. aureus* обнаружены гены смешаннокислого брожения. Этот путь превращает глюкозу в сложную и изменчивую смесь кислот и характерен для представителей *Enterobacteriaceae* [18].

Пути ассимиляции формальдегида также были обнаружены у бактерий, при этом эти метаболические пути более характерны для метанотрофных бактерий. По результатам секвенирования было выявлено, что в клетках *S. aureus* широко представлены различные пути метаболизма фолата (путь трансформации фолата II, путь трансформации фолата III, путь биосинтеза хоризмовых кис-

лот I, суперпуть биосинтеза тетрагидрофолата), подчеркивающее его очевидно большое значение для данного вида бактерий.

Центральный углеродный метаболизм является важным процессом, одним из элементов которого является пентозофосфатный путь [19]. В нашем исследовании это был один из наиболее обогащенных путей в *S. aureus* согласно данным высокопроизводительного секвенирования. Хотя наше понимание роли этих путей в метаболизме и того, как они могут способствовать патогенезу, ограничено. Исследование этих связей между метаболизмом и вирулентностью важно, поскольку пути, связанные с вирулентностью, являются потенциальными терапевтическими мишенями. Некоторые исследования демонстрируют, что пентозофосфатный путь *S. aureus* не только влияет на метаболизм, но и на многие аспекты вирулентности бактерий [20].

Еще один путь, который был идентифицирован для всех исследуемых *S. aureus* – мевалонатный путь I. Известно, что этот метаболический путь необходим для синтеза пептидогликана для роста клеток *S. aureus* [21].

**Заключение.** В клетках *S. aureus* с помощью высокопроизводительного секвенирования было идентифицировано 88 метаболических путей. Выявлено доминировали пути биосинтеза, наиболее распространенными из которых были: биосинтез 5-аминоимидазолрибонуклеотидов, биосинтез L-лизина, L-треонина и L-метионина II, биосинтез кофермента А, биосинтез L-изолейцина и биосинтез уридинмонофосфата. У бактерий *S. aureus* обнаружен путь синтеза N-ацетилглюкозамина. Ранее было показано, что этот путь важен для вирулентности бактерий. Также были выявлены пути биосинтеза орнитина. Наличие внутриклеточных пулов орнитина регулируют биосинтез важнейшей аминокислоты аргинина у *S. aureus* в отсутствие глюкозы. Выявлено наличие пути элонгации жирных кислот, который важен для построения мембран клеток у бактерий *S. aureus* и является одной из целей новых antimicrobных препаратов. Были обнаружены различия в пути разложения L-1,2-пропандиола, его присутствие обнаружилось только в одном образце. Возможно, метаболизм этого вещества может быть фактором вирулентности бактерий.

Центральный углеродный метаболизм является важным процессом, одним из элементов которого является пентозофосфатный путь. Это был один из наиболее обогащенных путей в *S. aureus*. Хотя наше понимание роли этих путей в метаболизме и того, как они могут способствовать патогенезу, ограничено, исследование этих связей между метаболизмом и вирулентностью важно, поскольку пути, связанные с вирулентностью, являются потенциальными терапевтическими мишенями.

**Conclusion.** 88 metabolic pathways have been identified in *S. aureus* cells using high-throughput sequencing. Biosynthesis pathways were strongly dominated, the most common of which were: biosynthesis of 5-aminoimidazole ribonucleotides, biosynthesis of L-lysine, L-threonine and L-methionine II, biosynthesis of coenzyme A, biosynthesis of L-isoleucine and biosynthesis of uridine monophosphate. A pathway for the synthesis of N-acetylglucosamine has been found in *S. aureus* bacteria. It has previously been shown that this pathway is important for bacterial virulence. Ornithine biosynthesis pathways have also been identified. The presence of intracellular pools of ornithine regulates the biosynthesis of the most important amino acid arginine in *S. aureus* in the absence of glucose. The presence of a fatty acid elongation pathway has been revealed, which is important for the construction of cell membranes in *S. aureus* bacteria and is one of the goals of new antimicrobial drugs. Differences in the decomposition pathway of L-1,2-propanediol were found, its presence was found in only one sample. Perhaps the metabolism of this substance may be a factor in the virulence of bacteria.

Central carbon metabolism is an important process, one of the elements of which is the pentose phosphate pathway. This was one of the most enriched pathways in *S. aureus*. Although our understanding of the role of these pathways in metabolism, and how they can contribute to pathogenesis, is limited investigating these links between metabolism and virulence is important because virulence-related pathways are potential therapeutic targets.

**Список литературы.** 1. Diversity and pathogenesis of *Staphylococcus aureus* from bovine mastitis: current understanding and future perspectives / B. Campos [et al] // *BMC Vet Res.* – 2022. – Vol. 18. – P. 115. 2. Côté-Gravel, J. Symposium review: Features of *Staphylococcus aureus* mastitis pathogenesis that guide vaccine development strategies / J. Côté-Gravel, F. Malouin // *J Dairy Sci.* – 2019. – Vol. 102 (5). – P. 4727–4740. 3. Amino Acid Catabolism in *Staphylococcus aureus* and the Function of Carbon Catabolite Repression / C.R. Halsey [et al] // *mBio.* – 2017. – Vol. 8 (1). – P. e01434-16. 4. Thomsen, I.P. Targeting fundamental pathways to disrupt *Staphylococcus aureus* survival: clinical implications of recent discoveries / I.P. Thomsen, G.Y. Liu // *JCI Insight.* – 2018. – Vol. 3 (5). – P. e98216, 98216. 5. Identification of potential targets in *Staphylococcus aureus* N315 using computer aided protein data analysis / M. Hossain [et al] // *Bioinformatics.* – 2013. – Vol. 9 (4). – P. 187-192. 6. Poly-N-acetylglucosamine production in *Staphylococcus aureus* is essential for virulence in murine models of systemic infection / A. Kropec [et al] // *Infect Immun.* – 2005. – Vol. 73 (10). – P. 6868-6876. 7. Catabolic Ornithine Carbamoyltransferase Activity Facilitates Growth of *Staphylococcus aureus* in Defined Medium Lacking Glucose and Arginine / I. Reslane [et al] // *mBio.* – 2022. – Vol. 13 (3). – P. e0039522. 8. Pyranocoumarin derivative LP4C targeting of pyrimidine de novo synthesis pathway inhibits MRSA biofilm and virulence / Y. Liu [et al] // *Front Pharmacol.* – 2022. – Vol. 13. – P.

959736. 9. The deoxyxylulose phosphate pathway of terpenoid biosynthesis in plants and microorganisms / W. Eisenreich [et al] // *Chemistry & Biology*. – 1998. – Vol. 5 (9). – P. R221-R233. 10. Nitroisobenzofuranone, a small molecule inhibitor of multidrug-resistant *Staphylococcus aureus*, targets peptidoglycan biosynthesis / V. Rawat [et al] // *Chem Commun (Camb)*. – 2022. – Vol. 58 (83). – P. 11669-11672. 11. From the regulation of peptidoglycan synthesis to bacterial growth and morphology / A. Typas [et al] // *Nat Rev Microbiol*. – 2011. – Vol. 10 (2). – P. 123-136. 12. Occurrence of *D*-alanyl-(*D*)-meso-diaminopimelic acid and meso-diaminopimelyl-meso-diaminopimelic acid interpeptide linkages in the peptidoglycan of *Mycobacteria* / J. Wietzerbin [et al] // *Biochemistry*. – 1974. – Vol. 13 (17). – P. 3471-3476. 13. Muduli, S. The coordinated action of the enzymes in the L-lysine biosynthetic pathway and how to inhibit it for antibiotic targets / S. Muduli, S. Karmakar, S. Mishra // *Biochim Biophys Acta Gen Subj*. – 2023. – Vol. 1867 (5). – P. 130320. 14. Targeting host deoxycytidine kinase mitigates *Staphylococcus aureus* abscess formation / V. Winstel [et al] // *bioRxiv*. – 2023. – P. 2023.08.18.553822. 15. The propanediol utilization (*pdu*) operon of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium LT2 includes genes necessary for formation of polyhedral organelles involved in coenzyme B(12)-dependent 1, 2-propanediol degradation / T.A. Bobik [et al] // *J Bacteriol*. – 1999. – Vol. 181 (19). – P. 5967–5975. 16. Hofvendahl, K. Factors affecting the fermentative lactic acid production from renewable resources / K. Hofvendahl, B. Hahn-Hägerdal // *Enzyme Microb Technol*. – 2000. – Vol. 26 (2-4). – P. 87-107. 17. Host Fatty Acid Utilization by *Staphylococcus aureus* at the Infection Site / M.W. Frank [et al] // *mBio*. – 2020. – Vol. 11 (3). – P. e00920-20. 18. Formate hydrogen lyase mediates stationary-phase deacidification and increases survival during sugar fermentation in acetoin-producing enterobacteria / B. Vivijis [et al] // *Front Microbiol*. – 2015. – Vol. 6. – P. 150. 19. Comparison of the regulation, metabolic functions, and roles in virulence of the glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase homologues *gapA* and *gapB* in *Staphylococcus aureus* / J. Purves [et al] // *Infect Immun*. – 2010. – Vol. 78 (12). – P. 5223-5232. 20. Impact of the pentose phosphate pathway on metabolism and pathogenesis of *Staphylococcus aureus* / J. Kim [et al] // *PLoS Pathog*. – 2023. – Vol. 19 (7). – P. e1011531. 21. A critical role of mevalonate for peptidoglycan synthesis in *Staphylococcus aureus* / Y. Matsumoto [et al] // *Sci Rep*. – 2016. – Vol. 6. – P. 22894.

**References.** 1. Diversity and pathogenesis of *Staphylococcus aureus* from bovine mastitis: current understanding and future perspectives / B. Campos [et al] // *BMC Vet Res*. – 2022. – Vol. 18. – P. 115. 2. Côté-Gravel, J. Symposium review: Features of *Staphylococcus aureus* mastitis pathogenesis that guide vaccine development strategies / J. Côté-Gravel, F. Malouin // *J Dairy Sci*. – 2019. – Vol. 102 (5). – P. 4727–4740. 3. Amino Acid Catabolism in *Staphylococcus aureus* and the Function of Carbon Catabolite Repression / C.R. Halsey [et al] // *mBio*. – 2017. – Vol. 8 (1). – P. e01434-16. 4. Thomsen, I.P. Targeting fundamental pathways to disrupt *Staphylococcus aureus* survival: clinical implications of recent discoveries / I.P. Thomsen, G.Y. Liu // *JCI Insight*. – 2018. – Vol. 3 (5). – P. e98216, 98216. 5. Identification of potential targets in *Staphylococcus aureus* N315 using computer aided protein data analysis / M. Hossain [et al] // *Bioinformation*. – 2013. – Vol. 9 (4). – P. 187-192. 6. Poly-N-acetylglucosamine production in *Staphylococcus aureus* is essential for virulence in murine models of systemic infection / A. Kropec [et al] // *Infect Immun*. – 2005. – Vol. 73 (10). – P. 6868-6876. 7. Catabolic Ornithine Carbamoyltransferase Activity Facilitates Growth of *Staphylococcus aureus* in Defined Medium Lacking Glucose and Arginine / I. Reslane [et al] // *mBio*. – 2022. – Vol. 13 (3). – P. e0039522. 8. Pyranocoumarin derivative LP4C targeting of pyrimidine de novo synthesis pathway inhibits MRSA biofilm and virulence / Y. Liu [et al] // *Front Pharmacol*. – 2022. – Vol. 13. – P. 959736. 9. The deoxyxylulose phosphate pathway of terpenoid biosynthesis in plants and microorganisms / W. Eisenreich [et al] // *Chemistry & Biology*. – 1998. – Vol. 5 (9). – P. R221-R233. 10. Nitroisobenzofuranone, a small molecule inhibitor of multidrug-resistant *Staphylococcus aureus*, targets peptidoglycan biosynthesis / V. Rawat [et al] // *Chem Commun (Camb)*. – 2022. – Vol. 58 (83). – P. 11669-11672. 11. From the regulation of peptidoglycan synthesis to bacterial growth and morphology / A. Typas [et al] // *Nat Rev Microbiol*. – 2011. – Vol. 10 (2). – P. 123-136. 12. Occurrence of *D*-alanyl-(*D*)-meso-diaminopimelic acid and meso-diaminopimelyl-meso-diaminopimelic acid interpeptide linkages in the peptidoglycan of *Mycobacteria* / J. Wietzerbin [et al] // *Biochemistry*. – 1974. – Vol. 13 (17). – P. 3471-3476. 13. Muduli, S. The coordinated action of the enzymes in the L-lysine biosynthetic pathway and how to inhibit it for antibiotic targets / S. Muduli, S. Karmakar, S. Mishra // *Biochim Biophys Acta Gen Subj*. – 2023. – Vol. 1867 (5). – P. 130320. 14. Targeting host deoxycytidine kinase mitigates *Staphylococcus aureus* abscess formation / V. Winstel [et al] // *bioRxiv*. – 2023. – P. 2023.08.18.553822. 15. The propanediol utilization (*pdu*) operon of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium LT2 includes genes necessary for formation of polyhedral organelles involved in coenzyme B(12)-dependent 1, 2-propanediol degradation / T.A. Bobik [et al] // *J Bacteriol*. – 1999. – Vol. 181 (19). – P. 5967–5975. 16. Hofvendahl, K. Factors affecting the fermentative lactic acid production from renewable resources / K. Hofvendahl, B. Hahn-Hägerdal // *Enzyme Microb Technol*. – 2000. – Vol. 26 (2-4). – P. 87-107. 17. Host Fatty Acid Utilization by *Staphylococcus aureus* at the Infection Site / M.W. Frank [et al] // *mBio*. – 2020. – Vol. 11 (3). – P. e00920-20. 18. Formate hydrogen lyase mediates stationary-phase deacidification and increases survival during sugar fermentation in acetoin-producing enterobacteria / B. Vivijis [et al] // *Front Microbiol*. – 2015. – Vol. 6. – P. 150. 19. Comparison of the regulation, metabolic functions, and roles in virulence of the glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase homologues *gapA* and *gapB* in *Staphylococcus aureus* / J. Purves [et al] // *Infect Immun*. – 2010. – Vol. 78 (12). – P. 5223-5232. 20. Impact of the pentose phosphate pathway on metabolism and pathogenesis of *Staphylococcus aureus* / J. Kim [et al] // *PLoS Pathog*. – 2023. – Vol. 19 (7). – P. e1011531. 21. A critical role of mevalonate for peptidoglycan synthesis in *Staphylococcus aureus* / Y. Matsumoto [et al] // *Sci Rep*. – 2016. – Vol. 6. – P. 22894.

Поступила в редакцию 13.02.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-95-100  
УДК 579.62: 577.29

### АНАЛИЗ ГЕНОВ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ *ESCHERICHIA COLI* ИЗ КИШЕЧНИКА ПОРОСЯТ С ДИАРРЕЕЙ

\*, \*\*, \*\*\*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,  
\*\*Буракова И.Ю. ORCID ID 0000-0002-5881-0845, \*\*Смирнова Ю.Д. ORCID ID 0000-0002-5820-1804,  
\*\*, \*\*\*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 инженерных технологий»,  
г. Воронеж, Российская Федерация

\*\*\*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»,  
г. Воронеж, Российская Федерация

*Работа посвящена анализу распространенности генов антибиотикорезистентности в культурах *E. coli*, изолированных из кишечника поросят с диареей. С использованием высокопроизводительного секвенирования удалось выявить 26 генов антибиотикорезистентности. Они относились к 7 группам антибиотиков: аминогликозиды, бета-лактамы, хинолоны, сульфонамиды, тетрациклины, диаминопиримидины, фениколы. Относительная обильность гена *QnrD* была максимальной в исследуемой выборке изолятов *E. coli* (50%). Для остальных последовательностей генов антибиотикорезистентности процентное соотношение каждой отдельной группы генов не превышало 10%. Наибольшее количество разнообразий генов было характерно для класса генов резистентности к бета-лактамам (*AmpC1\_Ecoli*, *OXA-10*, *OXA-14*, *OXA-16*, *Penicillin\_Binding\_Protein\_Ecoli*, *TEM-143*, *TEM-166*, *TEM-215* и *TEM-76*, *TEM-95*). **Ключевые слова:** поросята, кишечник, гены, антибиотикорезистентность, высокопроизводительное секвенирование, антибиотик.*

### ANALYSIS OF ANTIBIOTIC RESISTANCE GENES OF *ESCHERICHIA COLI* FROM THE GUT OF THE PIGLETS WITH DIARRHEA

\*, \*\*, \*\*\*Syromyatnikov M.Yu., \*Shabunin S.V., \*\*, \*\*\*Nesterova E.Yu., \*\*Gladkikh M.I., \*\*Burakova I.Yu.,  
\*\*Smirnova Yu.D., \*\*, \*\*\*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 of Engineering Technologies", Voronezh, Russian Federation

\*\*\*FSBEI HE "Voronezh State University", Voronezh, Russian Federation

*The study is devoted to the analysis of the prevalence of antibiotic resistance genes in cultures of *E. coli* isolated from the gut of the piglets with diarrhea. With the use of high-throughput sequencing, it was possible to identify 26 antibiotic resistance genes. They belonged to 7 groups of antibiotics: aminoglycosides, beta-lactam antibiotics, quinolones, sulfonamides, tetracyclines, diaminopyrimidine, phenicols. The relative abundance of the *QnrD* gene was maximal in the studied sample of *E. coli* isolates (50%). For other sequences of antibiotic resistance genes, the percentage ratio of each separate group of genes did not exceed 10%. The largest number of gene variants was characteristic of the class of genes resistant to beta-lactam antibiotics (*AmpC1\_Ecoli*, *OXA-10*, *OXA-14*, *OXA-16*, *Penicillin\_Binding\_Protein\_Ecoli*, *TEM-143*, *TEM-166*, *TEM-215* and *TEM-76*, *TEM-95*). **Keywords:** piglets, gut, genes, antibiotic resistance, high-throughput sequencing, antibiotic.*

**Введение.** Антибиотики применяются в медицине и одновременно широко используются в сельском хозяйстве [1]. Животноводство наиболее часто сталкивается с необходимостью применения антибиотиков для лечения различных заболеваний, их профилактики, обработки помещений содержания, более активного набора мышечной массы животных и, соответственно, нуждается в глубоком изучении проблемы антибиотикорезистентности [2].

Антибиотики являются кормовой добавкой и в малых дозах стимулируют рост животных, однако следствием их содержания в корме является увеличение уровня резистентности микроорганизмов. Многие сельскохозяйственные животные являются резервуаром антибиотикорезистентных бактерий, таких как *Campylobacter* spp., *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. и др. Контроль здоровья сельскохозяйственных животных – важнейший аспект ведения хозяйства. Бактериальные и вирусные болезни, например, стафилококкоз, эшерихиоз, сальмонеллез, отечная болезнь свиней, псевдомоноз, пастереллез, могут приводить к падежу скота [3].

Применение антибиотиков увеличило эффективность животноводства, однако споры относительно пользы этих препаратов в сельском хозяйстве актуальны. В настоящее время наблюдается тенденция отказа от антибиотиков и стремление снизить проблему резистентности путем изменения структуры рынка и разработки новых решений на замену старым [4]. Антибиотикорезистент-

ность в животноводстве – не только глобальная экономическая проблема, она также несет угрозу человеку при потреблении с пищей остатков лекарственных средств. Селекция резистентных кишечных бактерий, нарушение микробного состава кишечника и аллергические реакции – лишь некоторые из возможных последствий употребления остаточного количества антибиотиков в продуктах питания. Для ряда антибиотиков доказано существование токсичности, канцерогенности, мутагенности, следовательно, для них не может быть установлена допустимая суточная доза, и они не могут использоваться у продуктивных животных [5]. Наличие генов антибиотикорезистентности может предполагать наличие резистентных к антибиотикам штаммов бактерий. Поэтому важно проводить мониторинг присутствия тех или иных генов антибиотикорезистентности у сельскохозяйственных животных, в первую очередь свиней, кур и коров. Это позволит вовремя корректировать терапию и повышать биобезопасность продукции животноводства.

**Цель исследований** – анализ наличия и распространенности генов антибиотикорезистентности у культур *E. coli*, изолированных из кишечника поросят с признаками диареи с помощью метода высокопроизводительного секвенирования.

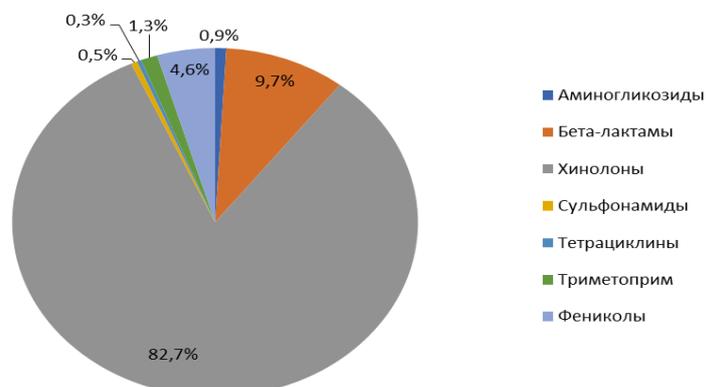
**Материалы и методы исследований.** Штаммы *E. coli*, изолированные из кишечника поросят (возрастом 2-5 суток) с признаками диареи. Всего было изолировано 5 культур кишечной палочки от 5 животных.

Выделение ДНК осуществляли коммерчески доступным набором HiPure DNA Micro Kit (Magen, Гуанчжоу, Китай) согласно протоколу производителя. Для приготовления библиотек использовали коммерческий набор MGIEasy Fast FS Library Prep Module (MGI, Шэньчжэнь, Китай). Очистку библиотек секвенирования осуществляли с помощью магнитных частиц MGIEasy DNA Clean Beads (MGI, Шэньчжэнь, Китай). Адаптеры лигировали с помощью набора адаптеров A для праймеров MGIEasy UDB (MGI, Шэньчжэнь, Китай). Качество полученных библиотек оценивалось коммерчески доступным набором Qubit dsDNA HS Assay Kit (Invitrogen, Уолтем, Массачусетс, США) на приборе Qubit (США). Циркуляризацию проводили с помощью модуля MGIEasy Dual Barcode Circularization Module (MGI, Шэньчжэнь, Китай).

Объединение библиотек и секвенирование проводили с использованием платформы MGI DNBSEQ-G50 с моделью проточной ячейки для секвенирования DNBSEQ-G50RS: FCL (MGI, Шэньчжэнь, Китай). DNB создавали набором DNBSEQ-G50RS. Оценка качества необработанных данных проводилась с помощью FastQC. При этом, последовательности, где  $Q < 30$ , расценивались как базы низкого качества.

С помощью программного обеспечения GROOT проводилось профилирование резистома с помощью заранее рассчитанного индекса ARG-ANNOT. Оно осуществлялось за счет графического представления наборов генов с локально-чувствительной схемой индексации, чтобы обеспечить быструю классификацию считываний метагеномных последовательностей по сходству. Иерархическое выравнивание классифицированных ридов позволяет точно выявить 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.** Анализ результатов высокопроизводительного секвенирования изолятов *E. coli* от поросят с диареей позволил получить в общей сложности 83448 ридов, соответствующих генам антибиотикорезистентности 7 различных групп. На основании этих данных было установлено, что большая часть прочтений принадлежала к группе генов устойчивости к хинолонам (более 80%). Наименьшее количество нуклеотидных последовательностей в исследованных образцах принадлежало генам резистентности к аминогликозидным, сульфонамидным и тетрациклиновым антибиотикам, что соответствовало менее 1% (рисунок 1).



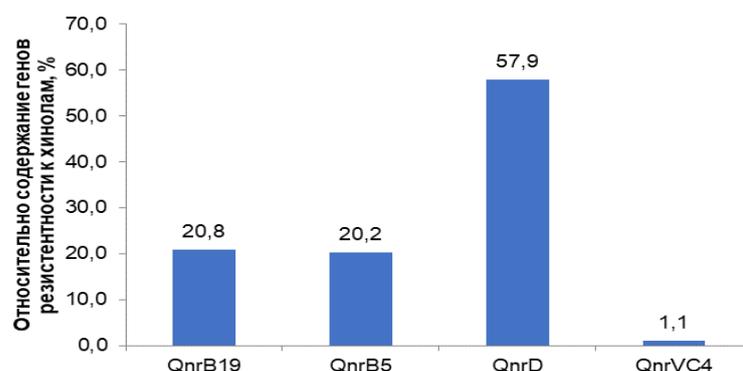
**Рисунок 1 – Относительное содержание генов резистентности к антибиотикам в кишечнике поросят**

Биоинформатический анализ прочтений позволил идентифицировать 26 генов антибиотикорезистентности. Принадлежность к группе каждого из них отражена в таблице 1.

**Таблица 1 – Гены антибиотикорезистентности и соответствующие им классы антибиотиков**

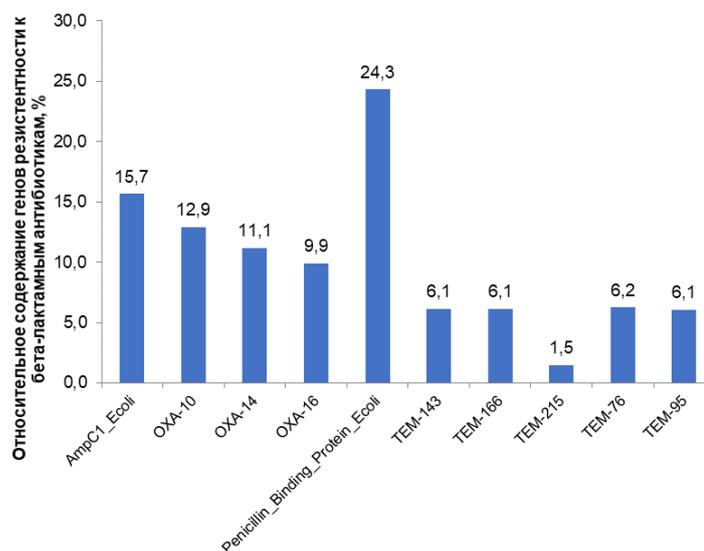
№	Классы	Сокр.	Гены устойчивости
1	Аминогликозиды	(AGly)	<i>Aac6-Aph2, Aac6-Ir, StrA, StrB</i>
2	Бета-лактамы	(Bla)	<i>AmpC1_Ecoli; OXA-10, OXA-14, OXA-16; Penicillin_Binding_Protein_Ecoli; TEM-143, TEM-166, TEM-215, TEM-76, TEM-95</i>
3	Хинолоны	(Flq)	<i>QnrB19, QnrB5, QnrD, QnrVC4</i>
4	Сульфонамиды	(Sul)	<i>SulI</i>
5	Тетрациклины	(Tet)	<i>TetD</i>
6	Триметоприм	(Tmt)	<i>DfrA1, DfrA14, DfrA27</i>
7	Фениколы	(Phe)	<i>CmlA5, CmlA1; FloR</i>

На рисунке 2 изображена относительная обильность генов резистентности к хинольным антибиотикам. В образцах было детектировано 4 разновидности генов устойчивости к хинолам: *QnrB19*, *QnrB5*, *QnrD* и *QnrVC4*. Доминирующим среди них оказался ген *QnrD* – 39 925 прочтений, что соответствовало содержанию порядка 59% относительно других генов данной выборки. Ранее было установлено, что штаммы *E. coli*, содержащие плазмиду с этим геном, могут обладать мультирезистентностью к большинству применяемых в сельском хозяйстве антибиотиков. Это связывают с комплексным взаимодействием *qnrD*-плазмид и особых комплексов устойчивости, располагающихся на интегронах класса А [6].



**Рисунок 2 – Распространенность генов антибиотикорезистентности к хинолам**

С помощью высокопроизводительного секвенирования было идентифицировано 10 генов устойчивости к антибиотикам бета-лактамы группы. Наибольшей обильностью характеризовался *Penicillin\_Binding\_Protein\_Ecoli* (24%) (рисунок 3).



**Рисунок 3 – Распространенность генов антибиотикорезистентности к бета-лактамам**

В пределах от 11 до 15% варьировал показатель встречаемости генов *AmpC1\_Ecoli* (15%), *OXA-10* (12%) и *OXA-14* (11%). Распространенность гена *OXA-16* составляла 9% относительно данной выборки, а генов *TEM-143*, *TEM-166*, *TEM-76* и *TEM-95* – 6%. Лишь 1% прочтений приходился на ген *TEM-215*. Как правило, резистентность к антибиотикам бета-лактамовой группы ассоциирована с наличием в геноме бактерий мобильных генетических элементов – геномных островков, способных быстро эволюционировать, а также повышенным синтезом  $\beta$ -лактамаз класса А и иных типов, связанных с плазмидами. Наряду с ними, хромосомные мутации способны вызывать развитие устойчивости к определенным антибиотикам, например, за счет изменения в функционировании откачивающих насосов [7].

Антибиотики группы фениколов относятся к препаратам широкого спектра действия, применяемых в животноводстве в качестве средств для лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта и болезней дыхательных путей. В исследуемых образцах было обнаружено 3 варианта генов, характеризующихся устойчивостью к данным антибиотикам: *CmlA5* (52%), *CmlA1* (44%) и *FloR* (2%) (рисунок 4).

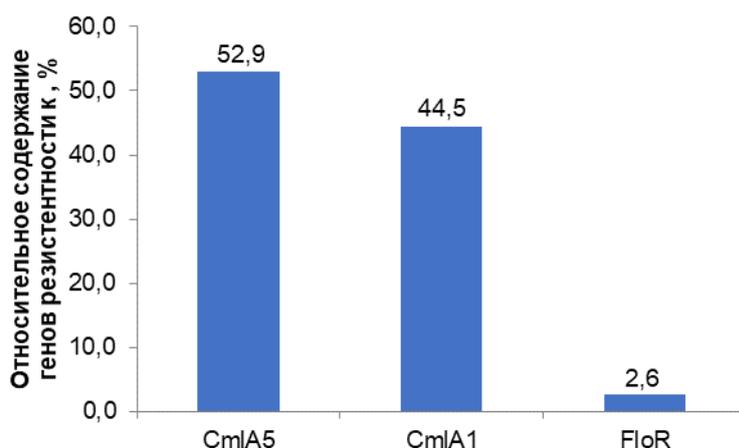


Рисунок 4 – Распространенность генов антибиотикорезистентности к фениколам

Гены группы *CmlA* и *FloR* обеспечивают устойчивость бактериальных штаммов к флорфениколу. Главным образом подобная резистентность объясняется наличием интегронов класса А в составе бактериальных культур, а также конъюгативных плазмид, содержащих данные гены [8].

Детальный анализ изолятов *E. coli* позволил выявить 3 гена устойчивости к триметоприму. К ним относят *DfrA1*, *DfrA14* и *DfrA27* (рисунок 5).

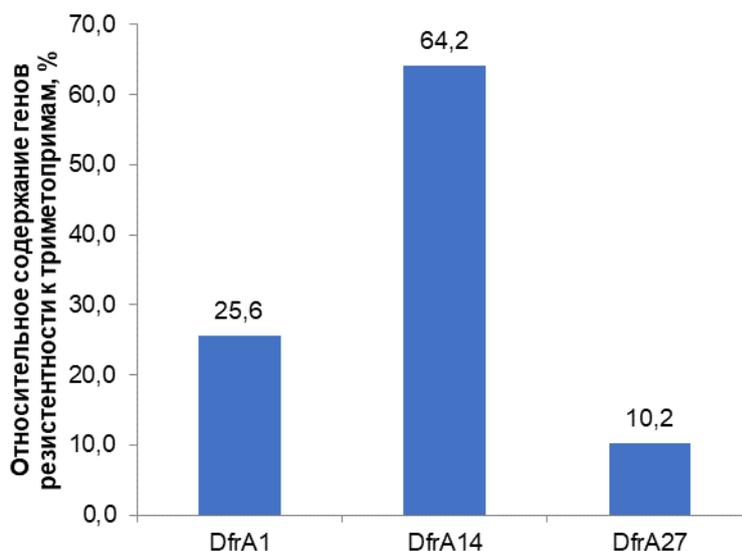
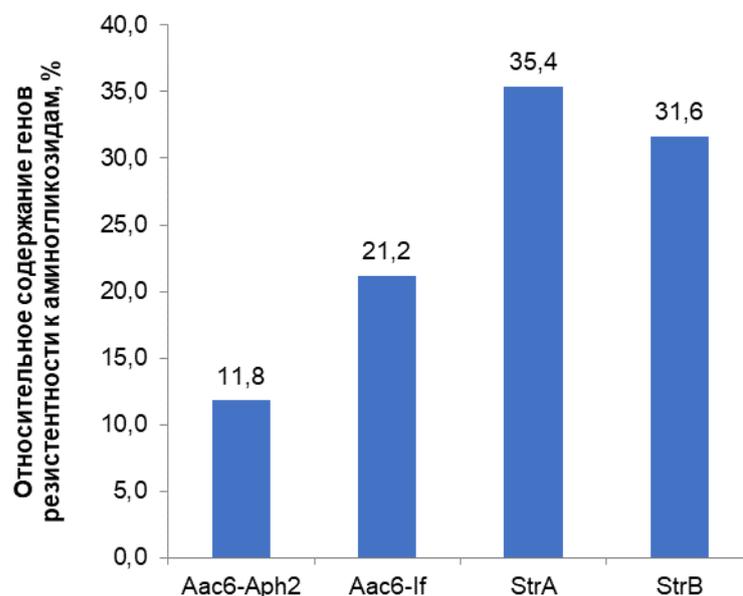


Рисунок 5 – Распространенность генов антибиотикорезистентности к триметоприму

Среди исследуемых образцов штаммов *E. coli* самым распространенным оказался ген *DfrA14*, его значение относительной обильности составило 64%. Процентное количество гена резистентности *DfrA1* было равно 25%. Развитие подобной резистентности может быть связано с отсутствием в клетке *E. coli* периплазматического глутатиона, который влияет на противомикробные свойства триметоприма [9].

Биоинформатический анализ генома штаммов *E. coli*, изолированных из кишечника поросят с диареей, позволил выявить 4 гена устойчивости *Aac6-Aph2*, *Aac6-Ir*, *StrA* и *StrB*, которые принадлежали к противомикробным препаратам аминогликозидной группы (рисунок 6).



**Рисунок 6 – Распространенность генов антибиотикорезистентности к аминогликозидам**

Наиболее часто встречающимися генами, ассоциированными с аминогликозидами, оказались *StrA* и *StrB*. При этом ген *StrA* доминировал в исследуемой выборке (35%). Минимальные значения относительной обильности были характерны для гена *Aac6-Aph2* (11%), в то время как количество *Aac6-Ir* составило порядка 21% среди всех детектированных последовательностей. Такое распространение *StrA* и *StrB* относительно других генов, принадлежащих к антибиотикам аминогликозидной группы, можно объяснить генетической связью между цистронами рибосомальных белков 30S и локусом последовательности гена резистентности *Str*, которая позволяет им эффективнее трансформироваться в бактериальные клетки [10].

Результаты высокопроизводительного секвенирования изолятов *E. coli* позволили выявить наличие двух генов устойчивости к двум противомикробным препаратам. Ими оказались тетрациклин и ассоциированный с ним ген *TetD*, а также сульфонамиды и ген *Sull*. Данные гены встречались в образцах, принадлежащих к одному животноводческому комплексу, а их значения относительной обильности не превышали 3%.

**Заключение.** По результатам проведенных исследований в изолированных клетках *E. coli* было идентифицировано 26 генов резистентности к 7 классам антибиотиков: аминогликозидам, бета-лактамам, хинолонам, сульфонамидам, тетрациклинам, триметоприму и фениколам. Самым распространенным геном оказался *QnrD*, вызывающий устойчивость к хинолонам. На долю этого гена приходилось 50% полученных «ридов» секвенирования. Для остальных последовательностей процентное соотношение каждой отдельной группы генов не превышало 10%. При этом относительное содержание генов устойчивости к аминогликозидам, сульфонамидам и тетрациклинам в анализируемой выборке составляло менее 1%. Наибольшее количество разновидностей генов было характерно для класса генов резистентности к бета-лактамам. К ним относились: *AmpC1\_Ecoli*, *OXA-10*, *OXA-14*, *OXA-16*, *Penicillin\_Binding\_Protein\_Ecoli*, *TEM-143*, *TEM-166*, *TEM-215* и *TEM-76*, *TEM-95*.

Вопрос антибиотикорезистентности в сельском хозяйстве является большой проблемой по причине серьезных последствий для экономической составляющей производства, а также потенциального неблагоприятного воздействия на здоровье человека. На основании этого, наши данные являются вкладом в изучение проблемы антибиотикорезистентности бактериальных штаммов, вызывающих диарею у поросят.

**Conclusion.** Based on the results, 26 resistance genes to 7 classes of antibiotics were identified in isolated *E. coli* cells: aminoglycosides, beta-lactam antibiotics, quinolones, sulfonamides, tetracyclines,

trimethoprim and phenicols. The most common gene was *QnrD*, which causes resistance to quinolones. This gene accounted for 50% of the resulting sequencing reads. For the remaining sequences, the percentage of each individual gene group did not exceed 10%. At the same time, the relative content of resistance genes to aminoglycosides, sulfonamides and tetracyclines in the analyzed sample was less than 1%. The largest number of gene varieties was characteristic of the class of genes resistant to beta-lactam antibiotics. These included: *AmpC1\_Ecoli*, *OXA-10*, *OXA-14*, *OXA-16*, *Penicillin\_Binding\_Protein\_Ecoli*, *TEM-143*, *TEM-166*, *TEM-215* and *TEM-76*, *TEM-95*.

The issue of antibiotic resistance in agriculture is a major concern due to the serious economic implications of production as well as the potential adverse impact on human health. Based on this, our data contribute to the study of the problem of antibiotic resistance of bacterial strains that cause diarrhea in piglets.

**Список литературы.** 1. Fluit, A.C. Molecular detection of antimicrobial resistance / A.C. Fluit, M.R. Visser, F.J. Schmitz // *Clin Microbiol Rev.* – 2001 – No. 14, (4) – P. 836-71. doi 10.1128/CMR.14.4.836-871.2001. 2. Белая, Я.С. Проблема антибиотикорезистентности микроорганизмов в современном мире / Я.С. Белая, В.О. Лемешевский. – Минск : Белорусский государственный университет, 2020. – С. 145 - 150. 3. Removal of antibiotic resistance genes and mobile genetic elements in a three-stage pig manure management system: The implications of microbial community structure / Zhao S. [i dr.] // *J Environ Manage.* – 2022 – P. 116185. doi 10.1016/j.jenvman.2022.116185. 4. Davies, J. Origins and evolution of antibiotic resistance / J. Davies, D. Davies // *Microbiol Mol Biol Rev.* – 2010. – No. 74, (3) – P. 417-33. doi 10.1128/MMBR.00016-10. 5. Pig manure treatment strategies for mitigating the spread of antibiotic resistance / M. Zalewska [i dr.] // *Sci Rep.* – 2023. – No. 13, (1) – P. 11999. doi 10.1038/s41598-023-39204-4. 6. A *qnrD*-plasmid promotes biofilm formation and class 1 integron gene cassette rearrangements in *Escherichia coli* / A. Babosan [i dr.] // *Antibiotics (Basel).* – 2022. – No. 11, (6). – P. 715. doi: 10.3390/antibiotics11060715. 7. Emergence of resistance to quinolones and  $\beta$ -lactam antibiotics in enteroaggregative and enterotoxigenic *Escherichia coli* causing traveler's diarrhea / E. Guiral [i dr.] // *Antimicrobial Agents and Chemotherapy.* – 2019. – No. 63, (2). – P. e01745-18. doi 10.1128/AAC.01745-18. 8. Plasmid-mediated florfenicol resistance encoded by the *floR* gene in *Escherichia coli* isolated from cattle / A. Cloeckaert [i dr.] // *Antimicrobial Agents and Chemotherapy.* – 2000. – No. 44, (10). – P. 2858-60. doi 10.1128/AAC.44.10.2858-2860.2000. 9. Reducing the periplasmic glutathione content makes *Escherichia coli* resistant to trimethoprim and other antimicrobial drugs / Y. Song [i dr.] // *Microbiology Spectrum.* – 2021. – No. 9, (3). – P. e0074321. doi 10.1128/Spectrum.00743-21. 10. O'Neil, D.M. Cotransduction of *strA* and ribosomal protein cistrons in *Escherichia coli*-*Salmonella typhimurium* hybrids / D.M. O'Neil, P.S. Sypherd // *Journal of Bacteriology.* – 1971. – No. 105, (3). – P. 947-56. doi 10.1128/jb.105.3.947-956.1971.

**References.** 1. Fluit, A.S. Molecular detection of antimicrobial resistance / A.S. Fluit, M.R. Visser, F.J. Schmitz // *Clin Microbiol Rev.* – 2001 – No. 14, (4) – P. 836-71. doi 10.1128/CMR.14.4.836-871.2001. 2. Belaya, YA.S. Problema antibiotikorezistentnosti mikroorganizmov v sovremennom mire / YA.S. Belaya, V.O. Lemeshevskij. – Minsk : Belorusskij gosudarstvennyj universitet, 2020. – S. 145 - 150. 3. Removal of antibiotic resistance genes and mobile genetic elements in a three-stage pig manure management system: The implications of microbial community structure / Zhao S. [i dr.] // *J Environ Manage.* – 2022 – P. 116185. doi 10.1016/j.jenvman.2022.116185. 4. Davies, J. Origins and evolution of antibiotic resistance / J. Davies, D. Davies // *Microbiol Mol Biol Rev.* – 2010. – No. 74, (3) – P. 417-33. doi 10.1128/MMBR.00016-10. 5. Pig manure treatment strategies for mitigating the spread of antibiotic resistance / M. Zalewska [i dr.] // *Sci Rep.* – 2023. – No. 13, (1) – P. 11999. doi 10.1038/s41598-023-39204-4. 6. A *qnrD*-plasmid promotes biofilm formation and class 1 integron gene cassette rearrangements in *Escherichia coli* / A. Babosan [i dr.] // *Antibiotics (Basel).* – 2022. – No. 11, (6). – P. 715. doi: 10.3390/antibiotics11060715. 7. Emergence of resistance to quinolones and  $\beta$ -lactam antibiotics in enteroaggregative and enterotoxigenic *Escherichia coli* causing traveler's diarrhea / E. Guiral [i dr.] // *Antimicrobial Agents and Chemotherapy.* – 2019. – No. 63, (2). – P. e01745-18. doi 10.1128/AAC.01745-18. 8. Plasmid-mediated florfenicol resistance encoded by the *floR* gene in *Escherichia coli* isolated from cattle / A. Cloeckaert [i dr.] // *Antimicrobial Agents and Chemotherapy.* – 2000. – No. 44, (10). – P. 2858-60. doi 10.1128/AAC.44.10.2858-2860.2000. 9. Reducing the periplasmic glutathione content makes *Escherichia coli* resistant to trimethoprim and other antimicrobial drugs / Y. Song [i dr.] // *Microbiology Spectrum.* – 2021. – No. 9, (3). – P. e0074321. doi 10.1128/Spectrum.00743-21. 10. O'Neil, D.M. Cotransduction of *strA* and ribosomal protein cistrons in *Escherichia coli*-*Salmonella typhimurium* hybrids / D.M. O'Neil, P.S. Sypherd // *Journal of Bacteriology.* – 1971. – No. 105, (3). – P. 947-56. doi 10.1128/jb.105.3.947-956.1971.

Поступила в редакцию 13.02.2024.

# СОДЕРЖАНИЕ

## Ветеринария

1. **АНАЛИЗ ЗАРАЖЕННОСТИ ЖВАЧНЫХ ЖИВОТНЫХ ГЕЛЬМИНТОЗАМИ В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ** 4  
**Акимова С.А., Ряднов А.А., Злепкин Д.А., Фоменко С.А., Минченко Л.А.**  
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»,  
г. Волгоград, Российская Федерация
2. **ИММУНОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС ТЕЛЯТ, РОЖДЕННЫХ ОТ КОРОВ С СИНДРОМОМ ХРОНИЧЕСКОГО СИСТЕМНОГО ВОСПАЛЕНИЯ** 9  
**Востроилова Г.А., Шапошников И.Т., Бригадиров Ю.Н., Жуков М.С., Сашнина Л.Ю., Акулова К.О., Якимчук О.В.**  
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация
3. **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТОВ «ИЗОФЛУРАН» И «ПРОПОФОЛ» ПРИ ОВАРИОГИСТЕРЭКТОМИИ У СОБАК** 15  
**\*Журба В.А., \*Золоторев К.В., \*\*Ковалев И.А.**  
\*ООО «Сас Энимал Сервис», г. Минск, Республика Беларусь  
\*\*УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
4. **ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПОЧКАХ ОЗЕРНОЙ ЧАЙКИ ПРИ МОЧЕКИСЛОМ ДИАТЕЗЕ** 20  
**Журов Д.О., Старс К.В.**  
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
5. **ФУНКЦИОНАЛЬНО-МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ СТАТУС НЕЙТРОФИЛОВ В ДИНАМИКЕ РАЗВИТИЯ СУБКЛИНИЧЕСКОГО МАСТИТА У ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ** 23  
**Зимников В.И., Сашнина Л.Ю., Никоненко Г.В., Фурчаков С.Н.**  
Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии, г. Воронеж, Российская Федерация
6. **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТЕРАПЕВТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТОВ «КОЛИВЕТ 6000» И «КОЛИСТИН КМ 6000» ПРИ ЛЕЧЕНИИ ТЕЛЯТ И ПОРОСЯТ С ДИАРЕЙНЫМ СИНДРОМОМ** 28  
**Ковзов В.В.**  
УО «Витебская ордена «Знак Почета» академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
7. **ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ СИММЕНТАЛЬСКОЙ ПОРОДЫ ПРИ КОРРЕКТИРОВКЕ РАЦИОНА** 33  
**Котарев В.И., Брюхова И.В., Большаков В.Н.**  
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация
8. **ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА «ПРОСТИМУЛ» НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН И НЕФЕРМЕНТАТИВНОЕ ЗВЕНО АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ У ПОРОСЯТ С ВРОЖДЕННОЙ ГИПОТРОФИЕЙ** 37  
**\*Михайлов Е.В., \*\*Саврасов Д.А., \*Шабунин Б.В., \*Некрасов А.В., \*Шутиков В.А., \*\*\*Прокулевич В.А.**  
\*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация  
\*\*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», г. Воронеж, Российская Федерация  
\*\*\*Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь
9. **СОСТОЯНИЕ НОВОРОЖДЕННОГО МОЛОДНЯКА И КОРОВ-МАТЕРЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ХАРАКТЕРА БЕРЕМЕННОСТИ** 42  
**Михалёв В.И., Скориков В.Н.**  
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация

10. **ИММУННЫЙ СТАТУС КОРОВ ПРИ ТЕРАПИИ СУБКЛИНИЧЕСКОГО МАСТИТА УБЕРОСЕПТОМ И ИНТЕРФЕРОН-СОДЕРЖАЩИМИ ПРЕПАРАТАМИ** 46  
**Перегончий А.Р., Павленко О.Б., Зимников В.И., Сашнина Л.Ю.**  
 ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация
11. **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И РАННЯЯ ДИАГНОСТИКА АКУШЕРСКОЙ ПАТОЛОГИИ У МОЛОЧНЫХ КОРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРИБОРА «ЭЛЕКТРОННЫЙ НОС»** 50  
**\*Скориков В.Н., \*\*Кучменко Т.А., \*Михалев В.И.**  
 \*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация  
 \*\*ФГБУ «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж, Российская Федерация
12. **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕСТРОЙКИ СЕМЕННИКОВ У САМЦОВ ВЫДРЫ РЕЧНОЙ В ЗОНЕ ВЫСОКОГО РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ** 54  
**\*Федотов Д.Н., \*Стасевич Н.С., \*Морозов Т.И., \*\*Юнусов Х.Б.**  
 \*УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь  
 \*\*Самаркандский государственный университет ветеринарной медицины, животноводства и биотехнологий, г. Самарканд, Республика Узбекистан
13. **ВЛИЯНИЕ ВАКЦИНАЦИИ ПОРОСЯТ ПРОТИВ ЦИРКОВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ** 58  
**Шахов А.Г., Коцарев В.Н., Сашнина Л.Ю., Чусова Г.Г., Владимирова Ю.Ю., Боев В.Ю.**  
 ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация
14. **МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ ПОРОСЯТ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ ПОД КЛИНИЧЕСКИ ЗДОРОВЫМИ И ПЕРЕБОЛЕВШИМИ ПОСЛЕРодОВЫМ ЭНДОМЕТРИТОМ СВИНОМАТКАМИ** 62  
**Шахов А.Г., Коцарев В.Н., Сашнина Л.Ю., Никоненко Г.В., Моргунова В.И.**  
 ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация
15. **ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ КРИПТОСПОРИДИОЗА В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ОВЦЕВОДЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВ** 67  
**Ятусевич А.И., Старовойтова М.В.**  
 УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

## Зоотехния

16. **ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ И СКОРОСТЬ ПРОВЯЛИВАНИЯ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ** 72  
**Ганущенко О.Ф., Зенькова Н.Н., Моисеева М.О., Ковалёва И.В., Шлома Т.М., Патафеев В.А.**  
 УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь
17. **КОРМОВАЯ ДОБАВКА «НАНОПЛАНТ ХРОМ (К)» В РАЦИОНЕ ПЛЕМЕННЫХ БЫКОВ** 77  
**\*Карпеня М.М. ORCID ID 0000-0002-4762-676X, \*Ногина Т.Н., \*\*Козинец А.И.**  
 \*УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь  
 \*\*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь
18. **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕМИКСА В РАЦИОНЕ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ В ПЕРИОД РАЗДОЯ** 82  
**\*Карпеня М.М., \*Подрез В.Н., \*\*Орехво Д.А., \*\*Клундук Л.Ф., \*Горовенко М.В., \*Медведская Т.В., \*Карпеня С.Л., \*Гуйван В.В.**  
 \*УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь  
 \*\*ЗАО «Консул», г. Брест, Республика Беларусь

**Биология**

19. **АНАЛИЗ ГЕНОВ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПУТЕЙ *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ МОЛОКА КОРОВ, БОЛЬНЫХ МАСТИТОМ** 86  
 \*, \*\*, \*\*\*Сыромятников М.Ю., \*Шабунин С.В., \*Манжурина О.А., \*\*Буракова И.Ю., \*\*Смирнова Ю.Д., \*\*, \*\*\*Морозова П.Д., \*\*Грязнова М.В., \*Паршин П.А., \*\*Корнеева О.С.  
 \*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии», г. Воронеж, Российская Федерация  
 \*\*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж, Российская Федерация  
 \*\*\*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Российская Федерация
20. **АНАЛИЗ ГЕНОВ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ *ESCHERICHIA COLI* ИЗ КИШЕЧНИКА ПОРОСЯТ С ДИАРЕЕЙ** 95  
 \*, \*\*, \*\*\*Сыромятников М.Ю., \*Шабунин С.В., \*\*, \*\*\*Нестерова Е.Ю., \*\*Гладких М.И., \*\*Буракова И.Ю., \*\*Смирнова Ю.Д., \*\*, \*\*\*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 инженерных технологий», г. Воронеж, Российская Федерация  
 \*\*\*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Российская Федерация

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 03.06.2024 г. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная.  
Печать ризографическая. Усл. п. л. 12,09. Уч.-изд. л. 10,58.  
Тираж 54 экз. Заказ 2471.

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) 48-17-70.  
E-mail: rio@vsavm.by  
<http://www.vsavm.by>

